

Appendice - L'introduzione della sismica a riflessione in Italia. Documenti

A cura di Daniele Pozzi

La precoce scoperta del giacimento di Caviaga, dalla quale è possibile far derivare i successivi sviluppi della strategia dell'AGIP sotto la direzione di Enrico Mattei non fu certamente frutto di un caso fortunato, ma di una complessa vicenda di assimilazione di alcune innovazioni tecniche.

Caviaga fu infatti il primo giacimento profondo di metano scoperto in Europa, e questo risultato fu possibile solo grazie alla padronanza che l'AGIP aveva acquisito negli anni precedenti nell'impiego delle tecniche geofisiche di prospezione sismica. Questa appendice ripercorre le tappe di un processo di apprendimento durato circa un decennio, attraverso la presentazione di alcuni documenti particolarmente significativi dei principali momenti di questo percorso. Dato il carattere tecnico dell'argomento, sono necessarie alcune premesse, per mettere il lettore in grado di apprezzare quali fossero le modalità della ricerca geofisica in quegli anni (spiegazioni più accurate si ritrovano negli stessi documenti o possono essere reperite su pubblicazioni dell'epoca).¹

Lo “stato dell'arte”

Il ventiseiesimo congresso della Società Geologica Italiana, svoltosi a Piacenza nel settembre 1923, segnò la prima presa di coscienza, da parte della comunità scientifica, dei problemi legati alla ricerca di petrolio in Italia; come ricordavano alcuni tecnici dell'AGIP, ad anni di distanza:

dopo un ampio dibattito illustri geologi (M.Cermenati, E. Clerici, B. Lotti, C. Porro, ecc.) espressero opinioni ottimistiche sulle possibilità petrolifere del nostro paese; ma nello stesso tempo riconobbero concordemente che il

problema della ricerca si presentava eccezionalmente arduo e oneroso; che soltanto un piano organico dei lavori, e non una successione slegata ed irrazionale di modeste iniziative, poteva portare a conclusioni definitive.²

Sostanzialmente, i più importanti studiosi di geologia italiani concordavano sulla possibilità di una prosecuzione al di sotto della copertura sedimentaria recente della Pianura Padana delle strutture rivelatesi favorevoli nelle perforazioni effettuate in area appenninica. A queste ipotesi si accompagnavano anche illazioni derivanti da osservazioni svolte in altri paesi petroliferi, poi rivelatesi erronee,³ ma soprattutto la constatazione della difficoltà di verificare la teoria stessa. Infatti, lo spesso strato di sedimenti della valle del Po, che si pensava avrebbe potuto preservare i giacimenti nelle condizioni migliori per lo sfruttamento (ostacolando cioè la migrazione degli idrocarburi verso la superficie e quindi la loro dispersione), impediva al tempo stesso l'osservazione geologica, possibile solo ai margini della pianura, in prossimità di affioramenti degli strati profondi a causa dell'azione di orogenesi.

Il problema era dunque quello di “vedere” sotto lo strato di sedimenti depositato nei secoli dai fiumi alpini e appenninici, prima di effettuare costose perforazioni profonde. A tutt'oggi non esistono metodi diretti per accertare la presenza di idrocarburi nel sottosuolo prima della perforazione, le prospezioni geofisiche hanno quindi la finalità di rispondere a questo problema riconoscendo le strutture sepolte che potrebbero contenere idrocarburi, a partire dalle diverse caratteristiche fisiche dei vari tipi di formazione rocciose.

Il primo metodo geofisico ad essere impiegato con successo fu la gravimetria, cioè una misurazione di anomalie nel campo gravitazionale rispetto alla media di una zona. Queste anomalie corrispondono a formazioni sepolte con densità diversa rispetto a quelle circostanti e, sulla base dell'andamento dell'anomalia, è possibile fare delle ipotesi sulla presenza di “trappole” in cui possono essere concentrati riserve di idrocarburi (una tipica trappola stratigrafica sono le pieghe note come anticlinali).

Come ricorda una relazione interna del 1936, l'AGIP iniziò a interessarsi di questi metodi di prospezione già dai primi anni della sua fondazione:

L'AGIP, essendo allora all'inizio della sua formazione e mancando in detta epoca in Italia apposite società e raggruppamenti scientifici capaci di studi e rilievi gravimetrici a scopo geopetroliifero, e dovendosi d'altra parte dare inizio subito alle opere di ricerca del piano affidatole dal governo all'azienda stessa, [dovette] ricorrere ad organizzazioni capaci estere.

S'invitò, pertanto, una squadra dell'Exploration di Berlino per i rilievi eötvössiani (gennaio 1927) nella pianura del Po, a cominciare da S.Colombano al Lambro, assistita per controllo da un Geofisico statale.

Alla fine, peraltro, del 1928, l'AGIP, essendosi messa in grado di poter disporre di una propria organizzazione geofisica, munita di tutti gli strumenti e mezzi scientifici all'uopo necessari, poté costituire una propria Sezione Geofisica, con sede a Parma, intesa a coadiuvare i Geologi nella determinazione delle deduzioni geopetroliifere nelle varie zone del regno interessate.⁴

Entro il 1936, l'AGIP aveva eseguito 9.425 stazioni di rilievo gravimetriche, coprendo un'area di circa 16.500 km quadrati (cioè circa la metà della Pianura Padana) e la geofisica aveva contribuito all'individuazione dei giacimenti petroliferi di Fontevivo e Podenzano.⁵

Tuttavia l'AGIP scontava, in questi primi anni, i limiti delle risorse che le erano messe a disposizione per le ricerche in Italia (molto più interessante veniva giudicata l'attività commerciale o quella di penetrazione in paesi petroliferi più promettenti) e soprattutto la difficoltà di reperire competenze tecniche specifiche.⁶ La soluzione che venne generalmente adottata fu quella di appoggiarsi, per la supervisione scientifica dei lavori, a consulenti esterni reclutati nelle università italiane, incontrando anche problemi di congruenza tra le esigenze industriali e quelle degli studi accademici. Così, mentre i geologi avevano più che altro una preparazione da naturalisti, i geofisici si occupavano ancora prevalentemente di ricerche di base, utili al massimo per l'esplorazione regionale (cioè non di dettaglio), mentre le perforazioni venivano ubicate ancora per la maggior parte empiricamente, sulla base delle indicazioni derivanti dalle manifestazioni superficiali e grazie all'esperienza maturata sul campo dai perforatori.

Il punto di svolta fu il RDL n. 1017 del 21 luglio 1933: l'AGIP veniva incaricata di svolgere un programma quinquennale di ricerca per conto dello stato e finalmente venivano messe a disposizione dell'azienda risorse sufficienti per iniziare anche in Italia un serio programma di studi geologici e geofisici.⁷ Nell'aprile 1935 venne riconosciuta anche la necessità di nominare una nuova Commissione di consulenza tecnica, della quale facevano parte alcuni esperti di geofisica, oltre che docenti di geologia.⁸

Nonostante il nuovo impulso dato alle ricerche geofisiche e il progresso tecnologico nelle macchine di rilevamento, la gravimetria iniziava a mostrare la sua inadeguatezza di fronte ai temi specifici della Pianura Padana. I tecnici dell'AGIP, ricordando queste vicende nella seconda metà degli anni cinquanta, sostenevano che:

alla fine del 1939, il bilancio appariva negativo e scoraggiante. Quasi tutte le anomalie gravimetriche positive erano state esplorate con sondaggi anche profondi; frequenti manifestazioni soprattutto gassifere erano state incontrate, ma praticamente nessuna di esse si era mostrata di valore industriale; la serie dei terreni si presentava litologicamente monotona, e stratigraficamente idifferenziabile e indeterminabile. Di conseguenza la stessa interpretazione geologica della regione padana restava incerta, per quanto si intravedesse già come la prima ipotesi di un substrato di Argille Scagliose provocanti fenomeni diapiroidi dovesse essere sostituita da altre più in accordo con i risultati dei pozzi: e determinante a questo proposito era il fatto che nessuno dei pozzi eseguiti aveva incontrato Argille Scagliose nel sottosuolo padano. Ma soprattutto, e assai più grave, appariva la inevitabile constatazione che i mezzi geofisici impiegati fino ad allora parevano avere esaurito le loro possibilità; per cui veniva a mancare una guida per la ubicazione di nuovi sondaggi esplorativi.⁹

La gravimetria permetteva infatti di individuare una serie di anomalie, che furono correttamente identificate come l'estensione nella pianura delle pieghe di stile appenninico, che avevano qui un aspetto più

smorzato e regolare rispetto alla sconvolta regione collinare, tuttavia non fu possibile rintracciare in queste strutture gli auspicati adunamenti di idrocarburi.

Il progresso delle conoscenze mostrerà più tardi che tali anomalie gravimetriche corrispondevano sì alle situazioni strutturali più elevate, ma anche a quelle più tettonizzate e meno protette; veniva soprattutto a mancare, sulla loro porzione culminante, la serie pliocenica alla quale è legata [...] tanta parte degli accumuli di idrocarburi finora scoperti nella Pianura Padana.¹⁰

I *reservoir* più favorevoli, infatti, erano invisibili alla gravimetria, perché essa non era in grado di percepire la differenza tra le strutture più favorevoli e gli strati circostanti, scarsamente differenziati. All'AGIP non rimaneva quindi che guardare a quanto stava avvenendo nell'industria petrolifera al di fuori dei confini italiani.

Missione a Berlino

Gli inglesi e soprattutto gli americani utilizzavano già dalla fine degli anni venti una nuova tecnica geofisica, la prospezione sismica, che permetteva rilevazioni più accurate sulla base della risposta elastica degli strati sepolti ad un'onda generata da uno scoppio di una carica esplosiva. I ricercatori statunitensi, in particolare, avevano migliorato sensibilmente questa tecnica, sia nel caso di prospezioni basate sul fenomeno della rifrazione delle onde (adatte più che altro a ricerche regionali di grandi aree, ma poco accurate) che, soprattutto, su quello della riflessione (in questo caso si studiano zone più limitate, ma con un grado di dettaglio tanto alto da permettere una precisa ubicazione dei pozzi).

L'AGIP era già informata dal 1935 dei successi ottenuti negli USA con la sismica,¹¹ e i tecnici italiani ipotizzavano che questa tecnica di ricerca avrebbe permesso di risolvere alcuni problemi tipici della conformazione della Pianura Padana. Per questo l'azienda aveva iniziato tra il 1935 e il 1936 una serie di esperimenti con macchine tedesche e la costruzione in proprio di apparecchi adatti alle rilevazioni sismiche:

Agli studi e rilievi geosismici, come è noto, viene ora data in tutte le regioni petrolifere del mondo un particolare sviluppo, per la celerità con la quale essi permettono di avere dati sufficientemente approssimativi delle strutture nel sottosuolo. Essi sono, quindi, diventati un utile mezzo di studio e di ricerca preventiva a disposizione del geologo. Nel campo degli apparecchi geosismici, la Sezione Geofisica ha in dotazione un Gruppo sismografico Ambronn a pizo-quarzo ed un Gruppo sismografico a carbone, costruito nel laboratorio dell'AGIP. Estesi ed importanti rilievi sismici sono già eseguiti nelle Marche (zona di Civitanova e Potenza Picena) e nella Fossa Bradanica ed a Podenzano dove sono tuttora in corso.¹²

La situazione non sembrava sostanzialmente diversa nell'estate del 1937, anche se, probabilmente, i risultati delle ricerche in Emilia si rivelarono abbastanza promettenti da stimolare un potenziamento delle prospezioni sismiche in questa zona: nel carteggio con la presidenza dell'AGIP, il professor Vercelli segnalava la sua disponibilità ad effettuare un viaggio a Berlino per sovrintendere all'acquisto di nuovi strumenti che avrebbero affiancato quelli costruiti nei laboratori AGIP.¹³ Scopo della missione, secondo una lettera inviata all'ambasciatore italiano a Berlino il 12 giugno 1937, sarebbe stato anche:

studiare la possibilità di un accordo con la eventuale ditta tedesca costruttrice perché due ingegneri dell'AGIP possano effettuare, presso la ditta stessa, o anche altro ente geofisico, un periodo di studio per conseguire una sufficiente pratica per il buon impiego dei detti strumenti sismici.¹⁴

Vercelli partì da Trieste il 20 luglio, e la missione lo impegnò per circa dieci giorni. Lo accompagnava in questo viaggio un giovane ingegnere, Tiziano Rocco.

Rocco, nato nel 1908 a Motta di Livenza (Treviso), si laureò in Ingegneria mineraria nel 1930, al Politecnico di Torino, e nell'agosto del 1931 venne assunto nella sezione geofisica dell'AGIP.¹⁵ Sulla scorta della lettura delle pubblicazioni tecniche straniere, Rocco aveva segnalato già nel 1936 la necessità di dotare l'AGIP di strumenti sismici moderni di tipo americano. Inoltre Rocco prese parte ai primi contatti tra l'azienda e la Western Geophysical Company. Questa compagnia era nata nel 1933, ad opera di Henry Salvatori, immigrato italoamericano originario di Tocco Casauria (Pescara, una delle "tradizionali" zone petrolifere italiane). La Western si era specializzata nella sismica a riflessione, affermandosi rapidamente come una delle prime società del ramo. Salvatori visitò la sede romana dell'AGIP nel 1936, offrendo i servizi della propria società all'azienda.¹⁶

La missione in Germania del 1937 aveva probabilmente lo scopo di verificare l'esistenza di un'alternativa più conveniente della proposta della Western: non bisogna infatti dimenticare le difficoltà valutarie che avrebbe rappresentato, in periodo di autarchia, una consistente spesa in dollari; infine, oltre che alle scelte politiche che legavano l'Italia alla Germania, bisogna ricordare che l'AGIP si era sempre orientata, fino a quel momento, verso la tecnologia elettromeccanica tedesca per il macchinario geofisico.

Il primo documento qui presentato è la relazione presentata dai due tecnici al ritorno da questo viaggio. È interessante notare (soprattutto per un confronto con la situazione che i due geofisici troveranno negli Stati Uniti nel successivo viaggio) le osservazioni sul sistema con cui la Abteilung Angewandte Geophysik (Sezione di geofisica applicata) dello stato tedesco coordinava le ricerche al livello nazionale e quelle sul livello tecnico-scientifico raggiunto dalle aziende tedesche.

Per quanto riguarda l'organizzazione delle ricerche, il Reich gestiva a livello centrale tutte le attività geofisiche e geologiche che si svolgevano in Germania. La struttura e i compiti della Sezione di geofisica applicata erano simili a quelle che in Italia erano teoricamente affidate all'Istituto Geologico Nazionale, oppure a quelle che verranno conferite all'Ente Nazionale Metano dal 1940, cioè «raccolgere e coordinare tutte le osservazioni e i materiali raccolti da tutti gli enti pubblici e privati operanti sul territorio del Reich». ¹⁷ Anche il sistema di compartecipazione coi privati sembrerebbe in qualche modo analogo a quanto farà l'ENM creando società miste con gli operatori del Polesine. ¹⁸

Siamo quindi nell'ambito di un ente pubblico tradizionale, piuttosto che di un'azienda a partecipazione statale, come era l'AGIP, anche se le risorse erogate dallo stato tedesco, circa 10 milioni di marchi l'anno (pari a oltre 76 milioni di lire del 1937), erano nettamente superiori di quelle a disposizione dei tecnici italiani. ¹⁹

Appare insito in questo sistema di organizzazione un certo grado di tradizionalismo e di ritardo nell'assimilazione delle innovazioni, come si può notare dal fatto che non venissero impiegate dalla Sezione macchine ritenute “sperimentali”:

Come norma l'Ufficio impiega solo strumenti e metodi già sanzionati da esperienze favorevoli; di fronte a novità di apparecchi e di metodi resta in attesa di definitive prove sul reale valore di essi. Così, di fronte agli strumenti Siemens, di cui si parlerà in seguito, si ritiene che per un paio d'anni sia necessario attendere l'esito delle prove. Analogamente la bilancia gravimetrica Haalk è ritenuta strumento non ancora definito circa la convenienza di impiego. ²⁰

I geofisici tedeschi non sembravano aver ancora optato con decisione per la sismica: questa tecnica conviveva infatti, sembrerebbe sullo stesso piano, con la gravimetria, e le misure elettriche, magnetiche e radioattive. Addirittura la legislazione contemplava il caso di utilizzazione nelle ricerche la bacchetta da raddomante. Più che altro, sembrava che la Sezione di geofisica applicata seguisse una propria logica di sperimentazione scientifica (con l'applicazione successiva di varie tecniche geofisiche su una stessa zona) piuttosto che considerazioni di economicità legate alle esigenze industriali e ai tempi di un conveniente sfruttamento economico dei giacimenti.

Anche la visita alle imprese elettromeccaniche conferma l'impressione che i tedeschi fossero ancora in una fase di sperimentazione della sismica e che non si fosse ancora raggiunto uno standard tecnico definitivo che fosse in grado di offrire adeguate applicazioni industriali. In particolare, alla Siemens (una delle più grandi e più diversificate imprese elettromeccaniche dell'epoca) sembrerebbe addirittura che gli alti dirigenti ignorassero del tutto le ricerche in corso nell'azienda riguardo alle apparecchiature geosismiche:

Per ora è prematura quindi ogni trattazione, essendo la casa stessa completamente disorientata circa le direttive costruttive future [...]

Dal colloquio è risultato che né il Keinath, né altro ingegnere specialista partecipante al colloquio, erano chiaramente al corrente su questo ordine di problemi. L'impressione avuta è questa: si tratta di iniziativa affidata al Sig. Marsch, la quale richiederà lunghe prove prima di essere avviata a una conclusione.²¹

Le conclusioni dei due tecnici sono quindi estremamente negative; bisogna anche aggiungere che le autorità tedesche, nonostante le dichiarazioni formali, non si mostrarono particolarmente collaborative: l'invio di tecnici italiani in Germania venne giudicato «questione delicata, che difficilmente troverebbe approvazione».²² Comunque furono gli stessi geofisici dell'AGIP a giudicare inutile una più stretta collaborazione, dato che sostanzialmente lo sviluppo delle ricerche in Germania non era superiore a quello raggiunto dall'azienda italiana (e quindi privo di immediate applicazioni industriali):

Su questo argomento uno di noi (Vercelli) ritiene che non sia il caso né di inviare un nostro geofisico, né di richiedere un geofisico tedesco. Il geofisico nostro dovrebbe conoscere perfettamente il tedesco e avere una larga preparazione teorica; e poco avrebbe da imparare di nuovo, quando già abbia tale preparazione. La richiesta di un geofisico tedesco sarebbe cosa umiliante e non pare possa recare contributi di notevole utilità.²³

Un nuovo mondo

Dopo il viaggio in Germania, l'AGIP riprese a considerare la possibilità di procurarsi la nuova tecnologia di prospezione direttamente dagli Stati Uniti. I pochi progressi fatti nell'ambito dello sviluppo di ricerche sismiche in proprio ed il fatto che gli altri sistemi geofisici non mostrassero consistenti margini di miglioramento nel breve periodo furono fondamentali nella decisione di concretizzare questa possibilità. Nel dicembre 1938 Vercelli e Rocco vennero inviati negli Stati Uniti, questa volta non solo con lo scopo di valutare il livello dello sviluppo tecnico in quel paese, ma con il compito preciso di richiedere preventivi ed avviare i primi contatti per assoldare una squadra sismica da utilizzare in Italia.

Il viaggio in America fu nella sostanza un'occasione per entrare in contatto con una matura industria della ricerca petrolifera, ben lontana dagli standard europei e soprattutto da quelli italiani. La spedizione toccò le principali aree petrolifere americane, tra l'altro seguendo esattamente l'ordine cronologico di insediamento dell'industria petrolifera nei vari stati americani. Vennero infatti visitati, in successione, in Midwest, culla dell'industria petrolifera statunitense, il Texas (teatro del boom petrolifero degli anni venti) e la California, valorizzata in anni relativamente più recenti e caratterizzata da temi di ricerca notevolmente più complessi di quelli sfruttati nelle altre regioni.

Nel loro viaggio in questa specie di terra promessa del petrolio, Rocco e Vercelli furono impressionati soprattutto dall'efficienza e dalla velocità con cui lavoravano i contrattisti americani e dall'enorme disponibilità di mezzi a servizio della ricerca. Il laboratorio di Tulsa della Western aveva all'incirca le dimensioni di tutta la struttura statale di ricerca tedesca e disponeva di 30 squadre completamente attrezzate. Le ricerche che vi si svolgevano non erano orientate solo a migliorare i principi del metodo sismico, ma soprattutto a realizzare macchine sempre più leggere ed adatte al lavoro di campagna anche in condizioni disagiati. I tecnici americani, a servizio di una moltitudine di aziende in concorrenza tra loro, si rivelavano estremamente pragmatici e tutti i loro sforzi sembravano orientati al raggiungimento di concreti risultati industriali, piuttosto che a finalità di ricerca pura.

Pur impressionati da certe "stranezze" americane (i derrick fino alla città e una certa "etica dello spreco"), alcuni elementi fondamentali colpirono gli italiani: gli statunitensi consideravano la ricerca con metodi scientifici un investimento a lungo termine, e sostenevano anche spese molto ingenti per risultati dilazionati nel tempo. Era proprio questa logica che sembrava portare le preferenze degli operatori verso la sismica a riflessione, più costosa, ma in grado di dare sicuramente i migliori risultati:

Il metodo seguito dagli americani è estremamente costoso, ma pratico e tale da consentire un lavoro rapido e accurato.

Il fattore tempo, che noi spesso trascuriamo, è valutato più del denaro. La ripartizione di spese per lavoro preparativo geologico-geofisico e perforazione di prova è degna di evidenza.

I pozzi costano anche in America, ma assai meno che da noi, per un complesso di circostanze favorevoli, naturali e tecniche. Ma essi non rappresentano la spesa quasi totale delle esplorazioni; una larga percentuale di tale spesa è impiegata nello studio preventivo dei siti da perforare.²⁴

Sintomatica appariva la dotazione di automezzi dei contrattisti: mentre in Germania le squadre disponevano di un unico camion (e il capo geofisico doveva addirittura utilizzare la propria auto personale), negli USA tutto sembrava muoversi su ruote, sfruttando una disponibilità di idrocarburi che pareva infinita («il visitatore europeo negli S.U.A. rimane colpito di fronte allo spettacolo di una nazione totalmente motorizzata»²⁵). Analogamente, anche per quanto riguardava la perforazione, ingenti risorse erano messe al servizio dell'efficienza delle operazioni e non venivano lesinati personale specializzato, macchine moderne e pezzi di ricambio.

Vercelli e Rocco furono impressionati dalla vastità dei campi petroliferi americani, ma non dimenticavano mai le diverse e più favorevoli condizioni degli USA; il loro interesse e le loro domande si concentravano generalmente su quelle situazioni per certi versi simili alla Pianura Padana. Ad esempio, gli autori si informarono sempre sulla possibilità di utilizzare le squadre anche su terreni privi di un sistema stradale efficiente e capillare come quello americano e in condizioni logistiche particolarmente disagiati. Sul fronte

prettamente geologico, i due tecnici ricercavano analogie tra le zone favorevolmente indiziate in Italia e i terreni sedimentari della California (giacimenti profondi, coperti da potenti strati sedimentari recenti). In California i due geofisici ebbero inoltre l'occasione di vedere in concreto alcune forme di utilizzazioni industriali e domestiche del metano, ben diverse dall'impiego come carburante autarchico che ne veniva fatto in Italia.

Dall'esame della relazione pare infine che gli autori arrivassero a convincersi che molta parte del successo della geofisica negli Stati Uniti derivava dall'efficienza dei sistemi di interpretazione dei sismogrammi: anni di applicazione di queste tecniche, infatti, avevano permesso di affinare la lettura delle linee sismiche sulla scorta dei dati raccolti nelle varie zone. I due tecnici assisterono al lavoro di interpretazione negli uffici della Western e a questi metodi viene dedicato un ampio capitolo nella parte introduttiva della relazione (qui parzialmente omissa per il carattere estremamente tecnico). Tuttavia non si nascondeva che i risultati migliori erano ottenuti in aree di cui la conformazione era ben conosciuta dagli operatori: durante un colloquio con il capo del reparto geofisico della Humble Oil and Refining Co. (qui non riprodotto), Vercelli e Rocco appresero che, secondo gli americani, il lavoro di ricerca si giovava più che altro del buon coordinamento tra le varie fasi di studio e di una lenta accumulazione di conoscenze attraverso "il fare" piuttosto che dell'acquisizione di qualche sapere teorico avulso da un contesto:

Circa gli argomenti di ordine generale trattati col Dr. Barton, ci piace ripetere quanto egli disse per dimostrare che in questo ordine di ricerche più che la scienza vale l'esperienza. La migliore squadra dell'Oklahoma, inviata nel Texas, in un primo tempo rende meno della peggiore squadra del Texas. Occorre conoscere bene la geologia locale per compiere buoni rilievi geofisici e dare interpretazioni corrette. In una zona nuova anche il miglior geofisico deve impiegare diverso tempo per orientarsi e studiare la geologia locale; soltanto dopo tali studi potrà iniziare efficaci rilievi.²⁶

Nel nostro paese la situazione era ben diversa: l'AGIP, come si è visto, aveva spinto al massimo la ricerca con le tecniche disponibili, ma l'Italia rimaneva ancora un terreno inesplorato per quanto riguardava tutta una serie di dati necessari ad un'efficiente applicazione della sismica a riflessione (ad esempio, la velocità di propagazione delle onde nei vari strati padani era sconosciuta, e fino al secondo dopoguerra vennero impiegate misure effettuate in regioni americane con conformazione simile).

I risultati ottenuti dai geofisici americani erano comunque tali da consigliare di applicare al più presto questa tecnica anche alle ricerche dell'AGIP. Nel corso del viaggio, Vercelli e Rocco si interessarono principalmente alle offerte della Western e a quelle della Seismograph Service Corp., ma fu la prima squadra ad ottenere il contratto con l'azienda italiana, grazie alle condizioni particolarmente vantaggiose offerte: una squadra ridotta, e quindi meno costosa, rispetto agli standard USA, e soprattutto il pagamento parzialmente in lire (le ristrettezze valutarie erano, in questo momento, un elemento discriminante).²⁷

Così, l'anno successivo, giunse in Italia un gruppo sismico diretto da un altro italoamericano, Michael Boccallery (che i tecnici italiani avevano conosciuto durante il viaggio negli USA). Gli uomini della Western, affiancati dal personale dell'AGIP iniziarono le rilevazioni nell'area padana nell'estate di quell'anno. Pare che il primo scoppio avvenne il 10 giugno 1940, giorno di ingresso dell'Italia nel secondo conflitto mondiale.

La cassaforte

In un promemoria riservato, indirizzato il 18 luglio 1940 a Rocco, si accennava alle sezioni sismiche che la Western stava eseguendo nella zona di Casalpusterlengo (prima sede dei gruppi sismici) e del loro possibile collegamento con i rilievi in corso sulla sponda destra del Po, nei dintorni di Podenzano. Si incaricava inoltre Rocco di «appurare quale sia la base geometrica del metodo di riduzione dei dati di campagna impiegato dalla Western» e di «concretare proposte, da sottoporsi alla Direzione Ricerche e Sfruttamenti, atte ad accelerare il lavoro in corso».²⁸ Prima del rientro dei tecnici statunitensi in patria, nell'autunno 1940, avevano cominciato ad essere delineate le strutture di Ripalta, Caviaga, Cortemaggiore e Piadena. La squadra della Western lasciò inoltre in Italia la propria attrezzatura, di cui i geofisici dell'AGIP avevano ormai assimilato le basilari modalità di impiego. Nei primi anni della guerra, quindi, vennero effettuati importanti rilievi della zona centrale della Pianura Padana, da cui cominciò ad emergere la nuova ipotesi geologica che guiderà le ricerche nel dopoguerra. Lo stesso Rocco e il geologo Dante Jaboli ricordavano ad un convegno questa fase, e le alte innovazioni che l'AGIP affiancò all'introduzione della sismica:

da questo complesso di rilievi, per quanto essenzialmente a carattere esplorativo, emergevano finalmente con chiarezza le grandi linee geologiche della regione padappenninica; venivano precisati gli andamenti strutturali; ed era lecito estrapolare l'esistenza di altre pieghe nelle aree intermedie non rilevate [...]. Nel frattempo la micropaleontologia, introdotta sul finire del 1939, cominciava a dare i suoi frutti. Il riesame del materiale nei pozzi mostrava microfaune spesso ricche e significative [...]. Uno dei primi risultati, e della più grande importanza, fu il riconoscimento dell'esistenza nel sottosuolo padano di potenti spessori di Quaternario marino. La distinzione tra Pliocene e Miocene, dapprima incerta o impossibile in base ai soli dati litologici, permise una prima interpretazione approssimata dei rilievi geofisici.²⁹

Grazie allo studio dei fossili microscopici (foraminiferi) diventò quindi possibile individuare la separazione tra gli anticlinali miocenici ed il sovrastante strato pliocenico che, se argilloso, poteva costituire un'ottima copertura per le sabbie ed arenarie del Miocene (più spesso del Pliocene inferiore), in grado di

funzionare, quindi, come serbatoio per gli idrocarburi. Questi risultati furono possibili grazie a un parallelo sviluppo della geologia e della geofisica e a una migliore capacità di dialogo tra specialisti di diversi settori.

Altri fattori, oltre alla sismica, si rivelarono nel contempo di importanza essenziale per lo sviluppo della esplorazione. Fra questi, per esempio, l'adozione come norma dei carotaggi elettrici ed i progressi della micropaleontologia, che consentivano di disporre di sicuri elementi correlativi fra le formazioni attraversate dai pozzi; la disponibilità di impianti di perforazione più veloci e potenti; la costruzione di adeguati laboratori chimici, petrolchimici, geofisici ecc.³⁰

Nella primavera del 1943 (al momento dell'inizio del sondaggio di Caviaga) il Servizio studi dell'AGIP disponeva di un servizio geologico, articolato in sezione paleontologica, sezione rilevamento e studi geologici e sezione assistenza geologica alla perforazione e di un servizio geofisico, diviso in sezione gravimetrica, sezione sismica e laboratorio geofisico.³¹ Attorno al 1940, entrarono in servizio nuove sonde *rotary* prodotte dalla Massarenti, dall'Ansaldo e dalla tedesca Heniel Leug, più moderne e in grado di raggiungere la profondità dei giacimenti padani.³²

La guerra determinò una forte accelerazione nei lavori (il metano nazionale poteva risultare prezioso in una situazione di costante scarsità di combustibili), ma comportò anche un costante periodo di precarietà e di emergenza. Un radicale peggioramento della situazione si ebbe dopo l'armistizio e la creazione della Repubblica di Salò: il paese veniva spaccato in due, la direzione dell'AGIP si trasferì a Milano (lasciando però un "ufficio stralcio" a Roma) e il personale che rifiutò il trasferimento venne licenziato. Nel dicembre 1943, lo stesso Tiziano Rocco perdette il posto per non aver aderito alla Repubblica Sociale, salvo poi essere riassunto nel novembre 1944 da Carlo Zanmatti, fino al 1943 responsabile della direzione mineraria dell'AGIP, nominato dalle autorità della RSI prima commissario e poi presidente dell'azienda. Rocco venne nuovamente licenziato nel luglio 1945 (questa volta dal commissario partigiano Enrico Mattei) e riassunto dall'AGIP nel luglio 1951.³³ Da quella data, fino al suo pensionamento, nel 1968, mantenne il ruolo di capo dell'esplorazione.

Il memoriale di Virgilio Asso, uno dei membri della prima squadra sismica organizzata dall'AGIP secondo il sistema americano, testimonia lo svolgimento dei lavori nel difficile periodo della guerra.

Come si evince facilmente dal documento, l'attrezzatura fornita dalla Western era esattamente la stessa che Rocco e Vercelli avevano visto impiegare qualche anno prima negli Stati Uniti (il registratore F14), ma completamente diverse erano le condizioni di lavoro. Gli spostamenti erano difficoltosissimi, c'era carenza di materiale e costante pericolo di essere coinvolti in azioni belliche.

Il giacimento di Caviaga venne individuato in queste precarie condizioni, e le perforazioni iniziarono nella primavera del 1943, dimostrandosi positive. Il risultato era molto di più che un ritrovamento di metano:

era la conferma della correttezza dell'ipotesi geologica dei tecnici dell'AGIP e della validità della sismica a riflessione nell'accertarla. Tuttavia, a partire dal 1944, i lavori dovettero sostanzialmente essere sospesi e i dirigenti dell'AGIP si concentrarono soprattutto sul mettere in salvo i propri uomini e le preziose macchine di cui disponevano le squadre. Oltre ai rocamboleschi spostamenti descritti da Asso, bisogna ricordare che, il 20 aprile 1945, a pochi giorni dalla Liberazione, tutta l'attrezzatura sismica venne nascosta a Varese, presso uno degli uffici sfollati da Milano, con un viaggio che non possiamo non immaginarci avventuroso.³⁴

Gli anni immediatamente successivi alla fine del conflitto furono comunque un periodo difficile, ancora caratterizzato da grandi ristrettezze e dall'arte di "arrangiarsi" dei tecnici dell'AGIP. Progressivamente l'importanza del ritrovamento di Lodi e dell'esplorazione sismica vennero riconosciute sia dalla ricostituita direzione romana, sia, soprattutto, da Enrico Mattei, che diede un fondamentale stimolo alla ripresa dei lavori di ricerca.

Mattei divenne leader incontrastato dell'azienda nel maggio 1948 e immediatamente iniziò, con la collaborazione di Carlo Zanmatti, un ambizioso programma di potenziamento delle strutture di ricerca dell'AGIP.³⁵ Queste divennero il fulcro della sua strategia di espansione e di legittimazione dell'impresa pubblica, e vennero organizzate secondo la logica che presiedeva già da anni queste attività nei gruppi statunitensi. Nel 1949 Mattei affermava con orgoglio il primato dell'azienda di stato nel campo della ricerca:

bisogna riconoscere che alla gestione dello Stato spetta il merito primo di avere scoperto e rivelato la vera entità dei giacimenti di idrocarburi della Padania. Fra il 1945 e il 1949 il grande segreto della nostra terra è stato svelato e il sottosuolo padano è diventato una specie di cassaforte aperta, nella quale basta ormai affondare le mani per portare alla luce i tesori che essa contiene [...].

Dove la cassaforte è già aperta lo Stato preferisce presentarsi solo alla riscossione del premio, così come si era trovato senza concorrenti nei lunghi anni della lotta difficile ed estenuante contro le avversità della natura.³⁶

A quasi dieci anni di distanza, insomma, l'azienda di stato assimilava compiutamente la lezione che Rocco e Vercelli avevano imparato negli USA: le ragioni del successo non risiedevano esclusivamente nella superiorità delle macchine o in qualche conoscenza specifica dei tecnici, ma in un circolo virtuoso fatto di fiducia, propensione al rischio e all'investimento in ricerca e innovazione, esperienza e organizzazione razionale del lavoro, condizioni che, finalmente, poterono realizzarsi anche in Italia sotto il potente stimolo dell'iniziativa imprenditoriale di Mattei.³⁷ Si trattava di un vero e proprio salto qualitativo rispetto all'AGIP prebellica, ma in una direzione che era già stata dai tecnici più aperti alle innovazioni e agli stimoli provenienti dagli Stati Uniti. La necessità di una vera e propria rivoluzione strategica nelle ricerche sembrava infatti profetizzata nelle osservazioni finali della relazione presentata dai due geofisici nel 1939:

troppo diverse sono le condizioni, le risorse e le ricchezze dell'immenso territorio americano e le nostre possibilità, per tentare organizzazioni comparabili a quelle che convengono negli S.U. Ma chi si trova, sia pure poco tempo, a contatto con i tecnici americani, deve ammettere che i risultati impressionanti da essi raggiunti derivano sì dalla fortuna, ma anche dallo spirito realistico e dalla perseveranza con cui affrontano i problemi. Non superiorità di intelligenza, di coltura, di tecniche, di laboriosità abbiamo osservato; bensì organizzazione sagace, coordinazione di opere, suddivisione razionale del lavoro, semplicità di amministrazione e di contabilità, rapidissimi procedimenti di campagna e immediato lavoro di interpretazione. Tutto ciò consente di guadagnare nel tempo ciò che si spende per le misure, gli strumenti e la motorizzazione delle operazioni. Sotto questo punto di vista l'esperienza fatta potrà giovare se sarà possibile anche fra noi organizzare le ricerche su nuove direttive e con adeguata disponibilità di mezzi.³⁸

Relazione sulla visita a Berlino del Prof. Francesco Vercelli e dell'Ing. T.Rocco³⁹

La visita a Berlino ha permesso di avere notizie precise sulla organizzazione statale di Geofisica Applicata, diretta dal Prof. Barsch, del Preuss. Geolog. Landesanstalt, sugli strumenti e sui metodi impiegati, come pure sugli apparecchi disponibili e in corso di studio presso le Ditte Askania e Siemens.

Riassumiamo le notizie raccolte. Ma prima è doveroso ricordare che il Prof. Barsch, al quale la nostra visita era stata annunciata dalla R. Ambasciata d'Italia, fu con noi di una squisita cordialità; egli disse che, essendo presentati dall'Ambasciata, non aveva più segreti per noi e che metteva volentieri a disposizione non solo le informazioni ufficiali, ma anche quelle suggeritegli dall'esperienza, come collega a collega.

Col Prof. Barsch abbiamo avuto due lunghe conversazioni. Se occorressero altre notizie egli si offre di inviarle per lettera, sempre facendo la richiesta per tramite diplomatico. Tutte le informazioni che seguono ci furono date dal Prof. Barsch, tranne quelle relative alle Ditte Askania e Siemens, desunte da dirette visite agli uffici e alle officine delle Ditte stesse.

La Abteilung Angewandate Geophysik e la sua organizzazione nel quadro generale delle ricerche tedesche

La Sezione di Geofisica Applicata, diretta dal Prof. Barsch, ha lo scopo di rilevare geologicamente e geofisicamente tutto il territorio del Reich [*cancellato* e di raccogliere] e coordinare [*cancellato* tutte] le osservazioni e i materiali raccolti da tutti gli enti pubblici e privati operanti sul territorio del Reich.

Dispone di circa 30 geologi e 30 geofisici alle proprie dirette dipendenze; ma si vale anche, facendoli lavorare per proprio conto mediante contratti temporanei, e in ogni caso facendosi consegnare i dati, dell'opera di squadre e imprese private e degli uffici geologici statali.

Ha una dotazione annua, per spese di ricerca e generali, di 2.100.000 marchi; somma ritenuta insufficiente, e si spera sia aumentata presto a 2.500.000 marchi, pari a quasi 20 milioni di lire italiane.

Si aggiunga che il Reich contribuisce [*corretto* assegna] ai privati che chiedono un contributo per sondaggi una somma pari al 50% della spesa; il contributo medio annuo sale a 5 milioni di marchi. Se l'esito della perforazione è positivo, l'impresa corrisponde allo stato una congrua percentuale di utili; se negativo lo stato nulla chiede. I privati che affrontano le perforazioni a loro rischio totale non sono tenuti a dare alcuna percentuale della produzione allo stato.

Si può dunque valutare che in Germania si spendono annualmente 10 milioni di marchi in sondaggi di ricerca, senza tener conto delle [corretto oltre alle] spese fatte senza contributi statali.

I lavori sul terreno sono eseguiti in quest'ordine.

Precede ogni ricerca lo studio geologico sulla base della letteratura esistente sulla regione interessata. Seguono rilevamenti complementari fatti da un gruppo di geologi; e nel caso di divergenze fra i diversi rilevatori, si manda sul sito un altro gruppo di geologi per definire i punti oscuri e controversi.

Dopo il rilievo geologico ha inizio quello geofisico, che viene compiuto in stadi successivi: rilievo pendolare, rilievo gravimetrico relativo, eventuali misure colla bilancia di torsione, rilievi sismici, misure speciali elettriche magnetiche e radioattive nelle zone di particolare interesse.

Misure pendolari e gravimetriche

Sono eseguite a grandi maglie, in punti distanziati 15-20 km l'uno dall'altro. Fra le stazioni per misure assolute sono intercalate quelle per misure relative, coll'apparecchio Thyssen, raffinando le osservazioni ove i gradienti sono rilevanti. Le stazioni sono ripetute con apparecchi diversi e osservatori distinti, sino ad avere dati che non presentino scarti superiori a 0,5 milligal. Dal quadro delle isogamme si deducono le prime conclusioni sulla terra incognita sotterranea.

In genere tutti i dati geologici e geofisici sono figurati su carte trasparenti, in scala 1/25.000 sovrapponibili alle carte topografiche. I grafici e le relazioni scritte sulle interpretazioni fatte dai geologi e dai geofisici formano una prima base per il proseguimento dello studio.

Rilievi sismici

Ai rilievi sismici è dedicata gran parte delle somme a disposizione. Si segue il concetto di esaminare se la struttura del sottosuolo presenta caratteri di uniformità in tutte le direzioni uscenti da un punto, entro un raggio di circa 4 km attorno al punto stesso. Nel punto scelto si fanno le esplosioni; sul fascio di raggi uscenti dal punto, a distanze fra 3 e 5 km, si dispongono i sismografi, in modo che questi distino fra loro circa 2 km. La squadra dispone di tre sismografi in esercizio e di uno di riserva. Ogni apparecchio sismico ha il proprio registratore. Sono sismografi tipo Schweidar, dell'Askania, e hanno una componente verticale e una orizzontale. Praticamente si utilizza la sola componente verticale. Smorzando opportunamente gli strumenti

si rilevano almeno due distinti gruppi di onde successive, come è necessario nel metodo a rifrazione. Le profondità dei raggi emergenti raggiungono un km. Eguali velocità di propagazione sui diversi raggi indicano strutture omogenee ed orizzontali. Ineguali velocità indicano strati obliqui, ovvero incurvamenti, fratture, discontinuità geologiche, ecc. Le zone non omogenee, e non uniformi strutturalmente, o aventi particolarità di speciale interesse sono messe in rilievo [*cancellato* particolare]; quando sia il caso si richiama su di esse l'attenzione delle imprese minerarie, perché possano volendo completare la ricerca definendo tutte le particolarità; in queste ricerche di dettaglio, affidate a squadre private, si usa preferibilmente il metodo a riflessione, perché consente una più fine misura sulle profondità della superficie di discontinuità; i dati fisici relativi agli strati sovrapposti sono già stati rilevati col metodo a rifrazione. In sostanza il metodo a rifrazione è applicato sistematicamente nelle zone geologicamente sconosciute; quello a riflessione nelle zone geologicamente note col solo scopo di fissare elementi geometrici, non fisici. Il metodo a riflessione è applicato sia coi sismografi usati per il metodo a rifrazione, sia con altri tipi di vibrometri legati a unico oscillografo; è molto costoso, anche perché gli scoppi richiedono preventive trivellazioni sino a 30 m di profondità.

Ogni squadra sismica è diretta da un geofisico. Ogni sei squadre si ha un geofisico capo. Cogli apparecchi Askania ogni strumento ha un meccanico e un ricevitore radiotelegrafico, per ricevere i segnali orari e i segnali convenzionali sugli istanti delle esplosioni. Quando uno strumento non fosse pronto per registrare i tremiti, all'istante convenuto, si segnala il fatto al punto di scoppio mediante razzi (dal punto di scoppio un osservatore [*corretto* una persona] sta in osservazione, prima di ogni scoppio, per rilevare eventuali segnalazioni con razzi).

Ogni squadra dispone di un autoveicolo pesante e di un'automobile; generalmente l'automobile è di proprietà del geofisico; a questi viene allora pagata una indennità proporzionale al numero di chilometri percorsi.

Ogni squadra copre un'area di circa 300 km² al mese; ciò corrisponde a [*corretto* implica] circa 2 scoppi al giorno. La quantità di esplosivo corrisponde a quella in uso presso le nostre squadre.

La perforazione [*cancellato* dei fori] per le esplosioni viene eventualmente affidata a imprese private, le quali preparano in anticipo i fori, così che questi sono già pronti all'arrivo della squadra sismica. Gli esplosivi sono portati sul sito con veicoli ferroviari e tenuti in deposito in una casermetta apposita. La manipolazione degli esplosivi è, per legge, affidata a uno specialista, quasi sempre un operaio proveniente da imprese minerarie.

Il costo di una squadra sismica si aggira su 13.000-14.000 marchi al mese.

Altre ricerche geofisiche

Le ricerche di interesse [*corretto* condizioni] locale [*corretto* locali] possono richiedere il compimento di particolari ricerche magnetiche, elettriche o radioattive, che sono affidate a squadre specializzate. Normalmente l'Ufficio di stato affida tali ricerche a imprese private, le quali sono impegnate per lunghi periodi di tempo, e quindi pagate meno di quanto esse richiedono alle imprese minerarie che desiderano lavori ristretti a brevi intervalli.

Disciplina delle ricerche private

I privati che intendono compiere ricerche geofisiche devono sottostare al controllo tecnico dell'Ufficio del Reich, il quale esamina se le persone e gli strumenti impiegati sono idonei allo scopo. Le squadre private devono comunicare all'Ufficio di stato tutti i dati di osservazione e copia dei grafici e delle relazioni sulle interpretazioni.

Se la ricerca è seguita da perforazioni, queste possono essere fatte a totale rischio dei privati, o chiedendo allo stato il concorso nella spesa nella misura già ricordata del 50%. Tutti i campioni dei materiali estratti nella perforazione devono essere consegnati all'Ufficio Geologico-Geofisico, che provvede, nei propri laboratori specializzati, alla determinazione delle caratteristiche geologiche e fisiche (densità, porosità, elasticità...) delle rocce stesse. In tal modo l'Ufficio, gradualmente, prepara un campionario completo dei materiali del sottosuolo tedesco.

Dal controllo statale sono esclusi i ricercatori che usano solo la bacchetta da raddomante. Però se il raddomante impiega anche strumenti fisici, egli cade sotto il controllo statale.

Lo stato non sovvenziona le squadre geofisiche private, se non quando le impegna per proprio conto mediante particolari contratti a tempo.

Come norma l'Ufficio impiega solo strumenti e metodi già sanzionati da esperienze favorevoli; di fronte a novità di apparecchi e di metodi resta in attesa di definitive prove sul reale valore di essi. Così, di fronte agli strumenti Siemens, di cui si parlerà in seguito, si ritiene che per un paio d'anni sia necessario attendere l'esito delle prove. Analogamente la bilancia gravimetrica Haalk è ritenuta strumento non ancora definito circa la convenienza di impiego.

Invio di un geofisico in Germania

Circa l'eventuale invio di un geofisico dell'AGIP presso gli uffici geofisici tedeschi, il Prof. Barsch dice che si tratta di questione delicata, che difficilmente troverebbe approvazione. Ad ogni modo la questione dovrebbe essere trattata per le consuete vie diplomatiche. Più facile sarebbe ottenere l'invio di un geofisico tedesco in Italia.

Su questo argomento uno di noi (Vercelli) ritiene che non sia il caso né di inviare un nostro geofisico, né di richiedere un geofisico tedesco. Il geofisico nostro dovrebbe conoscere perfettamente il tedesco e avere una larga preparazione teorica; e poco avrebbe da imparare di nuovo, quando già abbia tale preparazione. La richiesta di un geofisico tedesco sarebbe cosa umiliante e non pare possa recare contributi di notevole utilità.

Visita all'Askania

Accolti con molta cordialità e deferenza, abbiamo avuto nelle Officine Askania una lunga conversazione con uno dei direttori assistito da due ingegneri specialisti. Abbiamo visitato anche le sale di esposizione degli strumenti, ove però il sismografo Schweidar, che ci interessava vedere, era rappresentato solo da uno strumento incompleto. Comunque tale strumento è in dotazione alle squadre dell'Ufficio di Geof. Applic. e quindi di sicuro funzionamento.

Il sismografo meccanico a registrazione fotografica, costruito dall'Askania, completo in ogni parte, ha un ingrandimento statico di circa 50.000 (in una pubblicazione del Barsch si fa invece la cifra di 20.000), e costa 4.800 marchi (l'Askania usa prezzi da farmacista, dice scherzosamente il B.[Barsch]) Poiché una squadra dovrebbe avere almeno 4 strumenti, il costo totale sarebbe di oltre 19 mila marchi, se non si ottiene una riduzione di prezzo.

La casa ha in studio un sismografo elettrodinamico, già descritto in catalogo. Questo ha diversi vantaggi sul precedente; viene costruito in due modelli: uno, già in esercizio, è accoppiato a un registratore distinto per ogni apparecchio; l'altro può essere collegato a un registratore oscillografico unico; si afferma che in America usano persino 24 apparecchi associati allo stesso registratore.

Il sismografo elettrodinamico munito di proprio registratore costa 5.000 marchi, poco più di quello meccanico.

Si osservi che gli strumenti autoregistratori convengono per le ricerche a larghe maglie, compiute dall'Ufficio statale tedesco, non per rilievi locali, perché richiedono un ricevitore radio per ogni strumento e un meccanico pure per ogni strumento. Nelle ricerche di dettaglio, con sismografi posti a brevi distanze, è preferibile la registrazione con unico apparecchio oscillografico.

Coll'Askania siamo rimasti intesi che l'AGIP esaminerà le informazioni avute e, ove decidesse di entrare in trattative per acquisti, rivolgerebbe una domanda ufficiale per avere definitive basi sui prezzi, sui termini di consegna, ecc.

L'Askania costruisce strumenti ma non esegue prove sul terreno.

Visita alla Siemens

Nella colossale Siemens-Stadt la parte geofisica è affidata alla Wernerwerke, Abt. M. Fummo ricevuti dal Direttore Prof. Keinath, che fu con noi estremamente cortese, e ci diede le seguenti informazioni:

La Ditta sta facendo prove comparative fra tre tipi di strumenti:

Un apparecchio a condensatore, un microfono a carbone e un apparecchio dell'ungherese Pogany. Il Sig. Marsch trovasi in Ungheria (Debreczin) per eseguire tali prove su quel campo ben noto geologicamente. Gli sviluppi delle costruzioni dipendono dall'esito di tali prove. La casa Siemens invierà all'AGIP un primo rapporto in argomento fra una quindicina di giorni. Forse invierà in Italia lo stesso Sig. Marsch.

Per ora è prematura quindi ogni trattazione, essendo la casa stessa completamente disorientata circa le direttive costruttive future. Tendenzialmente essi vorrebbero valorizzare l'apparecchio a carbone, che costa poco (e ciò è fatto contro gli interessi della Ditta) e non richiede amplificazioni.

Dal colloquio è risultato che né il Keinath, né altro ingegnere specialista partecipante al colloquio, erano chiaramente al corrente su questo ordine di problemi. L'impressione avuta è questa: si tratta di iniziativa affidata al Sig. Marsch, la quale richiederà lunghe prove prima di essere avviata a una conclusione. Secondo il parere già riferito del Prof. Barsch, per ora non è il caso di fare assegnamento su eventuali acquisti di apparecchi Siemens.

Conclusioni

Le notizie riassunte in questa relazione pongono in rilievo i criteri fondamentali e i mezzi grandiosi con cui i tedeschi esplorano il sottosuolo patrio e preparano le basi per le utilizzazioni minerarie. Il modello tedesco non ha alcuna corrispondenza con quanto viene fatto in Italia; diverse sono le direttive, gli scopi, l'organizzazione e i mezzi, come diverse sono le condizioni del terreno e le ricchezze minerarie.

Tuttavia, l'esame dell'organizzazione tedesca può offrire motivo di utili rilievi e consigliare di ritoccare almeno, se non di mutare radicalmente, i sistemi da noi seguiti. In particolare interesserebbe di poter affidare i lavori a giovani già specializzati nelle indagini loro affidate e di inquadrare tutti i lavori sotto un punto di vista nazionale unitario.

Per quanto riguarda gli strumenti, si ritiene conveniente di provare prima il funzionamento dei nuovi apparecchi a condensatore studiati nel laboratorio dell'AGIP; se essi fanno buona prova si potrà forse fare a meno di quelli tedeschi. Gli strumenti Askania, meccanici o elettrodinamici, converranno nel caso in cui anche fra noi occorressero ricerche col sistema a fasci, per studi regionali. Nelle esplorazioni locali, ora in atto, sono preferibili strumenti con unico registratore; soltanto è necessario poter leggere distintamente i singoli gruppi di onde, e si spera che ciò possa essere fatto coi nuovi strumenti a condensatore. Se ciò non riuscisse si possono richiedere gli apparecchi Askania. Per quelli Siemens occorrerà attendere l'esito delle esperienze in corso.

Prof. Francesco Vercelli

Ing. Tiziano Rocco

Roma, 2 agosto 1937

Relazione della missione Vercelli-Rocco sulle esplorazioni petrolifere con metodi geofisici negli Stati Uniti⁴⁰

Parte I Generalità

1° - Scopo della missione

Dalle pubblicazioni di fonte americana risultava che importanti progressi sono stati recentemente raggiunti nella prospezione del sottosuolo, in vista di trovare nuovi campi petroliferi e ubicare correttamente i pozzi di esplorazione e di sfruttamento. I progressi si riferiscono principalmente agli strumenti adatti per captare le riflessioni delle onde generate con esplosioni. Pareva che i risultati ottenuti fossero tali da assicurare al metodo sismico per riflessione una assoluta preminenza su tutti i procedimenti geofisici sinora usati.

I successi vantati dagli americani erano stati raggiunti attraverso lunghe e costose esperienze, sostenute efficacemente dalle compagnie petrolifere, che hanno la fortuna di vedere crescere ogni giorno l'estensione delle aree produttrici di petrolio e moltiplicarsi in profondità gli orizzonti di possibile sfruttamento.

Le notizie pubblicate, per evidenti ragioni, erano reticenti sulle caratteristiche degli strumenti impiegati.

Le numerose compagnie sorte per compiere le ricerche desiderate dalle grandi società petrolifere operano ognuna con propri apparecchi, protetti da brevetti, e cercano di tenere segreto quel tanto di speciale che distingue la loro attrezzatura strumentale dai dispositivi ideati da altre compagnie.

Nessuna compagnia, come ci fu poi direttamente confermato, è disposta a vendere apparecchi; o almeno la vendita è subordinata al preventivo invio in Italia per un lungo periodo di tempo, di una squadra completamente equipaggiata per un lavoro diretto di ricerca seguendo l'uso accettato in molte regioni della America Meridionale, della Europa, della Asia e dell'Africa.

Varie compagnie avevano espresso il loro gradimento di ricevere eventualmente la visita di una delegazione inviata dall'AGIP per esaminare, sul sito, i laboratori di costruzione e di prova degli strumenti, gli uffici di elaborazione dei dati e le operazioni sul terreno delle squadre di campagna.

La Presidenza dell'AGIP dopo aver preso accordi con un gruppo di società, scelte fra le meglio attrezzate e reputate, affidò al Prof. Francesco Vercelli, del Comitato di Consulenza, e all'Ing. Tiziano Rocco, Geofisico dell'Ufficio Tecnico, l'incarico di recarsi negli S.U. per uno studio sullo stato attuale dei metodi americani di

esplorazione, collo scopo di rendere immediatamente possibile fra noi lo sfruttamento dell'esperienza accumulata negli S.U.

In quell'immenso paese il lavoro di ricerca è sviluppato con superba ricchezza di mezzi, in condizioni geologiche svariate, da un esercito di specialisti e con risultati spesso impressionanti.

Un diretto contatto con le squadre operanti e la personale visione dei procedimenti di lavoro, di interpretazione si prospettavano come elementi preziosi per giudicare i lavori che stiamo facendo in Italia e orientare le future ricerche sulla base dei mezzi già perfezionati oggi esistenti.

Ed era pure interessante sentire i giudizi delle società petrolifere, che commissionano e pagano le ricerche.

I successi vantati dalle squadre di esplorazione sono reali? Le forti spese pagate sono adeguate alle scoperte di nuovi campi e di nuovi orizzonti petroliferi? Saranno proseguite e pagate nuove ricerche con ritmo intensivo come si usa attualmente?

Vedremo che a tutti questi interrogativi fu data risposta affermativa. Non solo, ma abbiamo constatato che le grandi società petrolifera hanno costituito, e stanno preparando, propri reparti di prospezione geofisica, attrezzati con laboratori, officine e uffici, perché compiano direttamente le esplorazioni in campagna.

La geofisica e la geologia sono ormai due elementi essenziali nelle organizzazioni petrolifere, a fianco degli elementi tecnici e commerciali.

2° - Diario delle visite

La Missione giunse a New York l'11 dicembre e dopo sbrigate le pratiche relative all'acquisto del biglietto circolare ferroviario e al prelevamento delle divise presso il Credito italiano, si recò a Washington.

L'Ambasciata assicurò di avere dato istruzioni alle autorità consolari perché prestino ogni possibile assistenza.

Interessante, fra le varie visite fatte nella Capitale, fu quella alla U.S. Coast and Geodetic Survey, ove il Prof. Vercelli trovò colleghi di vecchia conoscenza (Dr. Lambert, Cap. Neck). Furono visitati il reparto maregrafico e quello sismologico. Nella Stazione sismica si osservarono in azione i gruppi sismici di tipo Wood Anderson.

Nel viaggio da Washington allo stato di Oklahoma si fece una giorno di sosta a S.Louis, per vedere l'osservatorio sismico della S.Louis University diretto dalla Prof. J.B. Macelwano, personalmente conosciuto dal Prof. Vercelli.

L'accoglienza fu cordialissima e si poté vedere l'ufficio sismico centrale della rete sismica dei Gesuiti, l'osservatorio locale e l'osservatorio principale di Florissant, situato a 40 km da S.Louis.

Il P. Macelwano e l'assistente (un colombiano) P. Ramirez, entrambi professori di geofisica nell'università e ben al corrente con i metodi usati dalle compagnie di prospezione, ci diedero prime notizie sugli strumenti e sulla organizzazione di tali compagnie, nonché le lettere di presentazione per alcuni dei geofisici con cui ci saremmo incontrati nel corso del nostro viaggio.

Il 19 dicembre a Tulsa (Oklahoma), comincia propriamente il diretto contatto con le Società Geofisiche. La relazione sui sopralluoghi compiuti e sulle constatazioni fatte è svolta ampiamente nel seguito.

Il 23 il lavoro fu proseguito con base a Dallas, (Texas), il 28 con base a Houston (Texas) ove si ebbe occasione di parlare a lungo anche con il Dr. Schumacher, capo di una compagnia geofisica, e con il Dr. Boston,⁴¹ capo del reparto geofisico della Humble Oil Co.

Entrambi lavorano con metodi gravimetrici e hanno lunga esperienza in tutto il quadro delle esplorazioni geofisiche e geologiche. Da essi abbiamo avuto preziose informazioni di ordine generale e in modo speciale sui metodi gravimetrici di osservazione e di elaborazione dei dati.

Il 7 gennaio eravamo a Los Angeles e per otto giorni potemmo compiere visite ai campi petroliferi e sopralluoghi sul terreno di lavoro delle squadre. Estremamente interessante riuscì la gita ai campi di Bakersfield, ove per due giorni si poterono esaminare i lavori di ricerca in corso, osservare le perforazioni in atto nella zona ove sono i pozzi più profondi del mondo e raccogliere molte notizie di ordine tecnico e scientifico.

Durante il soggiorno di Los Angeles e si fecero visite all'osservatorio sismico di Pasadena e allo Scripps Institution di La Jolla.

Il 16 gennaio eravamo a San Francisco ove ancora avemmo interessanti conversazioni negli Uffici geofisici della Standard Oil Co. di California. La missione poteva qui considerarsi finita. Uno spostamento improvviso della data di partenza del Conte di Savoia⁴² dal 28 gennaio al 4 febbraio ci consentì di indugiare e qualche giorno a S.Francisco e di fare altre soste a Chicago, Washington e New York, con visite interessanti ai musei di geologia paleontologia, ai musei di Scienza ed arte e alla sede di New York della Texas Co.

3° - Concetti generali del metodo a riflessione.

Prima di esporre la relazione su quanto abbiamo visto e constatato nelle visite fatte alle società e nelle discussioni e avute con geofisici e i geologi americani, gioverà riassumere i concetti generali del metodo sismico a riflessione, attualmente dominante nelle ricerche americane.

Variano alquanto gli strumenti e il loro modo di impiego, da una compagnia all'altra; ma esiste un insieme di concetti e di procedimenti, che è uguale per tutte le squadre, e che è bene conoscere subito per vedere la sostanza del metodo e apprezzare le differenze esistenti fra gli indirizzi particolari che differenziano le varie in società.

Il concetto del metodo a riflessione è semplice e ben noto. Uno strumento (sismografo, geofono) posto in B registra le onde emesse con l'esplosione nel punto A. Particolare interesse hanno le onde che giungono in B dopo riflessione su strati C, D, i quali trasmettono le onde con velocità diversa (maggiore) rispetto ai materiali sovrastanti.

Note le posizioni relative di A e B e la velocità (media) di propagazione, sulla base dei tempi di arrivo delle onde riflesse si deducono la profondità h_c , h_d nei punti di riflessione C, D.

Dalle profondità dei singoli punti si deduce la posizione e la forma delle strutture interne, rilevando l'esistenza di anticlinali, sinclinali, faglie eccetera. Si possono così determinare le località in cui sia possibile l'accumulazione di petrolio e consigliare la perforazione dei pozzi.

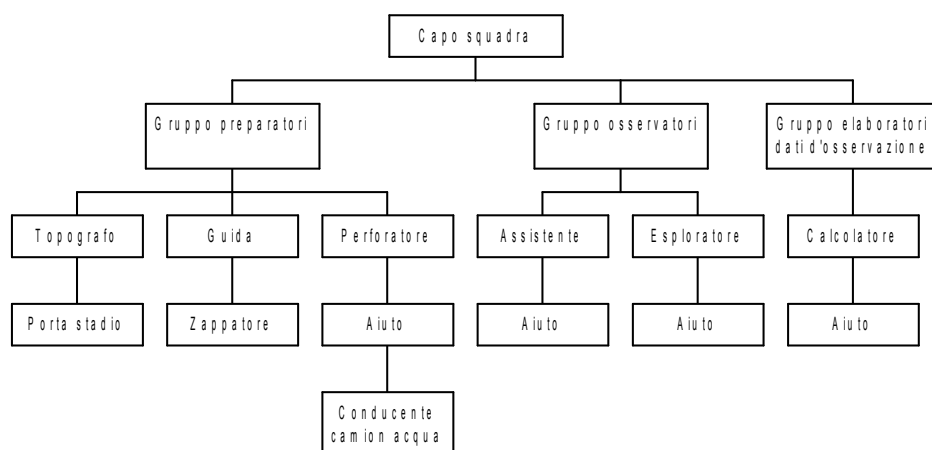
In pratica si dispongono più sismografi (generalmente di tipo elettromagnetico) in punti equidistanti 1,2,3,4... le correnti, generate nei sismografi in seguito all'impulso sismico convenientemente amplificato, vanno dai sismografi all'oscillografo. Un filo telefonico è teso fra le stazioni degli strumenti e il punto di scoppio, per la trasmissione degli ordini e per registrare l'istante di scoppio [...].

Il modo di disporre di strumenti e di elaborare i dati varia a secondo le finalità della ricerca e la natura delle strutture, come preciseremo.

I diagrammi allegati offrono idea dell'aspetto con cui si presentano le successive onde dirette e riflessa sui singoli sismogrammi. I tempi di arrivo sono letti al millesimo di secondo, con riferimento alle graduazioni in centesimi di secondo tracciate sui grafici.

4° - Organizzazione delle singole squadre.

Le squadre operanti in campagna, presso tutte le società visitate, sono organizzate secondo lo schema seguente:



In altre parole la squadra è composta di più elementi, coordinate dal capo, per compiere le seguenti operazioni:

1. Esame delle condizioni del terreno, richiesta dei permessi di lavoro dai proprietari, il giudizio sulla possibilità locale di svolgere il programma di ricerca combinato fra il caposquadra e i geologi, proposte di eventuali modificazioni.
2. Rilievo topografico, segnalazione sul terreno dei punti di scoppio e di postazione degli strumenti.
3. Perforazione dei pozzi di scoppio.
4. Esecuzione degli scoppi, e delle registrazioni, sviluppo delle carte fotografiche, primo esame dei diagrammi ed eventuali ripetizioni, o modificazioni, perché il lavoro sia svolto nelle migliori condizioni.
5. Lavoro di ufficio: interpretazione, fatta giorno per giorno, dei diagrammi rilevati; indicazione delle modalità che la squadra dovrà seguire nei lavori successivi.

Invio alla Direzione della Società di una relazione settimanale o mensile, e di una relazione conclusiva a lavoro ultimato.

L'organizzazione descritta consente alla squadra, che è tutta autorizzata, un rapidissimo lavoro, condizione non disgiunta dalla accuratezza con cui l'esplorazione è resa possibile.

5° - L'equipaggiamento strumentale.

Le perforazioni sono eseguite con piccole macchine a rotazione montate su autocarro: le perforazioni a mano sono abbandonate.

Un secondo autocarro porta una botte di acqua e una "capra"⁴³ per estrarre i tubi nel caso in cui i pozzi debbano essere tubati. Un generalmente lo stesso motore dell'autocarro serve per la manovra della perforazione e per la pompa del fango.

Dettagli tecnici su questi rotary portatili sono ricordati in seguito.

La perforazione è spinta sino a che il fondo del pozzo si trovi nell'argilla, nella marna o in altre formazioni compatte. Senza tale avvertenza i risultati non sono soddisfacenti.

Dall'esame dei materiali traversati del pozzo si trae norma per scegliere la profondità conveniente per il punto di scoppio. L'esame dei sismogrammi ottenuti, spostando la profondità di tale punto, serve poi a scegliere in modo definitivo il livello che dà i migliori risultati.

In terreni ghiacci o duri può occorrere che si debbano eseguire fori con diametri decrescenti.

In certi casi conviene usare due o più perforatrici, per assicurare il rapido lavoro della squadra. Le perforazioni vengono eseguite solo di giorno; non essendo giudicato redditizio il lavoro notturno.

I due uomini addetti alla posa della dinamite e all'esplosione dispongono di un autocarro che porta l'esplosivo, le aste per spingere l'esplosivo alla precisa profondità voluta e l'acqua per ricoprire il foro prima dell'esplosione.

Le norme prudenziali usate per il trasporto ed il maneggio degli esplosivi sono analoghe a quelle seguite dalle nostre squadre.

Date le piccole distanze fra gli operatori, nel metodo a riflessione, si usa il telefono e non la radiotrasmissione.

I sismografi usati dalle squadre americane sono del tipo elettromagnetico, misurano quindi la velocità di spostamento del suolo. Sono strumenti chiusi in casse metalliche, a tenuta d'acqua, abbastanza leggeri, resistenti alle scosse e a un rude maneggio, pronti all'uso appena posti sul terreno.

Sono collegati alla Stazione centrale talora con linee indipendenti, talora mediante agganciamento a cavi multipolari.

Il sismografi e i cavi di collegamento, sono portati sull'autocarro degli strumenti e vengono disposti sul terreno in fossette già preparate.

In pochi momenti la squadra degli operatori stende i cavi, dispone gli strumenti, infila la dinamite nel pozzo, provoca l'esplosione, sviluppa la carta fotografica e osserva le caratteristiche del sismogramma.

Gli amplificatori e i filtri sono la parte più delicata di ogni gruppo sismografico. Nessuno ha segreti per quanto concerne i sismografi e gli oscillografi: tutti circondano di mistero i loro amplificatori e i loro filtri.

Gli amplificatori sono ispirati allo stesso principio degli ordinari amplificatori a valvole. Nei tipi più recenti l'amplificazione è regolata automaticamente od anche a mano in modo da essere minima all'inizio della registrazione, aumentando rapidamente con legge logaritmica; tutto il diagramma rispecchia così il moto come se esso avesse ampiezza costante. Ciò consente di utilizzare tanto i primi, quanto gli ultimi impeti registrati dai sismogrammi, mentre sino a tempi recenti era utilizzabile solo la parte media.

L'amplificatore è associato a un filtro: sono selezionate le onde aventi frequenza compresa fra i limiti propri delle onde riflesse: generalmente da 30 a 60 vibrazioni per secondo.

La banda selezionata può essere variata a seconda delle influenze dello strato superiore alterato dagli agenti meteorici (weathered layer). La sezione esclude le onde brevissime e quelle lunghe che complicherebbero i diagrammi.

Il presentarsi di onde riflesse e reso così è molto chiaro: su tutti i sismogrammi le onde riflesse compaiono a gruppi aventi identici caratteri, sfalsati fra loro in relazione della posizione dei sismografi, colla profondità e colla inclinazione degli strati riflettenti.

Nessuna notizia fu potuta carpire circa i particolari metodi che ogni società adopera nella costruzione dei filtri.

I filtri e gli amplificatori attuali sono giudicati ormai perfetti e definitivi.

In Italia non abbiamo mai posto il problema di costruire filtri per bassa frequenza e amplificatori variabili col tempo adatti ai gruppi sismici. I nostri specialisti in costruzione radio-elettriche sono senza dubbio in grado di risolvere tale problema: ma occorre tempo ed esperienza. Gli americani hanno impiegato parecchi anni e altrettanto può occorrere a noi, se non partiamo subito dal punto cui essi sono arrivati.

Gli oscillografi costruiti dalle singole società sono simili a quelli da noi impiegati. Accenneremo in seguito ai tipi che abbiamo veduto in uso presso le diverse squadre.

Il tempo è indicato su grafici e mediante linee distanziate 1/100 di secondo. Le linee dei decimi sono più grosse. Ogni linea rappresenta l'oscuramento momentaneo prodotto da un dente di ruota (o l'illuminazione attraverso un filo perimetrale, negli oscillografi a filo) mossa da un motore sincronizzato ad un diapason elettromagnetico.

Dopo ogni scoppio si fa lo sviluppo immediato della carta fotografica: si può così subito controllare se la registrazione è regolare ovvero se essa va ripetuta, e se eventualmente conviene mutare la carica o la profondità del punto di scoppio. Lo sviluppo è eseguito dall'assistente dell'operatore; in squadre ridotte dallo stesso operatore.

Per non affaticare la vista, tanto l'annerimento come lo sfondo bianco dei sismogrammi (a seconda dei tipi di oscillografi) sono regolati in modo attenuato. Per la stessa ragione si evita la carta lucida.

Gli strumenti e le persone sono autocarrati; i pezzi trasportati sono ridotti al minimo possibile. Gli americani dicono che economizzare sul numero dei veicoli è falsa economia, perché pochi minuti di ritardo nel lavoro di ogni giorno presto valgono il prezzo di un altro automezzo.

6°- Interpretazione dei dati, metodi di lavoro ed esecuzione delle operazioni di rilievo

Il calcolatore e gli assistenti dell'ufficio leggono e interpretano i sismogrammi, assumendo la diretta responsabilità di tale lavoro.

Il capo squadra agisce come soprintendente al lavoro globale di tutta la squadra.

Ogni diagramma porta scritte tutte le indicazioni occorrenti per il calcolo. I risultati dell'analisi servono di base per tracciare i profili del sottosuolo e formulare le conclusioni finali.

Nel calcolo occorre tenere conto dei termini correttivi che provengono:

1. dalle ineguali altezze del terreno sul piano di riferimento (livello del mare, per es.);
2. dalle ineguali velocità medie di propagazione nello strato di alterazione meteorica (spessore di qualche decina di metri, variabile col sito) e nello strato inalterato sottostante;
3. dalla profondità del punto di scoppio (sottostante allo strato di alterazione meteorica).

Il sistema di lavoro nel metodo a riflessione varie in dipendenza del particolare problema che si tratta di risolvere, le disposizioni più frequentemente usate sono però le seguenti:

1. Dip. method: si determina l'andamento delle strutture a prescindere dalla loro continuità.
2. Correlation method: applicabile solo in particolari condizioni, quando cioè esistono in profondità strutture estese con comportamento elastico ben diverso dalle soprastanti.
3. Continual method: si ottiene il massimo possibile dettaglio.

Qualunque sia il metodo di lavoro usato è necessario conoscere la velocità di trasmissione delle onde sismiche per poter calcolare le profondità assolute delle strutture e riflettenti. Molto frequentemente è possibile ottenere la velocità delle onde poiché nella zona ove vengono compiuti i rilievi sismici sono già state eseguite delle perforazioni profonde. Calando allora un sismografo nel pozzo ed effettuando delle esplosioni in superficie (le esplosioni nel pozzo lo deteriorerebbero) si ricava una curva della velocità in dipendenza della profondità: si tiene conto nella determinazione della velocità dell'effetto dovuto alla rifrazione dei raggi sismici e lo strato superficiale alterato. Se il pozzo ha incontrato strati che danno buone riflessioni si può allora determinare la detta curva velocità-profondità mantenendo in superficie sia i sismografi che lo scoppio [...].

Ove non esistano pozzi nella zona che si sta rilevando le velocità vengono ottenute con qualche scoppio di profili incrociati per rifrazione oppure con scoppi per riflessione supponendo orizzontale lo strato riflettente: entrambi questi metodi sono poco precisi, ma in America, come si preciserà ancora in seguito, maggiore attenzione viene posta nella determinazione della forma delle strutture piuttosto che nella precisione della loro profondità [...].

[Vengono qui omesse le pagine 17-22 (secondo la numerazione originale), in cui i due geofisici spiegavano nel dettaglio le varie tecniche di interpretazione dei rilievi applicate dalle società americane]

Parte II Relazione sulle visite alle compagnie e alle squadre

TULSA

7°- *Western Geophysical Co.*

Siamo ricevuti dal Presidente Mr. H.Salvatori, che ci porta a visitare il laboratorio, nei sobborghi di Tulsa. Il laboratorio costa \$ 12.000 al mese; è pagato metà dalla Standard Oil Co., per la quale esclusivamente la Western lavora nel Mid-Continent (mentre in California lavora anche per altre Compagnie). La Standard affida alla Western anche ogni ricerca negli altri stati degli S.U. La Western ha 30 squadre operanti, quasi tutte negli S. U., è la società che ha il massimo numero di squadre. Usa generalmente il metodo sismico per riflessione; eventualmente altri metodi, in lavori di ricognizione, in aree molto estese. Le compagnie che chiesero esplorazioni con altri metodi (elettrodi, gravimetri, ecc.) si stancarono presto, dice Mr. Salvatori, e preferirono il metodo sismico che dà risultati chiari e sicuri, mentre altri procedimenti lasciano sempre incertezza nelle interpretazioni.

Il laboratorio-officina è di costruzione recentissima e molto elegante. Vi sono impiegate una trentina di persone, che compiono i seguenti lavori:

1. Studi ed esperimenti riguardanti gli strumenti di ricerca e le modalità di impiego;
2. Costruzione degli strumenti di campagna;
3. Costruzione delle attrezzature per le manovre in campagna e le perforazioni, e sistemazione di esse su autocarri convenientemente trasformati per tale scopo.

Per quanto concerne i punti 2 e 3 osserviamo che si tratta di una pratica ormai generalizzata presso le società di esplorazione e presso i dipartimenti geofisici delle Compagnie Petrolifere. Ogni Società fabbrica gli strumenti per le proprie squadre di campagna e trasforma gli ordinari autocarri in guisa da renderli adatti come carri di osservazione, di trasporto, di operazioni sul terreno.

L'officina della Western si presenta particolarmente bene attrezzata e in piena attività di lavoro. Vediamo gli autocarri strumentali e quelli sui quali sono montati gli impianti di perforazione, che poi osserveremo meglio in azione presso le squadre di campagna.

Il laboratorio è grandioso, dotato di impianti modernissimi e ha i caratteri di un vero laboratorio fisico per ricerche fini e precise.

Tra le ricerche in corso, da noi osservate, notiamo le seguenti:

Trasporto, su dischi rotanti, di sagome figuranti le curve ottenute con sismografi periodici ed analisi ottica della frequenza delle onde componenti. La ricerca ha lo scopo di conoscere l'optimum della frequenza da assegnare ai sismografi e agli amplificatori.

Un tavolo oscillante, che ricorda quelli usati nelle stazioni sismiche può essere eccitato in una guisa da assumere vibrazioni stazionarie di data frequenza ed ampiezza. Su di esso sono posti i sismografi e si può così constatare la fedeltà con cui questi riproducono il moto reale del basamento.

La Western, come altre società, usa raggruppare in serie da 3 a 6 sismografi sul circuito di uno stesso galvanometro, allo scopo di eliminare, con interferenze, i disturbi dei tremiti superficiali delle onde dirette amplificando, invece, le onde riflesse. I risultati mutano variando la distanza fra il sismografi posti in serie. In laboratorio si fanno le esperienze atte a riconoscere quali siano le distanze che danno i migliori risultati.

In laboratorio sono tarati i diapason per la marcatura del tempo sui sismogrammi a varie temperature, con metodo stroboscopico. Il sismografi costruiti dal laboratorio sono di tipo elettromagnetico [...], non contengono nessuno stadio di amplificazione. Vengono tarati in speciali termostati, a varie temperature.

I trasformatori sono protetti da un doppio schermo di speciale acciaio che assicura l'assenza di ogni influenza dei campi elettromagnetici esterni.

Gli amplificatori sono a tre stadi ed in essi si possono selezionare le onde secondo 3 gamme di frequenza (bassa, media, alta).

Mentre altre Società usano l'automatica regolazione dell'amplificazione, la Western impiega la regolazione a mano, che si afferma dà ottimi risultati. Invero i sismogrammi chi ci sono presentati solo altrettanto ben graduati in ampiezza, in ogni fase del moto, quanto i diagrammi ottenuti con regolazione automatica.

L'oscillografo, che prima era acquistato, ora è costruito dalla Western. Si sta provando un sistema in cui i 12 galvanometri, per i 12 gruppi di sismografi, sono riuniti in corpo unico: il 12 fili sono affiancati, in un piano obliquo alle linee di forza dell'unico campo magnetico, in modo da poter oscillare senza toccarsi. Questa disposizione contrasta con l'uso generale di avere galvanometri distinti, uso che da altri geofisici è ritenuto migliore perché evita possibili influenze di un filo galvanometrico sull'altro. Ha però il vantaggio che tutto il telaio dei 12 fili, ridotto in larghezza a pochi millimetri, è illuminato da una sola lampada e consente la rapida sostituzione dei fili deteriorati.

Esperimenti continui e spese ingenti sono fatti per migliorare gli strumenti e alleggerirne possibilmente il peso.

Annesso al laboratorio vi è una libreria che contiene trattati e riviste che interessano il quadro delle ricerche geofisiche.

Dopo la visita al laboratorio e lunghe discussioni sull'impiego degli strumenti e sulla possibilità di buoni risultati in terreni difficili, andiamo ad osservare il lavoro di una squadra della Western, mantenuta a solo

scopo sperimentale, operanti a 10 km da Tulsa. Assistiamo alle operazioni, che sono condotta coi procedimenti e colla spettacolare rapidità di cui si è parlato al N. 4.

Vediamo, di volta in volta, i diagrammi attenuti, e partecipiamo alle discussioni che si fanno per esaminare se sia il caso di mutare le condizioni di esperienza. Si trattava di rendere chiare le riflessioni da strati profondissimi: e invero erano ancora riconoscibili riflessioni dopo 3-4 secondi dall'istante di scoppio, e quindi da profondità di oltre 6.000 m.

Un'altra squadra della Western sta operando 150 km da Tulsa e Mr. Salvatori ci sconsiglia di andarla a vedere, dato che avremo agio di osservare altre squadre in California, operanti tutte con lo stesso equipaggiamento.

In successive visite ai laboratori e all'Ufficio della Western si è parlato anche dei metodi geoelettrici. Tra essi viene ricordato il metodo Max Müller-Weiss, che la Western ha applicato con strumenti di propria costruzione.

Mr. Salvatori non crede sia facile ottenere buoni risultati con questo metodo, ma l'ha usato per desiderio dei capi della Standard, perché vi è sempre la possibilità che esca qualcosa di buono anche da procedimenti che sembrano di scarso valore.

Mr. Salvatori ci fa esaminare una carta dei campi petroliferi del Mid Continent. Certe anticlinali, sovrastanti a cupole di sale, furono trovate solo per induzioni geologiche. Altre furono trovate con la bilancia di torsione, ma spesso non si potevano ubicare correttamente i pozzi e cioè quando l'asse dei vertici è obliquo e le anticlinali gravimetriche non corrispondono a quelle effettive. Molte anticlinali furono correttamente trovate col metodo sismico a rifrazione; ma per profondità superiori 2.000 m, anche con forti carichi di esplosivo (in 1.000 kg) non si ebbero però risultati soddisfacenti. Il metodo a riflessione, contro ogni previsione (sembrava improbabile che l'energia delle onde riflesse bastasse per dare buone impressioni), si mostrò efficace anche per grandi profondità.

I controlli (perforazione) dimostrano che l'interpretazione ottenute con riflessioni sono pienamente corrette.

Una delle anticlinali scoperte presso Houston, col metodo a riflessione, fu controllata con estrema precisione perché si rivelò sede di uno dei campi petroliferi più ricchi degli S.U. Le previsioni del calcolo sono esatte: in più esistono faglie non previste.

I più ricchi campi della Costa del Golfo si trovano in anticlinali probabilmente pure di natura salina, ma dove il diapiro è rimasto più profondo senza rompere gli strati produttivi.

Il petrolio si trova in strati di età geologiche assai diverse: nella Costa del Golfo si trova prevalentemente in terreni miocenici e man mano verso il nord si trova in terreni più antichi: in Oklahoma si trova

nell'Ordoviciano. Ciò fa sperare che sotto i terreni più recenti esistano altre formazioni petrolifere nei terreni più antichi.

Mr. Salvatori è molto ottimista circa le prospettive che in Italia esistano buoni campi petroliferi. Ovunque esistano potenti formazioni sedimentarie è possibile trovare petrolio. Nel Kansas furono perforati 470 pozzi asciutti prima di individuare il primo pozzo produttivo. Così nella Pianura Padana egli ritiene che in corrispondenza delle anticlinali gravimetriche sia conveniente fare nuovi pozzi di ricerca dopo avere però precisato le strutture con rilievi sismici. Si dice disposto a trattare con l'AGIP per eventuali compromessi e concessioni.

Circa i metodi usati nella riflessione Mr. Salvatori ritiene sia spesso superfluo una correlazione che tenda a precisare le profondità assolute: in America si contentano spesso delle profondità relative, cioè della forma delle strutture.

Per quanto la produzione americana si esuberante e l'estrazione dell'olio sia limitata piccole percentuali della potenzialità, allo scopo di tenere alti prezzi, tuttavia vi è una corsa affannosa per l'accaparramento dei campi produttivi utili nel futuro. Per tale ragione le squadre sismiche e sono tutte al lavoro per conto delle grandi compagnie oleifere.

Ulteriori sopralluoghi alle squadre della Western ai campi petroliferi saranno fatti in California, ove Mr. Salvatori ci aspetterà dopo il capodanno [...].

[I due tecnici visitarono successivamente i laboratori della Seismograph Service Corporation (SSC) sempre a Tulsa, e una squadra della stessa ditta al lavoro in un campo dell'Oklahoma. La missione AGIP si trasferì in seguito a Dallas, per visitare le officine ed i laboratori della Geophysical Service Inc. (GSI). Spostatisi a Houston nei giorni attorno a Natale, Vercelli e Rocco poterono assistere al lavoro di una squadra della GSI e di un gruppo della SSC. Il 30 dicembre i tecnici italiani presero contatto con l'Independent Exploration Co. e successivamente con la Torsion Bi. Exploration Co. Attraverso la mediazione di quest'ultima società, i due geofisici entrarono in contatto con il reparto geofisico della Humble una delle compagnie "indipendenti" americane. In ognuna di queste visite, gli inviati dell'AGIP raccolsero informazioni riguardo alle ricerche sismiche e gravimetriche e richiesero delucidazioni circa la possibilità di applicare questi metodi anche in Italia. Nei primi giorni del gennaio 1939 i due tecnici lasciarono il Texas e si trasferirono in California. Vengono qui omesse le pagine 29-56 dell'originale.]

LOS ANGELES E BAKERSFIELD

Il 7 gennaio arriviamo a Los Angeles. Mr. Albert Salvatori, fratello di H.Salvatori presidente della Western Geophysical Co., pone se stesso e la macchina a nostra disposizione completa. Tale gentile agevolazione ci consentirà di visitare campi petroliferi, squadre in campagna, e istituti scientifici con la massima comodità e rapidità. Fra gli istituti visitati durante il soggiorno californiano sono:

1. L'Osservatorio Sismico di Pasadena, diretto dal Prof. B. Gutenberg e inquadrato nel grande California Institute of Technology, presieduto dal Prof. Millikan. Fummo personalmente ricevuti dal Prof. Millikan (che è membro della Pontificia Acc. delle Scienze) e dal Gutenberg. L'osservatorio è un modello del genere, usa apparecchi originali inventati da uno dei sismologi locali (Benioff) e ha un insieme di impianti e di organizzazione veramente degne di rilievo. Ci sono anche fatti vedere gli apparecchi da campagna, usati per le prime esperienze (dal professor Gutenberg assieme con Mr. H.Salvatori) di prospezione sismica con riflessione, senza l'uso di filtri, con riflessioni evidenti solo in casi più favorevoli.
2. Lo Scripps Institution di La Jolla (S.Diego), grandioso centro di studi oceanografici, diretto dal norvegese professore Sverdrup. La visita interessava soprattutto uno di noi (Vercelli) e riuscì molto istruttiva.

Ai fini della nostra missione importava riesaminare il lavoro delle squadre geofisiche e discutere sui problemi specifici che riguardavano le strutture californiane, si desiderava inoltre vedere i massimi campi petroliferi e raccogliere possibilmente qualche interessante dato tecnico.

15° – Campi petroliferi californiani

Nell'ufficio di Mr. A.Salvatori esaminiamo le carte dei campi petroliferi in relazione colle strutture geologiche. Antiche rocce affiorano lungo le catene montuose, allineate parallelamente alla costa del Pacifico.

Nella parte costiera vi sono rilievi di origine sedimentaria ed estesissime pianure, che hanno nome di valle (San Joaquin Valley, Sacramento Valley, e altre minori) ma hanno dimensioni e superficie piana comparabili con la valle del Po. La S.Joaquin Valley corrisponde ad una grande sinclinale, ed in essa si ergono strutture secondarie anticlinali che spesso sono produttive.

I terreni terziari hanno potenza di 2.000-3.000 m., e nella parte più potente della sinclinale a oltre 4.500 m. (Wasco, settore di Bakersfield, ove sono i pozzi più profondi del mondo). Le rocce sono sabbie, argille, arenarie, con transazioni gradualì.

Per correlare le informazioni incontrate nelle perforazioni, più che la litologia serve la paleontologia. Tuttavia le riflessioni sono chiare ed è possibile il dip. method e spesso anche il correlation method.

Gli orizzonti produttivi sono a diversi livelli. La scoperta di nuovi livelli produttivi via via più profondi ha portato a ripetere più volte i rilievi sismici, per riconoscere le strutture più profonde a cui prima non era stata prestata attenzione.

I campi di petrolio ci apparirono già dal treno prime di giungere a Los Angeles dalla Imperial Valley. Campi produttivi esistono nella stessa città. Un grande derrick per es. sorge al centro di una Avenue. I pozzi sono posti spesso irrazionalmente vicini fra loro perché ogni proprietario di un lotto di terreno sfruttò la ricchezza del sottosuolo. Tali pozzi perforati da 10-12 anni sono ancora produttivi, con ritmo decrescente. Per tale ragione, e dato il maggiore reddito offerto dall'alto costo dei terreni cittadini, gradualmente i pozzi sono chiusi e sul loro sito sorgono nuove abitazioni.

Nei sobborghi e nei dintorni di Los Angeles (Huntington, Long Beach, Beverly Hills ecc.) osserviamo estesi campi, su cui sorgono impressionanti foreste derrick, di incredibile densità. Molti sono vecchi, di legno; altri nuovi, in ferro; a Long Beach vediamo un viale costiero tutto fronteggiato derrick, tanto sulla viva spiaggia come sul lato di terra.

Campi anche più vasti troviamo a Bakersfield, nella valle di S.Joaquin.

Vediamo un pozzo che da poco ha ultimato la perforazione che ha trovato un forte quantitativo di gas, a 100 atm, nella profondità di 2.500 m. La Ditta che prese la concessione di utilizzare il gas, prima di concludere il contratto impose che il gas fosse lasciato liberamente sfuggire per 60 giorni per assicurarsi sull'entità della portata.

I derrick, anche quelli impiegati per le perforazioni fino a 15.000', danno l'impressione di avere intelaiature più leggere di quelle usate da noi. Generalmente i motori sono azionati da vapore generato da batterie di caldaie riscaldate con gas naturale.

Il gas è convogliato nelle lontane città mediante condutture ed impiegato per usi domestici e industriali. La pressione del gas all'uscita dei pozzi in questa zona è generalmente sufficiente per il trasporto anche a grandi distanze senza interposte stazioni di compressione.

Le condutture sono a diametro crescente, per compensare le cadute di pressione. I giunti delle tubazioni sono saldati elettricamente; in modo da ridurre le perdite al minimo.

Le tubature sono interrate a profondità di 3'-4' ed il fosso per la posa di tali tubature è rapidamente scavato con piccole draghe autocarrate.

A Wasco vediamo i pozzi più profondi del mondo. Il primo pozzo, spinto a 15.004', non diede tracce d'olio durante la perforazione. Prima di abbandonare il pozzo venne compiuto un carotaggio elettrico che rilevò uno strato di forte resistività elettrica, verso 13.100': tenuto il pozzo in osservazione si è constatato a tale profondità l'esistenza di un ottimo orizzonte produttivo.

Un secondo pozzo spinto pure a 13.000' risultò produttivo. È ora quasi ultimato un terzo pozzo (particolari tecnici sugli impianti di perforazione usati per raggiungere questi grandi profondità sono riportati nella rivista Petroleum World).

[*cancellato* Il lavoro è compiuto da 4 uomini: 1 alle leve, 2 alle aste, 1 sul ponte in alto. Il vapore viene da una batteria di cinque caldaie, i riscaldate con gas dei pozzi].

Presso Wasco vediamo un campo recentemente scoperto su indicazioni sismiche e visitiamo un pozzo in perforazione: si giunge a 1.500-2.000 m in 20-30 giorni di lavoro. Non si fanno carotaggi, perché è nota la profondità dello strato produttivo e non si è fa economia di rockbits⁴⁴. Accanto al campo petrolifero vediamo qui come altrove, un magazzino-deposito della National Supply Co. con ogni sorte di attrezzi di perforazione.

Su questo campo tutti gli impianti sono nuovissimi. Non si vedono quasi uomini in giro: è una qualità generale, di tutti i campi, ove le selve di derrick e di impianti sembrano deserte di uomini.

Presso Bakersfield vediamo un vecchio campo (Korn River Oil field) con piccoli derrick di legno, mantenuti per ripulire i pozzi, che facilmente si insabbiano data la natura dei terreni.

La stessa ragione spiega la permanenza dei derrick sugli altri campi californiani. Lo strato petrolifero è a 1.000-1.200 m, già molti pozzi sono esauriti e abbandonati.

Osserviamo pure un enorme distesa di serbatoi semisotterranei della Standard di California.

A Bakersfield ci rechiamo a vedere uno dei derrick camionabili, adatti per fori di ricerca e sino a 1.500-1.800 m.

Per avere notizie sui più recenti apparecchi di perforazione abbiamo un colloquio con un tecnico della National Supply Co. e raccogliamo queste informazioni:

Non sono più usati generalmente impianti combinati a percussione e a rotazione.

Prevale la tendenza di usare impianti rotary leggeri e tubi di minimo diametro.

I pozzi con piccolo diametro consentono facile trasporto, rapido montaggio, celere perforazione. Sono adatti per ogni tipo di ricerca.

Il limite di profondità naturalmente è segnato dalle riduzione dei diametri che è necessario adottare nella perforazione, però ora diametri di 2'' e anche di 1''1/2 sono stati usati per sfruttamento e sono pure adatti per prelevare carote.

16° – Visita agli Uffici alle squadre della W.G.Co.

Troviamo una prima squadra che lavora in prossimità di Los Angeles ed ha l'Ufficio in città. Il punto di scoppio non è tenuto sull'allineamento dei sismografi come generalmente, ma spostato a lato e ciò allo scopo di avere quanto possibile, i sismografi in prossimità del punto di scoppio.

Sono usati 36 sismografi, ai gruppi di tre (distanti 3 m o meno), in totale 12 gruppi con altrettante linee nel registratore.

La regolazione dell'amplificatore è compiuta a mano, anziché automaticamente. Anche qui il lavoro viene svolto molto rapidamente, ma le condizioni terreno e di strade sono ideali e non hanno riscontro in Italia.

Due persone misurano gli allineamenti, uno, con colpi di badile, segna le postazioni dei sismografi, un quarto approfondisce il foro. I sismografi sono portati dal carro alle fossette preparate e ricoperti di terra. I cavi sono già graduati in lunghezza. Il foro di scoppio è già pronto e viene riempito di acqua. Se il terreno è sabbioso e facile a franare con gli scoppi, si appesantisce il fango con barite che è portata dal carro-botte. Un primo scoppio, con piccola carica, è fatto per controllare se i sismografi sono in ordine ed un secondo per lo studio dello strato superficiale. Si fanno poi 3 o 4 scoppi, con uguale carica di esplosivo, ed a diverse profondità. Constatiamo che, in questo caso, le migliori registrazioni se si hanno a soli 7-8 metri di profondità. I sismogrammi ottenuti non sono però molto buoni. Si ripete quindi la registrazione con allineamento simmetrico al punto di scoppio.

Si muta pure la frequenza del filtro: ma ciò non migliora i risultati.

Il precedente profilo eseguito a breve distanza aveva dato invece chiare riflessioni. Mr. Salvatori dice che succede talora di avere ineguali risultati, anche a distanza di poche centinaia di mt.

Non osserviamo novità strumentali rispetto a quanto è già noto.

Nell'Ufficio della squadra vediamo sismogrammi con riflessioni $3 \frac{1}{2}$ secondi dall'istante di scoppio.

I tempi come già avevamo osservato in altre occasioni sono letti su una fase dell'onda (talora sul massimo) e non sull'inizio.

Interessa sempre ottenere uno schema delle giaciture medie degli strati, non la profondità assoluta.

Il calcolo e le carte sono eseguiti dai calcolatori sotto la vigilanza del caposquadra, ed il lavoro ultimato è rivisto dalla direzione della Società. Il materiale del rilievo, i sismogrammi, le carte e la relazione conclusiva sono consegnati alla compagnia che commissiona il lavoro.

A Bakersfield, ove restiamo due giorni, possiamo osservare altre squadre al lavoro, assistere alle operazioni e completare le conversazioni sulle varie questioni che interessano.

Durante e dopo la guerra molti tentarono nuovi pozzi, a caso nella valle alta del S.Joaquin, ma spesso fu denaro buttato via poiché non si trovò nulla. I campi scoperti dalla geofisica in questi ultimi anni danno invece un'imponente produzione, tanto che moltissime squadre sono ora in rapido lavoro di ricerca per le

Società petrolifere che vogliono accaparrare le concessioni. Sono mantenuti attivi anche campi ormai esauriti, per la speranza di trovare in essi nuovi orizzonti produttivi più profondi.

La sola W.G.C. [*Western Geophysical Co.*] ha 5 squadre in lavoro attorno a Bakersfield ed altrettante squadre vi hanno altre compagnie. Due squadre della W.G.C. operano sulla stessa area, indipendentemente, per due diverse compagnie oleifere che aspirano alla concessione, se il responso è favorevole. Il tempo utile fra ricerche e trattative per concessioni è breve; questa è una delle ragioni per cui ogni guadagno di tempo è tentato senza riguardo alle spese.

Vediamo in azione presso la seconda Sq. che visitiamo una sonda autocarrata della W.G.C. adatta per fori di 300 m. ed eccezionalmente 500 m., in terreni di media durezza.

Un ingegnoso dispositivo consente un aumento di pressione sulle aste all'inizio della perforazione.

La sonda doveva arrivare oltre la sabbia a 100 m. Altrove nella stessa zona si scende oltre 200 m. Occorrendo circa 7 fori del giorno, la squadra lavora con due perforatrici.

Vengono qui usati scalpelli normali da 4"1/2 ma occorrendo si usano i rock-bits (che costano 70 dollari l'uno) dei quali ogni perforatrice tiene una scorta.

La W.[*Western*] costruisce anche sonde autocarrate per l'esecuzione di pozzi testimonio fino a 1.000 m.

In fori profondi la dinamite è calata con un cavo appesantito con un blocco di ferro. Sino 100 m. è spinta come normalmente con aste di legno. Sono usati due tipi di dinamite: uno dei tipi a un'anima interna avente più rapida combustione, ma che si altera contatto con acqua (e più ancora se v'è pressione forte). Il rendimento dei due tipi è poco diverso.

Il camion strumentale è del noto tipo, è più moderno e ben studiato. Solo la cassa porta strumenti costa 1.000 \$. I sismografi sono usati a gruppi di 3, in serie, con distanza di appena 1 m., perché il terreno è in pendenza. Il punto di scoppio è posto fuori dell'allineamento, non però al centro (come altrove), ma ai due estremi, per meglio eseguire le correzioni di tempo.

I sismografi sono più grossi e robusti di quelli visti prima; ma analoga è la costruzione.

Il lavoro procede come sempre celerissimo: i camion possono percorrere la zona, anche se collinosa, perché incolta.

In ufficio vediamo il lavoro di elaborazione. Le inclinazioni rilevate sono raffigurate graficamente (secondo il dip. method), le formazioni studiate appaiono tranquille. Compito delicato, dice il supervisore Mr. Boccalery, è tracciare le medie inclinazioni seguendo il complesso dei tratti osservati. Queste linee hanno solo profondità relative, non assolute.

Nell'ufficio di un'altra squadra vediamo un rilievo di estremo dettaglio in corso di osservazione. Nella zona furono perforati due pozzi distanti un Km. fra loro.

Uno trovò petrolio a 12.900', l'altro è secco, pure avendo incontrato a 13.000', la stessa struttura, che nell'altro pozzo è produttiva.

Si tratta di precisare la topografia lungo il dislivello di 100' per ubicare i nuovi pozzi.

Le riflessioni sono buone e il lavoro promettente.

Si usa qui il continual method: la correlazione riesce chiara.

In conversazioni col Sig. Boccalery raccogliamo altre notizie fra cui la conferma che taluni pozzi ora produttivi non diedero traccia di manifestazioni durante la perforazione e solo dopo averli tenuti in osservazione anche per lungo tempo si mise in evidenza la presenza del petrolio.

Riteniamo inutile farci fare delle proposte dal Presidente della W.G.Co.: Mr. Salvatori dice che è disposto a venire incontro in ogni forma ai desideri dell'AGIP sia riguardo ai pagamenti che egli accetterà per quanto gli sarà possibile in moneta italiana, sia inviando una squadra ridotta di personale e di materiali nel modo che riuscirà gradito all'AGIP.

Con queste visite e riteniamo di avere sufficienti elementi per la conoscenza dei problemi scientifici e tecnici che ci erano stati affidati.

17°-Costo delle squadra-spese per ricerca

Riassumiamo le notizie sulle spese fatte per i pagamenti del personale e la gestione delle squadre.

Una squadra sismica spende in assegni al personale circa 3.500 \$ mensilmente (con minimi di 4 \$ al giorno ai manovali e massimi di 750 \$ al mese ai "supervisor") inoltre nei trasferimenti a tutto il personale vengono pagate le spese di trasporto, anche per i famigliari, e un'indennità per i primi tre giorni.

I caposquadra hanno un'automobile a disposizione, con benzina pagata.

La W.G.C. da 2 anni ha 4 squadre al lavoro per la Richfield Oil Co. per un compenso di \$7.000 al mese, per squadra, più costo della dinamite dei danni della benzina, delle carte fotografiche, delle spese di ufficio, ecc.: in totale circa \$10.000 al mese, per squadra.

Totalizzando i pagamenti fatti dalla Richfield alla W.G.C., annualmente, per ricerche geofisiche e piccoli sondaggi geologici, si giunge circa 500.000 dollari all'anno.

Molto di più spendono altre Compagnie, per esempio la Standard Oil, che ha 10 squadre in permanente lavoro di paga metà il laboratorio di Tulsa.

L'Atlantic Oil Co. ha in servizio continuo 14 squadre della National Geophysical Co (pres. Mr. Guglielmo Salvatori). Anche le minime compagnie petrolifere impiegano le squadre sismiche per almeno qualche mese all'anno.

Per i wildcats, pozzi tentati a caso, si fanno consorzi tra società e privati, in modo da dividere le spese e il rischio.

Una ventina di anni addietro i pozzi venivano ubicati quasi solo a caso: pochi privati rischiavano e perdevano i loro risparmi. Enormi capitali furono così impiegati, ci conferma un italiano di S.Francisco che pure perdette notevoli somme e innumerevoli società fallirono per tentare qualche pozzo. Sopravvissero le poche fortunate, che poi non lavorarono più a caso, ma soltanto in seguito a precise ricerche, giunsero alla conquista di campi ormai tanto estesi, che la produzione si deve limitare per evitare la sovrapproduzione.

Attualmente negli S.U. si spendono decine di milioni di dollari in ricerche geofisiche, con tendenza ad aumentare tale fame di attività, tanto che nuovi laboratori e nuove squadre sono in continua creazione.

Il petrolio paga tutto e pagherà per secoli, gli Americani assicurano infatti che i loro giacimenti daranno olio sufficiente per almeno duemila anni [...].

[Nelle poche pagine omesse (67-69 nella numerazione originale), Vercelli e Rocco riferiscono della visita al dipartimento geofisico della Standard oil of California, di San Francisco. Durante la visita, che pare peraltro piuttosto breve, vennero raccolte informazioni sulla situazione geologica della San Joaquin Valley e sostanziali conferme di quanto già osservato presso le società di servizio.]

Conclusion

Il visitatore europeo negli S.U.A. rimane colpito di fronte allo spettacolo di una nazione totalmente motorizzata nella vita civile, nell'agricoltura e nell'industria. Da cinque a sette milioni di automobili sono annualmente assorbiti dal consumo interno. Questo miracolo è dovuto soprattutto alla ricchezza dei giacimenti di petrolio. La nazione vede che nel petrolio sta il presente e l'avvenire della vita americana. Alla ricerca dei giacimenti sicuri, ma ancora inosservati, è dedicata una gigantesca attività da parte delle compagnie e dei privati.

Prospera vita hanno le società private che offrono le loro squadre per le esplorazioni desiderate. Esse dispongono di ricchi laboratori per studi, esperienze e controlli, di ben attrezzate officine e di un gran numero di specialisti preposti al lavoro delle squadre di campagna. Tutte operano cercando di superarsi a vicenda nel perfezionamento degli strumenti o dei metodi di interpretazione. Facili e colossali somme sono pagate a queste società, perché è ormai provato a che la perforazione alla cieca è generalmente denaro

sprecato, mentre la perforazione sulle aree riconosciute propizie mediante lo studio geologico-geofisico porta assai spesso, se non sempre, a risultati positivi.

Ricche di esperienza che non può avere l'eguale in altre contrade, le squadre americane sono chiamate a prestare la loro opera nell'America meridionale, nell'Asia e nell'Europa. Le somme che chiedono per tali lavori sono alte in via assoluta, ma non superiori di molto alle cifre che sono pagate sul mercato americano. Abbiamo avuto l'impressione che tali squadre lavorino con grande abilità ed onestà.

Abbiamo previsto l'eventualità che una squadra, ridotta di numero, sia inviata in Italia e abbiamo presentato le relative proposte di contratto, perché l'AGIP possa esaminare e giudicare.

Il metodo seguito dagli americani è estremamente costoso, ma pratico e tale da consentire un lavoro rapido e accurato.

Il fattore tempo, che noi spesso trascuriamo, è valutato più del denaro. La ripartizione di spese per lavoro preparativo geologico-geofisico e perforazione di prova è degna di evidenza.

I pozzi costano anche in America, ma assai meno che da noi, per un complesso di circostanze favorevoli, naturali tecniche. Ma essi non rappresentano la spesa quasi totale delle esplorazioni; una larga percentuale di tale spesa è impiegata nello studio preventivo dei siti da perforare.

Troppo diverse sono le condizioni, le risorse e le ricchezze dell'immenso territorio americano e le nostre possibilità, per tentare organizzazioni comparabili a quelle che convengono negli S.U. Ma chi si trova, sia pure poco tempo, a contatto con i tecnici americani, deve ammettere che i risultati impressionanti da essi raggiunti derivano sì dalla fortuna, ma anche dallo spirito realistico e dalla perseveranza con cui affrontano i problemi. Non superiorità di intelligenza, di coltura, di tecniche, di laboriosità abbiamo osservato; bensì organizzazione sagace, coordinazione di opere, suddivisione razionale del lavoro, semplicità di amministrazione e di contabilità, rapidissimi procedimenti di campagna e immediato lavoro di interpretazione. Tutto ciò consente di guadagnare nel tempo ciò che si spende per le misure, gli strumenti e la motorizzazione delle operazioni. Sotto questo punto di vista l'esperienza fatta potrà giovare se sarà possibile anche fra noi organizzare le ricerche su nuove direttive e con adeguata disponibilità di mezzi.

Un giustificato ottimismo nella conquista di ricchezze ancora inesplorate muove il mondo americano e induce a estendere l'ottimismo anche ad aree che non ancora hanno rivelato giacimenti importanti come l'Italia, e il suo Impero. Pochi tasti negativi non bastano a far desistere da tentativi nuovi e spese aleatorie. Il denaro è perduto solo per i piccoli che non possono persistere ed ampliare i tentativi. L'esperienza dei falliti giova ai più forti produttori, che nelle scoperte fatte e in quelle sicure che verranno trovano cumuli di ricchezze che fanno dimenticare le spese delle prove.

Questo senso di ottimismo incoraggia pure noi. Non abbiamo ancora scavato 470 pozzi secchi, come nel Kansas, per sperare di trovare infine il pozzo buono, che farà animo a tutti e servirà di guida per altri ritrovamenti. La geologia e la geofisica e devono alleggerire il lavoro e le spese di ricerca, ma esse possono dare in pieno il loro appoggio soltanto quando siano impostate su basi costose sì, ma pratiche e sicuramente efficaci.

Confidiamo che l'esperienza acquisita nella nostra missione americana possa tornare utile nel riordinamento che dobbiamo fare di fronte a problemi di così capitale importanza. E ringraziamo vivamente la Presidenza dell'AGIP per averci voluto affidare un incarico tanto notevole e delicato.

f.to: F.Vercelli

T.Rocco

Roma, marzo 1939 XVII

Memoriale di Virgilio Asso⁴⁵

Dal 1940 al 1941 frequentai, come borsista, un corso retribuito per tecnici petrolieri. La parte teorica venne tenuta all'Istituto Tecnico Industriale di Piacenza e la parte pratica nei cantieri AGIP di Fontevivo e Podenzano. Il 15 settembre 1941, una lettera della direzione di Roma mi comunicò l'assunzione in qualità di "praticante geofisico", con lo stipendio lordo di 1.080 lire mensili, nel "Gruppo Sismico" (allora, l'unico esistente in AGIP), con sede a Casalpusterlengo. Presi servizio contemporaneamente al collega Alfredo Malpezzi, con il quale avevo condiviso il corso di borsista.

Al momento del mio arrivo, i due americani della Western Geophysical erano già ritornati negli USA, a causa della guerra in corso. Avevano, però, lasciato in Italia tutte le attrezzature e istruito alcuni tecnici AGIP sul modo di usarle.

Il Gruppo Sismico era composto dalle seguenti persone: Mario Franchini, capo gruppo, Mario Signini, Renato Massi Mauri, Luigi Gatti, Carlo Braga, osservatore, e un contabile di Roma. In campagna, operavano il perforatore Bruno da Rold e l'artificiere Emilio Colombi.

Il mio tirocinio avvenne in modo usuale: prima in campagna, con la squadra di perforazione, poi con quella di registrazione di Braga, da ultimo, in ufficio, per l'apprendimento dei metodi di calcolo dei sismogrammi.

Il supervisore, Tiziano Rocco, dalla Direzione di Roma, via del Tritone, di tanto in tanto, ci faceva visita. L'interpretazione geologica delle sezioni sismiche, in scala 1:10.000, che noi preparavamo, veniva fatta direttamente a Roma dallo stesso Rocco.

In quel periodo, il Gruppo operava attorno a Casalpusterlengo e già erano evidenti la struttura di Caviaga e, in parte, alcune circostanti. Dall'inizio delle attività, 10 giugno 1940, con l'aiuto dei due tecnici americani il Gruppo aveva subito ubicato le strutture di San Giorgio Piacentino, dettagliato quella di Podenzano e intravisto quella di Cortemaggiore.

Allora, i rilievi venivano fatti in modo diverso da come si eseguono oggi. Intanto si trattava di profili molto corti, di soli 100 metri, disposti a 5-600 metri di distanza l'uno dall'altro. Gli stendimenti venivano tracciati direttamente dall'osservatore che sceglieva il posto migliore sul terreno, in prossimità della linea segnata sulla carta topografica. Da quella postazione, con l'aiuto di una bussola e di uno squadro, veniva tracciato il profilo, misurate le distanze dove disporre i gruppi di geofoni e scelto il punto dove fare il pozzetto per lo sparo. Tutti i mezzi arrivavano contemporaneamente sul luogo della registrazione. Per inciso,

devo dire che, allora, i geofoni pesavano 7 kg ciascuno e ogni operaio ne portava 6, per un totale di 42 kg, sul terreno accidentato di campagna.

L'esplosivo usato non era tritolo bensì dinamite, molto più sensibile agli urti e pericolosa quando la temperatura scendeva sotto lo zero. Mi sembra ancora di vedere il nostro artificiere Colombi accendere il fuoco, mettere la dinamite a bagnomaria e, poi, inginocchiato sulla neve gelata, tagliarla a fette con un coltello di rame, mentre gocce di sudore gli imperlavano la fronte.

Purtroppo, nel gennaio 1942 dovetti lasciare il Gruppo perché chiamato sotto le armi. Dopo pochi mesi, però, ottenni una licenza per motivi di lavoro e ripresi servizio nello stesso Gruppo che, nel frattempo, si era trasferito a Carpi di Modena. Durante il periodo in cui si operò nella zona di Carpi, i lavori proseguirono abbastanza regolarmente, senza particolari difficoltà. Sempre durante questo periodo, il Gruppo aumentò di numero per l'arrivo di alcune persone dalla Lerici,⁴⁶ dislocate presso di noi per far pratica: si trattava di Ciro Maino, Paganin, Pierobon e Visentin.

Nel febbraio 1943 dovetti lasciare per la seconda volta il Gruppo, perché richiamato sotto le armi. Vi feci ritorno verso la fine del '43, dopo lo sbandamento dell'esercito italiano dell'8 settembre, assieme a Malpezzi, anche lui reduce. Il rientro fu possibile grazie a un salvacondotto procuratomi da Antonio Maria Selem⁴⁷. Ciò mi permise di uscire dal nascondiglio, dove mi ero rifugiato per non essere catturato dai tedeschi e inviato come prigioniero in Germania.

Selem, arrivato da poco, si rivelò subito di grande aiuto. Conosceva bene il tedesco e con molta diplomazia riusciva a mantenere i rapporti con le truppe di occupazione, facilitando la nostra attività.

Al momento del mio secondo rientro, il Gruppo si trovava a Fiorenzuola d'Arda. Oltre a Selem, era arrivato anche Camillo Contini costretto, dagli sviluppi bellici, a sciogliere il Gruppo Gravimetrico, che operava nel sud Italia.

Giungemmo, così, ai primi mesi del 1944. Nonostante varie difficoltà, fino ad allora si era riusciti a lavorare. Da quel momento, però, iniziava la più drammatica e travagliata vicenda per il nostro Gruppo e per tutti quelli che ne facevano parte. Uscire in campagna diventò, infatti, molto problematico a causa dei continui mitragliamenti a cui venivano sottoposti tutti gli automezzi. I nostri, in particolare, con il loro carico di esplosivo rappresentavano un vero pericolo e, al sopraggiungere degli aerei, bisognava scappare e trovare rifugio nei fossi circostanti.

Questi motivi, unitamente a quelli dovuti ai furiosi bombardamenti a tappeto che subimmo verso la fine del mese di giugno '44, nelle città di Fiorenzuola d'Arda e di Fidenza, ci costrinsero a sospendere i lavori in campagna. Iniziava, a questo punto, una vera e propria corsa, condotta con estremo coraggio da parte di tutti noi, per mettere in salvo le attrezzature.

Lasciata Fiorenzuola, trovammo rifugio nel vicino paese di Lussurasco. Qui avvenne qualcosa di grottesco per non dire di drammatico e pericoloso. Una notte, prestammo i nostri automezzi a un gruppo di partigiani, per un'operazione di guerriglia, con la promessa di riaverli di buon'ora, il mattino seguente. Prima del loro ritorno, però, arrivarono i fascisti della Repubblica di Salò, a chiedere gli stessi automezzi, minacciando rappresaglie in caso di rifiuto. Non so come ma, grazie a Dio, riuscimmo a convincerli che avevamo avuto problemi sul lavoro.

A questo punto si rendeva necessario trovare subito un altro rifugio più sicuro, anche perché ci era giunta la voce che i militari tedeschi avessero ricevuto l'ordine di sequestrare il nostro registratore, unico esemplare in Europa.

Trasferiti nella sede AGIP di Podenzano, iniziammo l'operazione di salvataggio delle apparecchiature. Accuratamente vennero smontate e imballate in apposite casse per essere trasportate in nascondigli ritenuti più sicuri. Il personale del Gruppo Sismico era ormai ridotto a poche persone: alcuni avevano chiesto l'aspettativa, altri si erano ammalati. Venne, così, deciso di ripiegare a Livraga, paese vicino a Lodi. Tra Podenzano e Livraga, c'è di mezzo il Po. I ponti, allora, non esistevano più e il fiume si poteva attraversare solo con la barca. Ricordo ancora le pericolose vicende per traghettare il materiale. Le preziose casse vennero trasportate da Podenzano fino alla riva del Po e caricate su alcuni barconi a remi, per passare sull'altra sponda. Con un altro automezzo, poi, le portammo a destinazione. Subito ci rendemmo conto che anche Livraga non era sicura perché contemporaneamente, nella stessa casa scelta da noi come rifugio, stavano per arrivare i tedeschi. Decidemmo, così, di spostarci a Ossago, paese poco lontano da Livraga. Finalmente, potemmo scaricare le nostre casse in un cascinale e cercare un posto per dormire.

Nel frattempo, anche il Gruppo Geologico, costituito da Marchesini, Di Napoli, Lazzari e qualche altro di cui non ricordo il nome, aveva trovato rifugio a Ossago, nella Villa Greppi, assieme a noi, ormai rimasti in quattro: Contini, Braga, Malpezzi e il sottoscritto. (Dopo la Liberazione sarebbero arrivati anche Jaboli, reduce dalla prigionia in Germania, Lucchetti, da Tramutola, Prosdocimo, Facca e qualche altro).

Il periodo trascorso a Ossago fu relativamente tranquillo. Marchesini partiva, di tanto in tanto, in bicicletta per Bologna da dove, una volta, tornò con una bottiglia di cognac e qualche foglia di tabacco che ci dividemmo con gioia.

Il pozzo di Caviaga era già in produzione e forniva metano, l'unico carburante disponibile in quel periodo. Una mattina, di buon'ora, venne a trovarci Olivero.⁴⁸ Aveva bisogno di un elettrotecnico che provvedesse a mettere delle resistenze elettriche intorno alla bocca del pozzo, che non forniva più metano a causa del gelo. Partii con lui alla volta di Milano per cercare quelle resistenze. La grande città era semidistrutta dai bombardamenti. A lungo, girammo senza risultato fino a quando, finalmente, trovammo una

fabbrica con quello che serviva. Passammo la notte a collegare le resistenze e, al mattino, il pozzo riprendeva nuovamente la produzione.

In quel periodo, eravamo quasi tutti armati per poterci difendere in caso di eventuali attacchi da parte di soldati tedeschi in fuga. Chi ci avesse procurato le armi, non l'ho mai saputo. Forse avremmo dovuto chiederlo al povero Marchesini, l'unico in grado di dare una risposta.

I giorni che precedettero la Liberazione furono alquanto burrascosi. Per Ossago, di tanto in tanto passavano gruppi di soldati tedeschi sbandati. Io stesso venni aggredito mentre cercavo di traghettare da una sponda all'altra del Po. Mi strapparono di mano la bicicletta e sparirono nel bosco.

Finalmente la guerra ebbe fine. Grazie al piccolo nucleo di persone di Villa Greppi di Ossago, alle loro conoscenze tecniche, a quell'abnegazione con la quale avevamo salvato le attrezzature e grazie, anche, a perforatori come Olivero e a tanti altri dipendenti, sparsi nei cantieri d'Italia, Enrico Mattei sarebbe riuscito a ridare nuovo slancio all'AGIP.

Dopo la Liberazione, passata la bufera, potemmo gradualmente riprendere i lavori. Incominciammo, così, a tirar fuori dalle casse i nostri preziosi attrezzi e a rimontarli sugli automezzi. Sempre a Lodi, trovammo una scuola in disuso, vicino all'Adda, che consentì di riunirci tutti assieme, geologi e geofisici. Molte persone, infatti, erano rientrate nel Gruppo Sismico.

Il nostro capo era sempre Contini, mentre Rocco aveva lasciato l'AGIP. Passarono diversi giorni prima di poter riprendere i lavori in campagna. Le difficoltà erano tante e non si trovava niente. Gli automezzi necessitavano di continue riparazioni che ci facevano tirar tardi la notte e, spesso, ci impegnavano anche la domenica (il sabato, allora, era lavorativo).

Iniziammo i rilievi nelle zone circostanti Lodi, spingendoci verso Ripalta e Soresina. In queste zone, incontrammo spesso grosse difficoltà nell'attraversare i numerosi corsi d'acqua con i nostri pesanti geofoni. Luserardi, un giorno, travolto dalla corrente, corse il rischio di annegare.

Nel settembre del 1946, una disgrazia si abbatté sul nostro gruppo: nelle vicinanze di Caviaga una carica di tritolo esplose accidentalmente mentre veniva calata nel pozzetto e quattro uomini furono dilaniati.

Olivero, subito accorso sul luogo dell'incidente, si prodigò assieme agli altri per prestare soccorso, ma purtroppo non c'era più niente da fare. Io mi trovavo in viaggio di nozze quando udii la notizia alla radio. Rientrai subito in sede per aiutare i colleghi nelle tristi operazioni. Ci fu una commossa cerimonia alla quale partecipò tanta gente affranta dal dolore.

Come ho già avuto occasione di dire, le difficoltà da superare erano tante. Mancava tutto, anche le cose che oggi possono sembrare di scarsa importanza, come gli stivali di gomma o gli impermeabili, ma che

risultano indispensabili per chi deve lavorare ogni giorno in aperta campagna, soprattutto durante i rigidi inverni della Pianura Padana.

Durante quel periodo, dovemmo risolvere anche un problema operativo, fondamentale per la prosecuzione dei lavori di esplorazione. Dall'inizio dei rilievi sismici in Italia, almeno per quanto io ora ricordi, non si era mai controllato il reale valore della velocità media di propagazione delle onde sismiche. Le tabelle che usavamo per passare dai tempi alle profondità si basavano su velocità ricavate negli Stati Uniti, in terreni sedimentari analoghi a quelli della Val Padana.

Sorsero subito molte difficoltà perché ai perforatori non piaceva interrompere il lavoro. La Schlumberger,⁴⁹ sempre per quello che posso ricordare, non faceva ancora questi interventi. Bisognava ancora una volta arrangiarsi.

Contini progettò, allora, una specie di torpedine: un tubo lungo circa un metro e mezzo, pieno di tritolo, con la punta a ogiva avvitabile e resistente alle forti pressioni del pozzo. Questa torpedine doveva essere calata in fondo a un pozzo sterile e fatta esplodere per creare, al momento stabilito, onde sismiche necessario per misurare le velocità di propagazione.

Quel giorno, tutto era pronto. Io stavo già seduto vicino al registratore, quando Olivero arrivò trafelato dicendo: «Porta via subito quella maledetta bomba dalla bocca del pozzo!».

A causa del fango troppo denso, la torpedine non era discesa nel pozzo e continuava a galleggiare in superficie. Con l'artificiere, la prendemmo e, insieme, la portammo in un fosso poco lontano dove riuscimmo a disinnescarla. Se fosse dotata di un dispositivo a orologeria non lo ricordo, ma quello che non ho dimenticato è lo spavento che provai in quell'occasione. La misura di velocità venne eseguita più tardi, a notte fonda, con successo.

Verso la fine del '46, dalla Direzione, in quel periodo in via della Moscova a Milano, arrivò l'ordine di trasferire subito il gruppo da Lodi a Copparo, nel Ferrarese. Correva voce che questo trasferimento improvviso dipendesse unicamente dalla necessità di dimostrare al governo italiano che l'AGIP aveva già eseguito lavori geofisici in tutta la Pianura Padana, per ottenere la concessione dell'intera area richiesta contemporaneamente anche da SPI e da Esso.

Rimanemmo nel nuovo posto sino a primavera inoltrata, facendo rilievi in torno alle Valli di Cornacchio e nelle zone limitrofe.

Proprio in quello stesso periodo, la Western, ritornata in Italia e insediata in via Manzoni, a Milano, ci consegnò un secondo registratore, di seconda mano ma in ottime condizioni. Dotato di oltre 300 tubi elettronici, per quell'epoca qualcosa di eccezionale, risultò subito molto più complesso della nostra vecchia apparecchiatura (F14). Inoltre, anche il sistema di funzionamento era molto diverso.

Sul vecchio registratore, il controllo di volume era manuale. Infatti, dopo aver dato l'ordine di "fuoco", l'osservatore doveva regolare l'ampiezza delle oscillazioni in arrivo, che lui osservava su un piccolo schermo, ruotando con molta maestria, lentamente e progressivamente, una lunga manovella.

I nuovi amplificatori (F19), invece, disponevano di due controlli automatici di volume equilibrato, che permettevano di ottenere sismogrammi molto regolari. Il primo per i forti impulsi diretti dell'esplosione ("first break"), il secondo per quelli più deboli, riflessi dal sottosuolo.

Anche la registrazione dei sismogrammi avveniva in un modo mai visto prima. Il vecchio registratore disponeva di un sistema di registrazione complicatissimo che, spesso, dava enormi grattacapi all'osservatore. Una lampada proiettava la sua luce sul rotolo di carta, che scorreva nella piccola camera oscura. Tra la lampadina e la carta si trovavano 12 sottilissimi fili di rame, del diametro di pochi millesimi di mm, allineati uno accanto all'altro e tenuti tesi da un piccolo dispositivo a forma di arpa. Gli impulsi elettrici, provenienti dai geofoni, facevano oscillare questi fili che, intercettando la luce, creavano delle righe bianche sul sismogramma a sfondo nero. Quando a seguito di un impulso eccezionalmente forte qualcuno di questi fili si rompeva o si accavallava sugli altri, la riparazione diventava un problema serio. Nel nuovo registratore, invece, i segnali facevano ruotare alcuni specchietti che riflettevano un sottile pennello di luce sulla carta che scorreva. Un sistema che non ha mai procurato inconvenienti di sorta.

Il nuovo registratore, poi, era dotato di geofoni molto più leggeri dei precedenti. Infine, i cavi che servivano per il collegamento erano molto più lunghi e potevano essere riavvolti mediante il motore dell'automezzo e non più a mano. Grazie alla lunghezza di questi cavi, è stato possibile avviare il nuovo sistema di rilievo denominato "continuo", con le postazioni collegate una di seguito all'altra e non più distanziate e separate come si era fatto fino ad allora.

All'inizio del 1947, dopo un breve periodo di prove eseguite nelle vicinanze di Lodi, eravamo pronti a utilizzare il nuovo registratore, costituendo un secondo gruppo sismico, con a capo Maino e sede a Castelvetro Piacentino, sulle rive del Po, davanti a Cremona. In questo secondo gruppo, con il nuovo registratore, io ebbi l'incarico di osservatore. Fin dalle prime ricerche, svolte nell'area circostante la nuova sede, apparvero diverse strutture geologiche fra le quali quella di Cortemaggiore.

Il primo gruppo sismico, invece, era stato inviato a Piacenza con a capo Braga e osservatore Malpezzi. Nella sede di Lodi era rimasto Contini, diventato capo dell'appena ricostituito Servizio Geofisico. Nel frattempo, se ben ricordo, erano arrivati diversi ingegneri borsisti: Colledan, Ranucci, Quarta, Muratori, ecc.

Dopo tanto pensare, i lavori incominciavano a procedere abbastanza regolarmente. Perforatrici, registratori e autobotti erano stati montati su autocarri GMC a più ruote motrici, abbandonati dall'esercito americano. Con questi mezzi, risultava molto più agevole percorrere la campagna.

Un bel giorno del mese di settembre del 1947, Contini mi chiamò inaspettatamente a Lodi per farmi subito ripartire per Roma dove, nel frattempo, si era di nuovo trasferita la Direzione. Dovevo consegnare un plico contenente i dati relativi all'interpretazione della struttura di Cortemaggiore e una lettera dove si diceva che il latore, avendo eseguiti i lavori di campagna, conosceva perfettamente la zona. Passai un'intera settimana nell'ufficio dell'ingegner Gavotti, che volle rivedere e rifare alcuni disegni prima di procedere all'ubicazione del famoso pozzo di Cortemaggiore, che tanto scalpore avrebbe suscitato.

Nel frattempo, anche la Western, con a capo Boccalery, aveva iniziato i rilievi di campagna. Fra l'altro, disponeva di un registratore ancora più perfezionato del nostro ultimo arrivato, dotato di uno speciale dispositivo elettrico, chiamato "Duplex", che permetteva di ottenere sullo stesso sismogramma due differenti registrazioni, ciascuna con un filtro diverso.

Il nuovo dispositivo stava molto a cuore a Contini. Un bel giorno, mi mandò a visitare il gruppo Western, che aveva sede operativa a Reggio Emilia, con la scusa di vedere i sismogrammi in "Duplex". In realtà, dovevo dare un'occhiata agli schemi del loro strumento, per vedere se anche noi potevamo riprodurre questo Duplex. Di ritorno a Castelvetro, già avevo in mente come rifarlo e, con la collaborazione di Zanchetta, dopo pochi giorni anche noi avevamo il Duplex sul registratore.

La situazione nel nostro paese, intanto, gradualmente andava normalizzandosi e il periodo di emergenza postbellica piano piano veniva superato. Si concludeva anche la fase pionieristica dei Gruppi Sismici. Tante altre avventure e innumerevoli successi sarebbero arrivati. Ma tutto questo è un'altra storia.

¹ Si vedano, ad esempio, M. Amico, *Petrolio e gas naturale*, Milano, Hoepli, 1953; ENI, *Enciclopedia del petrolio*, Roma, Colombo, 1962-1971.

² T. Rocco e D. Jaboli, *Notizie sulle ricerche svolte dall'AGIP e dall'AGIP mineraria nella Pianura Padana*, in Accademia Nazionale dei Lincei, *Convegno sui giacimenti gassiferi dell'Europa Occidentale*, Roma, Accademia dei Lincei, 1959, vol. II, p. 50.

³ Come la teoria secondo cui, anche in Italia, i giacimenti di idrocarburi si sarebbero dovuti mettere in relazione con la presenza di argille scagliose.

⁴ Archivio Storico AGIP (di seguito ASA), scatola (sc.) 6, documento (doc.) 506.

⁵ L'importanza di questi ritrovamenti è ricordato in questo volume nel saggio di Piero Orzalesi.

⁶ Cfr. M. Pizzigallo, *L'AGIP degli anni ruggenti (1926-1932)*, Milano, Giuffrè, 1984, in particolare capitoli secondo e sesto.

⁷ Circa 90 milioni di lire ripartiti su cinque esercizi, cfr. Pizzigallo, *L'AGIP degli anni ruggenti...*, cit., p. 115 e seg.

⁸ Il comitato era composto dai professori Emanuele Soler (presidente del Comitato nazionale per la geodesia e la geofisica e della Commissione per la prospezione del sottosuolo), Alfredo Pochettino (dell'Istituto di fisica sperimentale dell'Università di Torino), Francesco Vercelli (direttore dell'Istituto geofisico del Regio comitato talassografico di Trieste), Paolo Dore (professore di topografia presso l'Istituto di ingegneria dell'Università di Bologna), Giorgio Dal Piaz (direttore dell'Istituto di geologia dell'Università di Padova), Michele Gortani (direttore dell'Istituto di geologia dell'Università di Bologna) e Carlo Mazzetti (direttore dell'Istituto di chimica applicata del Regio istituto superiore di ingegneria di Roma). Cfr. ASA, sc. 20, doc. 1905; sc. 30, doc. 2659.

⁹ T. Rocco e D. Jaboli, *Notizie sulle ricerche...*, cit., p. 53-54.

¹⁰ T. Rocco, *Giacimenti gassiferi padani*, in Accademia Nazionale dei Lincei, *Convegno sui giacimenti gassiferi dell'Europa Occidentale*, cit., vol. II, p. 30.

¹¹ T. Rocco e D. Jaboli, *Notizie sulle ricerche...*, cit., p. 54.

¹² ASA sc. 6, 506, p. 5.

¹³ ASA sc. 5, doc. 387; sc. 7, doc. 589; sc. 7, doc. 584.

¹⁴ *Ibidem*.

¹⁵ Le informazioni su Rocco provengono da una sua sintetica "biografia professionale" contenuta in ENI Archivio Storico di Gruppo, ENI, Segreteria Mattei, AGIP Mineraria – Comitato esecutivo, busta 29, fascicolo 10. Su Rocco si veda anche F. Guidi, *Un pioniere dalle intuizioni vincenti*, in "Notiziario Interno AGIP", n.129, settembre 1998, p. 30 e seg.

¹⁶ Non mi è stato ancora possibile ritrovare documentazione relativa a questo episodio. La ricostruzione di base su F. Guidi, *La posta di Flashback*, in "Notiziario Interno AGIP", n.133, novembre 1999, p. 38-39; F. di Cesare e F. Guidi, *A Story of Two Men and the Beginning of the Italian Oil Industry*, in "First Break", volume 21, febbraio 2003, p. 63-68.

¹⁷ *Infra*, p. 14.

¹⁸ Sul funzionamento di questo Ente, si veda il saggio di Daniele Pozzi in questo volume.

¹⁹ L'AGIP ricevette dal Ministero del tesoro circa 90 milioni per tutto il proprio programma di ricerche 1933-1938, cfr. RDL. 21 luglio 1933, n. 1017.

²⁰ *Infra*, p. 17.

²¹ *Infra*, p. 19.

²² *Infra*, p. 18.

²³ *Ibidem*.

²⁴ *Infra*, p. 40.

²⁵ *Infra*, p. 39.

²⁶ *Relazione sulla visita a Berlino del Prof. Francesco Vercelli e dell'Ing. T.Rocco*, p. 54, numerazione originale.

²⁷ ASA, sc. 7, doc. 603.

²⁸ ASA sc 24, doc. 2209

²⁹ T.Rocco e D.Jaboli, *Notizie sulle ricerche...*, cit., p. 55.

³⁰ T.Rocco, *Giacimenti gassiferi...*, cit., p. 31.

³¹ ASA, sc. 24, doc. 2200.

³² ASA, sc. 320, doc. 28723 e 28735.

³³ Rocco fu impiegato, fino all'ottobre 1946, presso il Comitato italiano Petroli; fu poi assunto come capo dell'esplorazione geofisica dalla Società Petrolifera Italiana, del gruppo Standard Oil of New Jersey, da questa passò, nell'aprile 1950 alle dipendenze della Western, che proprio in quel periodo aveva ripreso la sua collaborazione con l'AGIP. Zanmatti, nel frattempo diventato uno dei più stretti collaboratori di Mattei, segnalò sempre la necessità di un ritorno del geofisico alle dipendenze dirette dell'azienda di stato. Cfr. Centro Documentazione e Informazione (CEDI), *Archivio storico. Verbali Comitato Tecnico Ricerche e Produzioni 1948-1949*, S.Donato, Centro Stampa AGIP, 1991, p. 87, 184 e 304.

³⁴ La lista del prezioso contenuto delle 11 casse "decentralizzate" a Varese si trova in ASA sc. 204, doc. 16631.

³⁵ Assunse la carica di vicepresidente, in un rinnovato Consiglio presieduto da Marcello Boldrini, cfr. M.Colitti, *Energia e sviluppo in Italia. La vicenda di Enrico Mattei*, Bari, De Donato, 1979, p. 108.

³⁶ *Il sottosuolo padano è una cassaforte aperta*, in "Corriere della Sera", 10 novembre 1949.

³⁷ È interessante notare come osservazioni sostanzialmente analoghe vengano dalle relazioni di altri viaggi di tecnici e imprenditori italiani negli USA, cfr. D.Bigazzi, *Strutture della produzione: il Lingotto, l'America, l'Europa*, in *id. La grande fabbrica*, Milano, Feltrinelli, 2000, p. 48; N.Crepax, *Adriano Olivetti: L'America in Italia durante il fascismo*, in "Annali di storia dell'impresa", n. 12, 2001, p. 255 e seg.

³⁸ *Infra*, p. 40.

³⁹ Il documento è conservato in ASA, sc. 123, doc. 8596. Nella trascrizione si è cercato di conservare le correzioni e le annotazioni manoscritte dell'originale. Ringrazio il dottor Roberto Carella e l'ingegner Francesco Guidi per avermi segnalato l'importanza di questo documento (e del successivo) e avermi messo a disposizione la copia conservata dall'Associazioni Pionieri e Veterani ENI.

⁴⁰ L'originale è conservato ASA, sc. 553, doc. 47781. Sono stati qui omissi i riferimenti a illustrazioni non riprodotte e alcune parti di carattere squisitamente tecnico. Tutte le note sono del curatore.

⁴¹ Il geofisico americano viene poi indicato come Barton nel resto della relazione.

⁴² Il piroscopo con il quale i due tecnici avrebbero fatto ritorno in Italia.

⁴³ Mi è stato impossibile individuare a che tipo di macchinario ci si riferisca con questo termine.

⁴⁴ Si tratta di un tipo di scalpello.

⁴⁵ Pubblicato come V.Asso, *Quando bisognava arrangiarsi*, in "Notiziario Interno AGIP", n. 127 e 128, marzo e maggio 1998. Le note sono del curatore.

⁴⁶ La Fondazione Lerici era un istituto di geofisica applicata facente capo al Politecnico di Milano.

⁴⁷ Il quale aveva sostituito Tiziano Rocco alla guida della sezione sismica.

⁴⁸ Oliviero Olivero dirigeva il cantiere di Caviaga

⁴⁹ Una delle principali società di servizi all'industria petrolifera