

Vinelli . . 8694
Rocca 47781

RELAZIONE DELLA MISSIONE VERCELLI - ROCCA SULLE ESPLORAZIONI
PETROLIFERE CON METODI GEOPISICI NEGLI S. U.

I N D I C E

<u>PARTI I*</u> : Generalità	Pag.
1- Scopo della Missione	1 - 3
2- Diario delle visite	3 - 5
3- Concetti generali del metodo a riflessione	5 - 9
4- Organizzazione delle singole squadre	9 - 10
5- Equipaggiamento strumentale	10 - 14
6- Interpretazione dei dati metodi di lavoro e esecuzione delle operazioni di rilievo	14 - 22
<u>PARTI II*</u> : Relazione sulle visite alle Compagnie e alle Sq.	
- Tulsa	
7- Western Geophysical Co.	23 - 29
8- Seismograph Service Co.	29 - 38
- Dallas	
9- Geophysical Service Ing.	38 - 40
- Houston	
10- Visita ad una Squadra della G.S.I.	40 - 41
11- Visita ad una Squadra della S.S.C.	41 - 43
12- Independent Exploration Co.	43 - 45
13- Torsion balance exploration Co.	45 - 47
14- Reparto geofisico della Hamble Oil Co.	47 - 50
- Los Angeles e Bakersfield	
15- Campi petroliferi californiani	50 - 57
16- Visite agli Uffici ed alle Sq. della W.C.C.	57 - 60
17- Costo delle Sq. - Spese per ricerche	60 - 65
- S. Francisco	
18- Visita alla Standard Oil of. Cal.	65 - 67
- Conclusioni	67 - 72

RELAZIONE DELLA MISSIONE VERCELLI - BOCCO SULLE ESPLORAZIONI
PETROLIFERE CON METODI GEOFISICI NEGLI S. U.

P A R T E I *

GENERALITA'

1° - Scopo della Missione.

Dalle pubblicazioni di fonte americana risultava che impor-
tanti 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 ri-
flessioni delle onde generate con esplosioni. Pareva che i risultati
ottenuti fossero tali da assicurare al metodo sismico per riflessione
un'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 veder crescere ogni
giorno l'estensione delle aree produttrici di petrolio e moltiplicati
in profondità gli orizzonti di possibile sfruttamento.

Le notizie pubblicate, per evidenti ragioni, erano reticen-
ti sulle caratteristiche degli strumenti impiegati.

Le numerose compagnie sorte per compiere le ricerche desi-
derate dalle grandi società petrolifere operano ognuna con propri ap-
parecchi, protetti da brevetti, e cercano di tener segreto quel tanto
di speciale che distingue la loro attrezzatura strumentale dai dispo-
sitivi 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 dell'America Meridionale, della Europa, dell'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 colle squadre operanti e la personale visione dei procedimenti di lavoro, di interpretazione si prospettava no come elementi preziosi per giudicare i lavori che stiamo facendo in Italia e orientare le future ricerche sulla base dei mezzi più perfezionati oggi esistenti.

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

I successi vantati dalle squadre d'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 tutti questi interrogativi fu data risposta affermativa. Non solo, ma abbiamo constatato che le grandi società petrolifere hanno costituito, e stanno preparando, propri reparti di prospezione geofisica, attrezzati con laboratori, officine e uffici, perchè 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 prelievamento delle divise presso il Credito Italiano, si recò a Washington.

L'Ambasciata assicurò di aver dato istruzioni alle autorità consolari perchè prestino ogni possibile assistenza.

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

Nel viaggio da Washington allo Stato di Oklahoma si fece un giorno di sosta a S. Louis, per vedere l'osservatorio sismico della

S. Louis University diretto dal Prof. J.B. Macelwane, personalmente conosciuto dal Prof. Vercelli.

L'Accoglienza fu cordialissima e si potè 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. Macelwane 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 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 colle Società Geofisiche. La relazione sui sopralluoghi compiuti e sulle constatazioni fatte è svolta ampiamente nel seguito.

Il 23 il lavoro fu proseguito da base a Dallas, (Texas), il 28 con base a Houston (Texas) ove si ebbe occasione di parlare a lungo anche con il Dr. Schulscher, capo di una compagnia geofisica, e con il Dr. Boston, 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 ricogn

ca 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 si fecero visite alle osservatorio sismico di Pasadena e alla Scripps Institution di La Jolla.

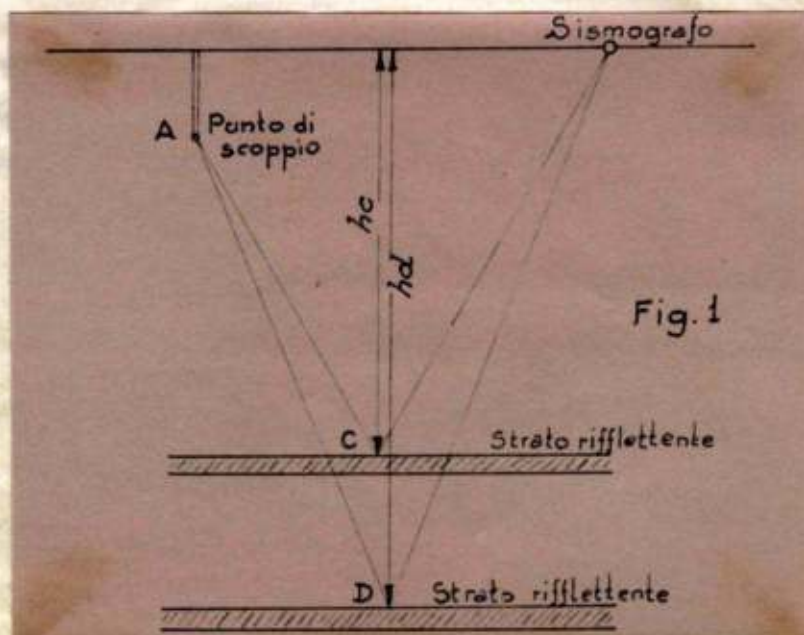
Il 16 gennaio eravamo a S. Francisco ove ancora avemmo interessanti conversazioni nell'Ufficio geofisici della Standard Oil Co. di California. La missione poteva qui considerarsi finita. Uno spostamento improvviso della data di partenza del Conte di Savoia dal 28 gennaio a 4 febbraio ci consentì di indugiare 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 N.Y. della Texas Co.

1° - 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 avute con i 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

società.



Il concetto del metodo a riflessione è semplice e ben noto. Uno strumento (sismografo, geofono) posto in B registra le onde emesse coll'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 le velocità (medie) di propagazione, sulla base dei tempi di arrivo delle onde riflesse si deducono le 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. 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 equidistanziati 1, 2, 3, 4, .. le cog

renti, generate nei sismografi in seguito all'impulso sismico convenientemente amplificate, vanno dai sismografi all'oscillografo. Un filo telefonico è teso fra la stazione degli strumenti e il punto di scoppio, per la trasmissione degli ordini e per registrare l'istante di scoppio.

Nella seguente figura è rappresentata schematicamente la disposizione degli strumenti e la propagazione delle onde sismiche:

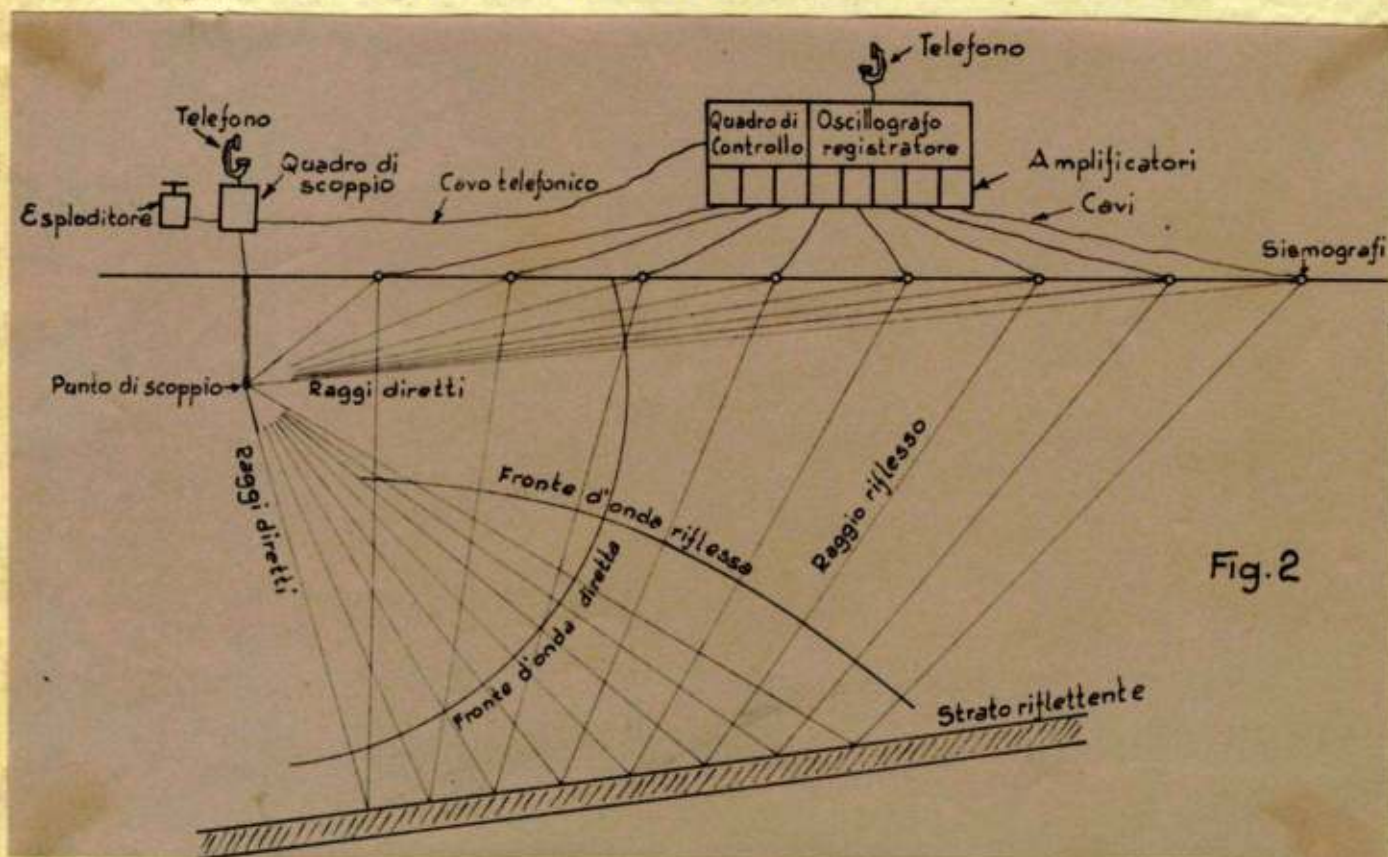
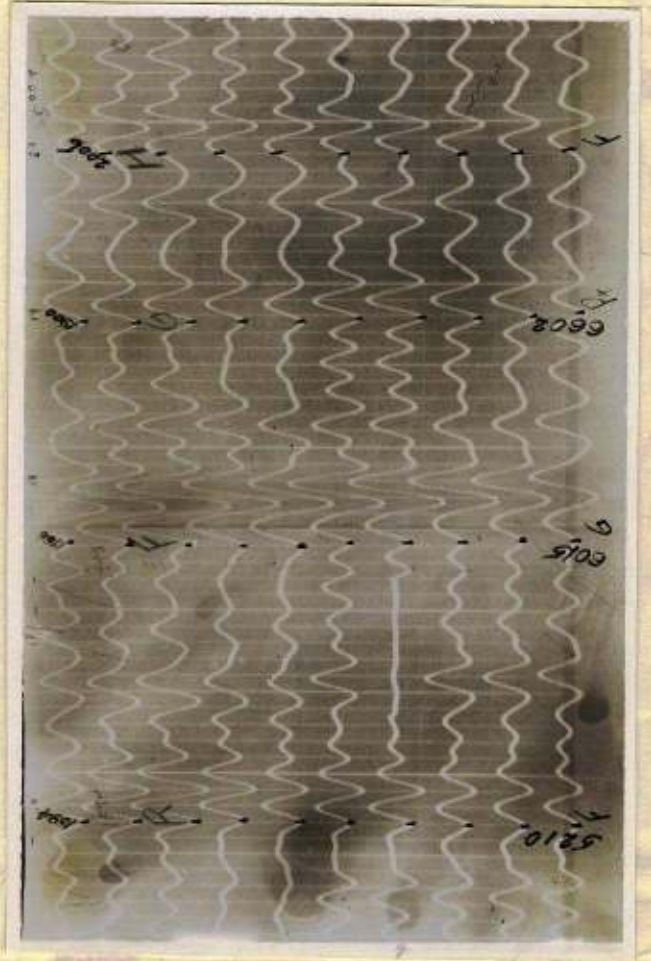
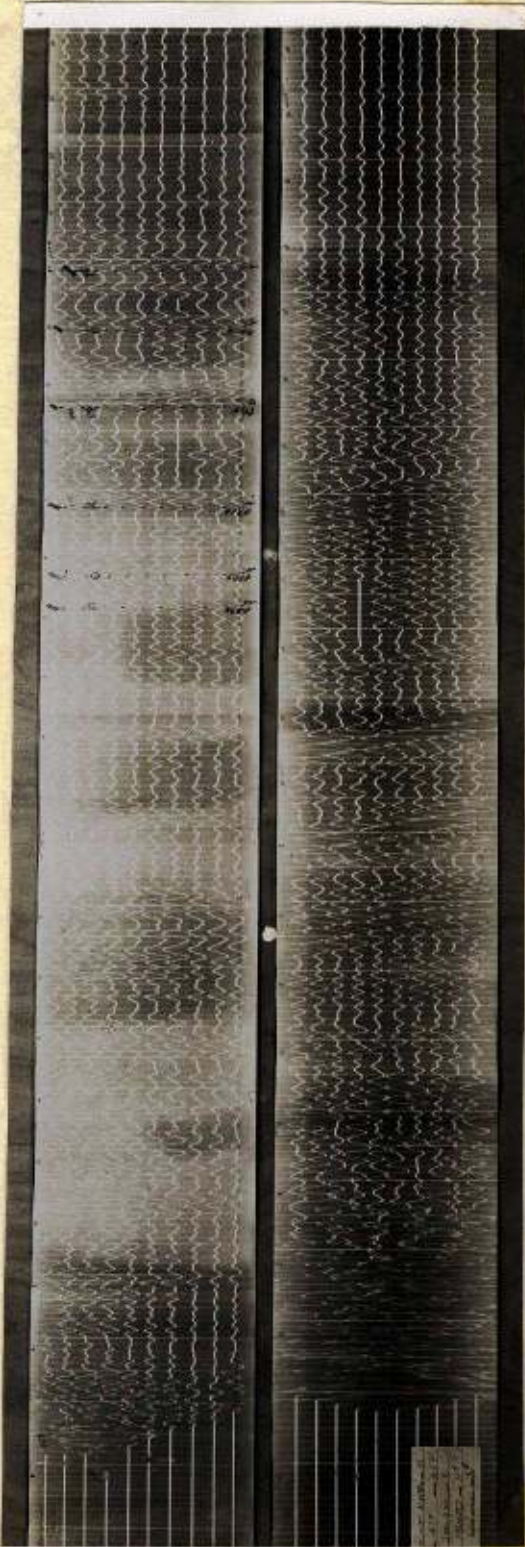


Fig. 2

In realtà la velocità nel terreno soprastante allo strato riflettente non è uniforme, ma cresce con la profondità. I raggi sismici non sono quindi rettilinei e conseguentemente deformati, rispetto alla rappresentazione della figura 2 sono anche i fronti di onda.

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

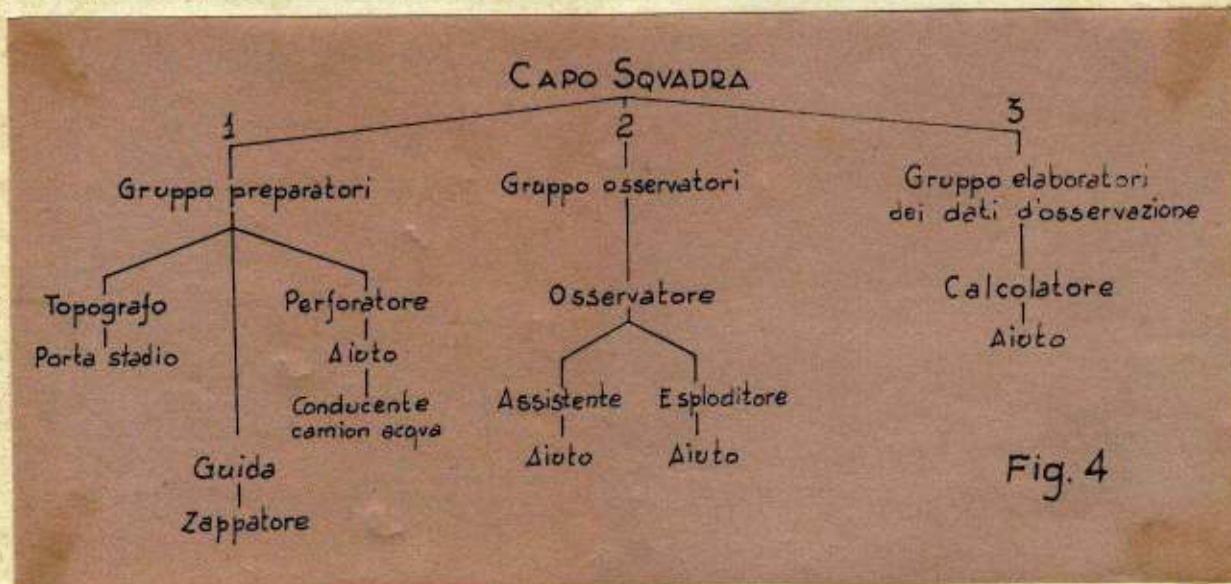
9/19



I diagrammi allegati offrono idea dell'aspetto con cui si presentano le successive onde dirette e riflesse, sui singoli sismogrammi. I tempi di arrivo sono letti al millesimo di secondo, con riferimento alle graduazioni in centesimali 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, coordinati dal capo, per compiere le seguenti operazioni :

1) Esame delle condizioni del terreno, richiesta dei permessi di lavoro dai proprietari, giudizio sulla possibilità locale di svolgere il programma di ricerche combinato fra il capo squadra e i geologi, proposte di eventuali modificazioni.

2) Rilievo topografico, segnalazione sul terreno dei punti di scoppio e di postazione degli strumenti.

Questa parte del lavoro può essere fatta dagli stessi uomini del gruppo 2).

3) Perforazione dei pozzi di scoppio.

4) Esecuzione degli scoppi, e delle registrazioni, sviluppo delle carte fotografiche, prime esame dei diagrammi ed eventuali ripetizioni, o modificazioni, perchè 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 motorizzata, un rapidissimo lavoro, condizione non disgiunta dall'accuratezza con cui l'esplorazione è resa possibile.

5°-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 per estrarre i tubi nel caso in cui i pozzi debbano essere tubati. 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 dal 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 ghiaiosi 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 riempire 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 radio trasmissione.

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 aggancio a cavi multipolari.

I sismografi e i cavi di collegamento, sono portati sull'autocarro degli strumenti e vengono disposti sul terreno in fossatte 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 ed 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 nei 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 proprii delle onde riflesse: generalmente da 10 a 60 vibrazioni per secondo.

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

Il presentarsi di onde riflesse è reso così molto chiaro (V. fig. 3); su tutti i sismogrammi le onde riflesse compaiono a gruppi aventi identici caratteri, sfasati fra loro in relazione colla posizione dei sismografi, colla profondità e colla inclinazione degli strati riflettenti.

Nessuna notizia fu potuta scapire 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 costruzioni 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 a 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 sui grafici mediante linee distanziate $1/100$ di secondo. Le linee dei decimi sono più grosse. Ogni linea rap-

presenta 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 e 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'annarimento 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 pesi trasportati sono ridotti al minimo possibile. Gli americani dicono che economizzare sul numero dei veicoli è falsa economia, perchè 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 calculatore 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).

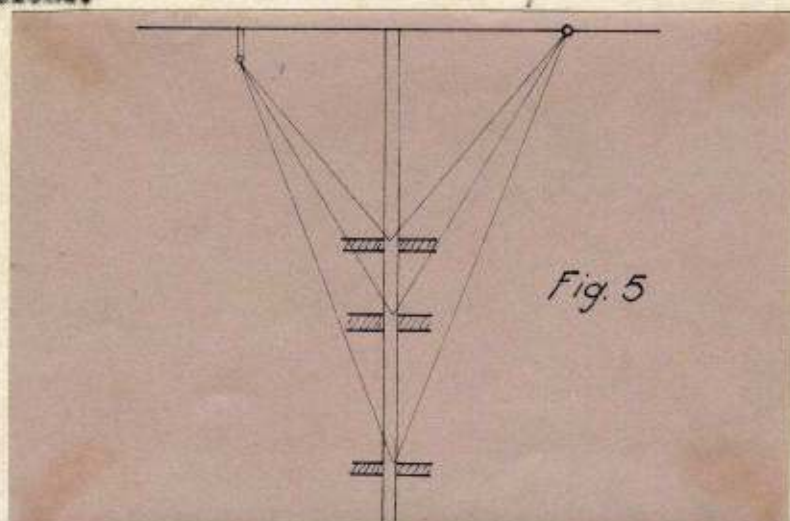
Il sistema di lavoro nel metodo a riflessione varia in dipendenza del particolare problema che si tratta di risolvere, le disposizioni più frequentemente usate sono però le seguenti :

- 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 e 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 riflettenti. Molto frequen

tenente è possibile ottenere la velocità delle onde poichè nelle zone 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 delle velocità in dipendenza delle profondità: si tiene conto nella determinazione della velocità dell'effetto dovuto alla rifrazione dei raggi sismici ed lo strato su perficiale alterato.

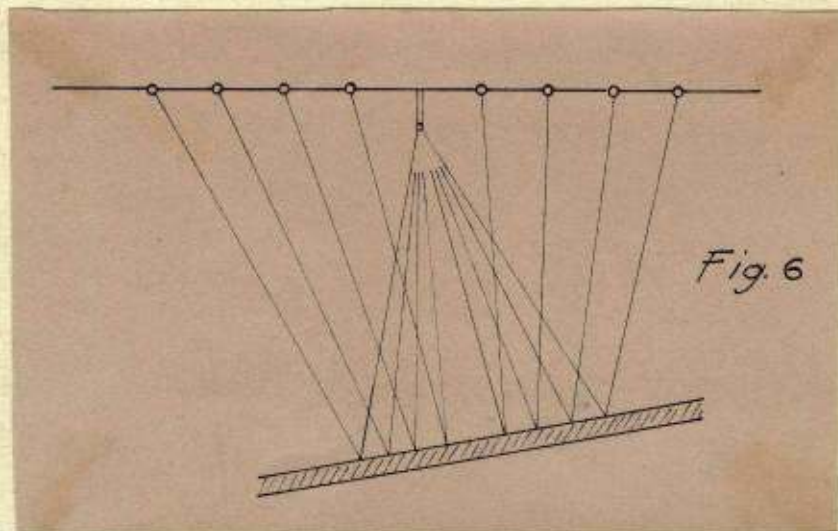
Se il pozzo ha incontrato strati che danno buone riflessio
ni si può allora determinare la detta curva velocità-profondità mante
nendo in superficie sia il sismografo che le scoppie: la Fig. 5 non
abbisogna di spiegazioni.



Ove non esistano pozzi nella zona che si sta rilevando le ve
locità vengono ottenute con qualche coppia 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 vie
ne posta nella determinazione della forma delle strutture piuttosto
che nella precisione della loro profondità.

Rip method. È stato constatato sperimentalmente che spesso si ottengono buone riflessioni da strati che presentano rispetto ai soprastanti differenze litologiche così impercettibili da essere difficilmente riconosciute macroscopicamente. Tali strati, nella maggioranza dei casi, non sono continui oppure non con continuità danno riflessioni rilevabili. Il loro rilievo lungo una sezione, è sufficiente però per dare una chiara visione dell'andamento medio delle strutture sepolte.

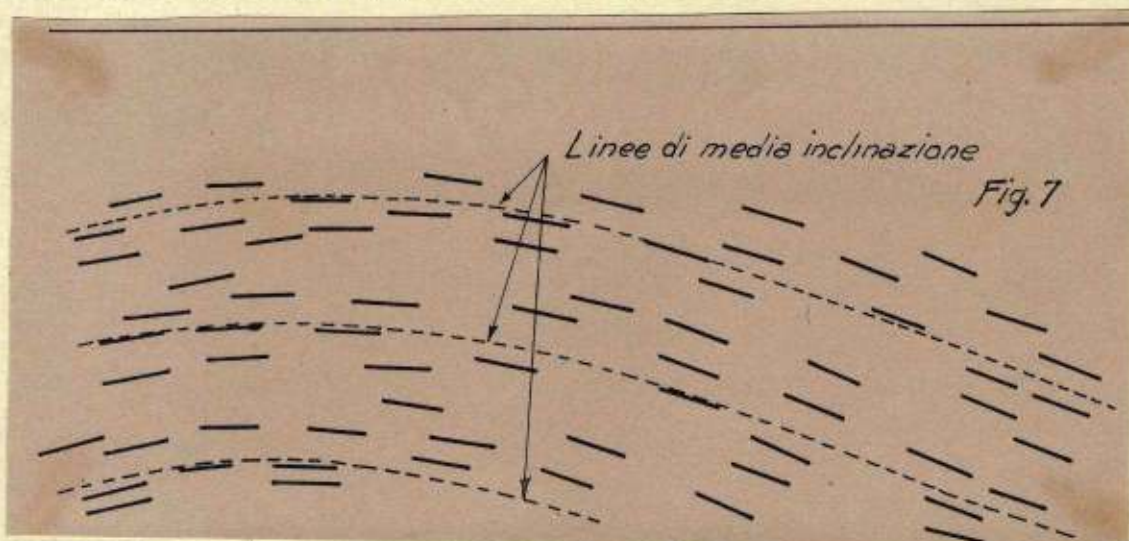
In questo metodo i sismografi vengono posti come in figura 6 con il punto di scoppio centrale:



Tale disposizione è stata consigliata dalla pratica: contrariamente ad ogni previsione teorica si è infatti constatato che le migliori riflessioni si ottengono quando i sismografi sono posti in prossimità del punto di scoppio invece che a distanze corrispondenti all'angolo limite della riflessione totale, per il quale l'energia riflessa dovrebbe risultare massima.

Con riferimento alle Fig. 6 risulta che nota la velocità (corretta come si è sopra detto) con cui si propagano le onde sismiche, nota la posizione dei sismografi rispetto al punto di scoppio, e letti sui sismogrammi i tempi d'arrivo degli impeti relativi alle riflessioni si ottiene facilmente ed in modo univo la profondità e la posizione del punto riflettente di ogni singolo raggio sismico.

Su una sezione corrispondente ai profili ora detti vengono riportate le tracce degli strati riflettenti vedi Fig. 7



Basandosi sulla pendenza di tali tracce si segnano delle linee di pendenza media e con riferimento a più sezioni incrociate è possibile ottenere in planimetria la forma delle strutture intersecate da piani orizzontali per varie profondità.

Correlation method: Quando una formazione da riflessioni spiccatamente evidenti è possibile rilevarne la posizione e seguirne la continuità senza che sia necessario porre gli scoppi molto vicini fra

loro ed i sismografi prossimi al punto di scoppio.

I sismografi vengono disposti come in Fig. 8:

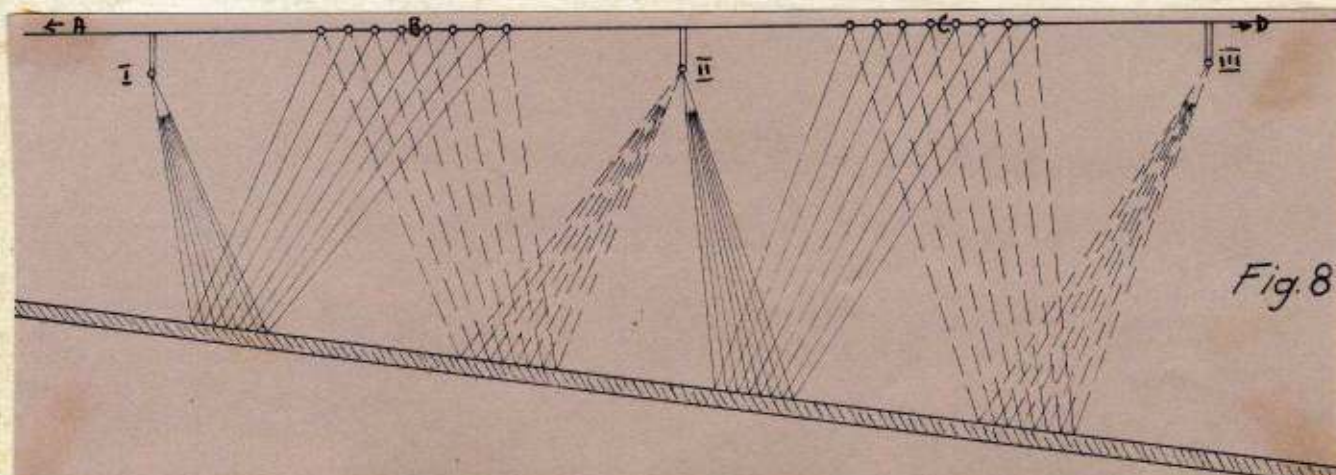


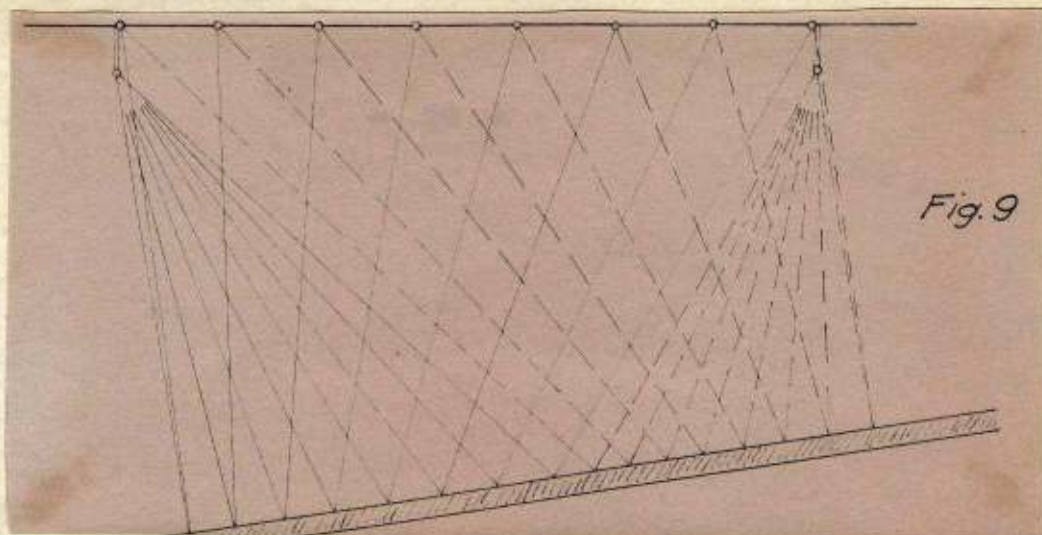
Fig. 8

con lo scoppio I vengono ^{posti} i sismografi prima in A e poi in B, con lo scoppio II vengono posti i sismografi prima in B e poi in C, con lo scoppio III prima in C e poi in D ecc. Le distanze dei sismografi fra loro è di circa 50-100 m., mentre fra il punto di scoppio ed il sismografo più prossimo intercorrono 300-600 m.

Se gli strati riflettenti non sono continui ed anche se non sono ben differenziati elasticamente dai soprastanti questo metodo non permette evidentemente di ottenere risultati sicuri.

Continual method: Questo metodo è usato quando si vuole ottenere il massimo dettaglio del rilievo e quando interessa seguire possibilmente la continuità degli strati riflettenti anche se le riflessioni che si ottengono non sono di particolare evidenza per un dato strato.

La disposizione dei sismografi è identica come per il "Correlation method" (Fig. 9)



solo che qui la distanza fra il punto di scoppio ed il sismografo ad esso più prossimo è uguale alla distanza dei sismografi fra loro.

Qualunque sia il metodo il numero dei sismografi usati varia da 8 a 20: esso potrà parere esuberante; ma è opportuno per avere maggiori testimonianze sulla realtà delle cifre che servono per il calcolo.

Le differenze nei tempi di arrivo di onde riflesse fra i vari sismografi sono dell'ordine di millesimi di secondo. Più che ai valori singoli conviene quindi dare peso alle medie ottenute da parecchi sismogrammi.

Ogni regione presenta condizioni che consigliano l'adozione di una od altra disposizione di strumenti e di metodi. In America hanno esperienze vaste per alcune grandi regioni come la Costa del Golfo, il Texas orientale, l'Oklahoma, la Valle di S. Joaquin in California. In esse già conoscono tanti elementi strutturali e fisici che possono procedere a nuove esplorazioni seguendo di colpo i procedimenti meglio adatti. In regioni nuove occorre procedere per tentativi, allo scopo di saggiare come debbano essere scelti gli elementi strumentali (amplificazione, filtro) e operatori (profondità di scoppio, postazioni strumentali).

Una volta trovate le condizioni migliori, esse non vengono più mutate senza palese necessità.

La distanza fra un punto di scoppio e l'altro, la disposizione e la distanza fra loro degli allineamenti, lungo i quali vengono ubicati tali punti di scoppio, dipende evidentemente dal dettaglio che si vuol conseguire col rilievo, dalla chiarezza o meno delle riflessioni sui sismogrammi e dalla forma e complessità delle strutture.

In certe aree (Costa del Golfo), massima importanza hanno i dati di obliquità degli strati, perchè gli strati sono discontinui e difficile è la correlazione per distanze maggiori di 1 miglio.

In esse le riflessioni sono chiare solo sui fianchi, non sul vertice dei duoni, perchè su questo assai spesso gli strati sono contorti e rotti.

Nell'est del Texas il metodo di correlazione riesce bene e il lavoro di ricognizione è limitato alle aree percorse da strade.

Il lavoro di dettaglio è svolto nelle aree ove si presentano favorevoli strutture.

Nell'Oklahoma si hanno le più favorevoli condizioni per il metodo sismico. Gli strati sono continui, le riflessioni ottime, la rete stradale è fitta e disposta con reticolato a quadrati; tanto il correlation come il dip. method riescono egregiamente.

Nell'area del più esteso campo del mondo, East Texas Field, invece il metodo sismico non è applicabile, perchè lo strato produttivo è costituito da uno strato sabbioso, disposto a cuneo, fra strati monoclinali, e manca la possibilità di utili riflessioni.

In ogni caso, tanto per impostare un piano di ricerca, quanto per interpretare i dati, è necessaria una buona esperienza e un certo grado di abilità. Tutti gli elementi informativi vanno tenuti in

conto; su tali elementi, e su essi soli, devono essere impostate le interpretazioni. E' grave errore quindi limitare la potenzialità delle squadre, perchè ne derivano dati incompleti; ed è pure errore, per un calcolo ^{latore.} accettare interpretazioni subcoscienti; egli deve saggiare tutte le possibili ipotesi e fra esse scegliere quella in accordo ai dati osservati.

Per favorire la collaborazione fra i reparti geofisici e geologici, il capo squadra o il scalcolatore, hanno cognizioni geologiche sufficienti; le altre persone hanno cognizioni fisiche, matematiche e tecniche estese quanto basta per assicurare un proficuo lavoro di assieme.

La relazione, che involge anche le condizioni geologiche, deve contenere solo quanto è ragionevolmente ritenuto sicuro e corretto.

P A R T E II*

RELAZIONE SULLE VISITE ALLE COMPAGNIE E ALLE
SQUADRE

- TULSA -

7° - Western Geophysical Co.

Siamo ricevuti dal Presidente Mr. N. 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 in 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 incertezze nelle interpretazioni.

Il laboratorio-officina è di costruzione recentissima e molto elegante. Vi sono impiegate una trentina di persone, che compio

no 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 perforazioni, che poi osserveremo meglio in azione presso le squadre in 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 ed agli amplificatori.

Un tavolo oscillante, che ricorda quelli usati nelle Stazio-

ni sismiche, può essere eccitato in 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 i 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 metode stroboscopico.

I sismografi costruiti dal laboratorio sono di tipo elettromagnetico, di forma simile a quella riportata in Fig. 10 e non contengono nessun 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 dai campi elettromagnetici esterni.

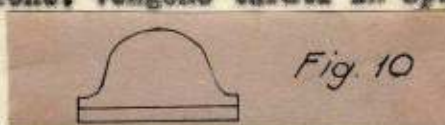


Fig. 10

Gli amplificatori sono a tre stadi ed in essi si possono selezionare le onde secondo tre 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 che ci sono presentati sono altrettanto bene 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 un corpo unico: i 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 perchè evita possibile influenze di un filo galvanometrico sull'altro. A' però il vantaggio che tutto il telaio dei 12 fili, ridotto in larghezza a pochi millimetri, è illuminato con 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 solo a scopo sperimentale, operante a 10 Km. da Tulsa.

Assistiamo alle operazioni, che sono condotte coi procedimenti e colla spettacolosa rapidità di cui si è parlato nel N° 4. Vediamo, di volta in volta, i diagrammi ottenuti, 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 a 150 Km. da Tulsa e Mr. Salvatori ci consiglia 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 stramenti di propria costruzione.

Mr. Salvatori non crede sia facile ottenere buoni risultati con questo metodo, ma lo ha usato per desiderio dei capi della Standard, perchè v'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 colla 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 superanti 2.000 mt., anche con forti cariche di esplosive (1.000 Kg.) non si ebbero però risultati soddisfacenti. Il metodo a riflessioni, 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 (perforazioni) dimostrano che le interpretazioni ottenute con riflessioni sono pienamente corrette.

Una delle anticlinali scoperte presso Houston, col metodo a riflessione, fu controllata con estrema precisione, perchè 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 reaper 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 aver però precisato le strutture con rilievi sismici. Si dice disposto a trattare con l' A.G.I.P. 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 delle forme delle strutture.

Per quanto la produzione americana sia esuberante e l'estrazione dell'olio sia limitata a piccole percentuali della potenziali-

tà, allo scopo di tenere alti i prezzi, tuttavia vi è una corsa affannosa per l'accaparramento dei campi produttivi utili nel futuro. Per tale ragione le squadre sismiche sono tutte in lavoro per conto delle grandi compagnie oleifere.

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

8° - Seismograph Service Corporation.

Presentati da Mr. Salvatori, siamo ricevuti affabilmente dal Presidente Dr. G. Westby (un geologo), che a sua volta ci presenta i collaboratori di W. Green, Vice Presidente, Mr. S. Scherbatskoy, Mr. J. Neufeld ecc.

Da un primo colloquio col Dr. Westby rileviamo l'impressione che egli ci parla con grande sincerità e obiettività. Egli ci dice che in Oklahoma, ove la stratificazione è semplice e continua, riesce a rilevare e precisare cupole secondarie aventi sul vertice elevazioni di soli 10 - 20 m., i pozzi tentati sui fianchi erano seghi; quelli fatti sulla cupola, la cui esatta posizione venne precisata col rilievo sismico, furono produttivi. Ci presenta lunghe serie di diagrammi ottenuti nelle più svariate condizioni geologiche. Esaminiamo alcuni grafici di Trinidad e del Venezuela. Sono molto nitidi, anche se rilevati in zone più complesse di quelle degli S.U. La S.S.C. è la società per ricerche sismiche che ha il maggior numero di squadre operanti all'estero (Trinidad, Columbia, Persia, Argentina, ecc) ed ha un'esperienza assai vasta.

Circa gli strumenti e i metodi di lavoro, essi sono ispirati ai concetti generali già descritti: l'amplificazione è regolata automaticamente; i sismografi sono usati di preferenza isolati, occasionalmente in serie, essendo difficile trovare una distanza idonea per avere buoni risultati.

Il laboratorio della S.S.C. non è ricco come quello della W.O. Co, ma attrezzato non pari estensione per la costruzione degli strumenti, per l'allestimento degli autocarri porta strumenti e delle perforatrici e per studi teorici in appoggio del lavoro di campagna.

Vediamo l'autocarro strumentale che, come per tutti quelli che vedremo in seguito, ha fissata la stazione centrale con gli amplificatori, il quadro centrale, l'oscillografo, il registratore, gli strumenti di controllo e le vasche per lo sviluppo rapido delle carte fotografiche. Inoltre trasporta 39 sismografi: 12 per uso singolo; altri 24 per eventuale accoppiamento in gruppi di tre; 3 di riserva.

Vi sono due tipi di perforatrici: 1) Il tipo grande è montato su un unico autocarro, la tavola rotary azionata direttamente dal motore dell'autocarro, mentre un secondo motore aziona la pompa di circolazione. L'acqua, gli attrezzi, i tubi sono portati dall'autobotte. 2) Il tipo piccolo è montato su due piccoli rimorchi; su uno v'è il motore e la testa di rotazione della sonda; sull'altro v'è la pompa di circolazione e il relativo motore. Il derrick, gli utensili, i tubi, ecc. sono distribuiti su i due rimorchi. La capra permette di manovrare aste di 30 piedi. Ogni peso della sonda pesa meno di 100 Kg. e può essere somaggiato. Se il camion non può giungere al posto di sondaggio, l'acqua va portata a spalla. Non è giudicato sempre possibile l'impiego di caterpillars. Per zone paludose

si usano barche, costruite pure dalla S.S.C.

I sismografi sono elettromagnetici, immersi in olio e hanno frequenze tarate. Abbiamo visto i pezzi di un pesante sismografo a bassa frequenza, destinato a ricerche per rifrazione nell'Iran.

Un particolare sismografo, con carcassa a silare, è destinato a registrazioni lungo i pozzi, per valutare le velocità degli strati lungo la verticale. Tale strumento ha un cavo particolare montato su camion speciale.

Gli amplificatori possono funzionare usando quattro diverse gamme di frequenza. I filtri sono però tenuti dal Capo Squadra, in modo che l'operatore non possa variarli ad arbitrio. In ogni regione è bene usare sempre lo stesso filtro, che viene scelto sulla base di preliminari esperienze locali.

Il registratore è simile a quello visto presso la Western. Anche i galvanometri sono analoghi.

I diapason, dopo essere stati eccitati da un impulso iniziale, vibrano per 2^m, senza che occorra eccitazione elettromagnetica.

Ove non possa andare l'autocarro strumentale, l'equipaggiamento può essere disposto in casse leggere d'alluminio e trasportato a mano.

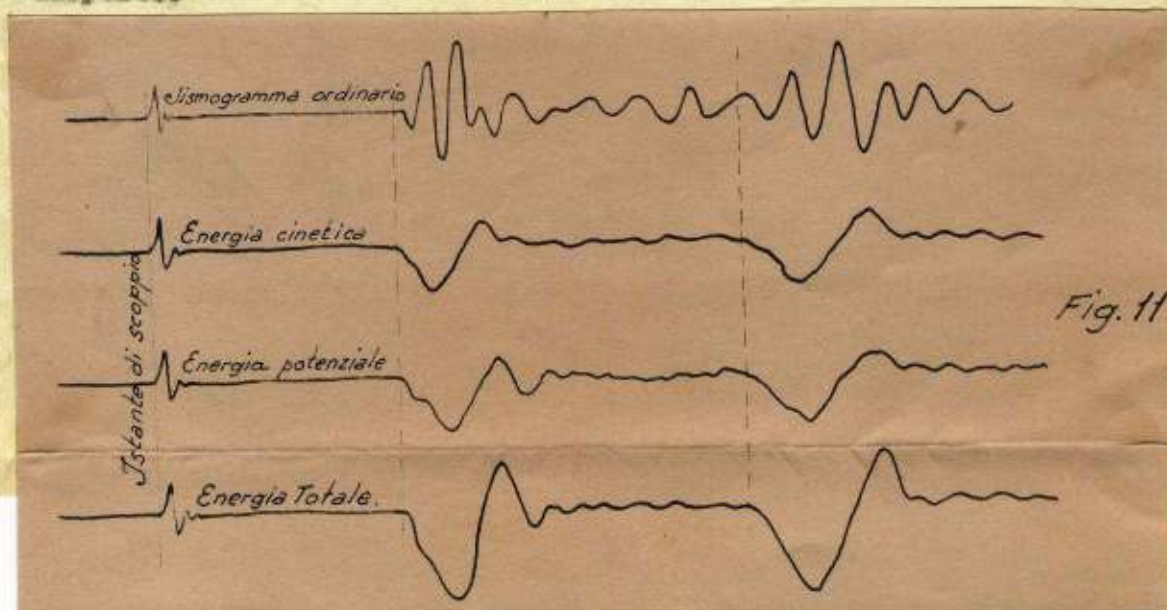
La S.S.C. ha costruito strumenti (50 gruppi) anche per altre compagnie.

Interessanti sono gli uffici e i laboratori annessi all'officina, a cui dedichiamo una successiva visita. Un ufficio, diretto da Mr. J. Neufeld, un matematico, tiene la documentazione di tutti i brevetti mondiali e della letteratura sulle ricerche geofisiche.

siche. Mr. S.A. Scherbatskoy attende alle ricerche di ordine fisico e matematico. Questi due studiosi sono il cervello direttivo della parte scientifica di tutto il lavoro della società. Essi ci fanno constatare l'importanza della regolazione automatica dell'amplificazione: anche ponendo cariche eccessive l'amplificazione è contenuta in limiti normali e dà ampiezze uniformi in tutto il diagramma. Con regolazione a mano può occorrere di dover ripetere gli scoppi per avere simile risultato.

Studi speciali furono compiuti sui microsismi, che aggiungono elementi perturbatori sui diagrammi. Al tramonto sono localmente frequenti microsismi con periodi di 30". Anche i brevi microsismi (sino a 2 - 3 sec.) sono ritenuti prodotti da effetti termici (non dinamici: cicloni, venti, onde marine). Si usarono sismografi con ingrandimento di oltre 1 milione per lo studio dei microsismi di alta frequenza.

Interessante è lo studio seguente : Le registrazioni di un ordinario sismografo amplificatore - filtro e registratore sono associate con le curve ottenute derivando sullo stesso sismografo adatti dispositivi che misurano l'energia cinetica, l'energia potenziale e l'energia totale. Si ottiene un quadro di quattro curve così disposte:



E' facile conoscere negli ordinari sismogrammi i singoli gruppi di onde riflesse. Facile è pure misurare i ritardi di una data fase d'onda (un massimo, per esempio) fra sismografi consecutivi; questa misura basta per calcolare l'obliquità degli strati. Ma difficile assai è riconoscere l'effettivo punto iniziale di un gruppo di onde riflesse (o dirette, o rifratte). E' reso molto più evidente tale riconoscimento sulle curve dell'energia. Mr. Scherbatskey spera di poter passare dagli strumenti di laboratorio a dispositivi utili per il lavoro di campagna.

Esiste in laboratorio un diapason campione, controllato da 3 anni, per il quale si ha garanzia dei battiti del tempo con errori minimi di 10^{-5} sec. Ogni squadra, in qualunque punto degli S.U., può controllare i propri diapason con quello campione dell'ufficio centrale, servendosi della rete telefonica. Formulando sulla rete un dato numero, il diapason entra automaticamente in azione per due minuti, vibrando con periodi di $1/50$ di sec. (frequenze superiori sono inadatte per reti telefoniche). La squadra ricevente inserisce la linea telefono in un filo del registratore ed ha così un'esatta taratura del tempo.

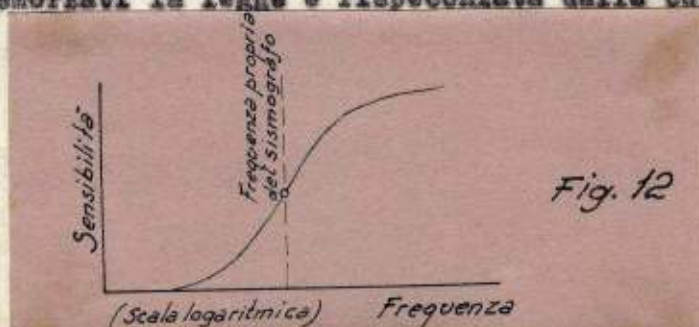
Identico impianto fu fatto in Argentina, per le squadre colà operanti. I controlli possono essere chiesti anche via radio. Ogni 15 giorni ogni squadra degli S.U. invia alla centrale un grafico di tale controllo del tempo e un film riportante la registrazione di tutti i sismografi posti in identiche condizioni. Le squadre all'estero fanno l'invio di tali controlli ogni due mesi.

Mr. Scherbatskey fece studi sulle ampiezze delle vibrazioni dei sismografi, giungendo a questi risultati:

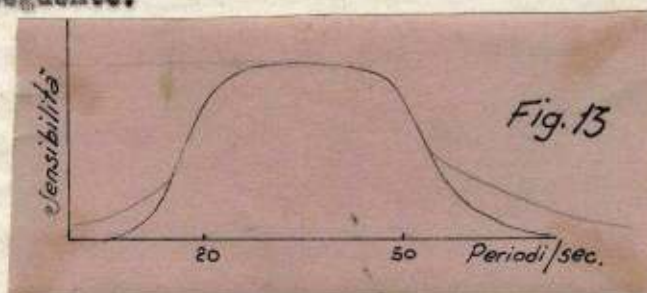
1.- Con sismografi non smorzati, l'ampiezza è massima per le fre-

quenze prossime alla frequenza propria del sismografo;

2. - per quelli smorzati la legge è rispecchiata dalla curva seguente:



Nel laboratorio sono tarati sismografi, amplificatori, filtri registratori, e vengono determinati i diagrammi di amplificazione di ogni complesso per 4 diverse frequenze. Ogni diagramma ha l'aspetto seguente:



L'amplificazione è massima e segue legge lineare entro un certo campo di frequenze; la banda filtrata viene scelta in tale campo. (1)

./.

(1) Studi analoghi avevamo osservato presso il laboratorio della W.C.Co; Mr. Salvatori ci aveva detto che la frequenza propria dei sismografi-amplificatori va studiata e controllata con cura, perchè ogni scarto dalla frequenza ottima procura distorsioni nei sismogrammi. Il diagramma che avevamo visto alla Western,

./.

Il Sig. Wertby ci invitò a visitare le squadre della S.S.C. operanti in campagna, recandoci con aeroplano da turismo pilotato da lui stesso.

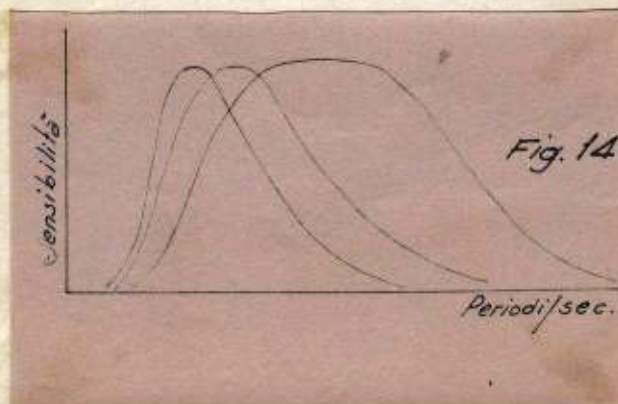
Fu in viaggio interessante da Tulsa a Shawnee (presso Oklahoma), da Shawnee a un campo petrolifero recentemente scoperto, con atterraggio in piena campagna, e di qui a Tulsa. Ci fu dato vedere così l'enorme diffusione dei pozzi di petrolio nella zona, la massima parte dei quali in sfruttamento.

A Shawnee il capo squadra, Mr. Reed, viene a prenderci e ci porta sul terreno di lavoro, 10 Km. distante. Ivi fu scoperta un'anticlinale; la squadra ne fa il rilevamento di dettaglio. Sono già fatti i fori per le esplosioni (profondi 10 mt.) e segnate le postazioni degli strumenti lungo i profili veluti. Le condizioni di lavoro, date le strade diritte e vicine e dato il libero, piano e incolto terreno, sono ideali e non hanno riscontro in Italia.

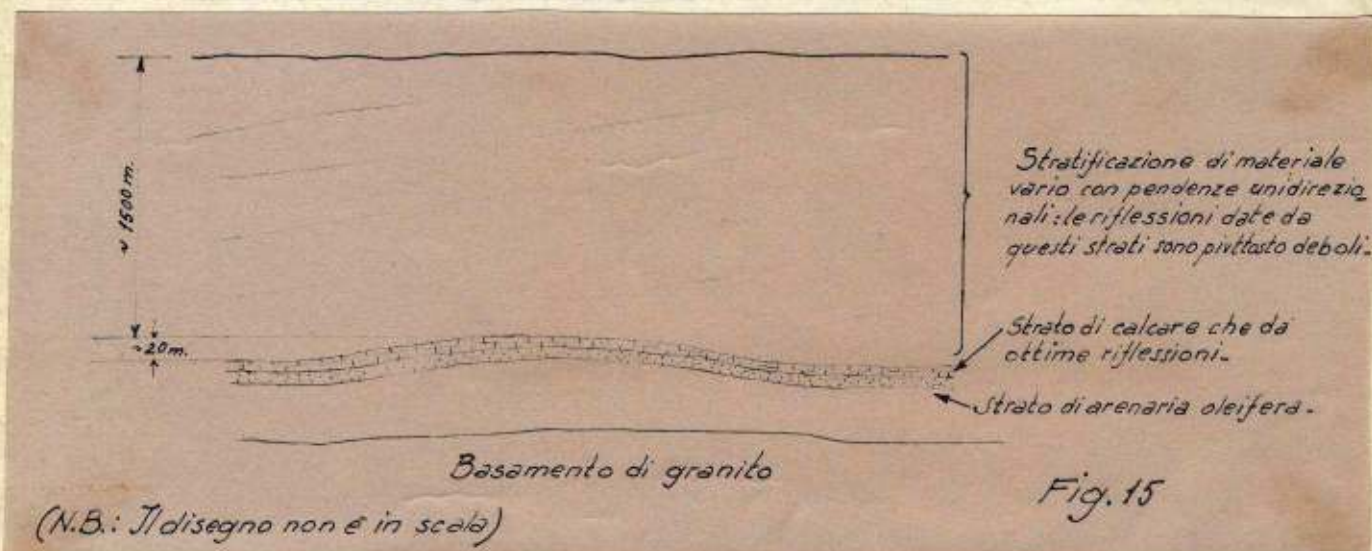
La struttura del sottosuolo è nota per il grande numero di perforazioni ed è rappresentata nella Fig. 15.

./.

per sismografi aventi tre diverse gamme di frequenza, aveva l'aspetto seguente:



Si tratta di individuare piccole anticlinali aventi un rilievo spesso di appena da 10 a 30 metri. Il petrolio si trova solo alla sommità di queste cupole.



Assistiamo al trasporto degli strumenti da una posizione all'altra. Il camion può correre lungo la strada che segue l'allineamento con tutti i cavi attaccati; di fronte ad ogni postazione di sismografo rallenta, un operatore scende e colloca in sito ^{uno} strumento. In brevissimo tempo, tutto è a posto. La disposizione dei sismografi è fatta secondo lo schema del "Continual method" già descritto. I sismografi sono a ~ 40 m. l'uno dall'altro.

Ogni scoppio è ripetuto 2 - 3 - 4 volte, usando alterno cariche di 5 e 10 libbre. Poco variano i sismogrammi con tali differenze per l'automatico controllo di ampiezza. Prima di iniziare gli scoppi il foro da mina è riempito di acqua, fornita dal carro esplosivi (che è principalmente un carro botte). Finita una serie di registrazioni, il camion strumentale avanza lungo l'allineamento, mentre l'operatore, giunto di fronte a ogni sismografo, lo sgancia dal cavo e lo porta sul camion. Il gruppo dei cavi è trainato in velocità come un fascio di code.

Raggiunta una nuova postazione si ripete la sistemazione dei sismografi e la serie degli scoppi. Con questo sistema si fanno, in media, 6 $\frac{1}{2}$ 8 postazioni al giorno nelle condizioni di lavoro ideali relative alla pianura dell' Oklahoma.

Le distanze fra i sismografi sono misurate preventivamente.

Le altitudini devono essere rilevate (col tacheometro) con grande precisione, perchè i dislivelli topografici sono talora superiori a quelli che interessano le strutture profonde.

Per i caratteri strumentali e il metodo di lavoro non v'è nulla di nuovo da aggiungere alle notizie date in precedenza.

Durante la sosta fra Shawnee e Tulsa abbiamo esaminato un campo recentemente scoperto in seguito ad indicazioni sismiche, ove la cupola dell'anticlinale è alta appena 20 m. Un pozzo scavato prima del rilievo sismico, a poche centinaia di m. di distanza dal sito, era risultato improduttivo. Il pozzo scavato sulla cupola, appena toccato lo strato oleifero, diede 100 barili al giorno per eruzione. Mr. Westby ritiene che approfondendo il foro di qualche metro la produzione aumenterà. Su 10 anticlinali perforate nella stessa regione, 7 risultavano produttive.

Dalle successive discussioni avute col Dr. Westby risulta che pur nelle difficili condizioni geologiche italiane sia possibile avere quasi sempre utili risultati. Egli ci mette al corrente cogli usi seguiti dalle Società per l'invio di squadre all'estero. Sarebbe anche disposto ad allenare personale inviato dall'Italia; ma ritiene che l'esperienza fatta in Oklahoma dove le condizioni geologiche sono molto semplici, non sia poi efficace per i lavori in Italia. E' preferibile inviare in Italia capi che abbiano specifica esperienza su difficili terreni e possano allenare sul sito il personale italiano.

Su nostra richiesta, il Dr. Werthby compila uno schema di contratto-programma per l'invio di una squadra, proponendo la scelta fra svariate modalità, che implicano anche spese assai diverse.

Tale prospetto fu già trasmesso all' On.le Direzione AGIP

DALLAS

2.- Geophysical Service Inc.

Il 23 Dicembre, a Dallas, ci presentiamo alla G.S.I. Il Presidente Dr. H. Karkker, per il quale avevamo anche una lettera di presentazione del P. Macelwane, ci accoglie affabilmente e ci presenta Mr. E. Mc. Dermott, che si mette a nostra disposizione per darci le notizie desiderate e farci visitare uffici, laboratori e squadre.

Veniamo così a sapere che la G.S.I. ha 21 squadre in lavoro, di cui 10 all'estero (Venezuela, Sumatra, Persia, ecc.).

La Società usa talora i metodi gravimetrici, o magnetici, per orientamento; ma sistematicamente impiega solo i metodi sismici a riflessione e in qualche caso anche il metodo per rifrazioni.

Con Mr. Dermott, come già con gli specialisti prima incontrati, discutiamo le difficoltà specifiche delle nostre regioni. Egli ritiene che si possano avere buoni risultati nella Valle Padana e nella Fossa Bradanica; rimane dubbioso di fronte al problema delle argille scagliose; formazione questa da lui sconosciuta.

Visitiamo la grandiosa officina della G.S.I., ove osserviamo un'attrezzatura cospicua, diverse perforatrici montate su au-

tocarri, già ultimate ed altre in costruzione. Una di queste sonde ha la tavola di rotazione azionata anziché dal motore dell'autocarro da uno speciale potente motore, montato sullo stesso autocarro. Un altro motore serve per la pompa di circolazione. Con tale sonda si giunge a profondità di 600 m. anche in terreni duri. Si vuole eseguire sempre lo scoppio in punto sottostante alla coltre di alterazione meteorica. Gli scalpelli sono di varia forma e spesso anche per queste piccole sonde vengono usati i rock-bit.

I sismografi costruiti nell' officina sono di tipo elettromagnetico, con massa sempre libera. Ogni squadra ha 48 sismografi, usati in gruppi di 4 (in serie) per ogni galvanometro.

I sismografi ordinari hanno carcassa parallelepipedica, quelli destinati a terreni paludosi sono invece forgiati come proiettili da cannone.

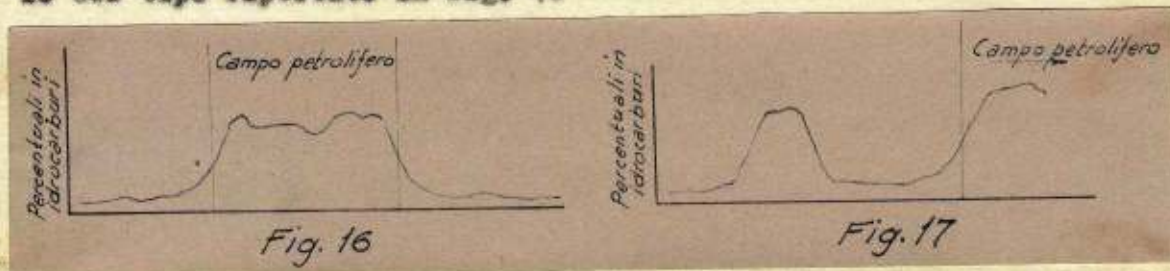
Gli amplificatori possono essere regolati per 5 diverse gamme di frequenza, mediante aggruppamenti variabili dalle 8 valvole di cui sono muniti. I galvanometri sono di due tipi, come presso la Western: con 12 fili in uno stesso campo, ovvero con fili in cavigli distinti. Il diapason è ad eccitazione elettromagnetica. La carta impressionata passa direttamente dalla cassa del registratore alla cassa del bagno di sviluppo.

In campagna usano cavi con 8 poli.

Ove manchino strade e passaggi per i carri, l'equipaggiamento può essere trasportato a mano, compresa una piccola perforatrice.

Interessante è la visita al laboratorio chimico, montato con un certo lusso in un grande salone. Serve per analizzare il con-

tenute dei vari idrocarburi nel terreno sovrastante a eventuali campi petroliferi. I saggi di terreno sono raccolti, con le dovute avvertenze, a profondità fra 5 e 10 metri. Una serie di saggi raccolti su un allineamento lungo il grande East Texas Field, portò un profilo del tipo riportato in Fig. 16



I massimi cadono sulla zona nota del petrolio.

Una sezione marginale diede la curva simile a quella della fig. 17. E' lecito sospettare che il massimo indichi un nuovo campo petrolifero, o una faglia da cui sfuggano idrocarburi. Il metodo è in fase sperimentale; sarà confermato, o sarà ritenuto inadatto, non si sa ancora. E' giusto però saggiare tutte le vie per dare il massimo appoggio possibile alle ricerche.

Per un più completo esame degli strumenti e dei metodi della G.S.I. prendiamo accordi per visitare una loro squadra che si trova a Houston. La Società ci trasmetterà uno schema di proposta-programma per l'invio di una squadra in Italia, seguendo i modelli adottati in analoghi casi per le loro squadre operanti all'estero. Tale proposta viene presentata allegata a questa relazione.

HOUSTON

Biamo nei giorni di Natale. L'epoca, date le usanze americane, importa almeno tre giorni di vacanza in tutti gli uffici. Lo stesso avverrà a Capodanno.

Il 27 giungiamo a Houston e prendiamo subito contatto coi rappresentanti della G.S.I. di Dallas e della S.S.C. di Tulsa, per visitare le loro squadre operanti nei dintorni di Houston, nonché qualche campo petrolifero della regione.

Il 30 ritorna in sede il Vice Console Dr. Nassana, che ci presta amorevole assistenza durante il lungo soggiorno a Houston, ci mette in contatto con alcuni geofisici e geologi di alta competenza e ci facilita così singolarmente tutto il nostro lavoro.

10.- Visita ad una Squadra della G.S.I.

Coi rappresentanti della G.S.I. (Dr. Peacock e Mr. Romberg) facciamo lunghe discussioni circa l'applicazione dei metodi sismici alle nostre aree italiane. Essi, che hanno esperienza anche per la difficile regione del Wyoming, dicono che effettivamente, in certi casi, non si hanno riflessioni utili; in altri, e ciò è peggio, le riflessioni pur provenendo da massi discontinui e caotici, possono dare l'illusione di strati continui.

La squadra che troviamo in lavoro a S.W. di Houston (a circa 40 Km.) ha il solito complesso di autocarri e di automobili. Assistiamo a una perforazione: il terreno è argilloso, tenero; ogni sonda perfora, in un giorno, da 5 a 6 fori profondi 15 - 20 metri. Poichè alla squadra occorrono 10 fori al giorno, sono tenute in lavoro due perforatrici. Nel caso di terreni duri, una squadra dispone anche di 3 - 4 perforatrici con relative autobotti.

La squadra lavora con 18 uomini distribuiti circa secondo lo schema dato nel n° 4.

I sismografi sono in serie (da 3 a 5); gli oscillografi

della G.S.I. hanno normalmente 8 galvanometri e occorrono quindi 40 sismografi; con più galvanometri il numero dei sismografi cresce in proporzione. La distanza fra i sismografi in serie varia fra 1 e 3 m., secondo il terreno. Sono appoggiati in fossette scavate con un colpo di vanga e sono coperti di terra se spira vento. Non occorre soverchia precisione nelle misure di distanza date il cammino delle onde riflesse; mentre esatte devono essere le misure di altitudine relativa.

Il carro strumentale porta i tamburi per i cavi, lo scaffale per i sismografi e il solito alloggiamento per l'osservatore e l'aiuto.

Ogni scoppio è ripetuto 3 - 4 volte, nello stesso sito, variando, se occorre, le cariche, l'amplificazione, la profondità del punto di esplosione. L'ampiezza degli impulsi sui sismogrammi è controllata automaticamente. Da Mr. Peacock e Mr. Ronchberg viene mantenuto il solito riserbo sui principi costruttivi degli amplificatori e dei filtri. Nei grafici sviluppati in nostra presenza risulta molto bene la prima riflessione; meno chiare le altre, rispetto ai sismogrammi campione.

La campionatura delle velocità è fatta servendosi dei pozzi esistenti, oppure col metodo a rifrazione. Comunque si tiene sempre conto della bassa velocità nel weathered layer.

Uno dei campi oleiferi prossimi alla zona di lavoro della Squadra visitata sorge su un duomo di sale; è produttivo da 15 anni; i pozzi distano un centinaio di metri l'uno dall'altro e coprono un'area circolare con circa 1 Km. di diametro massimo. Alcuni sono

in pompamento; altri danno ancora olio per eruzione. La profondità dello strato produttivo varia fra 800 e 1000 m.

Andiamo a vedere altre campo della Texas Oil Co., esso pure su duomo di sale, produttivo anche sopra la cupola. E' in sfruttamento da 12 anni. Da pure gas, in parte utilizzato sul sito e per il resto bruciato con alte fiamme, perchè è acido e corroderebbe le condutture.

11.- Visita alla squadra della S.S.C.

Delegato dal Presidente Dr. Westby, Mr. Thralls il 29 Dicembre ci portò a Lange City, 50 km. a S. di Houston, per assistere ai lavori della squadra di cui egli è capo.

La squadra lavora ai margini di un campo che è produttivo a livelli fra 8500' e 9000'. Si hanno buone riflessioni e si fa un rilievo di dettaglio col continual method e con profili incrociati. Armati di stivaloni possiamo camminare per i campi erbosi inondati da recenti piogge.

La squadra consta di 14 persone e funziona in modo perfetto, senza interferenze fra uno ed altro lavoratore. Il terreno superficiale è tenero ed ogni perforatrice compie 8 pozzi al giorno, profondi 15 m. Assitiamo ad una perforazione, che procede rapidissima. Il foro è di 3". La tavola del rotary è mossa dal motore dell'auto-carro su cui è montato. Un motore ausiliario aziona la pompa. L'acqua di circolazione è raccolta in un pozzetto del terreno (argilloso) e rimessa in circolazione attraverso un tubo (con griglia terminale) che pesca nel pozzetto stesso.

Nei conglomerati del Canada la stessa macchina impiegava 2 giorni per fare un pozzo di circa 15 metri.

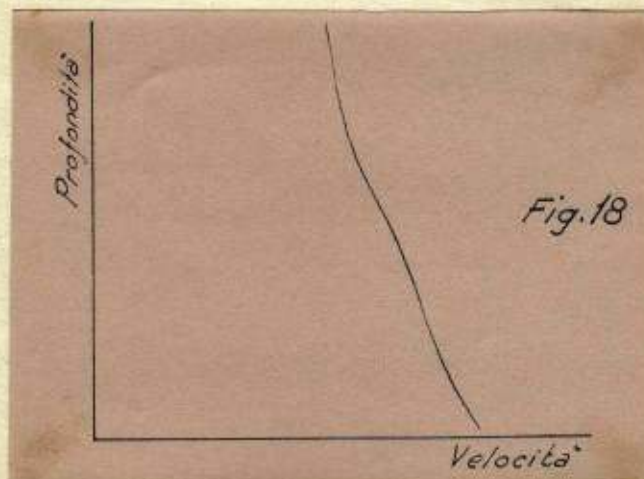
Assistiamo all'arrivo dei carri strumentali e alla postazione dei strumenti e dei cavi. I sismografi, posti ad appena 25 m. l'uno dall'altro, sono singoli, non in serie, in questo caso. Ogni esplosione è ripetuta 3 - 4 volte, senza variare la carica, ma variando invece la profondità del punto di scoppio ed il grado di sensibilità degli amplificatori: come si è detto, gli apparecchi della S.S. G. hanno un controllo automatico di sensibilità. Ogni sismografo ha un cavo distinto. La connessione è fatta infilando il termine del cavo in una doppia pinza sulla testa del sismografo.

Sui sismogrammi registrati in nostra presenza sono evidenti almeno 4 riflessioni fra 1000 e 2000 metri. Ai fini del rilievo interessa principalmente una riflessione verso i 3000 metri, ma questa appariva poco chiara. Un sismografo non dava indicazioni, forse perchè posto in una pozza di fango, dice Mr. Thralls. Il telefono è ad altoparlante nella cabina dell'operatore. Per il resto nulla di nuovo appare rispetto a quanto ci era già noto.

Visitiamo la sede della squadra ad Alvin, dove due calcolatori sono permanentemente occupati per la lettura dei sismogrammi e per il lavoro d'interpretazione. Giunge intanto la squadra dal campo, recando 30 films relativi a una decina di posizioni, avendo quindi utilizzato 6 fori di esplosione e coperto un profilo di 2 Km.

Esaminiamo molte serie di sismogrammi, generalmente assai chiari. Ci viene fatto vedere un diagramma delle velocità lungo la verticale in funzione della profondità, ottenute con esplosioni superficiali e sismografi calati in un pozzo, a livelli crescenti.

Secondo Mr. Thralls basta che gli strati riflettenti abbiano velocità non molto maggiori degli strati sovrastati, per dare buone riflessioni.



La potenza minima di tali strati per dare riflessioni rilevabili dipende evidentemente da molti fattori e così Mr. Thralls ritiene che in alcune condizioni possano essere sufficienti 2 - 3 m. di potenza, mentre in altre possono occorrere almeno 15 - 20 m.

Su alcuni film rilevati nel Canada (aree di glaciazione) si osservano buone riflessioni fino a 1500 m., mentre per maggiori profondità nulla è più intelligibile. Erano difficili condizioni di lavoro, con 20 - 30 m. di conglomerato in superficie, e scoppi fatti sotto la base di tale conglomerato.

12.- Independent Exploration Co.

Il 30 Dicembre prendiamo contatto con la I.E.Co. Siamo ricevuti dal V. Presidente Mr. A.L. Smith e dal Capo del laboratorio Dr. F.M. Kennenstine. Essendo il Presidente a New Orleans per il Capodanno, siamo pregati di attendere sino al 3 gennaio per poter vi-

sitare i laboratori, l'officina e le squadre.

Intanto Mr. Smith ci fa osservare belle serie di sismogrammi e di grafici che illustrano i lavori compiuti dalla Società in vari Stati degli S.U. e dell'estero (Columbia), in condizioni particolarmente difficili, talora in paludi e foreste, ove tutto doveva essere sonnagliato, e portato a spalla.

Nel Missouri e nell' Indiana si ebbero buone riflessioni, pur con coltri sabbiose superficiali spesse circa 150 m.

Nell'Illinois si ha calcare in superficie; pure si ebbero riflessioni da un sottostante banco calcareo (più duro), profondo da 1000 a 2000 m., con interposti strati arenacci.

Si osservano dei sismogrammi ottenuti nell' Oklahoma con persino 14 gruppi di riflessioni.

In tutti questi casi le condizioni geologiche delle zone rilevate risulteranno semplici a stratificazioni continue, senza faglie né sconvolgimenti.

Nella regione dei laghi si individua uno strato riflettente profondo 2000 m., pur con 200 m. di conglomerato miccenico superficiale; i filari non sono belli, ma le riflessioni sono abbastanza nette.

Ample notizie sull'attività della Società risultano dal fascicolo-reclame: Seismograph Exploration for the Search of Oil (Poyating the way for the drill).

Il 3 Gennaio, tornato il Presidente, ci è concesso di completare la visita e le conversazioni e di vedere laboratori e officine.

Abbiamo l'impressione che la I.E.C. sia attrezzata bene

potentemente delle altre compagnie visitate. Compra gli apparecchi di perforazione. Ha tuttavia un'officina per fabbricare gli strumenti, piccola ma dotata di 6 o 7 ottime macchine utensili, forme per fusione dell'alluminio, tavole oscillanti per prove sui sismografi, ecc.

Particolare cura viene posta per fare i complessi strumentali robusti. Gli amplificatori sono installati ognuno in un blocco unico di alluminio fuso e hanno commutatori per lavorare con 2 o 3 stadi di amplificazione e con tre diverse gamme di frequenza. Il controllo di volume è automatico. Ogni gruppo ha 6 galvanometri; i nuovi gruppi vengono però ora preparati con 10 galvanometri, tutti distinti, ma di dimensioni ridottissime. Il motorino per lo scorrimento della carta nel registratore è a molla per evitare l'ingombro di batterie. I sismografi sono di tipo elettromagnetico. I gruppi sono installati su autocarri come quelli delle Compagnie visitate in precedenza, ma possono venire adattati su casse per il trasporto a mano.

La I.E.Co. ha 10 squadre in lavoro negli S.U. ed una in Columbia. Ha particolare esperienza per le difficili regioni degli Allegheni e del N W (esclusa la California). Le interpretazioni delle squadre sono riesaminate da un supervisor. Sovrintendente è lo stesso Presidente T.I. Harkins.

Non si notano altre particolarità degne di rilievo rispetto alle squadre già visitate.

Anche la I.E.Co. ha formulato una proposta-programma per eventuali lavori in Italia, che alleghiamo alla presente relazione.

Riteniamo che ormai non sia più il caso di trattare con altre società geosismiche, data la grande uniformità di organizzazione a cui tutte sono ispirate.

15.- Torsion Bl. Exploration Co.

Il V. Console ci mette in relazione col Dr. Schumacker, Capo di una Compagnia che lavora con bilance di Tors. e gravimetri.

Da una prima conversazione, in cui si trattarono argomenti generali, si comprese che il Dr. Schumacker era in grado di darci importanti informazioni che sarebbero potute tornare utili nel quadro generale delle ricerche geofisiche dell' AGIP. Accettammo così l'invito di recarci a visitare l' Ufficio della T.B.E.Co., per una più minuta discussione su diversi problemi.

Circa i metodi di ricerca il Dr. Schumacker esprime interessanti osservazioni.

Scarsi sono i risultati dei metodi geoelettrici, specie in condizioni geologiche difficili e per riconoscimento di strutture profonde.

Poco uso si fa nel Texas dei rilievi magnetici, data la profondità dei giacimenti salini e la limitata differenza di suscettività fra questi e le rocce incassanti.

Molti giacimenti salini furono scoperti colla Bil. di Torsione. La costa del Golfo è ormai quasi tutta rilevata colla bilancia e questa è presentemente usata in altre regioni degli S.U. Ora si suole fare prima un rilievo col gravimetro, che si completa e controlla colla bilancia. Tale rilievo ha però sempre carattere di prima indagine, mentre nelle zone di speciale interesse i rilievi vengono precisati con la sismica a riflessione.

I dati dei rilievi gravimetrici vengono sempre corretti dall'effetto regionale, seguendo procedimenti usuali e noti. La scelta del gradiente di correzione è facilitata dalla conoscenza che si

ha in molte regioni sino a grandi profondità della serie dei terreni incontrati dalle perforazioni. Ove esistano più strutture che si influenzano reciprocamente, alla correzione regionale si aggiunge una correzione locale; ciò può essere fatto solo dove esistano pozzi sufficienti per precisare una delle strutture e poter dedurre l'effetto di essa sulle strutture incognite. La T.B.E.Co. lavora per commissione di Compagnie petrolifere; essa usa, oltre alla Bil. di Fors, gravimetri americani, sigillati, con impegno di non aprirli.

Secondo il parere, forse non completamente disinteressato, del Dr. Schumacker, alle compagnie petrolifere non conviene comprare apparecchi perchè costano assai, sono perfezionati continuamente e quindi dopo breve tempo sono sorpassati. Maggiore convenienza avrebbero le compagnie petrolifere nel far eseguire le ricerche da società geofisiche specializzate.

Dall'esperienza americana risulta che gli apparecchi Thyssen sono inferiori a quelli americani; questi raggiungono approssimazioni di $\pm 0,1 \times 10^{-3}$ ggs; mentre quelli Thyssen arrivano solo da $\pm 0,3$ a $\pm 0,4 \times 10^{-3}$ ggs; inoltre coi gravimetri Thyssen ogni 3 - 4 stazioni è necessario tornare alla stazione base, perchè le caratteristiche delle molle non seguono variazioni lineari.

La T.B.E.Co. lavora (con i gravimetri) con squadre composte di 1 operatore e 1 assistente addetti al gravimetro, 1 ingegnere e 2 porta stadia per i rilievi topografici e l'ubicazione delle stazioni. L'ingegnere funge pure da caposquadra. Le misure di altitudine vanno fatte con precisione per assicurare una buona correzione topografica.

Nei contratti coll'estero la Società dà normalmente il solo gravimetro, il relativo autocarro e un operatore al costo di 3500 \$ al mese, escluse tutte le spese di trasporto, licenze, danni, e così via. E' incluso nel costo il lavoro d'interpretazione presso la sede centrale. Il costo non varia sensibilmente rinunciando a tale vantaggio.

La T.B.E.Co. è disposta a fare contratti con l'estero per periodi non minori di 6 mesi.

Il Dr. Schumacker ci presenta una quantità di grafici, profili, interpretazioni e controlli, che illustrano pienamente la sua florida attività e competenza.

Fra le tante gentilezze usateci dal Dr. Schumacker ricordiamo il piacere fatoci nel metterci in contatto con i dirigenti della Compagnia Schlumberger, operante a Houston, e col Prof. Wilson dell'Università di Houston (Rice Institute), guidandoci poi personalmente a una visita al laboratorio fisico dello stesso Prof. Wilson.

Al Dr. Schumacker dobbiamo anche la fortuna di aver potuto avere lunghe conversazioni con il Capo Reparto geofisico della Humble Oil and Refining Co., Dr. A. Barton, un geologo-geofisico che ha un'esperienza di primo ordine, soprattutto nel quadro delle misure gravimetriche, e un singolare equilibrio nel giudicare tutto con perfetta oggettività.

14.- Reparto geofisico della Humble Co.

Il Reparto geofisico, nel grandioso Building della Società, consta di uffici, archivi e un'officina per la costruzione degli strumenti.

Molte idee del Dr. Barton sono espresse in una piccola pubblicazione che egli ci offre. Da una conversazione preliminare, a cui partecipa anche il Dr. Schumacker, raccogliamo varie notizie che qui riassumiamo:

1. Il gravimetro Thyssen è inferiore a quelli americani. Il tipo costruito dalla Humble Co. dà approssimazioni di $0,1 \times 10^{-3}$ e consente 20 stazioni al giorno.
2. Il gravimetro non esclude del tutto la bilancia. Questa dà particolari che il gravimetro non consente. Così la forma delle isogame ottenute dai gradienti è meglio definita, come pure le inversioni sono meglio definite dai gradienti che non dalle isogame dei gravimetri.
3. Data la sensibilità dei gravimetri, non ha senso adottare distanze minori di 1 miglio fra le stazioni.
4. I valori di curvatura dedotti colla bilancia sono di grande aiuto per le interpretazioni, specie nel caso di faglie. Molti li trascurano perchè non li sanno usare a dovere.
5. La sismica è ottimo mezzo di ricerca; ma come lavoro iniziale e fondamentale si deve partire quando è possibile dai rilievi gravimetrici (talora anche magnetici).
6. In Europa si fanno pochi passi di ricerca. In Ungheria, per es., si considerò assurda la ricerca su un'anticlinale scoper-

ta gravimetricamente nella Putza dopo soli tre pozzi secchi. In America si eseguono spesso su una struttura sia 20 pozzi secchi prima di trovare un pozzo oleoso, e con esso un nuovo campo produttivo.

In terreni sedimentari occorre essere ottimisti nelle apprensioni.

7. *Dr. Schumacher dice che*
Pozzi esplorativi di circa 500 m., con piccolo diametro, in terreni argilloso-sabbiosi, sono ora scavati in 3 - 4 giorni usando delle perforatrici autocarrate, e si giunge sino a 2000 metri in pochi giorni e con limitata spesa: *Dr.*

~~In~~ ~~America~~ ~~il~~ ~~costo~~ ~~di~~ ~~perforazione~~ ~~non~~ ~~è~~ ~~alto~~ ~~come~~ ~~da~~ ~~noi~~, ~~Dr.~~ Schumacher spese 35.000 \$ per un pozzo di 2100 m. in zona palustre, ove difficili erano i trasporti.

Costano di più i pozzi di sfruttamento, perchè includono il costo dei depositi, delle tubature, dei serbatoi, ecc.

In successiva visita agli uffici della Humble abbiamo esaminato una quantità di documenti relativi ad esplorazioni gravimetriche eseguite in varie regioni degli S.U.

Nei rilievi col gravimetro i punti-stazione, su un profilo, distano circa 1 miglio, mentre i profili distano fra l'uno e l'altro 10 e più miglia.

In quelli colla bilancia i rilievi regionali comportano stazioni distanti 1/2 miglio lungo i profili, e profili distanti da 6 a 10 miglia. Nei rilievi di dettaglio le distanze sono ridotte. Buono è l'accordo tra i rilievi ottenuti con i gravimetri e colla bilancia.

Esaminiamo il rilievo di una faglia nel Venezuela, indi-

cata assai bene sia dalle curvature, che dai gradienti. Tale faglia venne confermata anche dai rilievi sismici.

Prendiamo in esame diversi esempi di correzione regionale.

Il Barton segue una via un po' diversa da quella usuale. Egli sceglie direttamente il gradiente medio su profili trasversali e longitudinali formanti delle maglie; calcola l'errore di chiusura per tale gradiente medio in una maglia e distribuisce l'errore su tutta la maglia. Calcola, poi, le isogamme regionali e le sottrae da quelle osservate, ottenendo così le isogamme corrette.

Il Barton afferma che indispensabile è la correzione regionale. Anche se incerta è la scelta del gradiente regionale, lo schema delle isogamme corrette è sempre più chiaro per interpretare le strutture che interessano, che non lo schema delle isogamme osservate.

Ci fa esaminare un rilievo fatto nel Texas. Le isogamme osservate indicano anomalie insignificanti; fatte le correzioni, appaiono molte anomalie gravimetriche, che in diversi casi risultarono corrispondere a strutture confermate dalle perforazioni.

In un caso si vede che più prossima al vero è la previsione gravimetrica (dopo le correzioni regionali) che non quella sismica per riflessione.

La Hamble ha in lavoro di campagna 7 squadre operanti coi gravimetri e 1 con bilancie di Tors.

Il gravimetro, dice Barton, dà solo il 70 % di ciò che la bilancia può dare. Ove le anomalie gravimetriche siano piccole

la bilancia rivela dettagli più finii e spesso molto interessanti.

Vediamo uno degli autocarri destinati al lavoro gravimetrico e osserviamo la semplice rapida manovra di postazione del gravimetro e successiva ripresa sulla sospensione elastica fissata sull'autocarro. E' più rapida l'osservazione coi gravimetri che non il lavoro topografico che precede.

Circa gli argomenti di ordine generale trattati col Dr. Barton, ci piace ripetere quanto egli dice 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 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.

In complesso, le lunghe conversazioni avute ed i dati di fatto constatati circa il complesso dei rilievi gravimetrici, ci hanno fornito molte indicazioni che riteniamo serviranno a valorizzare il materiale di osservazione che già abbiamo e consentiranno di orientare con sicurezza le future ricerche.

Riteniamo che il lungo soggiorno di Houston sia stato molto redditizio ai fini della nostra missione. Ed ora ci rimane

l'ultima tappa, in California, e la speranza di poter completare sotto ogni aspetto le osservazioni personali e la raccolta delle notizie utili per le nostre ricerche. (1)

./.

(1) Lasciando Houston non possiamo dimenticare l'amorevole assistenza del V. Console Dr. Nassano, che rese il soggiorno piacevole e denso di frutti.

Ne' possiamo omettere di riferire una osservazione del Nassano, per quanto essa abbia carattere commerciale, non tecnico:

Nel Texas, accanto alle grandi compagnie, esistono dei produttori così detti indipendenti, che lavorano in concorrenza con le compagnie e fra loro. E' facile avere da essi petrolio a prezzi minori di quelli praticati dalle maggiori compagnie.

Maggiori informazioni potrebbe dare eventualmente il Dr. Nassano che conosce bene l'ambiente.

LOS ANGELES E BAKERSFIELD

Il 7 gennaio arriviamo a Los Angeles. Mr. Albert Salvatori, fratello di N. 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, inquadrato nel grande California Institute of Technology, presieduto dal Prof. Millikan. Fummo personalmente ricevuti dal 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 (Beniof.) e ha un insieme di impianti e di organizzazione veramente degna di rilievo. Ci sono anche fatti vedere gli apparecchi da campagna, usati per le prime esperienze (dal Prof. Gutenberg assieme con Mr. N. Salvatori) di prospezione sismica con riflessione, senza uso di filtri, e con riflessioni evidenti solo in casi più favorevoli.
- 2) La Scripps Institution di La Jolla (S. Diego), grandioso centro di studi oceanografici, diretto dal norvegese Prof. Sverdrup. La visita interessava soprattutto uno di noi (Vercelli) e riuscì molto istruttiva.

Al fini della nostra missione importava riesaminare il lavoro delle squadre geofisiche e discutere sui problemi specifici che

riguardano 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 la carta dei campi petroliferi in relazione colle strutture geologiche. Antiche rocce affiorano lunghe 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) ne hanno dimensioni e superficie più o meno 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 2000-3000 m., e nella parte più potente della sinclinale oltre 4500 m. (Vasco, settore di Bakersfield, ove sono i pozzi più profondi del mondo). Le rocce sono sabbie, argille, arenarie, con transizioni graduali.

Per correlare le formazioni 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 si apparirono già dal treno prima di giun

gere 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 perchè ogni proprietario di un lotto di terreno sfruttò la ricchezza del sottosuolo. Tali pozzi perforati da 10 - 12 anni e sono ancora produttivi, con ritmo decrescente. Per tale ragione, e dato il maggiore reddito offerto dalle alte coste 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 di derrick, di incredibile densità. Molti sono vecchi, in legno; altri nuovi, in ferro; a Long Beach vediamo un viale costiero tutto fiancheggiato da alti 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., alla profondità di 2500 m. La Bitta 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 15000', danno l'impressione di avere intelaiature ~~molto~~ 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 dai pozzi in questa zona è ge

neralmente 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 una strato di forte resistività elettrica, verso 13100': tenuto il pozzo in osservazione si constatò a tale profondità l'esistenza di un ottimo orizzonte produttivo.

Un secondo pozzo spinto pure a 13000' risultò produttivo. E' ora quasi ultimato un terzo pozzo. (particolari tecnici sugli impianti di perforazione usati per raggiungere queste grandi profondità sono riportati nella rivista Petroleum World).

Il lavoro è compiuto da 4 uomini: 1 alla leva, 2 alle aste, 1 sul ponte in alto. Il vapore viene da una batteria di 5 caldaie, scaldate con gas dei pozzi.

Presso Wasco vediamo un campo recentemente scoperto su indicazioni sismiche e visitiamo un pozzo in perforazione: Si giunge a 1500-2000 m. in 20-30 giorni di lavoro. Non si fanno carotaggi, perchè è nota la profondità dello strato produttivo e non si fa economia di rack-bits. Accanto al campo petrolifero vediamo qui come altrove, un magazzino-deposito della National Supply Co. con ogni sorta di attrezzi di perforazione.

Su questo campo tutti gli impianti sono nuovissimi. Non ci va

done 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 (Kern River Oil field) con piccoli derrick di legno, mantenuti per ripulire i pozzi, che facilmente si incabbiano data la natura dei terreni.

La stessa ragione spiega la permanenza dei derrick sugli altri campi californiani. Lo strato petrolifero è a 1000-1200 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 scomponibili, adatti per fori di ricerca sino a 1500-1800 m.,

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

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

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

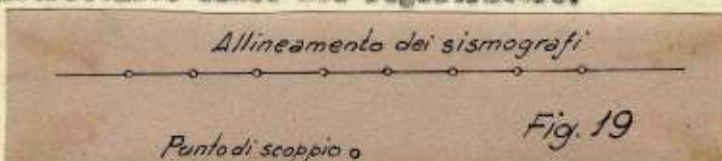
I pozzi con piccolo diametro consentono facile trasporto, rapido montaggio, veloce perforazione. Sono adatti per ogni tipo di rocce.

Il limite di profondità naturalmente è segnato dalle riduzioni dei diametri che è necessario adottare nella perforazione, però ora diametri di 2" ed 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. S. 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 (V. Fig. 19) e ciò allo scopo di avere quanto è possibile, i sismografi in prossimità del punto di scoppio.

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



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

Due persone misurano gli allineamenti, uno, con colpi di badile, segna la postazione 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 si hanno a soli 7-8 m. di profondità. I sismogrammi ottenuti non sono però molto buoni. Si ripete quindi la registrazione con allineamento elettrico al punto di scoppio.

Si muta pure la frequenza del filtro; ma ciò non migliora i ri

sultati.

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

Non osserviamo novità strumentali rispetto a quanto è già noto.

Nell'Ufficio della squadra vediamo sismogrammi con riflessioni dopo 3 1/2 secondi dall'istante di scoppio.

I tempi come già avevamo osservato in altre occasioni sono legati 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 commisiona il lavoro.

A Bakersfield, ove restiamo due giorni, possiamo osservare altre squadre in lavoro, assistere alle perforazioni 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.C.C. ha 5 squadre in lavoro attorno a Bakersfield ed altrettante squadre vi hanno altre compagnie. Due squadre della W.C.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 una seconda Sq. che visitiamo una sonda autocarrata della W.S.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 al giorno, la squadra lavora con due perforatrici.

Vengono qui usati scalpelli normali da 4¹/₂ se occorrendo si usano i rock-bits (che costano 70 \$ l'uno) dei quali ogni perforatrice tiene una scorta.

La W. costruisce anche sonde autocarrate per l'esecuzione di pozzi testacchio fino a 1000 m.

In fori profondi la dinamite è calata con un cavo appesantito con un blocco di ferro. Sino a 100 m. è spinta come normalmente con aste di legno. Sono usati due tipi di dinamite: uno dei tipi ha un'anima interna avente più rapida combustione, ma che si altera a 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 bene studiato. Solo la cassa porta strumenti costa 1000 \$. I sismografi sono usati a gruppi di 3, in serie, con distanze di appena 1 m., perché il terreno è in pendenza. Il punto di scoppio è posto fuori dell'alli-

osservazione anche per lungo tempo si mise in evidenza la presenza del petrolio.

Riteniamo inutile farci fare delle proposte dal Presidente della W.S.C.: 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 materiale nel modo che riuscirà gradito all' AGIP.

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

17.- Costo delle squadre - Spese per ricerca.

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

Una Sq. classica spende in assegni al personale circa 3500 \$ 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 fessigliari, e una indennità per i primi tre giorni.

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

La W.S.C. da 2 anni ha 4 squadre in lavoro per la Richfield

Oil Co. per un compenso di \$ 7000 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.C.C., annualmente, per ricerche geofisiche e piccoli sondaggi geologici, si giunge a circa 500.000 \$ all'anno.

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

L' Atlantic Oil Co ha in servizio continuo 16 squadre della National Geophysical Co pres. Mr. Guglielmo Salvatori). Anche le minime compagnie petrolifere impiegano le squadre sissiche 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. Francesco 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 fama di atti-

vità, 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 2000 anni.

S. FRANCISCO

18.- Visita alla Standard Oil of Cal.

Per tramite del Consolato chiediamo di vedere il V.P. della Standard, Mr. Lombardi, per il quale avevamo anche una lettera di presentazione del Marchese Theodoli.

Mr. Lombardi è assente. Ci riceve il Segretario Mr. Forbes, che udito lo scopo della visita, ci presenta al Capo del Dipartimento Geofisico. Interessanti sono le notizie che possiamo avere, perchè vengono non più da società interessate ad esaltare i loro lavori, ma da una grande Compagnia che giudica le operazioni da essa commissionate e pagate.

La Standard, per rilievi geosismici, si serve della Union Geoph Co. e della Geophysical Service Inc. Presentemente nella S. Joaquin Valley, ha in lavoro 2 squadre sismiche. Secondo l'autorevole capo servizio la società da noi visitata, cioè la W.S.C., la S.S.C., la G.S.I. sono tutte di primo ordine e si equivalgono come bontà di lavoro.

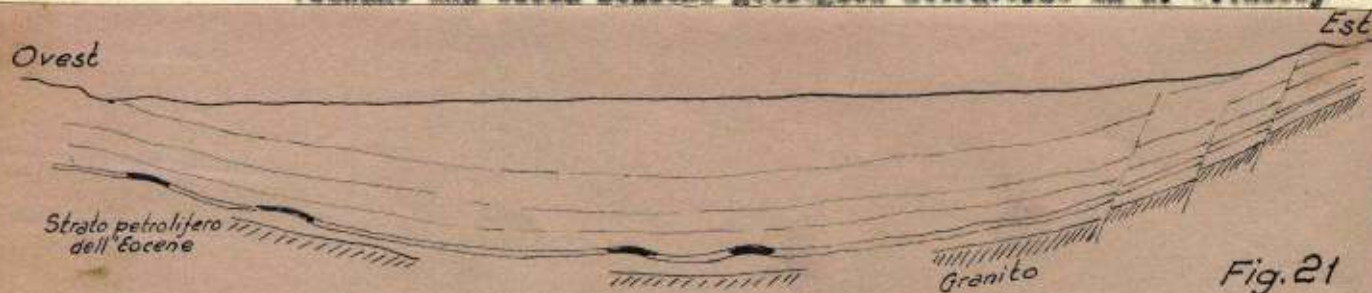
Vediamo diversi sismogrammi tra i quali uno ottenuto nella San Joaquin Valley, dalle squadre della G.S.I. ha una buona riflessione a 5 secondi dall'inizio.

In Calif. la Standard Oil usa solo la sismica, in altre aree usa anche la gravimetria, ma i metodi geoelettrici.

In varie zone la Standard Oil of Cal. ha ripetuto 3 - 4 - 5 volte i rilievi sismici, o per avere dati a maggiori profondità, o per

rilevare maggiori dettagli. Si conferma che vano furono le spese fatte per nuovi pozzi senza preventive ricerche geofisiche; mentre le ricerche fissano via via aree in cui il petrolio esiste.

Vediamo una bella sezione geologica attraverso la S. J. Valley



(N.B.: Il disegno non è in scala)

La Valle è una grande sinclinale, con qualche faglia sul margine orientale. I terreni recenti (pliocene e pleistocene, costituiti prevalentemente da sabbie e argillie) hanno potenza di 7000' - 8000'.

Le anticlinali scoperte colla sismica nella zona più ribassata della sinclinale sono strutture di secondo ordine, appiattite, e più produttive delle vistose anticlinali esistenti nelle zone collinose occidentali.

I terreni recenti ^{non} presentano di solito strutture petrolifere.

Il petrolio si trova generalmente negli strati del miocene e dell'eocene il quale poggia direttamente sul granito.

Vediamo un dettagliatissimo rilievo sismico, che mette in vista alcune anticlinali disposte su allineamenti paralleli. Il rilievo è stato compiuto col dip. method e le riflessioni vengono da strati non continui e neppure posti sullo stesso allineamento.

Le interpretazioni, nel dip method, riescono bene sino a inclinazioni degli strati $< 45^\circ$; per inclinazioni maggiori essa riesce invece più difficile e meno sicura.

In complesso il capo reparto geofisico della Standard conferma le osservazioni delle compagnie esploratrici circa la bontà dei risultati e la direttiva di perforare pozzi solo in seguito a precisi rilievi geofisici.

====0====

Roma, 10 marzo 1933

- CONCLUSIONE -

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 inesplorati, 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 studio, esperienze e controlli, di ben attrezzate officine e di un gran numero di specialisti proposti al lavoro delle squadre di campagna. E tutte operano cercando di superarsi a vicenda nel perfezionamento degli strumenti e dei metodi di interpretazione. Facili e colossali come sono pagate a queste società, perchè ormai è provato 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.

Ricchè 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 invitata in Italia e abbiamo presentato le relative proposte di contratto, perchè 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 perforazioni 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.

Troppe diverse sono le condizioni, le risorse e le ricchezze dell'immense territorio americano e le nostre possibilità, per tentare organizzazioni comparabili a quelle che convergono agli S.U. Ma chi si 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. Con superiorità di intelligenza, di cultura, di tecnica, di laboresietà abbiamo osservato; buona organizzazione esecutiva, 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 testi negativi non bastano a far desistere da tentativi nuovi e da 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 479 pozzi secchi, come nel Kansas, per disperare di trovare infine il pozzo buono, che farà eniao a tutti e servirà di guida per altri ritrovamenti. La geologia e la geofisica 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' ACIP per averci voluto affidare un incarico tanto onorevole e delicato.

fto: F. Vercelli T. Rocca

Roma, marzo 1939 XVII