

GEOP  
1078  
2958

SEISMOGRAPH SERVICE ITALIANA

Via Verdi, 2 - MILANO - Tel. 893.303

REGISTRAZIONE CONTINUA DELLA VELOCITA'  
( Continuous Velocity Logging )

dalla

Revue de l'Institut Francais du Petrole, Giugno 1956  
Dr. R. van Nostrand - Magnolia Petroleum Company

\* \* \*

Traduzione dall'inglese: G. Centi



La registrazione continua della velocita' e' uno dei vari metodi progettati per ottenere informazioni in un pozzo a mezzo di misurazioni fisiche. I registratori di velocita' furono originariamente ideati per avere dati sulle velocita' sismiche in maniera piu' facile e piu' economica che con i convenzionali metodi di prospezione a mezzo di geofono nel pozzo. Pero' le molte esperienze fatte su registrazioni di velocita' hanno dimostrato che esse possono avere molti altri usi alcuni dei quali di piu' grande importanza di quelli per i quali lo strumento fu progettato. Ad esempio, una correlazione stratigrafica su di una linea lunga 50 km., fatta a mezzo di registrazioni continue della velocita', e' molto bene illustrata in uno studio eseguito nei pressi di Midland nel Texas. Molte volte la determinazione dei confini di formazione si e' resa possibile soltanto con registrazioni di velocita' quando altri sistemi di ricerca non diedero attendibili informazioni: esempi di cio' sono illustrati negli studi eseguiti nella Contea di Gonzales nel Texas e nel Bacino di Parigi in Francia.

Un secondo scopo della registrazione della velocita' e' quello di aiutarci a comprendere le origini dei segnali nei sismogrammi a riflessione. Questa conoscenza e' ancor meglio effettuata con la preparazione di sismogrammi sintetici. Una comparazione di sismogrammi sintetici con quelli reali illustra i principi applicati e dimostra che l'idea di un sismogramma sintetico e' valida. Un altro uso della registrazione continua della velocita' sta' nella diretta rivelazione di olio o gas nel foro del pozzo. E' stato provato che in sabbie sature di idrocarburi la velocita' sismica decresce mentre la resistivita' aumenta. Al contrario, quando le sabbie sono a bassa porosita' oppure sono sature d'acqua, la velocita' aumenta. Parecchi esempi di pozzi "subacquei" in Louisiana illustrano questo principio e la presenza di olio e gas fu correttamente prevista sulla base di questo principio.

#### INTRODUZIONE

Il registratore continuo della velocita' e' uno dei vari strumenti ideati per ottenere informazioni sulla base di principi fisici nell'interno del pozzo. Benché molti altri eccellenti strumenti per la registrazione della velocita' siano stati offerti all'industria petrolifera, noi qui tratteremo soltanto del registratore continuo della velocita' realizzato dalla Field Research Laboratories della Magnolia Petroleum Company. Questo strumento e' stato accuratamente provato nella zona di impiego ed ha gia' fornito soddisfacenti registrazioni in qualsiasi condizione a cui e' stato sottoposto. La prova piu' severa dello strumento fu effettuata nel pozzo 417/A nel West Ranch, perforato dalla Magnolia. Vi fu ottenuta una buona registrazione ad una

profondita' di 4.500 metri, ove la temperatura era di 156° e la pressione di circa 1.000 atmosfere.

All'inizio la maggior parte degli strumenti per la registrazione della velocita' furono costruiti essenzialmente allo scopo di ottenere informazioni sulla velocita' sismica piu' rapidamente e meno faticosamente che con i sistemi convenzionali a mezzo di geofoni. Poi, con l'uso, ci si rese conto che la registrazione continua della velocita' poteva servire anche ad altri scopi. Queste nuove applicazioni si dimostrarono piu' importanti di quelle originariamente considerate. Questa e' la ragione perche', dopo che avremo descritte le caratteristiche tecniche del registratore continuo della velocita', descriveremo alcune delle sue piu' importanti applicazioni e cioe' : determinazione dei limiti delle formazioni, correlazione, diretta rivelazione di gas ed olio e la interpretazione dell'origine dei segnali in una registrazione a riflessione quest'ultima essendo di primaria importanza.

Fondamentalmente, la registrazione continua della velocita', consiste nello esame delle pareti del pozzo a mezzo di rifrazione sismica.

Un breve impulso e' emesso nel fango di perforazione, esso viene rifratto nella formazione, percorre le pareti del pozzo e quindi, attraverso il fango di perforazione, raggiunge il ricevitore. Lo strumento offerto all'industria petrolifera e' generalmente basato sui principi illustrati nella fig. 1. Il tempo "t" e' il tempo minimo totale impiegato dall'impulso sismico per percorrere il tratto dal trasmettitore al ricevitore. Nel sistema ad un singolo ricevitore il tempo di percorrenza nel fango,  $\Delta t$ , non e' compensato e dovrebbe quindi essere sottratto dal tempo totale registrato. Le esperienze fatte hanno dimostrato che lo strumento, durante la registrazione, e' normalmente a contatto con le pareti del pozzo. Conseguentemente la durata del tempo di percorso nel fango, confrontato con la durata totale del tempo di percorso fra il trasmettitore ed il ricevitore, comporta soltanto una correzione approssimativamente costante del tempo di percorso nel fango.

La frequenza dell'impulso sismico e' dell'ordine di 20 kilocicli. Negli esperimenti di laboratorio effettuati su carote non abbiamo osservato nessuna variazione di propagazione della velocita' in rapporto alla frequenza, sia nelle frequenze piu' basse che in quelle dell'ordine di un megaciclo. Questa e' la ragione perche' non pensiamo di aver errato nell'usare frequenze molto piu' alte per le nostre registrazioni di quelle usate nella prospezione sismica.

Uno dei vantaggi presentati dalle registrazioni di velocita' nei riguardi di altre forme di registrazione e' che i risultati non sono influenzati da altre formazioni se non da quelle poste fra il

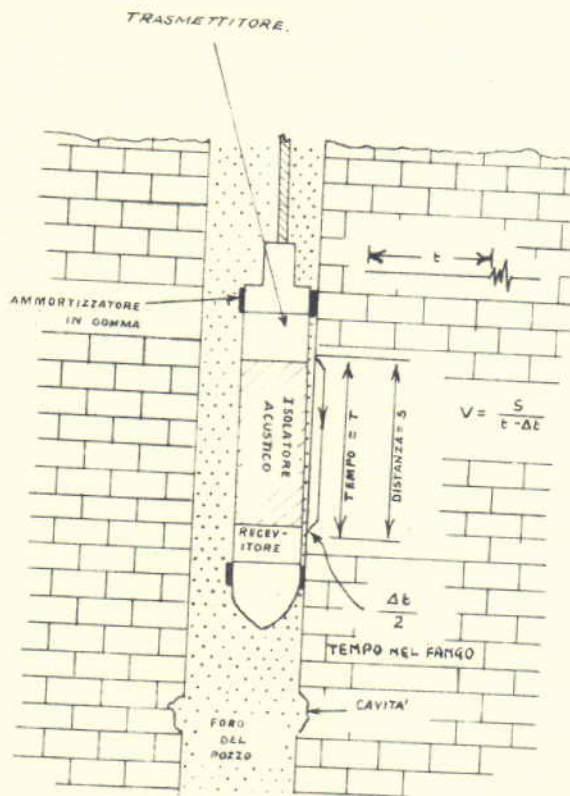


Fig. 1 SCHEMA DELLO STRUMENTO PER LA REGISTRAZIONE DELLA VELOCITA' NEL POZZO

trasmettitore ed il ricevitore, ne' dal fango che riempie il pozzo. Pero' la profondita' di penetrazione del segnale nelle pareti del pozzo non e' stata ancora determinata. Questo problema e' di particolare interesse nello studio degli effetti di filtrazione nella rivelazione di gas ed olio. Altri esperimenti sono stati eseguiti per ottenere una risposta a questo problema e ad altri della stessa natura.

#### METODO DI IMPIEGO

La fig. 2 e' una illustrazione dello strumento usato. Il metodo di impiego e' il seguente: impulsi ultra-sonici ad alta intensita' sono inviati da un trasmettitore nella formazione 20 o 30 volte al secondo. Simultaneamente un impulso sincronizzato, il quale segnera' il tempo di origine, e' inviato attraverso il cavo collegato agli strumenti registratori in superficie.

Quando questo impulso arriva alla superficie esso compie tre funzioni. In primo luogo mette in azione il segnale di un oscilloscopio; in secondo luogo fa scattare un generatore (a denti di sega) il quale fornisce un voltaggio proporzionale al tempo, da 0 a 100 volts, in un millesimo di secondo; ed in terzo luogo, passando attraverso un circuito ritardatore, apre un amplificatore (gated) dopo che l'impulso diretto di sincronizzazione e' arrivato.

Quando l'impulso sismico arriva al ricevitore un secondo segnale elettrico e' inviato al cavo dopo essere passato attraverso un preamplificatore collocato nello strumento in pozzo. Al suo arrivo in superficie questo segnale appare sull'oscilloscopio la cui freccia orizzontale / base tempo, ha avuto inizio con l'impulso di sincronizzazione corrispondente all'impulso sopra detto.

Poiche' il secondo segnale arriva entro 2 millisecc l'amplificatore (gated) e' ancora aperto: questo segnale e' quindi amplificato dopo di che esso libera il meccanismo che permette la scarica della tensione accumulata dal generatore (a denti di sega). Mentre la carta di registrazione scorre sotto il dispositivo scrivente, un altro dispositivo meccanico integra lo spazio sotto la curva del tempo di intervallo. L'integrazione allora rappresenta il tempo totale occorso dall'impulso sismico per percorrere da un dato livello ad una profondita' nota nel pozzo. Questo tempo totale di percorso e' registrato da un secondo dispositivo scrivente.

Nello strumento ci sono due circuiti ritardatori. Il primo e' il circuito indicato nel diagramma che ha un ritardo di 100 microsecondi e impedisce l'apertura dell'amplificatore (gated) dall'impulso diretto di sincronizzazione. Il secondo ha un ritardo di 75 microsecondi, come indicato nel diagramma ed e' usato per compensare il tempo di percorso dell'impulso sismico nel fango ecc.

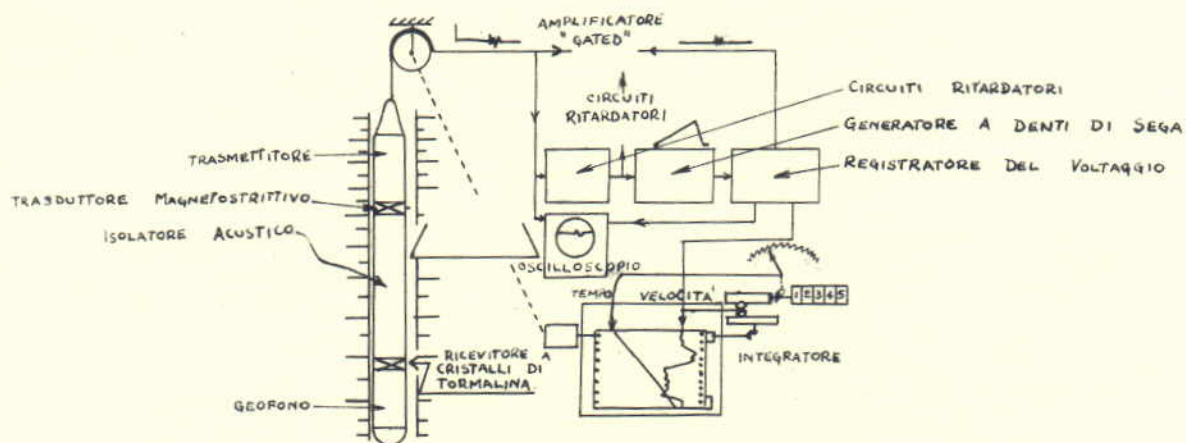


Fig. 2 SCHEMA DI APPARECCHIATURA PER LA REGISTRAZIONE DELLA VELOCITA' CONTINUA

Questi due circuiti possono dare ritardi di differenti valori da quelli indicati e il metodo per usare il secondo circuito e' descritto piu' innanzi.

Nello strumento qui illustrato il trasmettitore e' un trasduttore il cui interno e' composto da un acciaio speciale al vanadio il quale si contrae fortemente sotto l'azione magnetica (magnetostrizione). Il ricevitore e' un rivelatore piezo-elettrico. Per il grado di sensibilita' richiesto dallo strumento illustrato i cristalli di tormalina hanno dato i migliori risultati. Il trasduttore di acciaio al vanadio e il rivelatore a pressione a cristalli di tormalina hanno funzionato regolarmente nelle prove con temperatura superiore a 156° e a pressioni di 1.000 atmosfere.

La fig. 3 e' una fotografia dello strumento di registrazione usato nel pozzo. La parte nera mediana e' un isolatore acustico. Questa parte isolante smorza considerevolmente l'ampiezza del segnale, che inevitabilmente si propaga anche attraverso lo strumento, e lo ritarda in maniera tale che esso arrivi molto dopo del segnale che giunge al ricevitore attraverso la formazione. L'isolatore acustico ritenuto migliore e' una composizione di solida gomma attraversata longitudinalmente da un cavo di acciaio che ne aumenta la resistenza.

La sezione piu' chiara, direttamente sopra l'isolatore, e' il trasmettitore, mentre quella sotto e' il ricevitore. La normale distanza fra il trasmettitore e il ricevitore e' di m. 1,80. Nella parte piu' bassa dello strumento, sotto il ricevitore, e' incluso un normale geofono che puo' essere usato per quegli scopi che descriveremo piu' innanzi.

Nella parte superiore del ricevitore ci sono i preamplificatori. In ciascuna estremita' dello strumento ci sono degli ammortizzatori in gomma che attenuano il rumore prodotto dallo strumento stesso nello strisciare contro le pareti del pozzo.

La fig. 4 e' una fotografia dei principali strumenti di registrazione collocati nell'automezzo di registrazione. Le curve che si vedono sul pannello del registratore, da destra a sinistra, sono rispettivamente la curva di velocita' e la curva del tempo integrato rispetto alla profondita'. Nello strumento reale il tempo netto di percorrenza ( $t - \Delta t$ ) e' segnato in una scala lineare. Poiche' la velocita' di propagazione e' inversamente proporzionale al tempo di percorrenza, la scala di velocita' e' iperbolica (\*). La scala del tempo integrato e' lineare.

Il primo arrivo di energia deve essere sufficientemente forte da mettere in funzione il dispositivo marca tempo dello strumento. Que-

(\*) Non esatto: egli intende reciproca - P.G. Lazenby .

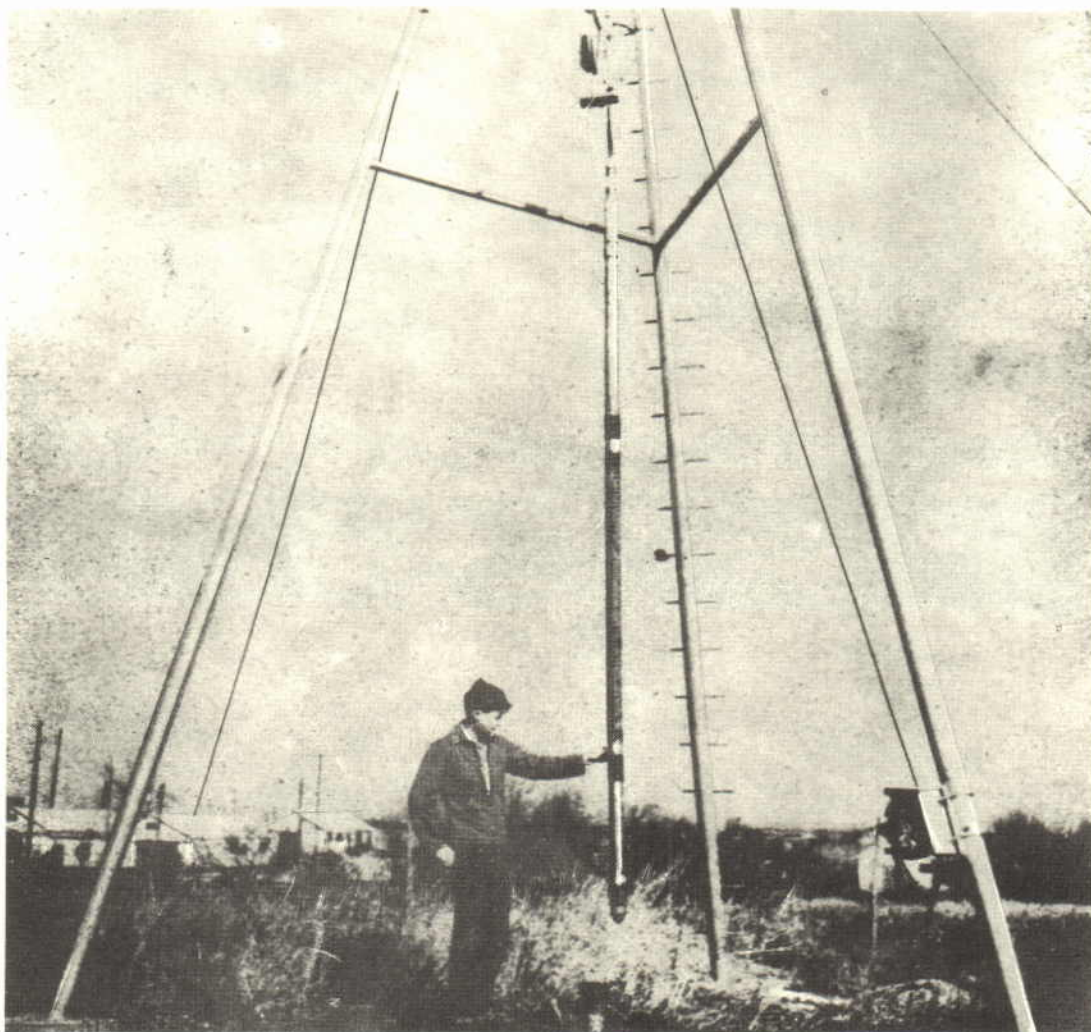


FIG.3 - INCASTELLATURA PER LA DISCESA NEL POZZO DEL REGISTRATORE DELLE VELOCITA' SOTTERRANEE.



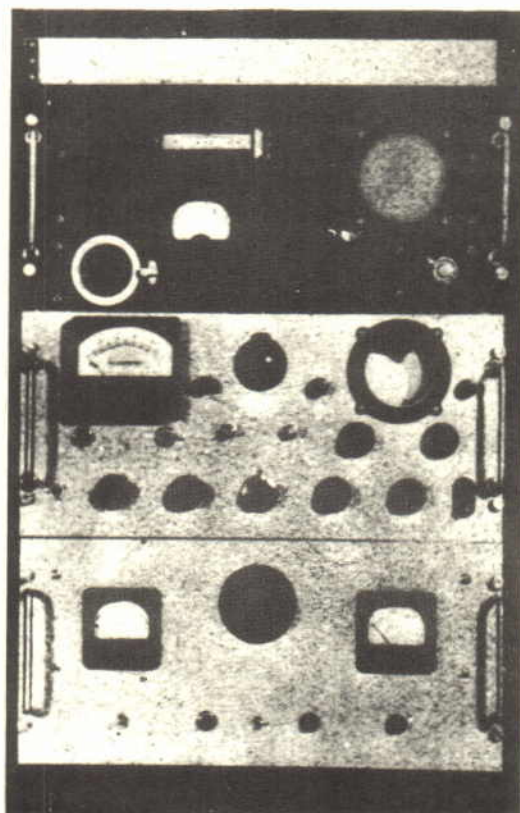
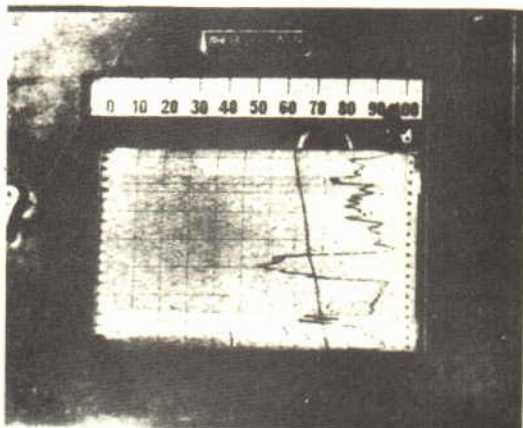


FIG.4 - STRUMENTI DI MISURA PER LA REGISTRAZIONE DELLA VELOCITA'.

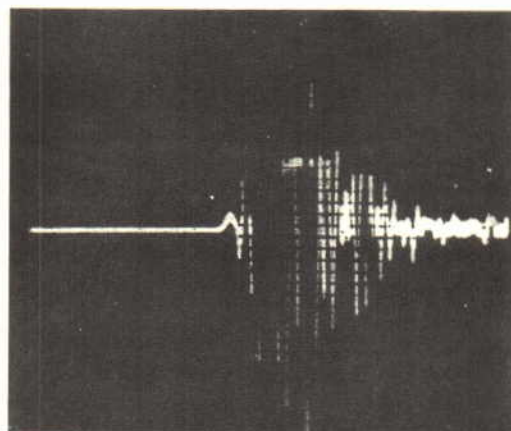
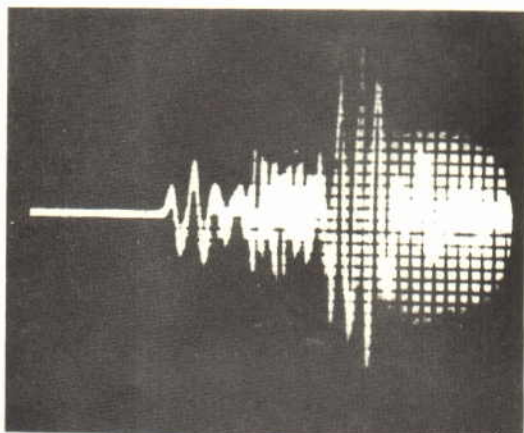


FIG.5 - ESEMPI DI SEGNALI RICEVUTI DURANTE LA REGISTRAZIONE DELLA VELOCITA' CONTINUA ( Secondo Summer and Broding 1952 ).

ESEMPI DI SEGNALI:

- 1) Segnale ottenuto nella formazione "Gessi di Austin" illustrante i 3 segnali di arrivo. Il tempo di percorso nella formazione è un po' meno di 0.6 m/s per una distanza di m. 1,8 -  $V = 2.700$  m/s.
- 2) Segnale nella formazione di marne scagliose di "Eagle Ford". Il tempo di percorso nella formazione è di circa 0.85 m/s -  $V = 1.900$  m/s.