

La Geophysical Service Incorporated (GSI) en México: Una Empresa Innovadora y Creativa de Tecnología

Por Rubén Darío Martínez Macías

Introducción

La compañía Geophysical Service Incorporated (GSI) fue un ejemplo claro de innovación y creatividad tecnológica, específicamente en el uso de la sismología aplicada a la exploración de hidrocarburos.

Para poder hablar de las contribuciones de la compañía Geophysical Service Inc. (GSI) hechas a la industria petrolera de México, es necesario hacer una reseña breve de la historia de GSI desde que se inició en Estados Unidos hasta que fue vendida a la compañía Halliburton en 1988, incluyendo dentro de ese periodo la historia de GSI de México, S.A. de C.V.

Breve historia de la compañía Geophysical Service Incorporated (GSI)

La compañía Geophysical Service Incorporated (GSI) fue fundada en el año 1930 por el Sr. J.C. Karcher (Figura 1). GSI fue creada para ofrecer servicios de exploración a la industria petrolera de ese tiempo usando sismología de reflexión. La compañía inició con 11 brigadas de exploración y más de 140 empleados. Los trabajos de exploración se llevaron a cabo en Texas, Oklahoma, Louisiana, Nueva York, Pensilvania y California. En 1931 GSI se estableció en México con brigadas de exploración. La expansión de GSI se extendió hasta suramérica en Venezuela, Colombia y Ecuador. También lo hizo en el lejano oriente en Sumatra, Java y Nueva Guinea (Figura 2).

Es curioso saber que el Sr. Karcher fundó una empresa llamada Coronado que fue subsidiaria de GSI. Esta empresa, Coronado, fue posteriormente vendida a la compañía Stanolind Oil que luego pasó a ser Amoco para luego formar parte de lo que hoy es BP (British Petroleum). Es interesante saber que GSI tuvo que ver con la formación de una empresa petrolera americana tan importante como lo fue Amoco. Pero la influencia de GSI en la industria no iba a parar aquí.

Durante el inicio de la segunda guerra mundial, GSI fue contratada por el gobierno de Estados Unidos para fabricar instrumentos tales como equipos de radar y magnetómetros aéreos. Esta actividad dio lugar a la creación de Texas Instruments (TI) en 1950; compañía que hasta la fecha es líder en la fabricación de equipos electrónicos. Luego GSI pasó a ser subsidiaria de TI. Para el año 1952, GSI tenía 53 brigadas de campo.

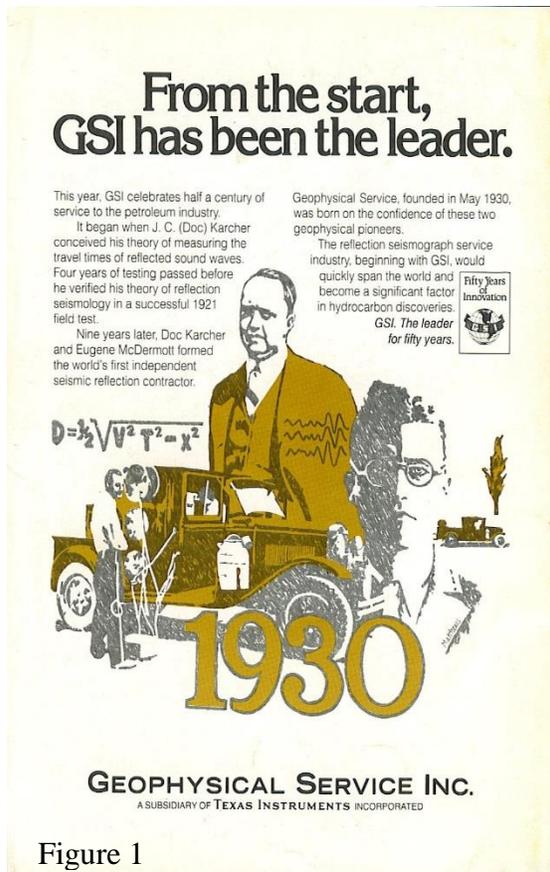


Figure 1



Figure 2

A principios de los años 60, la revolución digital apareció y TI y GSI tomaron parte activa en este extraordinario desarrollo tecnológico. En el inicio de esa década, GSI lanzó comercialmente el servicio de adquisición de datos sísmicos digitales empleando el primer sistema digital de grabación disponible en la industria. Una vez más GSI dejaba su marca en la historia tecnológica de la industria sísmica. Esto fue, por supuesto, un esfuerzo entre TI, GSI y algunas otras compañías petroleras (Figura 3).

Muchos algoritmos fueron desarrollados para procesar los datos sísmicos durante estos años. Ya para principios de los años 70's, la industria tenía una gran cantidad de soluciones para procesar los datos sísmicos (procesado multicanal, recuperación de amplitudes relativas, deconvolución, filtrado por velocidad aparente, análisis de velocidades en forma semi-automática, etc.)(Figura 4). Cabe señalar que las contribuciones de GSI a la industria petrolera no pararon, a principios de 1972, GSI lanzó las primeras ideas sobre cómo recolectar datos sísmicos tridimensionales. En ese momento se gestó lo que hoy conocemos como el método sísmico tridimensional (3D).

Esta innovación fue majestuosa dada la importancia que ha tenido esta herramienta en la exploración, delineación, caracterización y producción de yacimientos de hidrocarburos. Volviendo al dato histórico, el primer experimento 3D fue hecho en el sureste del estado de Nuevo México. Para este levantamiento se usó un equipo de grabación TI DFS-IV, que también se usó en México por muchos años.



Figura 3: Equipo de registro



Figura 4: Centro de procesamiento de datos sísmicos digital

Por supuesto los retos subsecuentes fueron en el procesamiento de datos. Los problemas relacionados a las correcciones estáticas en 3D y la migración de los datos en 3D fueron significativos. La primera migración Kirchhoff en 3D post-apilamiento fue hecha por GSI, con las computadoras de la época. Esto fue un reto gigante que con dedicación y esfuerzo fue superado.

La primera interpretación sísmica tridimensional (3D) a escala comercial fue también hecha en GSI. En esta interpretación los pozos existentes en el área amarraron muy bien con los datos sísmicos 3D procesados (Figura 5).

Durante la década de los 80's, la necesidad de realizar la interpretación tridimensional de volúmenes relativamente grandes para la época, motivaron otra innovación tecnológica; el desarrollo del primer sistema interactivo de interpretación sísmológica llamado SDS (Seismic Display System) (Figura 6). Posteriormente el sistema evolucionó de tal forma que se generó un nuevo sistema de interpretación llamado SIDIS (Seismic Interpretation and Display System). Estos sistemas aceleraron las interpretaciones de volúmenes de datos en una forma considerable (Figura 7).

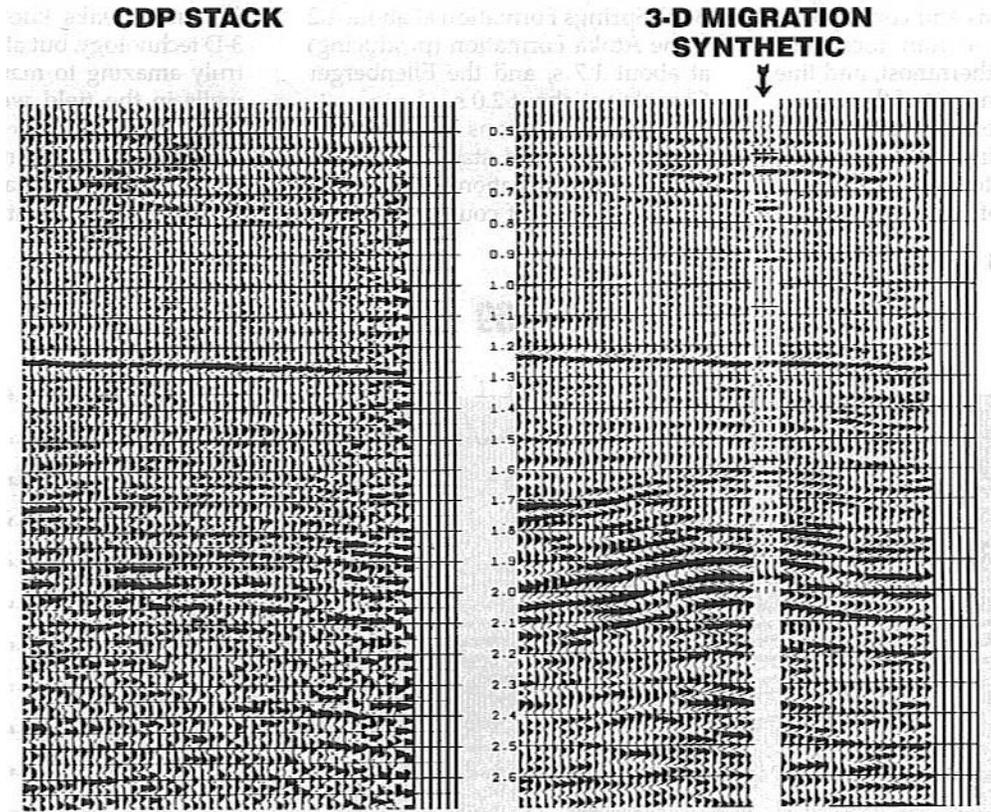


Figura 5: Sección vertical extraída del volumen tridimensional. El amarre con el sismograma sintético es de muy buena calidad (Schneider, 1998).



Figura 6

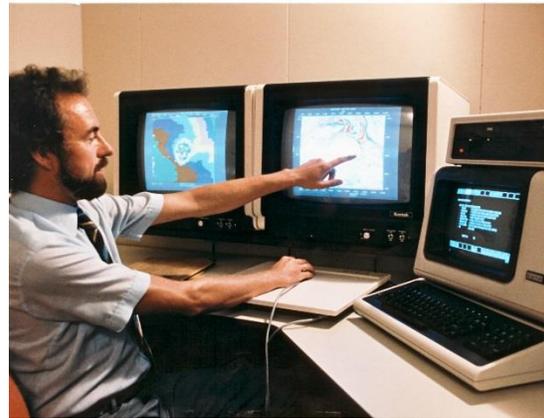


Figura 7

La GSI de México S.A. de C.V.

El inicio de la industria petrolera en México

La industria petrolera en México se inició en el año 1900 en el municipio de Ebanó, San Luis Potosí. En 1901, la compañía Mexicana Petrolera de California comenzó un programa de perforación de pozos y uno de ellos fue productor de aceite. En 1902, la compañía Pearson and Son encontró aceite cerca de San Cristóbal en el Istmo de Tehuantepec. Posteriormente, la primera refinería fue construida en Minatitlán.

Así en los años 20 la actividad petrolera en México se acrecentó para tener producciones de crudo muy importantes. Durante ese periodo, México ya era una potencia en la producción de aceite. Esto sucedió después de los éxitos conseguidos en la muy conocida y famosa “Faja de Oro” en el estado de Veracruz.

El inicio de la sismología de exploración en México

Desde el punto de vista geofísico, los primeros levantamientos sísmicos realizados en México fueron hechos empleando el método de refracción. Esto sucedió a mediados del año 1930 en el Sur del Estado de Veracruz. Para ello se empleó un sismógrafo de Mintrop y explosiones de dinamita como fuente de energía (Martínez et al., 1981).

De esta forma, hace unos pocos lustros se empezaron a emplear en México las técnicas del punto de reflejo común y el uso de computadoras para generar secciones analógicas apiladas. Ulteriormente, arribó la revolución digital en los años 60 y fue inmediatamente adoptada en México, esto después de que la GSI arrancó dicha revolución tecnológica en los Estados Unidos como se describió en la sección anterior.

La sismología tridimensional (3D) en México

En México la sismología tridimensional (3D) fue introducida por la GSI, (registrada en México como GSI de México S.A. de C.V.) en el año 1978. El primer estudio tridimensional fue realizado con la intención de resolver problemas estructurales complejos en aguas someras de la del Golfo de México (Sonda de Campeche).

Después a principios de la década de 1980, se realizó un levantamiento tridimensional (3D) terrestre considerado el más grande del mundo en su momento. Este se realizó en un área de Monclova Coahuila. El levantamiento fue realizado con vibradores como fuente de energía. Dichos vibradores eran en esa época manufacturados por la GSI. El objetivo de este levantamiento terrestre fue el de detectar fracturas con posible saturación de gas en carbonatos. Recuerdo que este proyecto fue muy difícil logística y técnicamente. También representó un reto muy importante en el procesamiento de datos.

Todos estos logros asociados a la introducción del método 3D en México, no pudieron ser posibles sin el liderazgo decidido del Ing. Andrés Ramírez Barrera. El Ing. Ramírez no nada más formó excelentes geofísicos en México y buenos equipos humanos de

trabajo (Figura 8), sino que propició, con agresividad tecnológica, la introducción del método tridimensional (3D) en México; un logro admirable. Por supuesto, el Ing. Ramírez tuvo un gran respaldo de la matriz de GSI ubicada en Dallas, Texas con la disponibilidad de geofísicos experimentados y tecnología avanzada.



Figura 8: Equipo de interpretación sísmológica de GSI de México. En la foto de arriba aparecen Marcelo Solano (izquierda) y Carlos Huerta (derecha). En la foto de abajo aparecen Efrén Murillo (parado cerca del pizarrón), Eloy Sierra (parado e inclinado sobre la mesa) y Rubén Darío Martínez (sentado).

El Ing. Ramírez dirigió a GSI de México durante las mejores épocas tecnológicas. Estos logros están brevemente documentados en el Apéndice A de este artículo.

Durante 1980, GSI de México lanzó una campaña educacional sobre sismología tridimensional (3D). Seminarios de 3D fueron impartidos en todas las zonas petroleras de México donde PEMEX tenía grupos de geofísicos de campo, procesamiento e interpretación. A mí me tocó la fortuna de dirigir y de ser instructor en esta campaña. La razón por la cual digo que fui afortunado, es porque aprendí más acerca de esta fascinante tecnología de vanguardia. Vinieron a México los mejores geofísicos de área que la GSI tenía en Dallas, Texas. Las figuras 9 y 10 muestran el seminario impartido en Tampico de Julio 21 al 25 de 1980. En la figura 9 aparece Marion Bone y yo. Marion era el líder de los geofísicos de área de GSI. En la figura 10, se observa a Joe Sanders (q.p.d.) impartiendo la clase de estimación de velocidades en 3D. El Ing. Jorge Stanford aparece analizando los conceptos explicados por Joe.



Figura 9

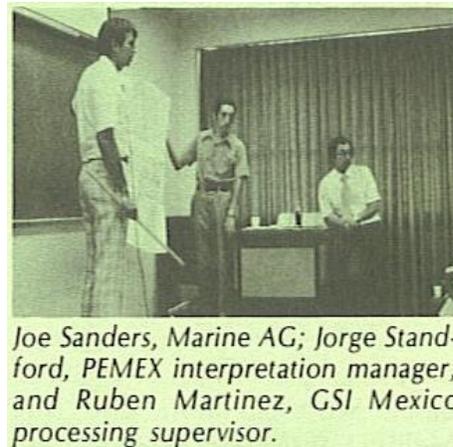


Figura 10

Estos seminarios fueron en su momento, una contribución importante de GSI para la capacitación técnica especializada de geólogos y geofísicos mexicanos. En la figura 11 aparecen los ingenieros Juvencio Vega, Arturo Pérez Aldana y Gilberto Martínez.



Figura 11: Foto de estudiantes del seminario sobre el método 3D en Tampico, Tamaulipas.

El primer centro de procesamiento de datos sísmicos de GSI en México

La introducción del método tridimensional (3D) en México no fue el único logro tecnológico conseguido por la GSI de México bajo la dirección del Ing. Ramírez. A principios de los años 80, se abrió el primer centro de procesamiento de GSI en la Ciudad de México, el cual tuvo el honor de dirigir. Aunque cabe aclarar que las brigadas equipadas con vibradores de GSI en México tenían equipos y personal de procesamiento sísmico básico que se realizaba en el campo. Volviendo al centro de procesamiento ubicado en la Ciudad de México, éste estaba equipado con el sistema TIMAP, que eran computadoras fabricadas por la Texas Instruments (Figura 12).

La paquetería de programas de procesamiento consistía de aplicaciones desarrolladas por GSI para proporcionar servicios de procesamiento de datos a sus clientes, como lo era

EN EL TRABAJO
... para ayudar a resolver sus
problemas en exploración sísmica

Sistema de registro digital (DFS-IV*) montado en camión usado por GSI para reunir la información sísmica.
*Marca Registrada por Texas Instruments.

Los vibradores GSI combinan potencia y frecuencia para proveer información sísmica de alta relación señal-ruido.

Los programas de procesamiento de GSI combinados con Texas Instruments Multiple Applications Processor (TIMAP*) producen información sísmica muy efectiva en costo, rapidez y alta fidelidad.

Para mayores informes comuníquese a GSI de Mexico, S. A. de C. V., Av. Juárez 119, Despacho 42, Mexico 1, D. F. Teléfono 566-92-44.

GSI de MEXICO, S.A. de C.V.
SUBSIDIARIA DE
TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED

Figura 12: Propaganda del sistema de procesamiento TIMAP en el Boletín de la AMGE.

Petróleos Mexicanos (PEMEX). Las secuencias de procesamiento empleadas en esa época eran conocidas como “procesamiento de ondícula”. El procesamiento de ondícula era necesario para la preservación de la amplitud relativa de los datos sísmicos. Estas ventajas que daba la tecnología exclusiva de GSI, dio como resultado información sísmica útil para estudios estructurales y sísmico-estratigráficos.

La primera aplicación del proceso de inversión sísmica en México

Como parte de los logros tecnológicos importantes de la GSI en el procesamiento de datos sísmicos, se desarrolló un proceso muy importante que se llamó G-LOGS™. Esta era una técnica de inversión sísmica muy sofisticada. El proceso de inversión transforma la traza sísmica migrada de incidencia normal en registros sísmicos de impedancia acústica u opcionalmente de velocidad de intervalo. Los G-LOGS™, en su momento, competían con otro producto similar llamado SeisLog (Lindseth, 1979) que lo popularizó la compañía Teknica de Canada dirigida en esa época por Roy Lindseth, un geofísico muy famoso en ese tiempo. Sin embargo, yo tuve la oportunidad de estar involucrado en las primeras pruebas tecnológicas de los G-LOGS™ y puedo decir que esta técnica estaba muy adelantada para su época. Contemplaba los efectos de transmisión y múltiples inter-estratificados; los principales enemigos de la alta resolución vertical sísmica (Figura

**From today's technology,
GSI designs for tomorrow.**

As seismic technology enters the '80s, its ultimate potential is just being understood. Historically, the seismic method has been refined to produce better "acoustic photographs" of the subsurface. Now, with the application of mathematical inversion methods, like GSI's G-LOG* process generated from the wave equation, new horizons are unveiled.

Tomorrow's seismic system will generate seismic logs by

3D Field Data
↓
Wave equation inversion
↓
Seismic logs
↓
Geologic inversion
↓
Lithologic maps

For 50 years, GSI has led the way in seismic technology. And today, GSI is looking ahead with innovative new designs for tomorrow.

GSI. The leader for fifty years.

$\nabla^2 U(x_i, \omega) + k(x_i, \omega)U(x_i, \omega) = F(x_s, \omega)$

1980

*A trademark of Geophysical Service Inc.

GEOPHYSICAL SERVICE INC.
A SUBSIDIARY OF TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED

Figura 13: Publicidad del lanzamiento del método de inversión sísmica G-LOG™.

13). Detalles sobre esta técnica de inversión pueden ser encontrados en Martínez, 1983 (ver bibliografía).

En México los G-LOGS™ fueron empleados por primera vez en 1981 en el noreste de México apenas al sur de Tampico, Tamaulipas en el paleocanal de Bejuco – La Laja. ¿Pero qué tiene de especial la aplicación de esta tecnología por la GSI? Esta fue la primera vez que en México se aplicaba el proceso de inversión sísmica; nunca antes se había empleado ni siquiera a nivel de prueba tecnológica. Esta aplicación tecnológica generó el artículo “Caso histórico sísmico – estratigráfico en el Noreste de México” que fue presentado en la convención de la Society of Exploration Geophysicists (SEG) en Los Angeles, California en Octubre de 1981 (Martínez y Stanford, 1981). La sección sísmica migrada que se muestra en la figura 14 fue la que se empleó para realizar el proceso de inversión sísmica G-LOGS™ cuyo resultado se muestra en la figura 15.

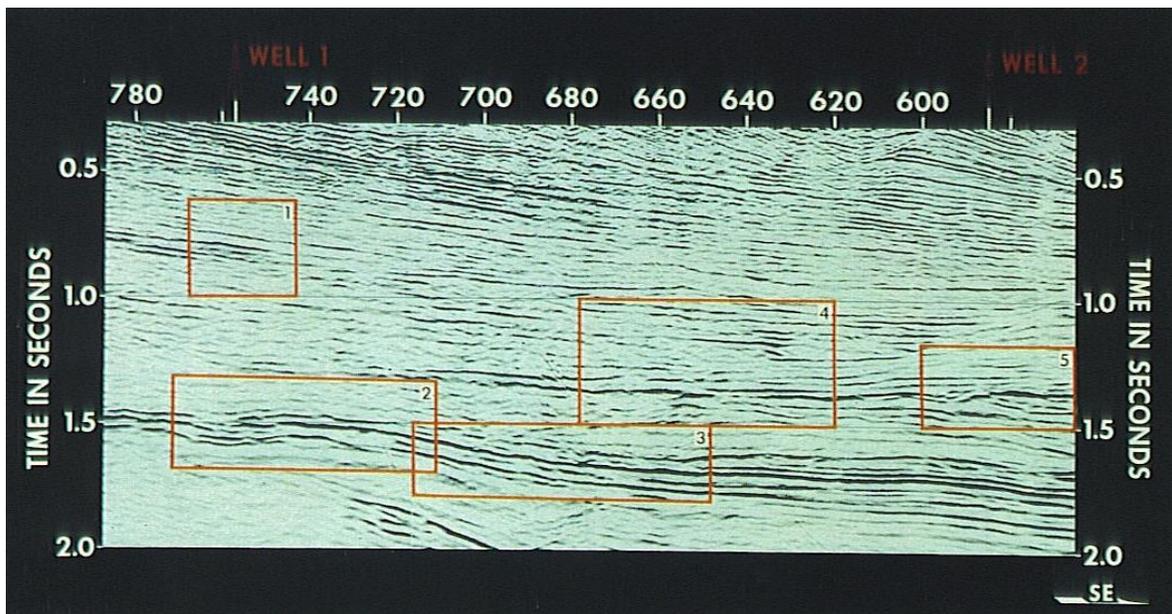


Figura 14: Sección sísmica migrada de Bejuco – La Laja.

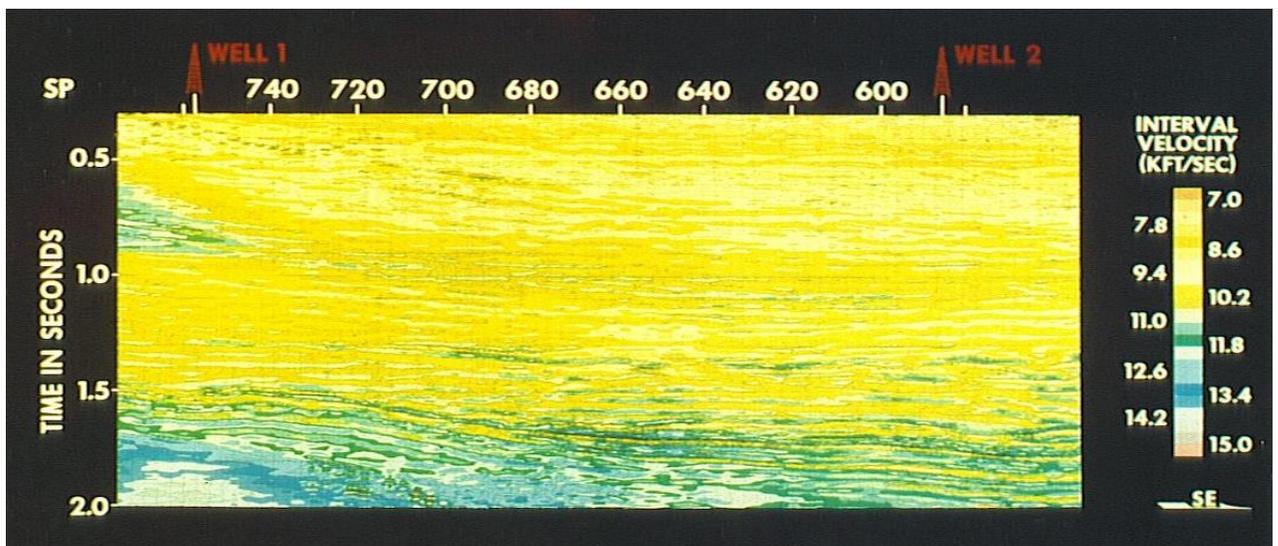


Figura 15: Sección producida con el proceso de inversión sísmica G-LOGS™ a partir de la sección sísmica mostrada en la figura 14.

El final de la compañía Geophysical Service Incorporated (GSI)

A mediados de la década de 1980, la industria petrolera mundial tuvo una baja considerable y afectó a todas las compañías contratistas de sismología de exploración de la época. La GSI no fue la excepción. Esta situación obligó financieramente a Texas Instruments (TI), fundada por la GSI, a poner en venta a la GSI, algo muy paradójico.

En febrero de 1988, la GSI fue vendida a la compañía Halliburton. Durante el mismo año, Halliburton adquirió también a otra empresa muy conocida en la industria: Geosource. Entre GSI y Geosource, Halliburton formó una nueva empresa llamada Halliburton Geophysical Services (HGS). En ese momento, el famoso nombre de GSI desapareció del mercado.

Años después, en 1992, Dave Einarsson inició una nueva empresa a la cual llamó Geophysical Service Incorporated (GSI). Usó el mismo nombre y logotipo. Esta empresa está todavía activa y cada vez más grande pero nunca ha alcanzado las dimensiones tecnológicas que la GSI original tuvo en su momento.

En 1993, Halliburton Geophysical Services (HGS) vendió la mayoría de sus activos a Western Atlas. Es anecdótico mencionar que el fundador de Western Geophysical fue Henry Salvatori quien fue uno de los primeros jefes de brigada que GSI tuvo en el año 1930. Otra muestra de la huella tan importante que la GSI ha dejado en el mundo de la geofísica.

Resumen

Sin ninguna duda la compañía Geophysical Service Incorporated (GSI) fue un sinónimo de innovación y creatividad tecnológica. Esta aseveración la avalan los siguientes logros tanto a nivel mundial como en México:

- La GSI realizó el primer levantamiento sísmico de reflexión comercial.
- Conjuntamente TI y GSI innovaron el procesamiento de datos analógicos mediante la fabricación de los primeros equipos electrónicos en los años 50.
- En la década de los años 60, GSI y TI fueron pioneros de la revolución digital tanto en la adquisición como en el procesamiento digital de datos.
- En los años 70, GSI realizó el primer levantamiento sísmico 3D comercial en Nuevo México, iniciando así una nueva era en la sismología de exploración.
- A fines de la misma década y a principios de los años 80, se realizó en México el primer levantamiento marino 3D en la Sonda de Campeche. Este proyecto fue coordinado por GSI de México bajo la dirección del Ing. Andrés Ramírez Barrera.
- Igualmente a principios del mismo decenio, se realizó en el Norte de México (Monclova Coahuila) el primer levantamiento terrestre 3D que en su momento fue el más grande del mundo.

- En la misma época, la GSI inventó el proceso de inversión sísmica (G-LOGS™) y por los mismos años este proceso fue aplicado por primera vez en México.
- Durante los años 80, GSI de México instaló su primer centro de procesamiento de datos sísmicos en México.
- La GSI y como consecuencia la GSI de México dejó de existir en el año 1988, cuando fue vendida por TI a Halliburton.

Bibliografía

Lindseth, R., 1979, Synthetic sonic logs – a process for stratigraphic interpretation: Geophysics, Vol. 44, No 3.

Martínez, R.D. e Islas, J., 1981, Técnicas de exploración sísmológica que se usan en México: Presentado en la convención de la Unión de Geofísica Mexicana, Mayo 5-8, 1981, Manzanillo, Colima México.

Martínez, R.D. y Stanford, J., 1981, A seismic stratigraphy case history in Northeast Mexico, Presentado en la convención de la Society of Exploration Geophysicists (SEG), Los Angeles, Calif., Oct. 11-15, 1981.

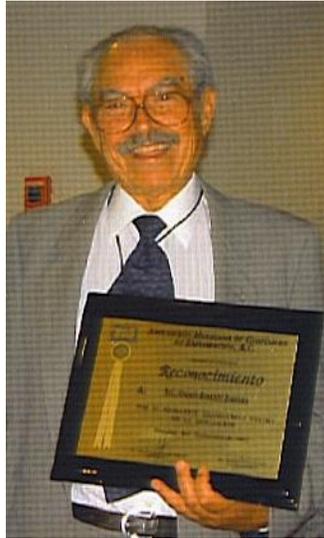
Martínez, R.D., 1983, Inversión sísmica y su aplicación en la exploración de trampas estratigráficas: Boletín de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, Volumen XXIII, Abril – Junio, No 2.

Proffitt, J., 1996, A (very) brief history of GSI: The Leading Edge, pp. 1151, October, 1996.

Publicación de GSI, Doodlebugger, 1980, The new frontier: Vol.2, No.10, Octubre, 1980.

Schneider, W., 1998, 3-D seismic: A historical note: The Leading Edge, pp.375, March 1998.

Apéndice A



El Ingeniero Andrés Ramírez Barrera falleció en Octubre del 2003. El Ing. Ramírez fue un pionero de la geofísica en México. Egresado del Instituto Politécnico Nacional y de la Colorado School of Mines en Estados Unidos. Siempre se caracterizó por ser un geofísico honesto, trabajador y con un gusto muy especial por las nuevas tecnologías de la geofísica. Después de trabajar por un corto tiempo para Petróleos Mexicanos siguió su carrera profesional con la compañía Geophysical Service Incorporated (GSI). En esta empresa llegó a ser gerente general en México, después de ocupar varios cargos donde se desempeñó como geofísico. En la misma época, la GSI desarrollaba proyectos de exploración como contratista para PEMEX, y siendo el Ing. Ramírez gerente de la misma fue cuando GSI introdujo en México el método sísmológico tridimensional, mejor conocido como 3D, en la Sonda de Campeche. Posteriormente y por muchos años más, el Ing. Ramírez continuó trabajando para GSI hasta que fue adquirida por la compañía Halliburton. El Ing. Ramírez se jubiló de Halliburton. La virtud más grande del Ing. Ramírez fue la de creer en la gente joven; en geofísicos jóvenes mexicanos apenas egresados de la escuela. Yo soy uno de ellos. El Ing. Ramírez nos entrenó en la práctica de la geofísica (adquisición, procesado e interpretación de datos). Estos jóvenes mexicanos entrenados por el Ing. Ramírez son hoy en día líderes en la geofísica en México y en el extranjero.