
Introducción

Las ondas de cizalla, también conocidas como ondas S, se han venido estudiando desde hace mucho tiempo. Las primeras observaciones de los sismos registraban ondas de cizalla debido a que los primeros instrumentos de medición, como la balanza de torsión, respondían principalmente al movimiento horizontal. El primero en estudiar las ecuaciones de movimiento P y S fue Poisson en 1828. Oldham (1897) fue el primero en identificar las ondas P, S y superficiales en datos de campo. Inge Lehmann (1936) por medio de las ondas de cizalla dedujo que el núcleo terrestre tiene una parte sólida en el interior del núcleo líquido.

En un principio la industria petrolera se enfocó a las adquisiciones de onda P, debido a la practicidad y menor demanda de procesamientos en cómputo. Sin embargo, el avance en la capacidad de cómputo y, sobre todo, de un mejor entendimiento de las ondas de cizalla (adquisición, algoritmos de procesamiento e interpretación) ha hecho que se estén usando cada vez más.

Entre los autores que han estudiado la onda de cizalla para fines de exploración son: Horton (1943) observó la onda S en check-shot, donde expresó las velocidades de la onda P y S en una función lineal respecto a la profundidad; Jolly (1956) concluyó que las ondas S tendrían una mejor resolución. Ricker y Lynn (1950) estudiaron las reflexiones de modo convertido P-SV, en donde dan una mejor explicación de la propagación de ondas (ondas de superficie, i.e. ground roll, y ondas de cizalla); el grupo Conoco (Cherry & Waters, 1968; Erickson et al, 1968; Miller and Dunstan, 1972) construyó el Vibroseis que generaba ondas SH, interpretando datos de onda P y S y llegaron a la conclusión de que si tenía una mejor resolución la onda S en ciertas frecuencias.

Hasta antes de los 70's la adquisición se enfocó a adquisición de onda P, sin embargo con los estudios de Garner and Harris (1956) donde relacionan las anomalías V_p/V_s con la saturación de gas y el estudio de Pickett (1963) donde relaciona V_p/V_s con litología empezaron a retomar la adquisiciones de onda S. Alrededor de 1980 se empezaron a hacer adquisiciones de onda de cizalla y se han hecho algunos descubrimientos de campo de hidrocarburos mediante estudios de cizalla.

En la actualidad las ondas de cizalla son muy útiles en los siguientes casos:

1. *Mayores contrastes de velocidad.* Cuando tenemos un límite de arenas-lutitas el contraste en la velocidad de la onda P no es muy marcado sin embargo los contrastes de la velocidad de la onda de S al ser mayores permite que los límites de los yacimientos puedan ser delineados
2. *Zonas ciegas debidas al gas.* La propagación de las ondas P son afectadas por las chimeneas de gas, haciendo que tengamos zonas ciegas en las secciones sísmicas de onda P, sin embargo, las ondas S no se ven afectadas por éste fenómeno debido a que viajan sólo por la matriz y por consiguiente podemos tener una mejor imagen en las secciones sísmicas.
3. *Información litológica.* Una de las formas de interpretación litológica es la gráfica V_p vs V_p/V_s , este tipo de grafica permite discriminar con mayor claridad los tipos de litología
4. *Anisotropía.* Las tensiones tectónicas o fracturas provocan orientaciones preferenciales y con esto se produce anisotropía de la propagación de las ondas. La polarización y la división de las ondas S debido a esta orientación preferencial permite estudiar la anisotropía. Es importante que la adquisición sea 3Dx3C. Este tipo de estudios nos puede decir que tanto está fracturado un yacimiento, considerando generalmente un mayor retraso de tiempo entre la onda de cizalla lenta (S_2) y la onda de cizalla rápida (S_1), sin embargo es recomendable tener una buena calibración con registros geofísicos (imágenes de pared, sónicos dipolares, entre otros) y núcleos principalmente.
5. *Cambios en los fluidos de los poros y en la litología.* Diferentes autores han propuesto relaciones de las velocidades P, S, V_p/V_s , módulos elásticos para apoyar la interpretación de las ondas P y S. recientemente se ha utilizado la diferencia de amplitudes entre las secciones PP y PS para discriminar un bright spot saturado de hidrocarburo y una debido a la litología.

Por lo que las aplicaciones de las ondas de cizalla pueden ayudar a disminuir el riesgo para encontrar hidrocarburos. Este tipo de tecnología aun sigue en desarrollo, sobre todo los algoritmos de procesamiento siguen mejorándose.