

ENSAYO DOWNHOLE

Setiembre, 2019

Palabras clave: Downhole, sísmica de pozo, geófono triaxial, ondas de corte, velocidad de ondas de corte, comportamiento sísmico

El ensayo se realiza en base a la Norma ASTM 7400 “Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing”.

En un estudio sísmico downhole, se emplea una fuente sísmica en la superficie cerca de un pozo donde se colocan dos geófonos triaxiales a profundidades seleccionadas en el pozo, según los estratos a investigar. Los datos brutos obtenidos de un estudio downhole son los tiempos de viaje de las ondas de compresión y corte desde la fuente hasta los geófonos y la distancia entre la fuente y los geófonos.

En refracción sísmica las ondas de compresión se generan golpeando una placa de acero con un martillo donde las ondas de corte viajan más lentamente que las ondas de compresión; por lo tanto, las ondas de compresión a menudo interfieren con las ondas de corte. Esta interferencia a veces dificulta la identificación de la llegada de la primera onda de corte. Para mejorar la resolución de la llegada de la onda de corte, la fuente sísmica está diseñada para producir una señal que contiene un componente de onda de corte grande y se utiliza un sismógrafo de mejora de señal para procesar las señales recibidas de los geófonos, entonces la fuente de onda cortante consiste en impactos de martillo en extremos alternos de una viga de madera de 8” x8” x8” con placas de acero, esta viga se acopla al suelo con un peso considerable donde se suele usar los neumáticos delanteros de una camioneta para minimizar el acoplamiento directo de la energía sísmica.



Figura 1. Geófono triaxial y sismógrafos

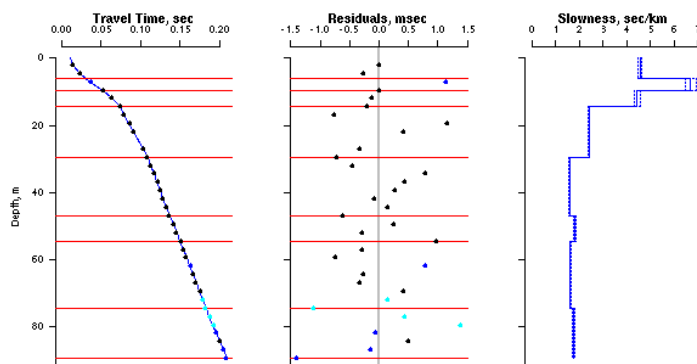


Figura 2. Gráficas de velocidad del subsuelo a diferentes profundidades/ Eric M. (2007). Example graphics output for a layered model for the surface to the depth of the last measurement for hole code = 293 with depth to layer interfaces at 2.7, 9, 14, 24, 32, and 89.5 meters. [Figura] recuperado de <https://pubs.usgs.gov/of/2007/1124/>

APLICACIONES:

Entre las principales aplicaciones destaca:

- Este método es bastante aplicativo para el diseño de fundaciones y estructuras en obras civiles.
- Con los módulos que se obtienen, se pueden realizar cálculos del comportamiento sísmico en diversas estructuras u obras civiles, según normativa de diseño vigente.
- Evaluar las características geotécnicas de cada unidad geológica e identificar posibles zonas de falla, de fracturamiento/alteración de rocas, entre otros.
- Es uno de los métodos geofísicos recomendado para la obtención de la velocidad de propagación de las ondas de corte y con ello la clasificación de suelos.
- Determinar la velocidad de la onda de compresión y corte versus la profundidad.
- Reconocer los contactos entre las distintas unidades litológicas reconocidas hasta la profundidad de investigación.



ENSAYO DOWNHOLE

Los sensores a utilizar en este ensayo consisten en dos conjuntos de geófonos triaxiales. Cada conjunto registra la señal sísmica en 3 componentes: uno vertical y dos elementos horizontales ortogonales. Los conjuntos de geófonos están separados por una distancia usualmente de medio a 1.5 metros. Se utilizan dos conjuntos de geófonos en una separación fija para que las velocidades de intervalo se puedan determinar a partir del mismo conjunto de impulsos. Este método reduce los errores de sincronización causados por las diferencias en la activación sísmica y las variaciones en las características del impulso fuente.

Los datos obtenidos se analizan determinando la velocidad del intervalo para cada ubicación de geófono. La velocidad del intervalo se determina calculando primero la distancia desde la fuente a cada geófono y la diferencia en los tiempos de llegada entre los geófonos superiores e inferiores. La velocidad del intervalo se calcula dividiendo la diferencia de distancia entre los geófonos por la diferencia en los tiempos de llegada. La velocidad del intervalo se traza en función de la profundidad. Algunas de las principales formulas a emplear en el ensayo Downhole se muestran en la siguiente figura.

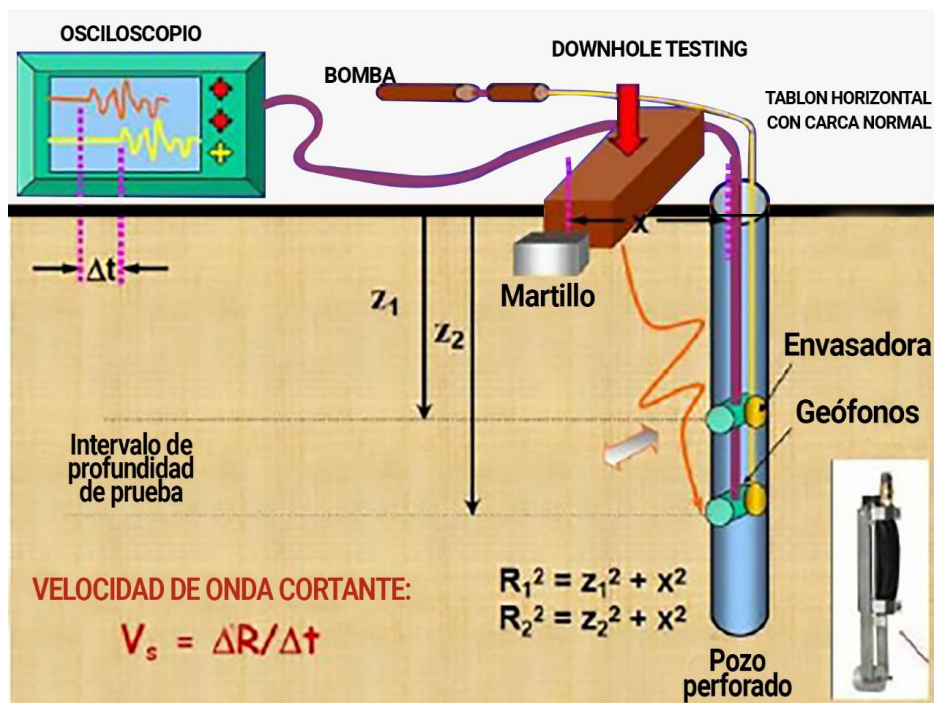


Figura 3. Diagrama básico y cálculo de la velocidad de la onda del ensayo Downhole / Modificado de Enamul, D. (2013) Calculation of shear wave velocity by down hole seismic test. R 1 = the distance. [Figura]. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Calculation-of-shear-wave-velocity-by-down-hole-seismic-test-R-1-the-distance_fig1_279450136