

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO

DEPARTAMENTO DE PLANEACION INVESTIGACION Y ESTADISTICA

Análisis Sísmico de los Suelos para  
el Estudio del Movimiento de Tierras



**MEMORANDUM TECNICO Núm. 156**

**México, D. F., a 10 de Diciembre de 1959**

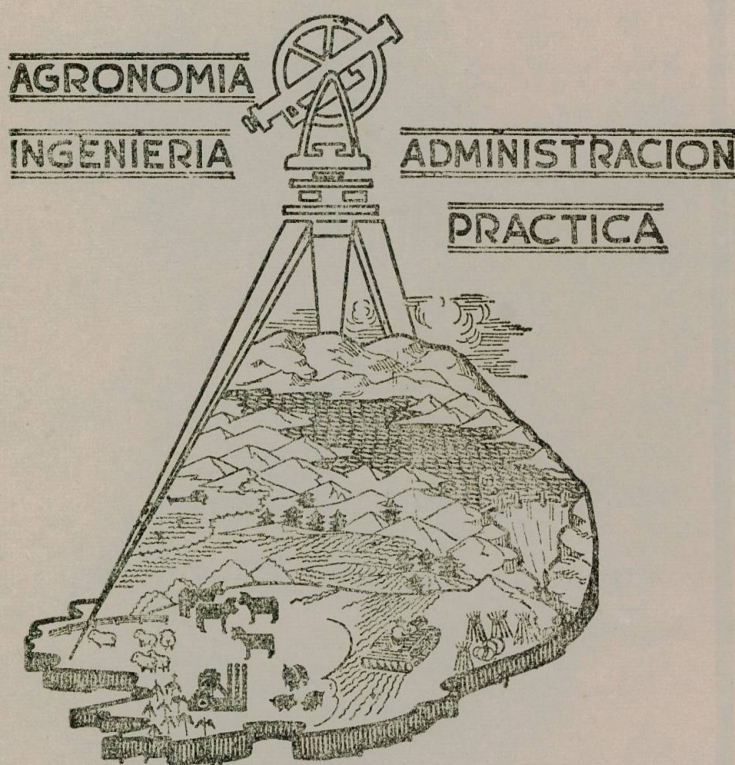
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO

DEPARTAMENTO DE PLANEACION INVESTIGACION Y ESTADISTICA

Análisis Sísmico de los Suelos para  
el Estudio del Movimiento de Tierras



**MEMORANDUM TECNICO Núm. 156**

**México, D. F., a 10 de Diciembre de 1959**

MEMORANDUM TECNICO No. 156

ANALISIS SISMICO DE LOS SUELOS PARA EL  
ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

Adaptó el texto:  
Adaptó las ilustraciones:

Ing. José Luis de la Loma  
Arq. Moisés Cordero Melo

Para este Memorándum se adaptó un folleto de divulgación de la  
Caterpillar Tractor Co.

Estas publicaciones se distribuyen gratuitamente y es  
tán desginadas a los técnicos que trabajan en la Dirección Gene  
ral de Distritos de Riego. - •

México, D. F. a lo. de Diciembre de 1959.

## MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ROCAS

Una infinidad de trabajos de ingeniería y construcción podrían simplificarse si existiera un método simple, barato y rápido, de obtener respuestas a las siguientes preguntas: ¿Qué profundidad tiene una capa de roca?, ¿Cuál es su solidez?, --- ¿Cuál es la naturaleza de los materiales entre la capa de roca y la superficie?, ¿Qué cantidad de material puede excavar una excavadora?, ¿Qué cantidad puede romperse?, ¿Qué cantidad de roca debe taladrarse y dinamitarse?.

No hace muchos años, los trabajos de movimientos de --- tierra, obstaculizados por yacimientos de roca o pizarra, exigían el uso de taladros y dinamita, para poder emplear eficazmente las palas y los camiones. El dinero necesario para pagar la labor de los operarios y cubrir el costo de la dinamita y --- equipo, representaba fuertes sumas.

En la actualidad, los últimos adelantos en diseño y --- construcción de los tractores equipados con máquinas operadoras para trabajo pesado, han hecho posible el uso eficaz de métodos simples para desgarrar materiales duros y transportarlos con es- cavadoras de autocarga.

Originalmente diseñados para aflojar capas duras de tie- rra, los desgarradores se han convertido en máquinas potentes, --- capaces de abrirse paso en gruesas formaciones de roca. Con el aumento de peso y potencia en los tractores modernos, también --- ha aumentado la eficacia de estas máquinas operadoras hasta tal punto, que resulta bastante difícil encontrar una zona de des- --- monte que no se someta al efecto para el que han sido creados.

factores que afectan la consolidación, afectan también a la acción de rotura. Por consiguiente, los materiales pobremente consolidados con velocidades bajas de ondas sísmicas, pueden romperse fácilmente, mientras que los materiales altamente consolidados, con velocidades altas, son difíciles de romper.

El equipo necesario para efectuar un análisis sísmico, incluye una fuente de sonido u oscilaciones, un receptor, un contador electrónico y un juego de tablas.

El sonido o vibración puede producirse por varios métodos. En algunos trabajos sísmicos, se emplea la dinamita, para investigar hasta más de 7 600 metros de profundidad, pero esta clase de investigación no es necesaria para analizar por ejemplo un corte para una carretera o un canal. Lo práctico aquí sería martillar una plancha de acero de 254 mm., con un mazo de 3.5 kgs. y de esta manera obtener resultados a una profundidad de 15 metros o más.

El receptor es un geófono de tipo ordinario, una bobina desplazable, suspendida en una solución de silicio.

Un contador electrónico, determina los intervalos de tiempo entre los golpes del mazo y la llegada de la onda sísmica al geófono.

#### TECNICA DE OPERACION

La onda sísmica se produce a diversas distancias del geófono receptor. El receptor solamente es sensible a la primera onda sísmica que lo alcanza. Así es que, ya se trate de la onda sísmica que hace el recorrido más corto o de la que hace el recorrido más largo, pero que comprende un sector de alta velocidad, funcionará el geófono. El intervalo de tiempo entre el gol

La gráfica muestra las velocidades más altas, que a su vez indican si los materiales son demasiado densos o están demasiado -- consolidados para que se puedan romper. El trabajo ha progresado hasta tal punto, que actualmente se puede predecir con bastante exactitud la posibilidad de rotura de una docena de materiales comunes.

Estos cálculos se hicieron con muestras de rocas de los Estados Unidos, relativamente pequeñas. Ensayos más extensos con rocas de áreas locales, pueden producir resultados diferentes.

#### ANÁLISIS DEL MATERIAL SITUADO DEBAJO DE LA SUPERFICIE

El análisis de los materiales para un trabajo dado es cosa simple. Para completar cada prueba y determinar las velocidades de la onda sísmica, se necesitan de 20 a 30 minutos. Una comparación de las velocidades de las ondas con las obtenidas en los mismos materiales en trabajos anteriores, dará una buena indicación sobre la rotura y el rendimiento que puedan esperarse. Donde se ha seguido este procedimiento, los resultados sobre las posibilidades de rotura han sido muy exactos.

Debe hacerse notar que los materiales deben ser clasificados primeramente por su composición, por ejemplo: piedra caliza, piedra arenisca, pizarra, etc. Las propiedades físicas de los diferentes tipos de roca, varían con respecto a su posibilidad de rotura, aunque las velocidades de las ondas sonoras a través de ellas, sean casi idénticas. Esta clasificación puede hacerse fácilmente si se cuenta con un conocimiento general de la composición del terreno.

### Capas duras y blandas

El mismo efecto produce cualquier capa dura, sobre el terreno o dentro de él. La onda sísmica continuará viajando a través de la capa densa (alta velocidad) a pesar de la distancia que exista entre el mazo y el geófono.

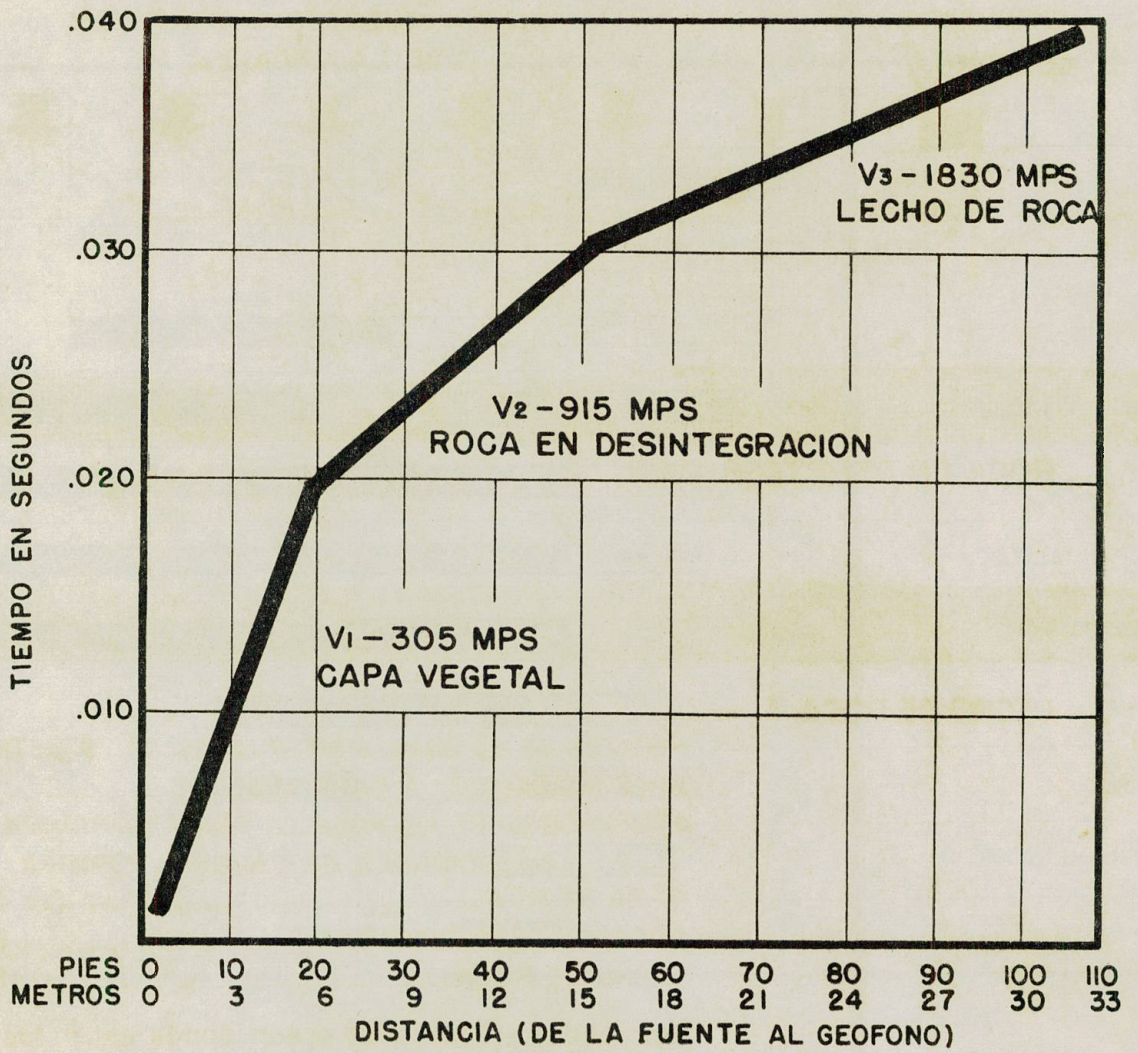
Así es que las carreteras pavimentadas, el concreto u otras superficies duras, obstaculizan un análisis completo debajo de la superficie.

### Niveles del agua

La onda sísmica del agua tiene una velocidad de aproximadamente 1 525 metros por segundo. En arena o lechos de grava donde hay velocidades más bajas, puede determinarse por medio del sismógrafo el nivel del agua. En rocas más consolidadas, la presencia o ausencia de agua, no afecta sustancialmente a la velocidad total de la onda sísmica.



El impacto de un mazo contra una plancha de acero, envía ondas sísmicas al receptor, el cual detiene al contador electrónico. Esta prueba la pueden hacer dos hombres en cuestión de minutos.



Gráfica del tiempo en función de la distancia. Cada material tiene su propia línea que indica la velocidad de la onda sísmica a través de él



I N D I C E .

	Pag.
Movimiento de tierras y rocas .....	1
Análisis sísmico .....	2
Técnica de operación .....	3
La comparación de las velocidades sísmicas permite predecir la facilidad de rotura del material .....	4
Análisis del material situado debajo de la superficie .....	5
Determinación de la profundidad .....	6
Uso del sismógrafo .....	7