

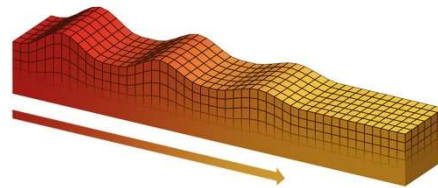
# Localice el epicentro de un terremoto marciano con un solo sismómetro

## 1. Introducción & Pb

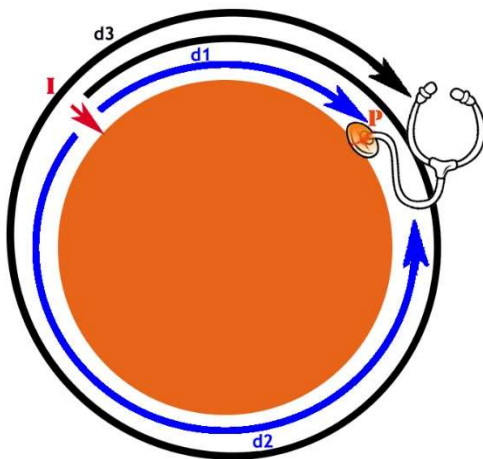
Tratemos de entender cómo, con un solo sismómetro, los científicos de la misión Insight podrán localizar el origen de las ondas sísmicas creadas por un impacto de meteorito o un terremoto.

Teóricamente, dado que Marte tiene un perímetro pequeño, los científicos esperan registrar varios trenes de ondas, desplazados en el tiempo correspondiente al terremoto o impacto. mismo

Las ondas que pueden rodear el planeta varias veces son las ondas superficiales de Rayleigh.



Principio de desplazamiento de una onda de superficie (© IPGP/David Ducros).



**I:** punto de impacto, origen de la onda sísmica.

**P:** sismómetro

**T<sub>1</sub>:** el tiempo que tardan las ondas sísmicas en recorrer la distancia **d<sub>1</sub>**

**T<sub>2</sub>:** el tiempo que tardan las ondas sísmicas en recorrer la distancia **d<sub>2</sub>**

**T<sub>3</sub>:** el tiempo que tardan las ondas sísmicas en recorrer la distancia **d<sub>2</sub>+2d<sub>1</sub>** o **d<sub>3</sub>**

**2. Edad de los estudiantes:** 15 – 17 años

## 3. Objetivos

La misión Insight tiene como objetivo localizar un terremoto en Marte utilizando un solo sismómetro. En nuestro experimento utilizaremos una célula piezoeléctrica para simular el trabajo del instrumento SEIS.

## 4. Sujetos primarios

- Ciencias de la Tierra
- Física
- Matemáticas
-

## 5. Temas adicionales

## 6. Tiempo requerido: 2h

## 7. Términos Clave.

Epicentro, ondas de superficie, frecuencia, sismograma

## 8. Materials

- Un balón de pilates, perímetro 250 cm
- Audacia 1.2.6
- 1 célula piezoeléctrica
- 2 barras de poliestireno
- 1 cinta métrica
- 1 bola de 11,5g y 1,4cm suspendida de un cable de 1m fijado a un transportador.

## 9. Fundamento

Las nociones de propagación de ondas sísmicas, los orígenes de un terremoto.

## 10. Procedimiento

Colocar el balón sobre las barras de poliestireno para evitar cualquier contacto con el suelo.

Pegue con cinta adhesiva una célula piezoeléctrica sobre el globo.

Determinar una zona de impacto a 93 cm de la célula piezoeléctrica

Cuelgue el transportador de manera que la pelota quede a nivel con el área de golpeo.

Experimentemos con un modelo para entender mejor la teoría

Detalle del dispositivo experimental

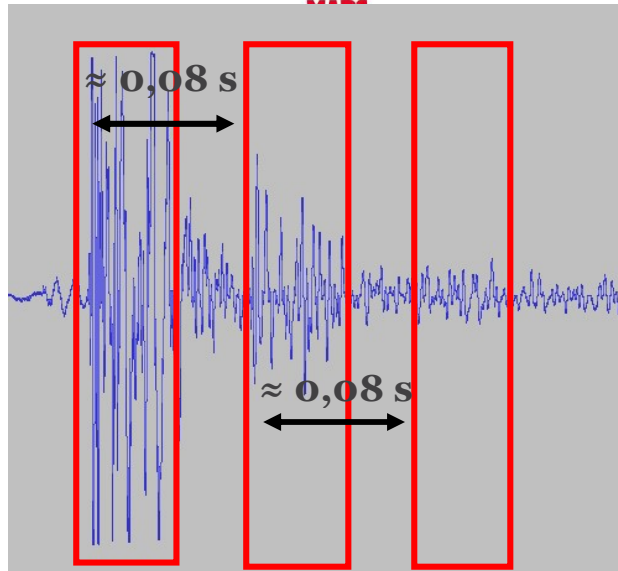


Realizar varias grabaciones sucesivas con impactos de intensidad constante. Para ello, mueva la bola de forma que el alambre mire a un ángulo de 50° con la vertical.

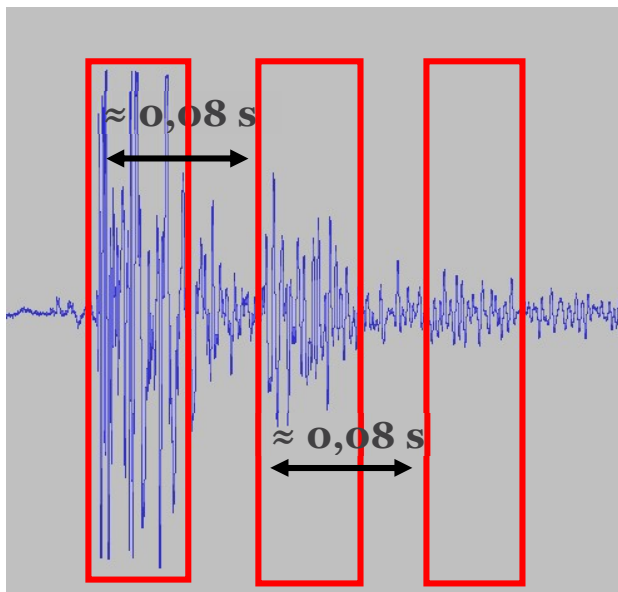
### Analicemos los resultados obtenidos:

Se observan varios trenes de ondas, tal y como lo predicen las simulaciones de los científicos. Vamos a determinar el tiempo transcurrido entre los diferentes trenes de olas.

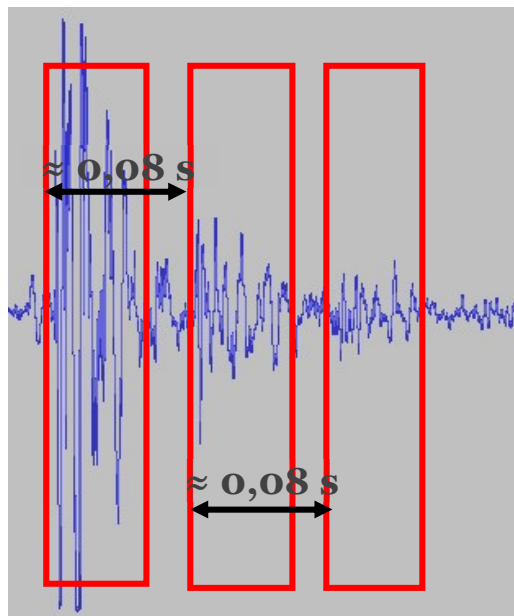
Record 1



Record 2



Record 3

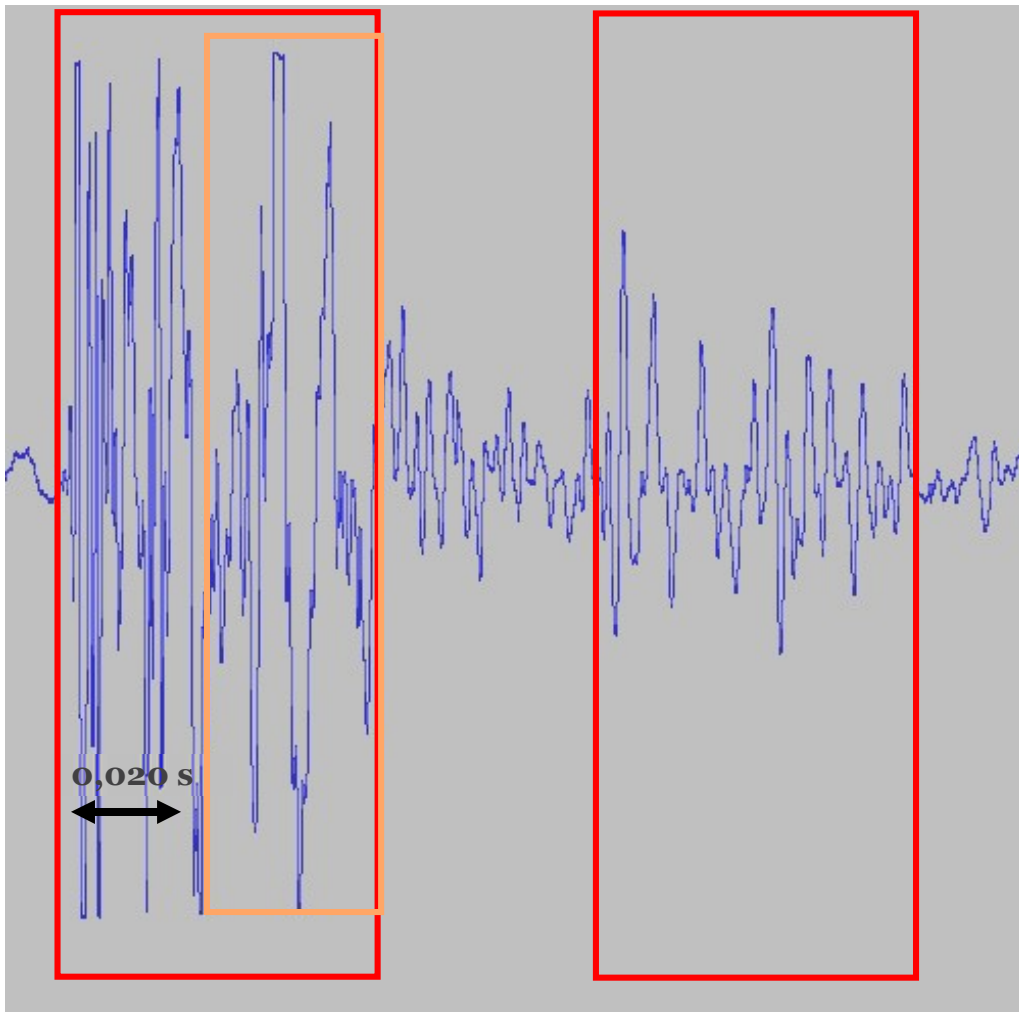


A partir de los resultados obtenidos, asumamos que el tiempo transcurrido entre cada tren de olas corresponde al tiempo que este último tarda en completar una revolución completa del globo  $d_2+d_1$ . Por lo tanto, podemos determinar una aproximación de la velocidad de propagación de la onda en la superficie del globo.

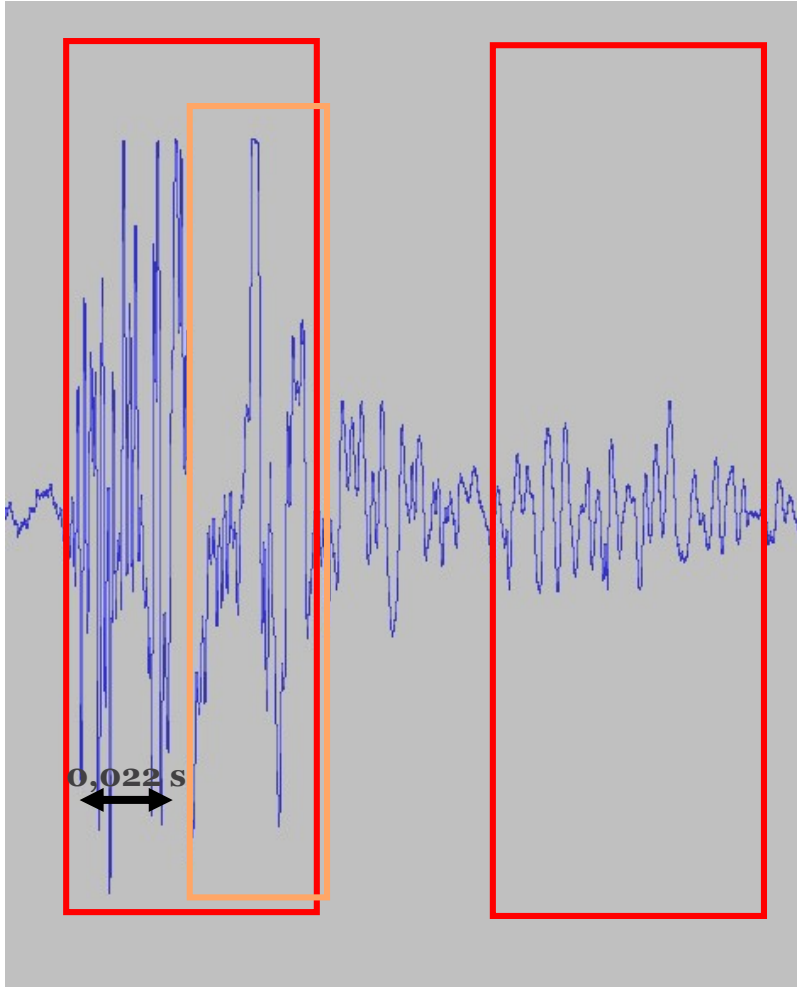
$$V=d/t=(d_1+d_2)/t$$
$$=250/0,08=3125\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$$

Echemos un vistazo más de cerca a las señales de los primeros trenes de olas. Estamos tratando de averiguar si las ondas que viajaron la distancia  $d_2$  fueron detectadas por el piezo.

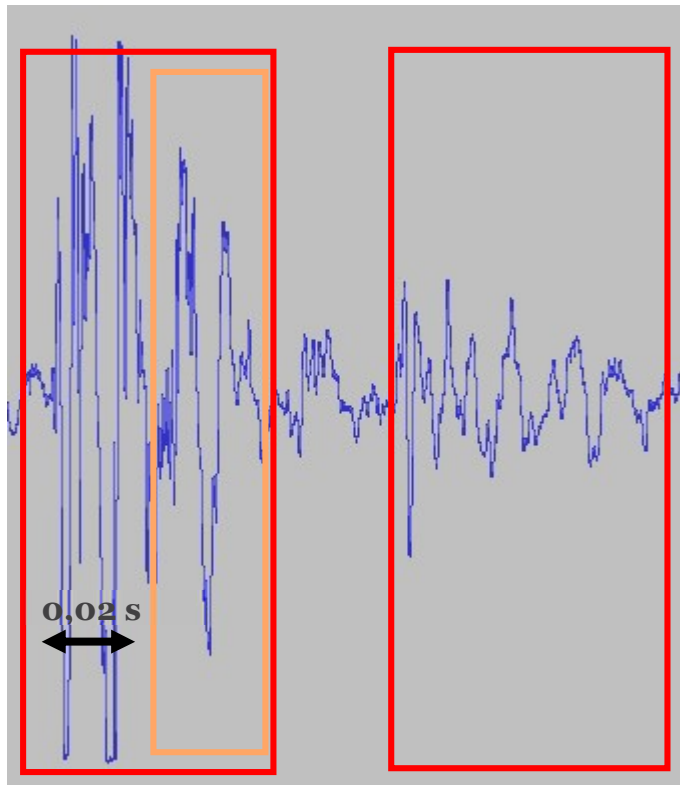
#### Record 1



Record 2



Record 3



Supongamos que esta señal corresponde a las ondas que recorrieron la distancia  $d_2$ .

Podemos estimar un área de impacto.

$$d_2 - d_1 = \Delta t \times V$$

$$d_2 - d_1 = 0,02 \times 3125 = \underline{62,5 \text{ cm}}$$

$$d_1 = (250 - 62,5) / 2 = \underline{93,75 \text{ cm}}$$

## 11. Discusión de los resultados y conclusiones

La distancia entre el sismómetro y la fuente del terremoto, la hora del terremoto y la velocidad media a la que las olas viajan sobre la superficie del planeta pueden estimarse combinando los tiempos de llegada de las olas R1, R2 y R3. Los terremotos de magnitud 4.5 o mayor son eventos relativamente raros en Marte, pero los geofísicos estiman que durante el transcurso de la misión (un año marciano, o dos años terrestres), debería ser posible observar entre 3 y 5 años.

Es importante señalar que la eficacia de las técnicas que se implementarán para la misión InSight ha sido validada en la Tierra con datos de estaciones únicas. (cf: actividad sobre el estudio de los terremotos en la Tierra desde un solo sismómetro). Esto ha llevado al descubrimiento de uno de los modelos de estructura interna de la Tierra comúnmente utilizado por geofísicos (PREM) con barras de error aceptables.

Sin embargo, existen incógnitas, y la validez de la técnica resumida anteriormente no puede ser confirmada hasta que los científicos reciban y analicen los registros de Marte.

## 12. Actividades de ampliación

En la Luna los geofísicos se asombraron al descubrir que la corteza lunar causaba una enorme difracción de las ondas sísmicas, impidiendo la existencia de ondas superficiales. Dado que la corteza marciana, al igual que la corteza lunar, estuvo expuesta a un bombardeo masivo de asteroides en las primeras etapas de la formación del sistema solar, su naturaleza pulverizada y sus numerosos cráteres, especialmente en el hemisferio sur del planeta, también podrían causar la difracción de ondas sísmicas, lo que complicaría seriamente el análisis.

## 13. Explorar más (recursos adicionales para los maestros)

- <https://www.seis-insight.eu/en/public-2/martian-science/seismic-activity>

- The geology of Mars, edited by Mary Chapman