

PIEZÓMETRO DE CUERDA VIBRANTE:

Los piezómetros de cuerda vibrante miden, con gran precisión, la presión intersticial en el punto donde se instalan.

También pueden incorporar un sensor térmico, permitiendo así la medición simultánea de la temperatura.

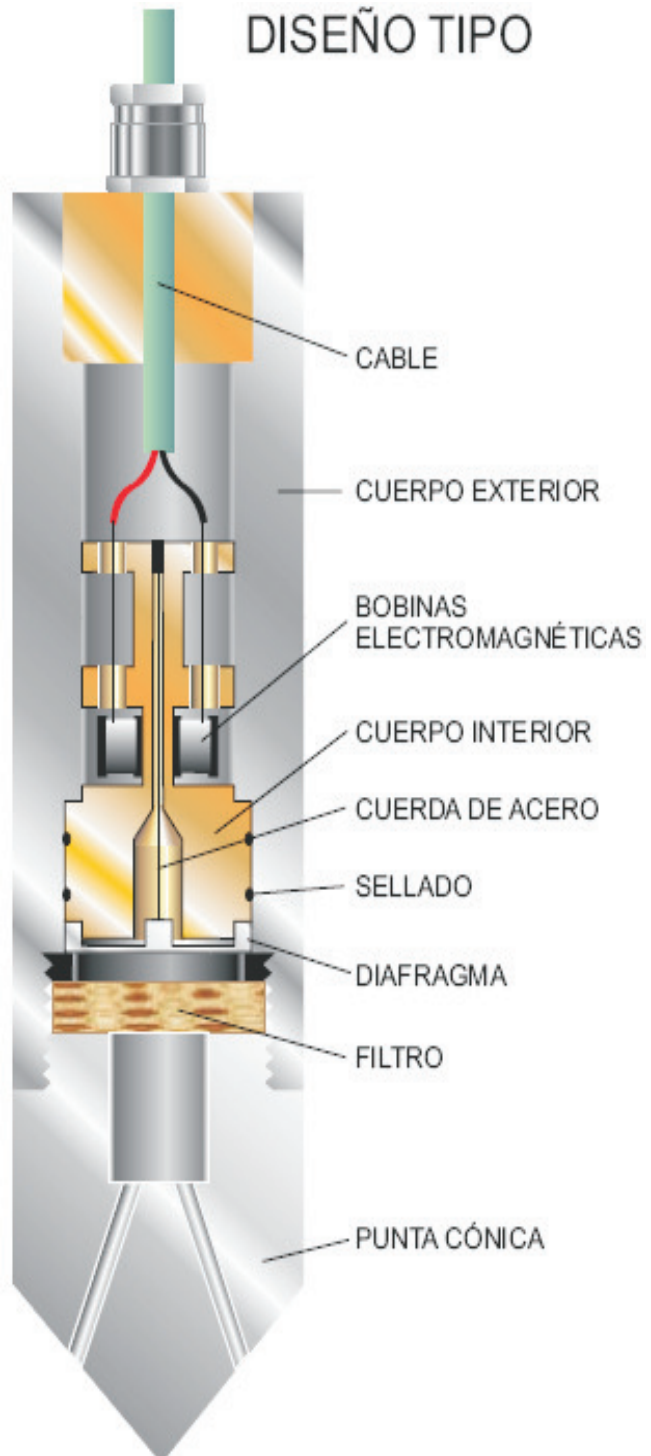
Mediante un sistema automático de adquisición de datos, y centralizando la información transmitida por el piezómetro en un ordenador, se puede realizar el seguimiento y monitorización, en tiempo real, de las presiones intersticiales.

En las siguientes imágenes se muestran diversos tipos de sensores de piezómetros de cuerda vibrante.



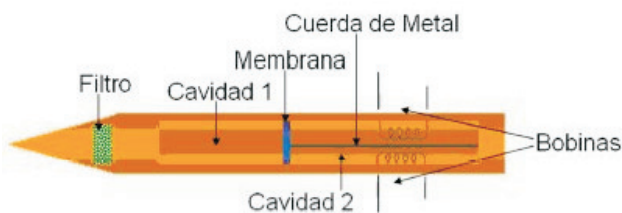
Diseño Tipo:

El diseño tipo de uno de estos sensores se ilustra en la siguiente imagen:



Principio de Funcionamiento:

El principio de funcionamiento de un piezómetro es el siguiente:



El líquido cuya presión se quiere conocer, en nuestro caso el agua, entra a la cavidad 1 a través del filtro colocado en su extremo. Dicho filtro permite el paso de agua y reteniendo las partículas en suspensión que pueda arrastrar el agua.

El agua que entra en la cavidad, ejerce presión sobre la membrana impermeable que separa la cavidad 1 de la 2. Según aumenta la presión, la membrana se desplaza hacia la cavidad 2.

En la cavidad 2 se sitúa una cuerda de acero tensada, sujeta en un extremo a una pieza fija, y en el otro, a la membrana que se desplaza en función de la presión del líquido en el que se halla inmersa.

Dentro de la cavidad 2 se encuentran dos bobinas eléctricas, que completan el instrumento de medición. Una de las bobinas se encarga de excitar la cuerda mediante impulsos eléctricos, mientras que la otra capta la frecuencia de vibración de la cuerda, convirtiéndola en corriente eléctrica, transmitiéndola finalmente al receptor.

La frecuencia a la que oscila la cuerda (f) es inversamente proporcional a la distancia entre sus extremos (l), que es, a su vez, función de la presión que ejerce el agua en la membrana.

El cuadrado de la frecuencia de la cuerda varía proporcionalmente a la presión aplicada según la fórmula $P - P_0 = k \cdot [f^2 - (f_0)^2]$, después de corregir o despreciar el error de efecto térmico.

Midiendo, por tanto, la amplitud del movimiento de vibración ($1/f$, en microsegundos) podemos calcular la elongación (l) y con esta la presión que ejerce el líquido sobre la membrana que es,

obviamente, la presión intersticial que queremos medir.

Cada piezómetro es único y, una vez construido, necesita una calibración inicial, de la que se obtiene su constante de conversión, que será necesaria para transformar las frecuencias medidas, en presiones. Además justo antes de ponerlo en funcionamiento se mide su “cero” de presión, que también es distinto para cada piezómetro.

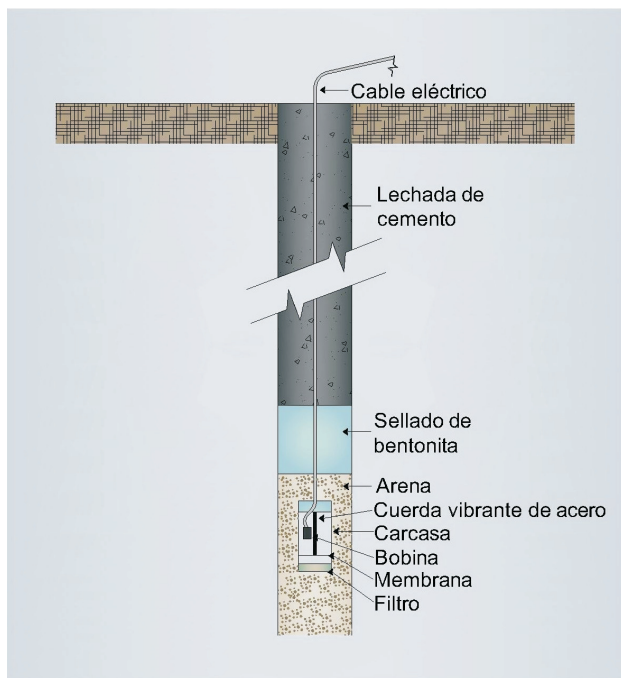
Esta operación se realiza introduciendo el piezómetro en un cubo de agua a cota próxima a la superficie, y se mide en microsegundos el periodo de oscilación que será el correspondiente a la presión atmosférica. El conocimiento de estos dos valores, constante de conversión y frecuencia a presión atmosférica, es necesario para poder convertir los valores dados en unidades de tiempo, a unidades de presión.

Para medición de presiones intersticiales en la cimentación de presas simplemente hay que tener ciertas precauciones en su colocación para asegurar su correcto funcionamiento.

Posibles Instalaciones:

Básicamente hay dos disposiciones diferentes:

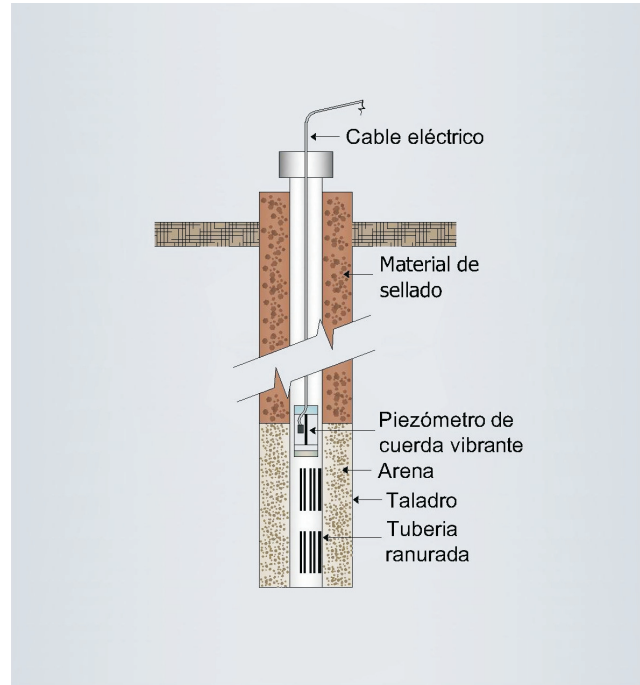
- Piezómetro cerrado:



Se perfora el taladro hasta la profundidad a la que se quiera medir la presión. En la práctica se perfora de 0,3-0,5 m más, puesto que el sensor queda colgado desde la boca del taladro. Posteriormente se rellena con arena filtrante hasta asegurar que el piezómetro ha quedado embebido en la arena. Encima de la arena se sella el taladro con bentonita. Por último se rellena el taladro con lechada de cemento.

Con esta disposición el piezómetro no es recuperable.

- Piezómetro abierto:



Se perfora el taladro hasta la profundidad a la que se desee hacer la medición. Se introduce en el taladro un tubo estanco con ranuras en su extremo final. Posteriormente se rellena con arena filtrante la zona entre la tubería ranurada y las paredes del taladro situada en la parte inferior del taladro. El resto se rellena con lechada para fijar y sellar completamente la tubería. Es importante realizar un correcto sellado de la boca del taladro para evitar que funcione como un dren, evacuando agua a la galería. Por último se sitúa el piezómetro de cuerda vibrante a la altura donde se quiera medir la presión.

Esta disposición tiene algunas ventajas: el piezómetro de cuerda vibrante es recuperable, también es posible colocar un manómetro en la boca del taladro y así contrastar la medición del piezómetro de cuerda vibrante con la del manómetro. El principal inconveniente es que es bastante más caro.