

Scheda di approfondimento

Autore: Carmen Giovanelli

Studiamo un sismogramma

Sui sismogrammi è possibile effettuare molte misure. Dal tempo di arrivo delle onde P e S, è possibile risalire alla posizione della sorgente sismica e alle proprietà elastiche del mezzo di propagazione. Dall'ampiezza e dalla durata del moto del suolo, si può stimare la magnitudo, oltre che dedurre le caratteristiche di attenuazione ed amplificazione dei materiali attraversati. Dall'identificazione delle diverse fasi sismiche, è possibile determinare la profondità delle principali discontinuità attraversate dalle onde durante la propagazione all'interno del pianeta

L'arrivo dell'evento è segnato, sulla registrazione, dalle vibrazioni del terreno causate dalle onde longitudinali (onde P) e dall'arrivo, alcuni istanti dopo, delle onde trasversali (onde S). Il distacco tra i due tipi di onde è dovuto al fatto che esse si propagano con differenti velocità, pertanto all'aumentare dell'intervallo di tempo tra l'arrivo delle onde P e le onde S, misurato sul sismogramma, aumenta anche la distanza tra la stazione sismica e l'ipocentro.

La porzione iniziale della registrazione di un terremoto è composta da onde di ampiezza relativamente piccola e con alta frequenza corrispondenti all'arrivo delle onde più veloci (onde P). Dopo un certo intervallo di tempo (che è funzione della distanza tra il sismografo e l'ipocentro) arrivano le onde S che hanno grande ampiezza (picchi più accentuati) e piccola frequenza. Se la stazione sismica si trova ad una certa distanza dall'epicentro, nella porzione finale del sismogramma possono essere visibili le vibrazioni del suolo causate dalle onde superficiali, estremamente più lente delle onde di volume (onde P e S) ma con ampiezza maggiore.

Generalmente la lettura di un sismogramma risulta estremamente complessa a causa del percorso complicato delle onde sismiche nella Terra. Le onde prodotte dai terremoti viaggiano all'interno della Terra ed emergono in superficie dopo aver subito riflessioni e rifrazioni in corrispondenza di variazioni di densità e rigidità che le onde incontrano attraversando le rocce che compongono la struttura interna del Pianeta. Le differenti modalità di propagazione, legate alla disomogeneità della Terra, sono ben visibili sul sismogramma.

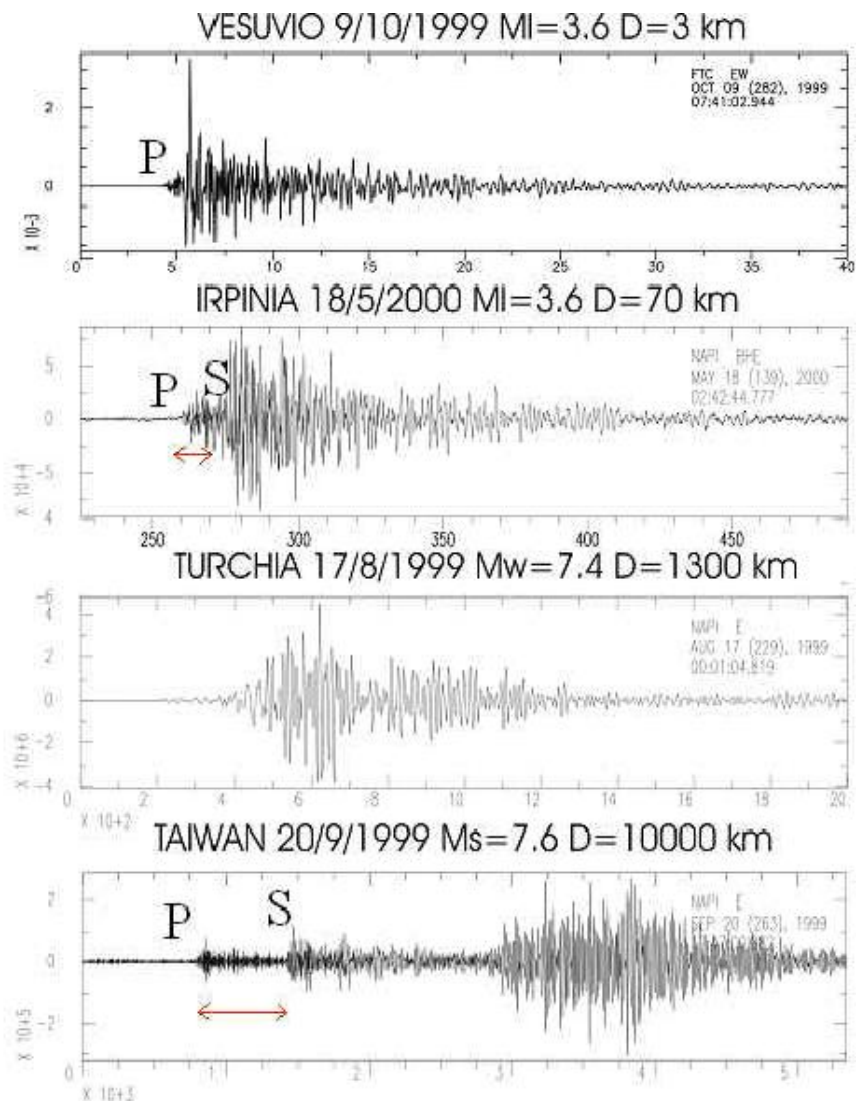
Ampiezza massima del moto del suolo, durata della registrazione, contenuto in frequenza e tempo di arrivo delle fasi principali, variano in funzione della distanza epicentrale e della magnitudo, pertanto la loro determinazione permette di caratterizzare la tipologia dell'evento.

Le onde che si propagano all'interno della Terra sono dette "onde di volume" e i due tipi principali sono:

le Onde P (o Primarie) e le onde S (o Secondarie). Le onde di volume hanno differente

velocità di propagazione ed in particolare le onde di tipo P sono più veloci delle S di conseguenza, ad una generica stazione di registrazione, il primo arrivo è un'onda P. Il ritardo tra il primo arrivo della fase P ed il primo della fase S aumenta con l'aumentare della distanza sorgente-ricevitore come si può osservare dagli esempi che seguono:

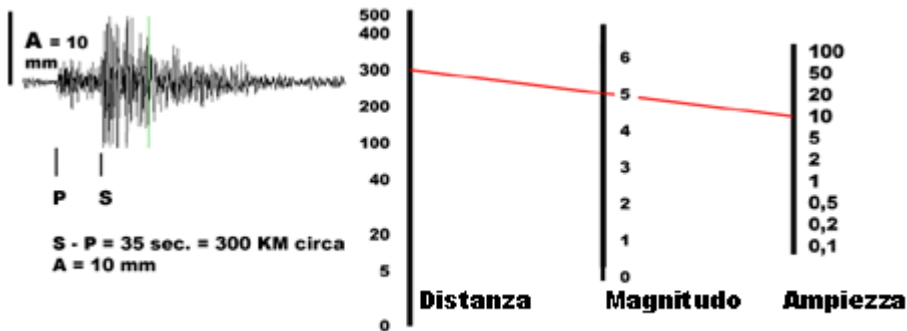
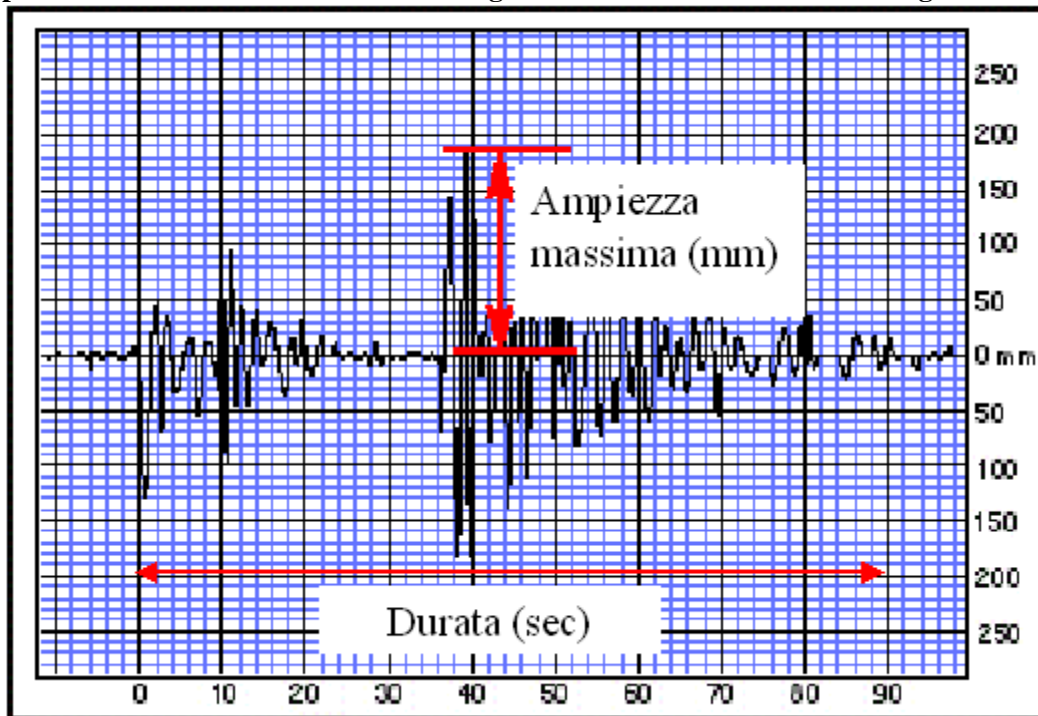
Forma e durata dei sismogrammi: esempi di registrazioni in funzione della distanza e della magnitudo



In figura è rappresentato l'arrivo delle fasi principali sui sismogrammi relativi a quattro eventi registrati dalla stazione NAPI della rete EduSeis, un evento locale, due regionali e un telesisma. Notare come varia la differenza di tempo tra l'arrivo S e l'arrivo P, la forma e la durata della registrazione in funzione della distanza epicentrale e della magnitudo dell'evento sismico.

Essendo la magnitudo di un terremoto legata all'ampiezza delle onde letta sul sismogramma, ad una distanza fissa sorgente-ricevitore, un aumento della magnitudo corrisponde un valore maggiore dell'ampiezza.

L'ampiezza massima e la durata di un sismogramma si determinano come in figura:

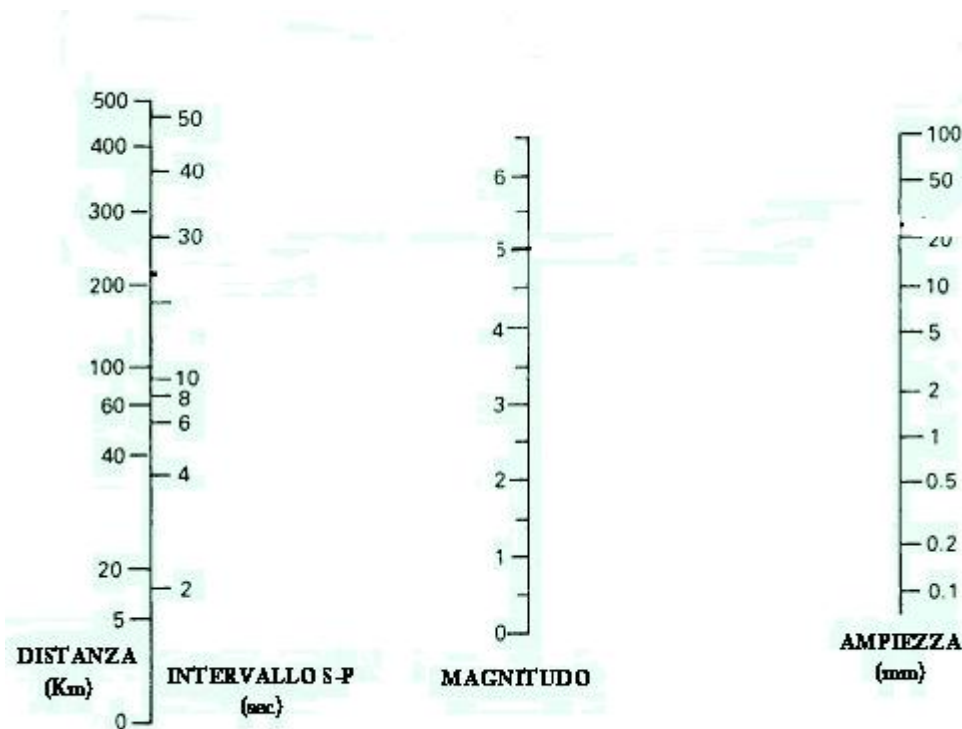
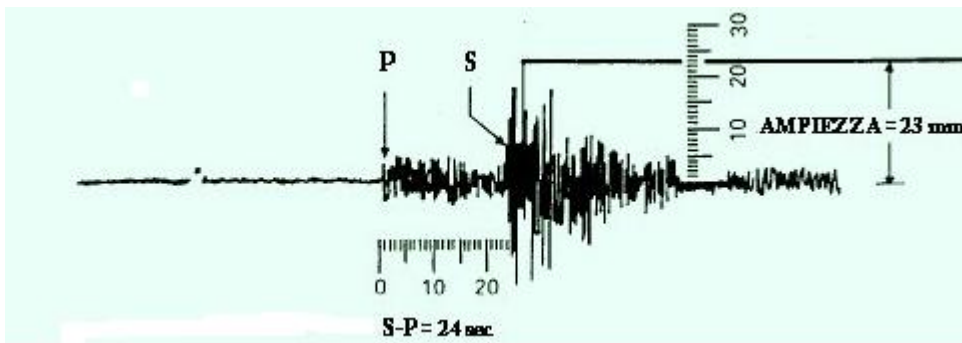


La magnitudo si ricava congiungendo la distanza in km con l'ampiezza

SCHEDA DI LAVORO 1

La magnitudo del terremoto

In base alle indicazioni che ti sono state fornite nel testo, calcola la magnitudo del terremoto il cui sismogramma è riportato in figura:



SCHEDA DI LAVORO 2

Localizzazione dell'epicentro di un terremoto

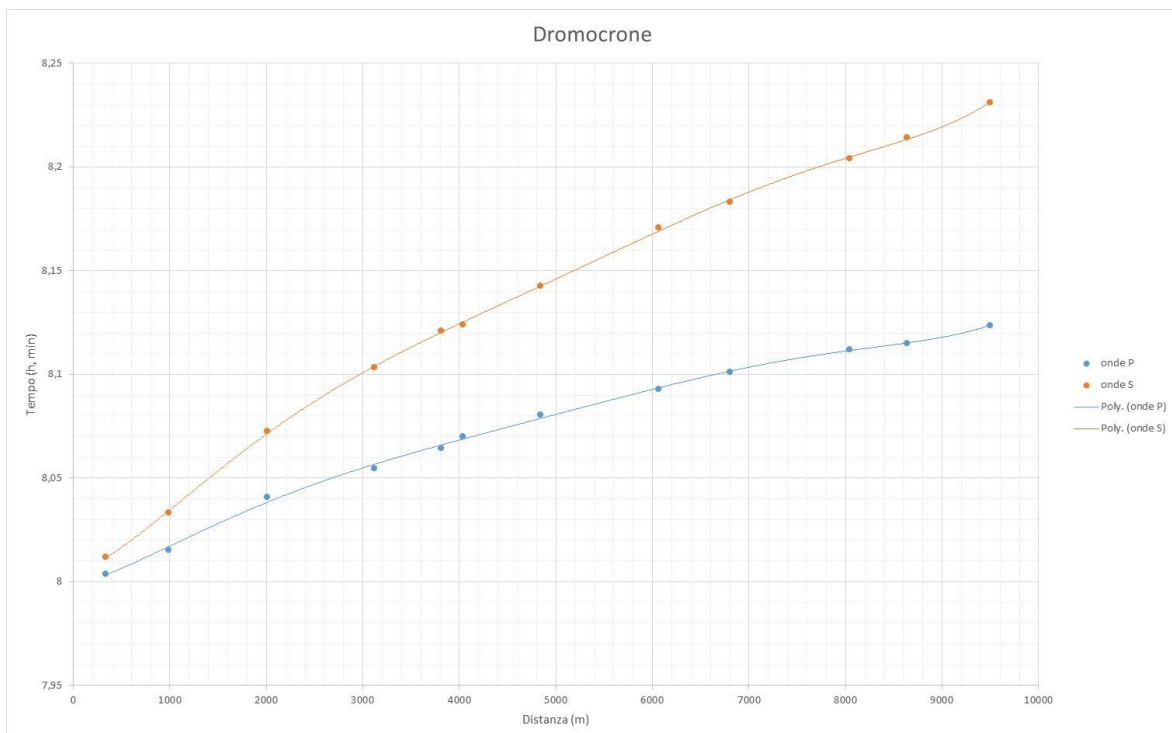
Materiali

Carta millimetrata o foglio di lavoro Excel, un mappamondo, cordicella e matita.

Un terremoto di bassa magnitudo è stato registrato a Washington alle ore 8.00 GMT (Tempo Medio di Greenwich): la scossa è stata registrata anche da sismografi posti in altre località i cui dati sono riportati in tabella:

ORE DI ARRIVO DELLE ONDE SISMICHE PARTITE DA WASHINGTON, D.C.(USA)			
Città	Distanza km	Ore di arrivo (GMT)	
		Onda P	Onda S
Buenos Aires, Argentina	8640	08.11.50	08.21.42
Cairo, Egitto	9590	08.12.37	08.23.12
Bogotà, Colombia	4840	08.08.05	08.14.25
Chicago, Illinois	988	08.01.54	08.03.32
Los Angeles, California	3810	08.06.42	08.12.11
Città del Messico	3120	08.05.48	08.10.32
Houston, Texas	2010	08.04.08	08.07.28
New York, New York	339	08.00.38	08.01.18
San Francisco, California	4040	08.07.00	08.12.40
Londra, Inghilterra	6060	08.09.27	08.17.06
Mosca, Russia	8040	08.11.20	08.20.41
Stoccolma ,Svezia	6800	08.10.12	08.18.31

Traccia un grafico (**Dromocrone**) che riporti in ordinata il tempo e in ascissa la distanza, sia per le onde P sia per le onde S.



Fonte 5M 2015-16

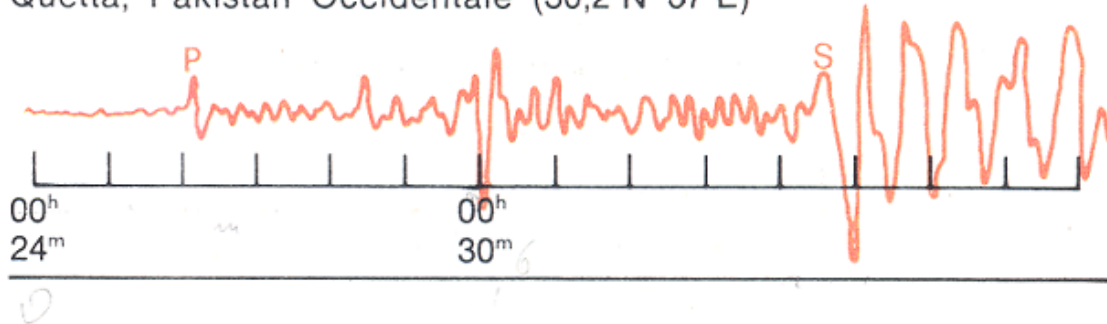
Utilizza il grafico che hai costruito per rispondere alle seguenti domande:

1. Quanto impiega un'onda P per viaggiare dall'ipocentro a un centro sismografico posto a 2000 Km di distanza? E a 4000?

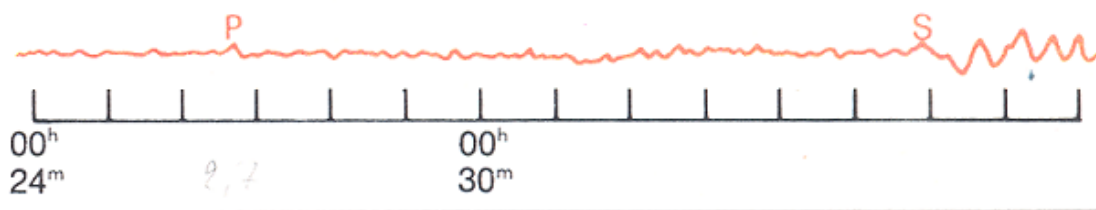
2. Quanto impiega un'onda S per percorrere le stesse distanze?
3. Quali intervalli di tempo separano il loro arrivo?
4. Che relazione esiste tra questi intervalli e la distanza del centro sismografico dall'ipocentro del terremoto?

Se hai a disposizione un mappamondo puoi utilizzare il grafico delle dromocrone che hai costruito per localizzare l'epicentro del terremoto che ha prodotto i sismogrammi riportati nella figura seguente:

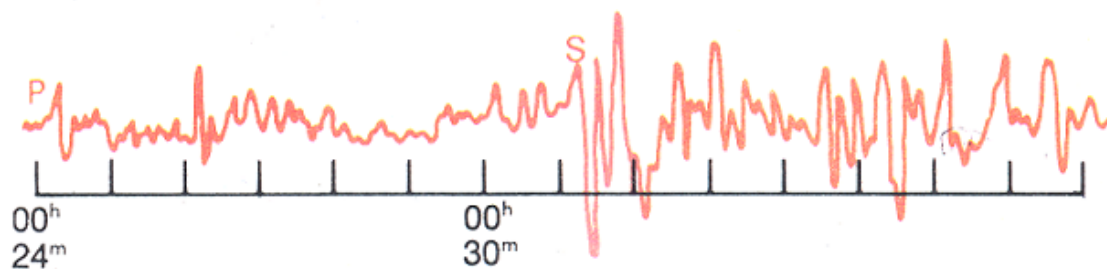
Quetta, Pakistan Occidentale (30,2°N 67°E)



Balboa Heights, Zona del Canale (9°N 79,3°W)

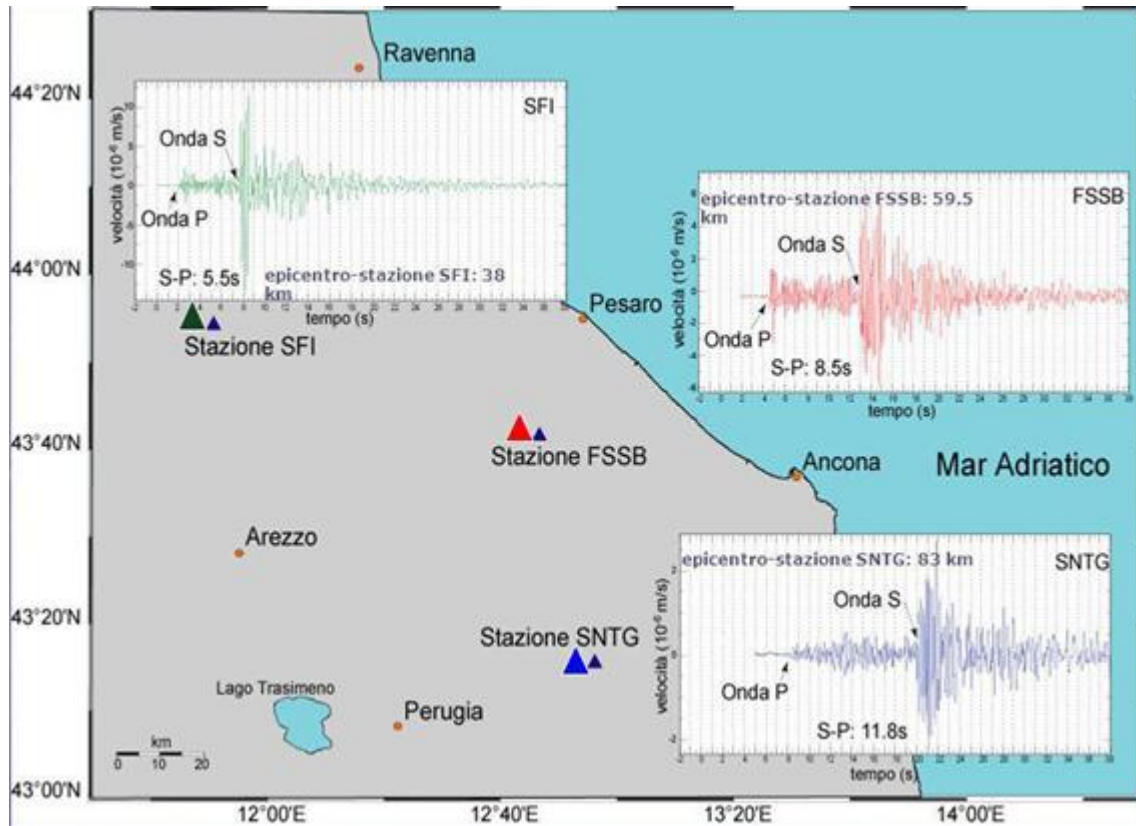


Florissant, Missouri, USA (38,8°N 90,3°W)



Dopo aver stabilito le distanze delle tre stazioni dall'epicentro, con una cordicella di lunghezza proporzionale alla scala del mappamondo e una matita traccia una circonferenza intorno ad ognuna delle tre stazioni.

Altrimenti osserva le figure seguenti per individuare il metodo utilizzato per localizzare l'epicentro di un terremoto:



1. In che modo si utilizzano i sismogrammi e il grafico delle dromocrone per localizzare l'epicentro del terremoto?
2. Perché sono necessarie almeno tre stazioni?