

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ



ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

1. Τι είναι σεισμός;

Σεισμός είναι η **δόνηση** του **εδάφους** που οφείλεται στη θραύση (σπάσιμο) των πετρωμάτων.

2. Πως δημιουργείται ο σεισμός;

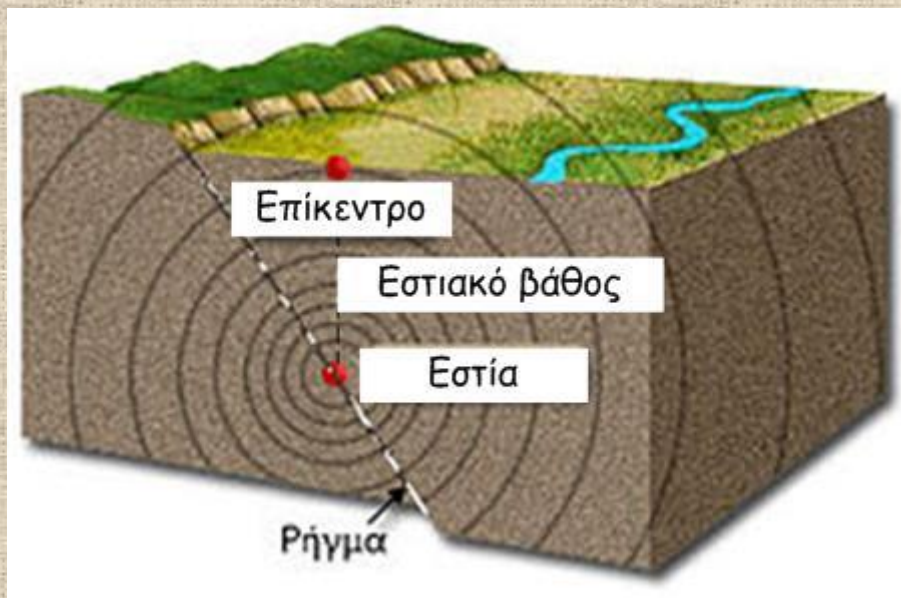
Ο σεισμός στον πλανήτη μας συνήθως προκαλείται από ξαφνική απελευθέρωση συσσωρευμένης ενέργειας στο φλοιό της Γης. Τον αντιλαμβανόμαστε στην επιφάνεια της καθώς μέρος της ενέργειας μεταφέρεται εκεί με τα σεισμικά κύματα. Τα κύματα αυτά διαδίδονται στο φλοιό με ταλαντώσεις των πετρωμάτων και φθάνοντας στην επιφάνεια προκαλούν τις αναταράξεις του εδάφους που αισθανόμαστε.

3. Πως λέγονται οι περιοχές που έχουν σχέση με την εκδήλωση ενός σεισμού;

Η ακριβής θέση στην οποία συμβαίνει ένας σεισμός ονομάζεται **εστία**.

Η προβολή της εστίας στην επιφάνεια της Γης, ονομάζεται **επίκεντρο**.

Η απόσταση του επίκεντρου από την εστία ονομάζεται **εστιακό βάθος**.



4. Σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται οι σεισμοί ανάλογα με το εστιακό βάθος;

Ανάλογα με το εστιακό βάθος οι σεισμοί χαρακτηρίζονται ως:

☞ Επιφανειακοί ή σεισμοί μικρού βάθους (0 - 30 km)

☞ Σεισμοί ενδιάμεσου βάθους (30 - 70 km)

☞ Σεισμοί μεγάλου βάθους (άνω των 70 km)

Το εστιακό βάθος είναι σημαντικό χαρακτηριστικό ενός σεισμού, ως προς τις καταστροφές που αυτός μπορεί να επιφέρει στις ανθρώπινες κατασκευές.

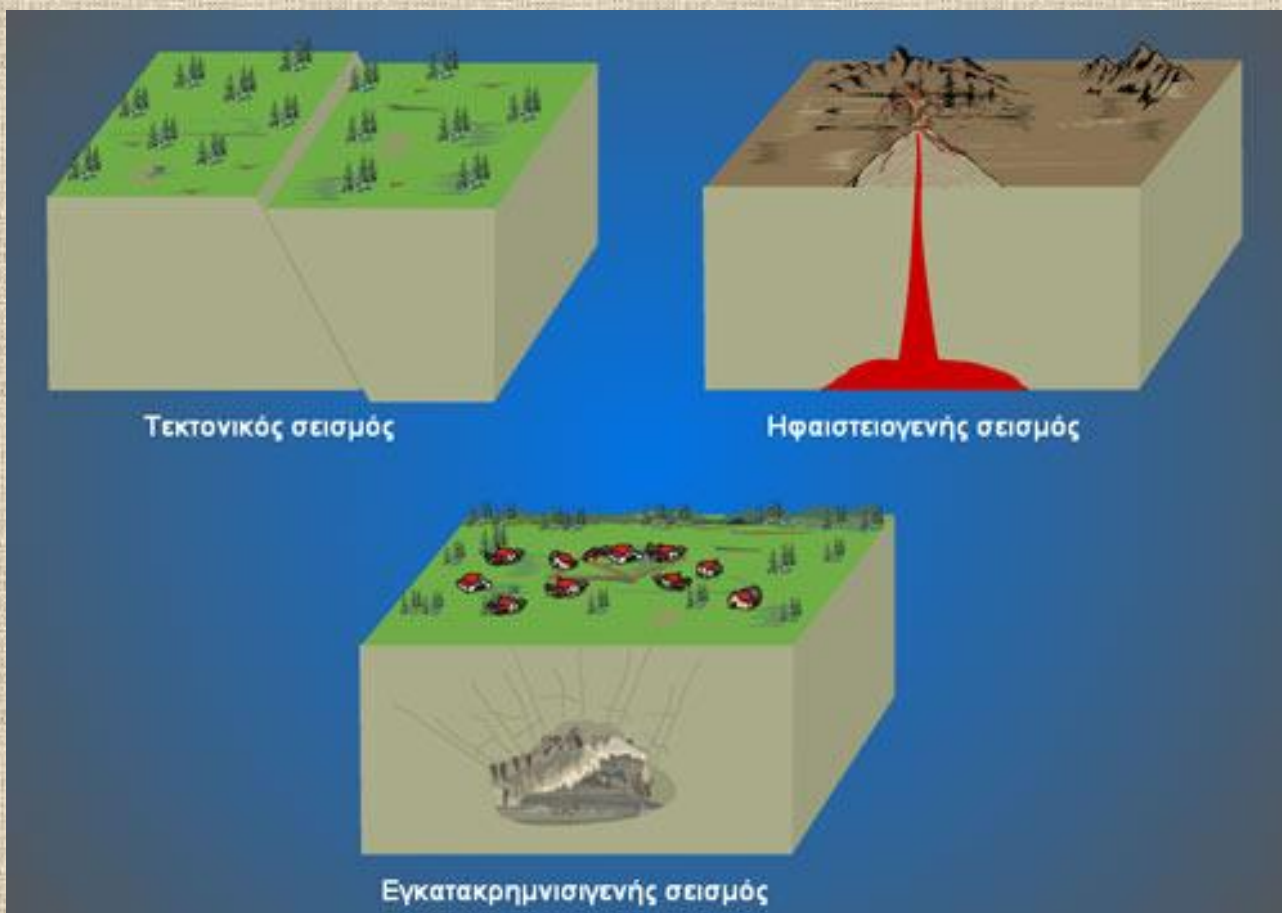
Π.χ. ένας επιφανειακός σεισμός μεγέθους 6,5 Richter είναι καταστρεπτικότερος από ένα σεισμό ενδιάμεσου βάθους μεγέθους 6,9 Richter.

Αυτό συμβαίνει για δύο κυρίως λόγους:

☞ Όσο αυξάνεται το βάθος, αυξάνεται και η απόσταση μεταξύ εστίας και επιφανείας της Γης, επιφέροντας έτσι εξασθένηση στα σεισμικά κύματα.

☞ Η διασπορά των σεισμικών κυμάτων είναι μεγαλύτερη.

5. Σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται οι σεισμοί ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους;



6. Τι είναι οι εγκατακρημνισιγενείς σεισμοί;

Εγκατακρημνισιγενείς είναι οι σεισμοί που πραγματοποιούνται από την πτώση μεγάλων πετρωμάτων πάνω στη Γη λόγω βαρύτητας. Τα πετρώματα αυτά είναι συνήθως οροφές διαφόρων σπηλαίων που πέφτουν και τους προκαλούν. Οι σεισμοί αυτοί έχουν μικρό μέγεθος και διαρκούν τόσο χρονικό διάστημα όσο απαιτείται για την πτώση των πετρωμάτων. Επιπλέον είναι τοπικοί σεισμοί και καλύπτουν το 3% των σεισμών που γίνονται στη Γη.

7. Τι είναι οι ηφαιστειογενείς σεισμοί;

Οι **ηφαιστειογενείς** σεισμοί προηγούνται των ηφαιστειακών εκρήξεων ή και τις συνοδεύουν. Η αιτία που τους προκαλεί πιστεύεται ότι είναι η απελευθέρωση των αερίων του μάγματος το οποίο τροφοδοτεί τα ηφαίστεια μέσα από τους πόρους ή τις ρωγμές που φτάνουν έως και την επιφάνεια της Γης. Οι ηφαιστειογενείς σεισμοί είναι και αυτοί κυρίως μικροί σεισμοί οι οποίοι έχουν την εστία τους σε μεγάλη απόσταση από το ηφαίστειο αλλά με την πάροδο του χρόνου πλησιάζει συνέχεια προς αυτό με όλο και μικρότερο βάθος, ενώ ταυτόχρονα γίνονται συχνότεροι. Το μέγεθος τους γενικά εξαρτάται από την αντίσταση που συναντάει το μάγμα κατά την ανύψωση του προς την επιφάνεια της Γης. Οι ηφαιστειογενείς σεισμοί καλύπτουν το 7% περίπου του συνολικού αριθμού των σεισμών που πραγματοποιούνται στον πλανήτη μας.

8. Τι είναι οι τεκτονικοί σεισμοί;

Οι **τεκτονικοί** σεισμοί έχουν συνήθως μεγάλο μέγεθος και η εστία τους μπορεί να βρίσκεται σε βάθος 700 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της Γης.

Είναι οι μεγάλοι σεισμοί που πραγματοποιούνται στον πλανήτη μας.

Καλύπτουν περίπου το 90% των σεισμικών δονήσεων σε ολόκληρο τον κόσμο.

Στη χώρα μας το 90% των σεισμών είναι τεκτονικοί.

9. Σεισμοί συμβαίνουν μόνο στη Γη;

Ο σεισμός ορίζεται και σε άλλα ουράνια σώματα όπως η Σελήνη, ο Άρης και ο Ήλιος, σε κάποιο άλλο άστρο, πλανήτη ή δορυφόρο πλανήτη, σε ένα αστέρα νετρονίων

10. Πως γίνεται η μεταφορά ενέργειας του σεισμού;

Τα σεισμικά κύματα μεταφέρουν την ενέργεια μακριά από τον εστιακό χώρο του σεισμού, μέχρι αυτή σταδιακά να απορροφηθεί εντελώς και τότε παύουν.

Τα σεισμικά κύματα διακρίνονται σύμφωνα με τον τρόπο με τον οποίο ταξιδεύουν.

Ο τρόπος εξαρτάται από το μέσο στο οποίο τα κύματα ταξιδεύουν, που επιτρέπει να διαδίδονται ή όχι συγκεκριμένα είδη ταλάντωσης.

11. Ποια είναι τα είδη των σεισμικών κυμάτων;

α) Τα **P-κύματα** (primary-waves ή πρωτεύοντα κύματα) είναι διαμήκη κύματα πίεσης. Τα P-κύματα διαδίδονται σε όλα τα στρώματα της Γης, από το φλοιό ως τον πυρήνα. Ως σεισμικά κύματα τα P έχουν τη μεγαλύτερη ταχύτητα από τα υπόλοιπα είδη σεισμικών κυμάτων και σε γρανίτη διανύουν περίπου 6 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο.

β) Τα **S-κύματα** (secondary-waves ή δευτερεύοντα κύματα) είναι εγκάρσια κύματα. Τα S-κύματα διαδίδονται από τη λιθόσφαιρα ως και το κάτω μέρος του μανδύα, σταματούν όμως φθάνοντας στον εξωτερικό πυρήνα της Γης που φαίνεται πως είναι πιο ρευστός ή και υγρός. Τα S-κύματα ταξιδεύουν πιο αργά από τα P και έχουν ταχύτητα κίνησης στο γρανίτη περίπου 3,6 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο.

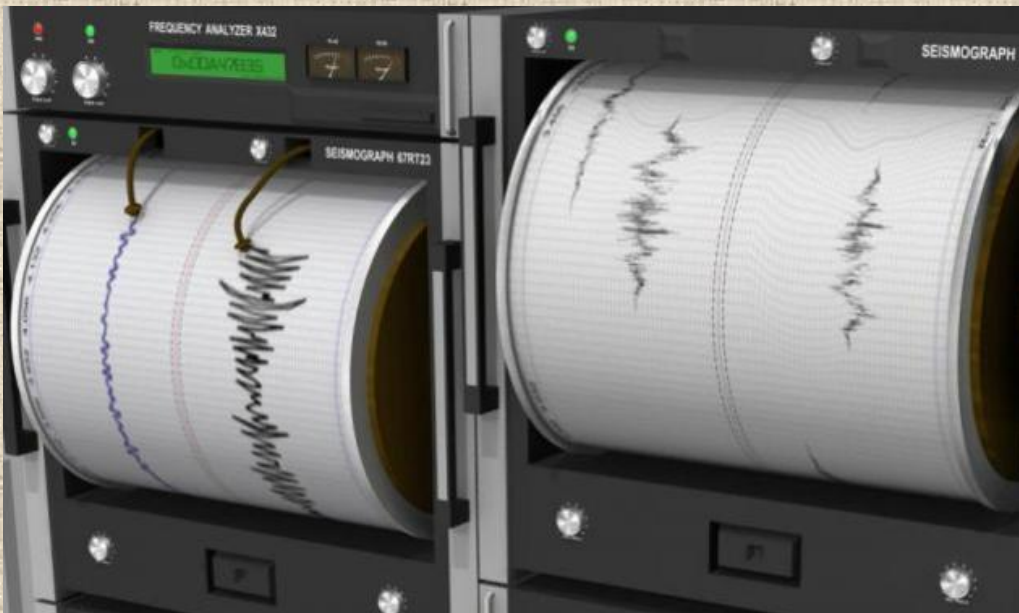
12. Πως μετράμε το μέγεθος ενός σεισμού;

Το μέγεθος ενός σεισμού το μετράμε σε βαθμούς της κλίμακας Ρίχτερ (Richter). Η κλίμακα αυτή κυμαίνεται από το 1, όπου ο σεισμός δε γίνεται αισθητός, ως το 12, όπου συμβαίνει ολική καταστροφή και αντικείμενα εκτινάσσονται στον αέρα.

Κάθε αύξηση του μεγέθους κατά ένα βαθμό σημαίνει ότι η δόνηση του εδάφους παράγει ενέργεια 10 φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια, η οποία εκλύεται από το σεισμό του αμέσως μικρότερου μεγέθους.

13. Με ποια όργανα μετράμε το μέγεθος των σεισμών;

Τα όργανα με τα οποία καταγράφουμε τις σεισμικές δονήσεις είναι τα **σεισμοσκόπια**, οι **σεισμογράφοι** και τα **σεισμόμετρα**. Την καταγραφή αυτή την ονομάζουμε **σεισμογράφημα** ή **σεισμόγραμμα**.



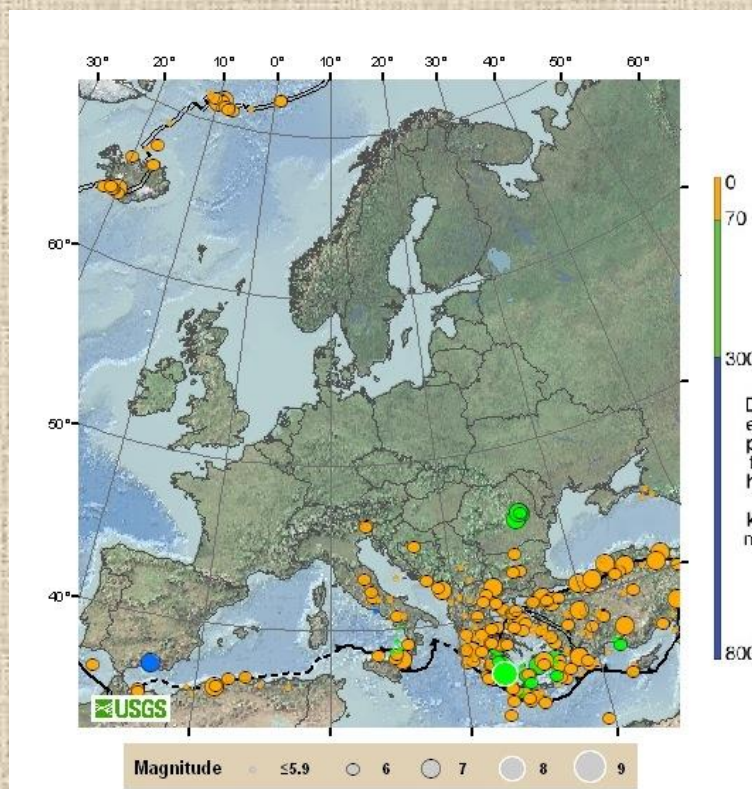
14. Σε ποιες περιοχές παρατηρούνται κυρίως οι σεισμοί;

Οι περισσότεροι σεισμοί γίνονται κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών.

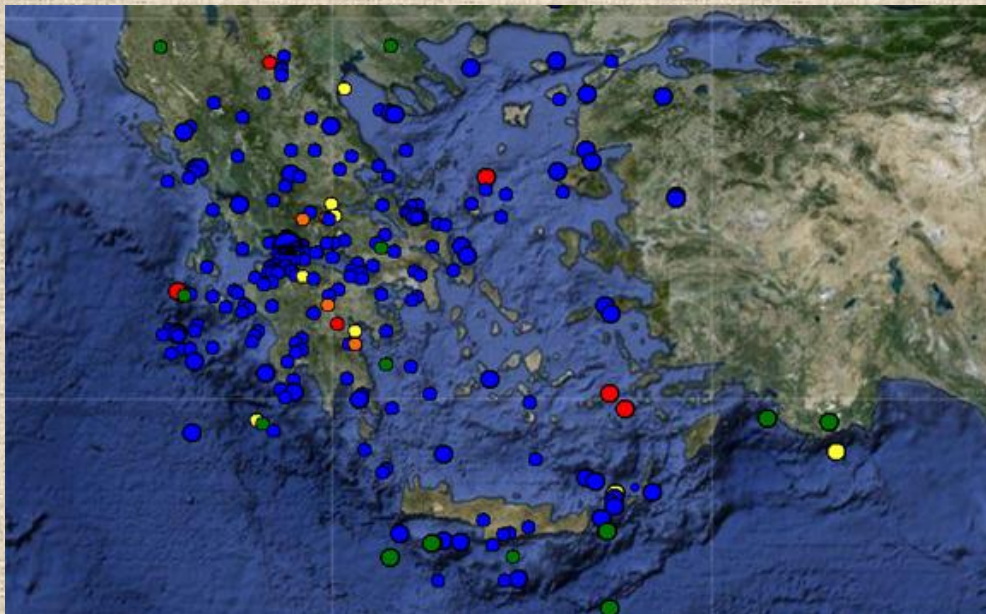
15. Οι πιο σεισμογενείς περιοχές του πλανήτη.



16. Οι πιο σεισμογενείς περιοχές της Ευρώπης.



17. Οι πιο σεισμογενείς περιοχές της Ελλάδας.



18. Οι 10 μεγαλύτεροι σεισμοί στον κόσμο.

Οι μεγαλύτεροι σεισμοί στον κόσμο από το 1900 έως σήμερα όπως έχουν καταγραφεί είναι οι εξής:

1. Νότια Χιλή, 9,5 Ρίχτερ, 22 Μαΐου 1960
2. Prince William Sound, Αλάσκα/Η.Π.Α., 9,2 Ρίχτερ, 28 Μαρτίου 1964
3. Σουμάτρα, Ινδονησία, 9,1 Ρίχτερ, 26 Δεκεμβρίου 2004
4. Καμτσάκα, Σοβιετική Ένωση, 9,0 Ρίχτερ, 4 Νοεμβρίου 1952
5. Σεντάι, Ιαπωνία, 8,9 Ρίχτερ, 11 Μαρτίου 2011
6. Εκουαδόρ, 8,8 Ρίχτερ, 31 Ιανουαρίου 1906
7. Χιλή, 8,8 Ρίχτερ, 8 Φεβρουαρίου 2010
8. Αλάσκα, 8,7 Ρίχτερ
9. Σουμάτρα, Ινδονησία, 8,6 Ρίχτερ, 28 Μαρτίου 2005
10. Θιβέτ, 8,6 Ρίχτερ, 15 Αυγούστου 1950

19. Οι 10 μεγαλύτεροι σεισμοί στην Ελλάδα

1. 26/6/1926, Ρόδος, Αρχάγγελος, 8 Ρίχτερ
2. 11/8/1903, Κύθηρα, Μιτάτα, 7,9 Ρίχτερ
3. 8/11/1905, Χαλκιδική, Άθως, 7,5 Ρίχτερ
4. 9/7/1956, Αμοργός, Ποταμός, 7,5 Ρίχτερ
5. 30/8/1926, Σπάρτη, 7,2 Ρίχτερ
6. 30/8/1926, Πελοπόννησος, Σπάρτη, 7,2 Ρίχτερ
7. 12/8/1953, Κεφαλονιά, Αργοστόλι, 7,2 Ρίχτερ
8. 25/4/1957, Ρόδος, Ρόδος, 7,2 Ρίχτερ
9. 19/2/1968, Άγιος Ευστράτιος, 7,1 Ρίχτερ
10. 26/9/1932, Χαλκιδική, Ιερισσός, 7 Ρίχτερ

Μέτρα προστασίας από τους σεισμούς

Τι μέτρα λαμβάνω πριν το σεισμό

- Γνωρίζω πού θα κρυφτώ σε περίπτωση που γίνει σεισμός.
- Έχω ένα σακίδιο με είδη πρώτης ανάγκης (μπουκάλι με νερό, κουτί πρώτων βοηθειών).
- Τοποθετώ τα εύθραυστα αντικείμενα σε χαμηλά ράφια.
- Στερεώνω καλά στους τοίχους τα βαριά αντικείμενα.
- Ξέρω απ' έξω κάποια χρήσιμα τηλέφωνα.

Τι κάνω κατά τη διάρκεια του σεισμού

- Κρύβομαι κάτω από το τραπέζι ή το θρανίο.
- Καλύπτω το κεφάλι μου.
- Κρατάω το πόδι του τραπεζιού ή του θρανίου.
- Απομακρύνομαι από τα παράθυρα.

Τι δεν κάνω κατά τη διάρκεια του σεισμού

- Δε φοβάμαι.
- Δεν τρέχω.
- Δεν πανικοβάλλομαι.
- Δε βγαίνω στο μπαλκόνι.
- Δεν πηγαίνω κοντά στα παράθυρα.

Τι κάνω μετά το σεισμό

- Παίρνω μαζί μου τα απαραίτητα αντικείμενα.
- Κλείνω τους γενικούς διακόπτες (ηλεκτρικού ρεύματος, νερού, φυσικού αερίου).
- Πηγαίνω σε ασφαλή χώρο (πλατεία, πάρκο, αυλή σχολείου).
- Ελέγχω, αν όλοι είναι καλά.
- Παίρνω τα ζωάκια μου.
- Ακολουθώ πιστά τις οδηγίες των μεγαλύτερων μου.

Τι δεν κάνω μετά το σεισμό

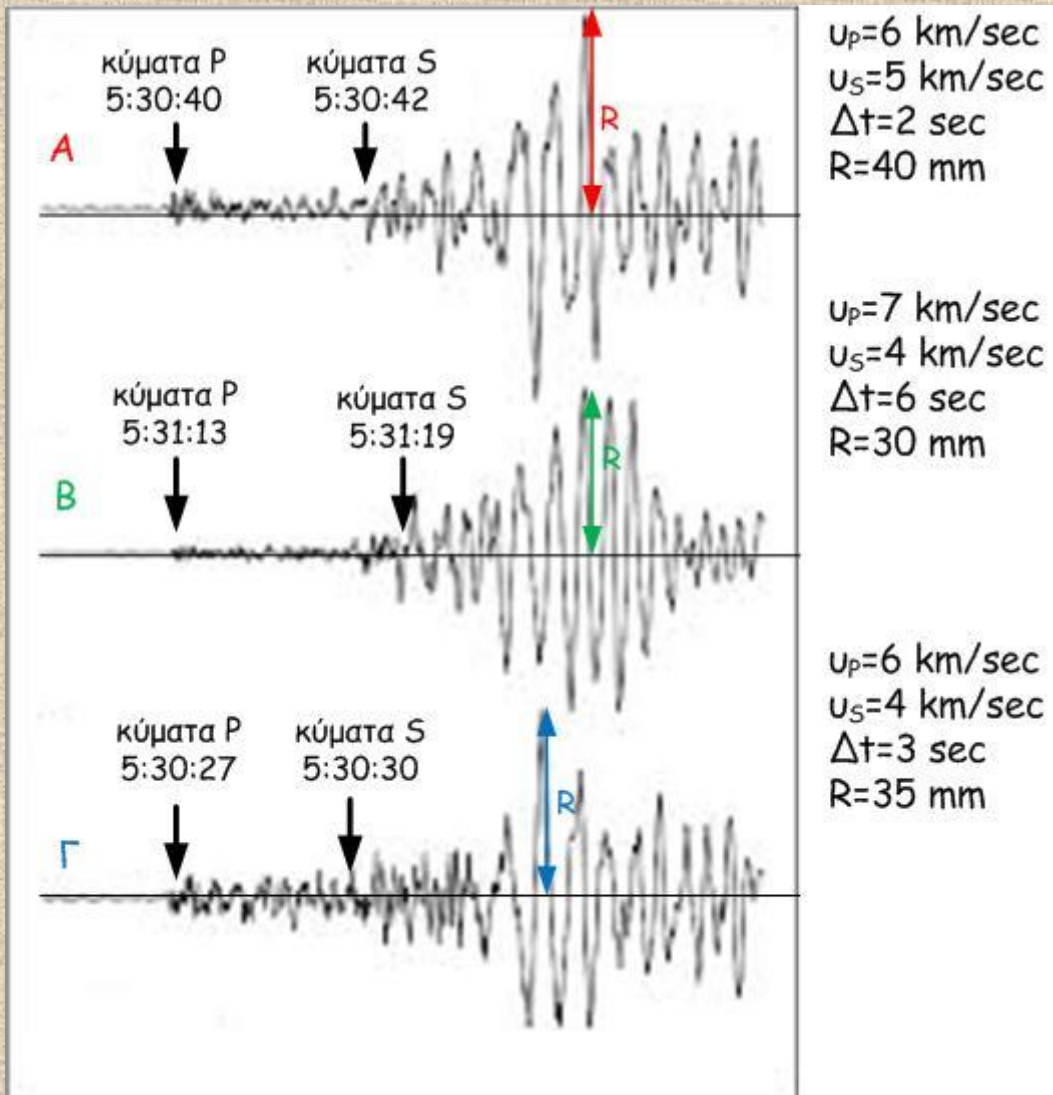
- Δεν πιστεύω τις φήμες.
- Δεν τρέχω.
- Δεν πλησιάζω την ακτή.
- Δεν μπαίνω στον ανελκυστήρα.
- Δεν χρησιμοποιώ άσκοπα το τηλέφωνο.
- Δε χρησιμοποιώ το αυτοκίνητο μου.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΙΣΜΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Από ένα σεισμόγραμμα μπορούμε να υπολογίσουμε το μέγεθος του σεισμού και να εντοπίσουμε το επίκεντρο του.

Χρειαζόμαστε τρία τουλάχιστον σειсмоγράμματα από τρεις διαφορετικούς σεισμολογικούς σταθμούς.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί έχουμε έναν πίνακα όπου φαίνονται τα σειсмоγράμματα από τρεις διαφορετικούς σταθμούς και δίπλα σε κάθε ένα από αυτά είναι σημειωμένα η χρονική διαφορά άφιξης των κυμάτων P και S, οι ταχύτητες διάδοσης των σεισμικών κυμάτων και το πλάτος του σειсмоγράμματος.



1. ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΙΚΕΝΤΡΟΥ

1^ο Βήμα

Με τη βοήθεια του τύπου: $s = \frac{v_P \cdot v_S}{v_P - v_S} \cdot \Delta t$ υπολογίζουμε την επικεντρική απόσταση του κάθε σταθμού.

$$s_A = \frac{6 \cdot 5}{6 - 5} \cdot 2 \rightarrow s_A = \frac{30}{1} \cdot 2 \rightarrow s_A = 60 \text{ km}$$

$$s_B = \frac{7 \cdot 4}{7 - 4} \cdot 6 \rightarrow s_B = \frac{28}{3} \cdot 6 \rightarrow s_B = 56 \text{ km}$$

$$s_\Gamma = \frac{6 \cdot 4}{6 - 4} \cdot 3 \rightarrow s_\Gamma = \frac{24}{2} \cdot 3 \rightarrow s_\Gamma = 36 \text{ km}$$

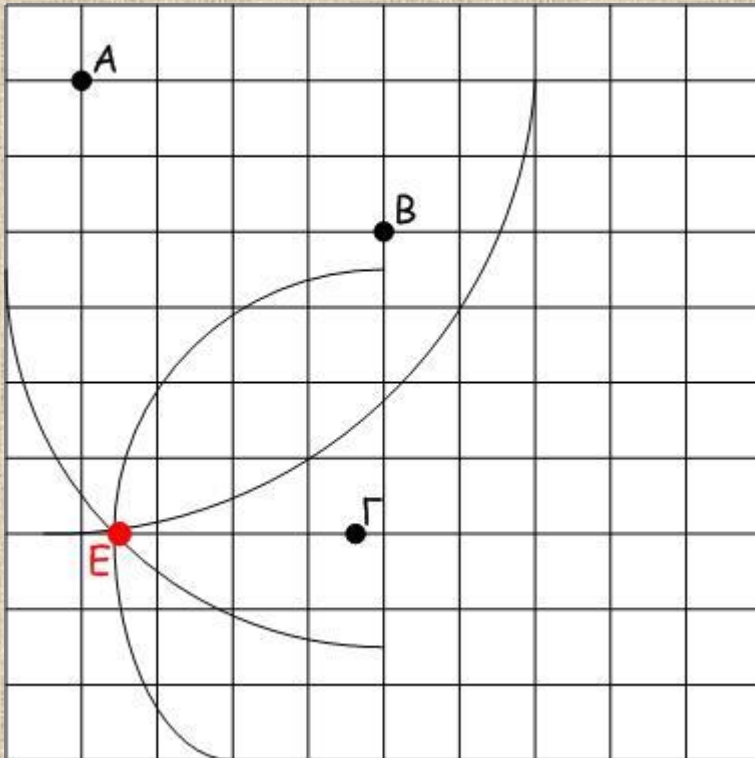
2^ο Βήμα

Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι θέσεις των τριών σεισμολογικών σταθμών.

Με τη βοήθεια της κλίμακας μετατρέπουμε τις επικεντρικές αποστάσεις από km σε cm.

$$s_A = 60 \text{ cm}, s_B = 56 \text{ cm}, s_\Gamma = 36 \text{ cm}$$

Με ένα διαβήτη και με κέντρα τις θέσεις A, B, Γ των τριών σταθμών γράφουμε πάνω στο χάρτη κύκλους.



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1.000.000

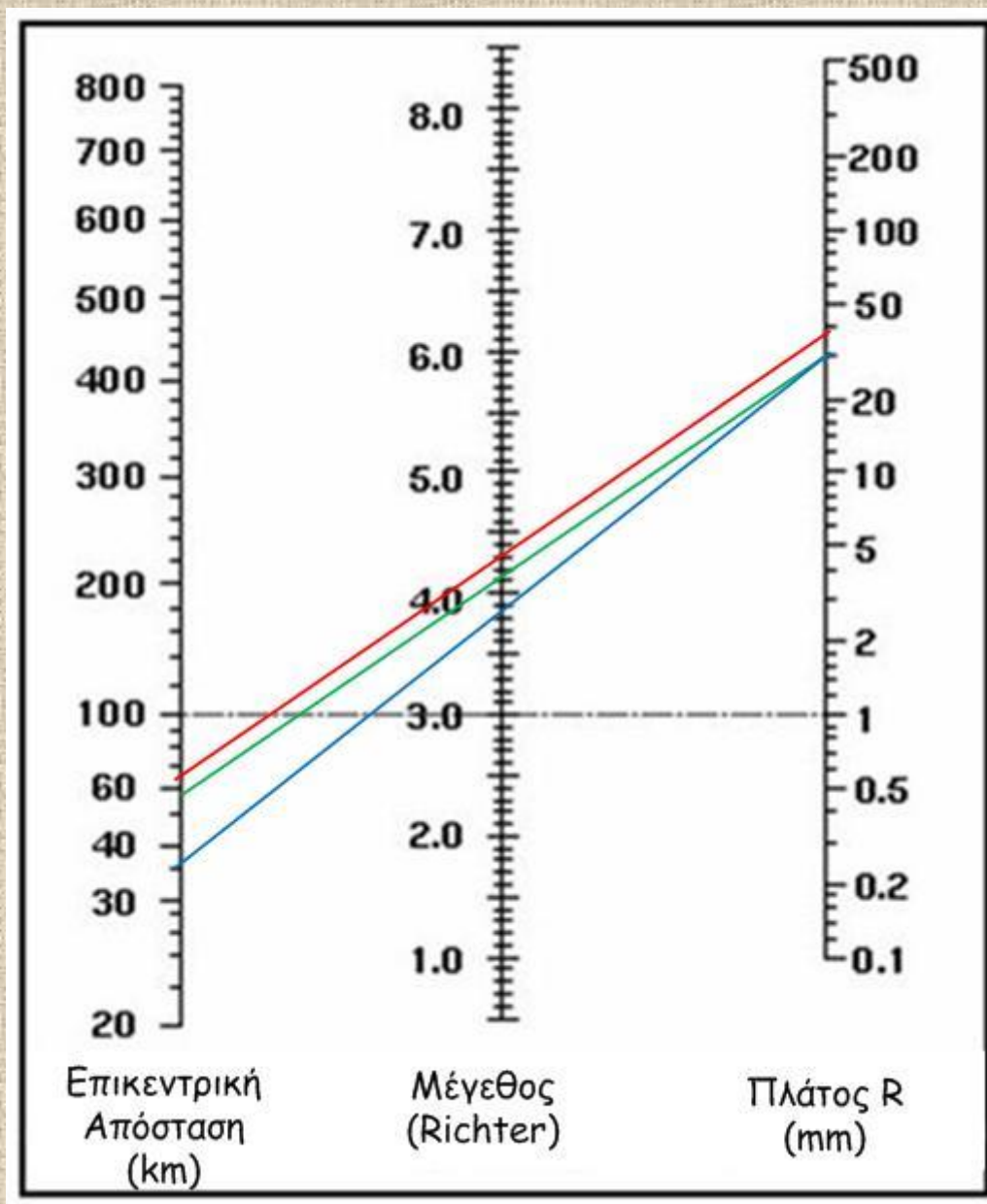
Οι τρεις κύκλοι τέμνονται στο σημείο (E).

Συμπεραίνουμε ότι το σημείο (E) είναι το επίκεντρο του σεισμού.

Το επίκεντρο βρίσκεται 60 km νότια του σταθμού A, 56 km νοτιοδυτικά του σταθμού B και 36 km δυτικά του σταθμού Γ.

2. ΕΥΡΕΣΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥ

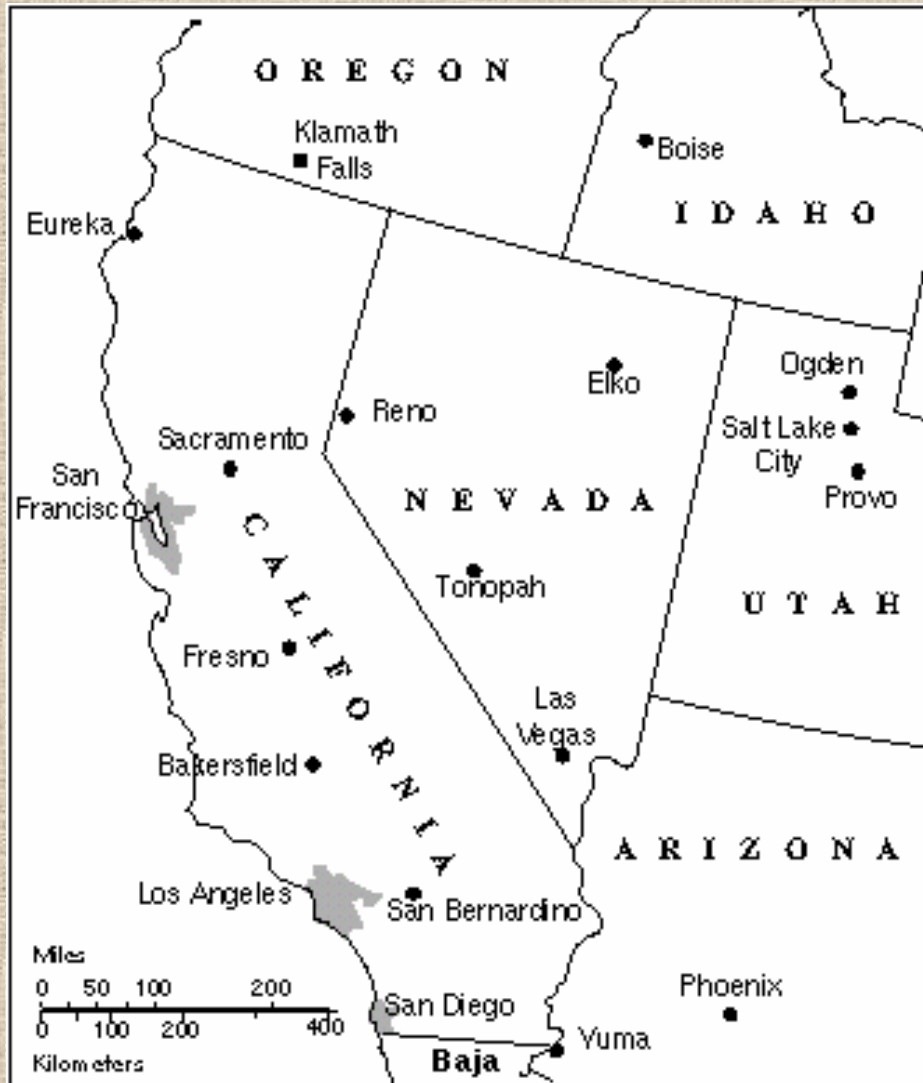
Με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα θα υπολογίσουμε το μέγεθος του σεισμού. Ενώνουμε με ευθείες γραμμές την επικεντρική απόσταση του κάθε σταθμού με το πλάτος του αντίστοιχου σειсмоγράμματος.



Το σημείο τομής της κάθε ευθείας με τη μεσαία στήλη μου δείχνει το μέγεθος του σεισμού. Για το παράδειγμα μας ο σεισμός είχε μέγεθος από 3,9 - 4,3 Richter.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ

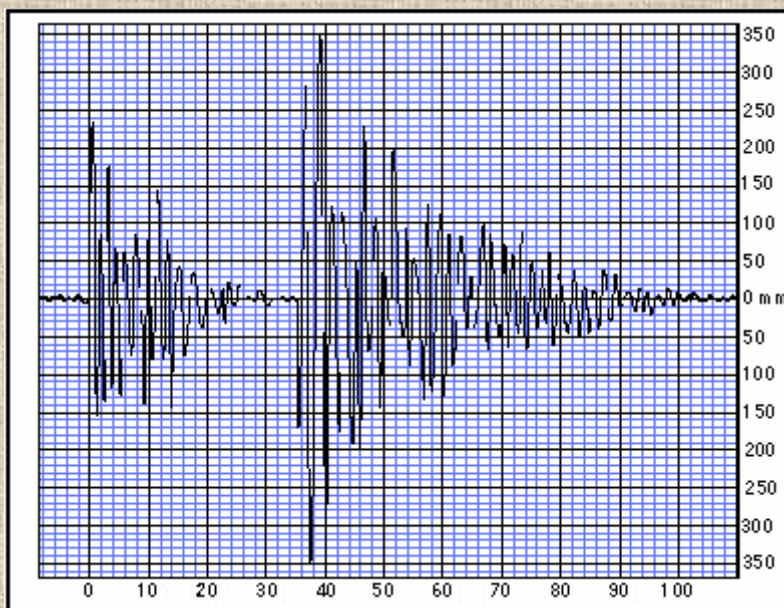
Θα μελετήσουμε ένα σεισμό που εκδηλώθηκε στο Los Angeles.



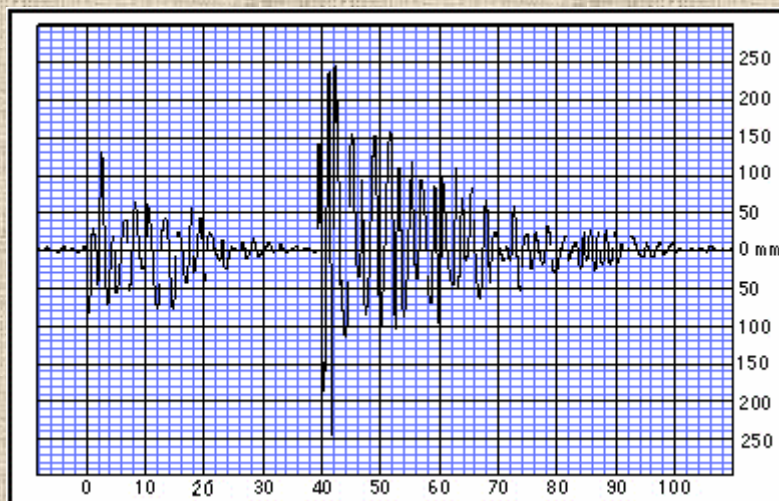
1. Έχουμε τα σειсмоγράμματα από τρεις σεισμολογικούς σταθμούς.

Του Fresno, του Las Vegas και του Phoenix.

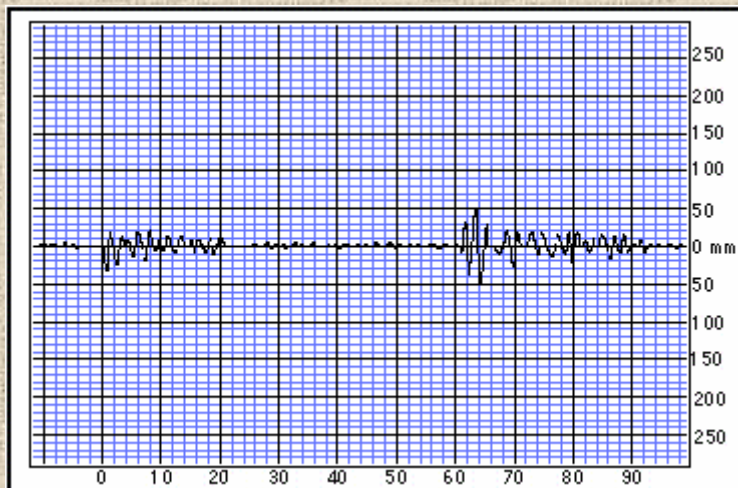
Από αυτά υπολογίζουμε τη **χρονική διαφορά άφιξης** των κυμάτων P και S.



Fresno, CA Seismic Station S-P Interval = 36 sec

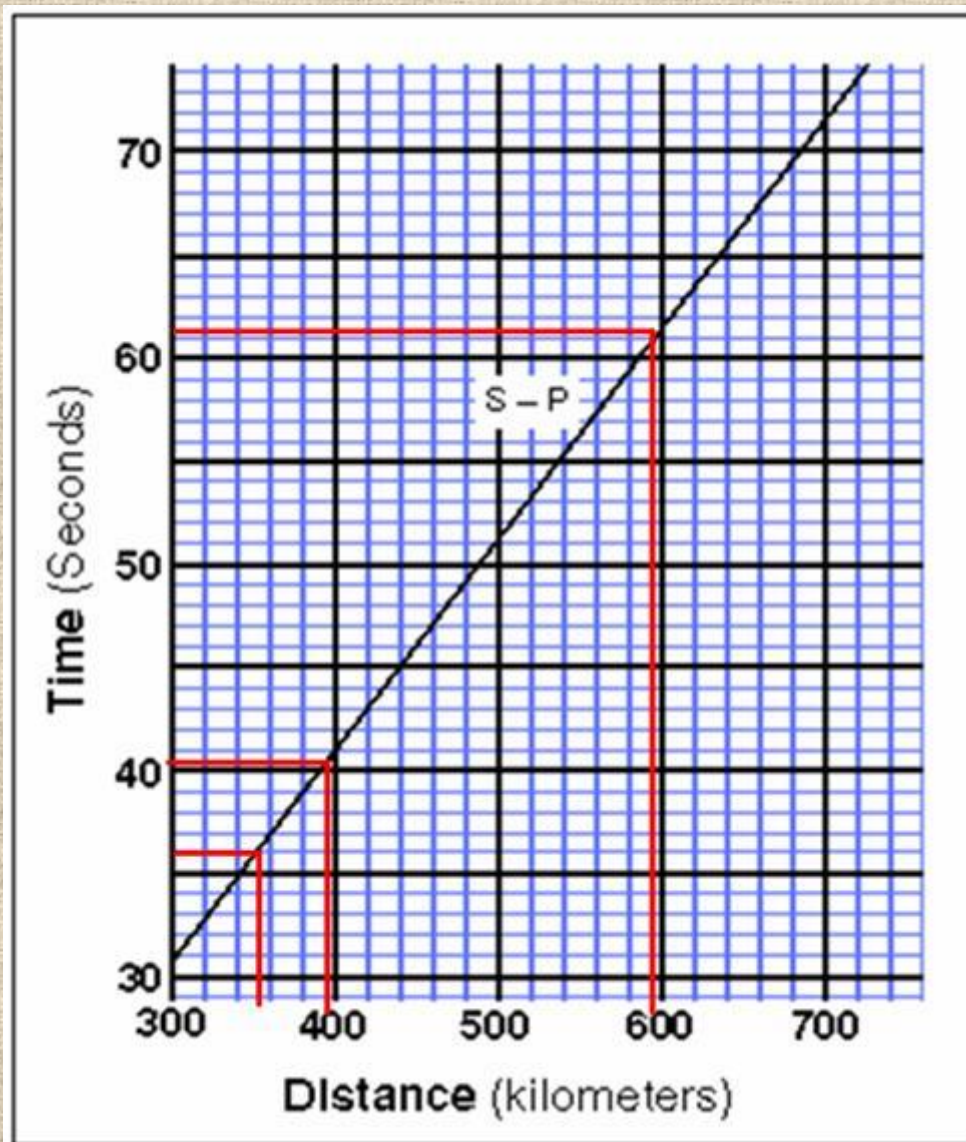


Las Vegas, NV Seismic Station S-P Interval = 40 sec



Phoenix, AZ Seismic Station S-P Interval = 62 sec

2. Με τη βοήθεια του παρακάτω διαγράμματος υπολογίζουμε την **επικεντρική απόσταση** του κάθε σταθμού.

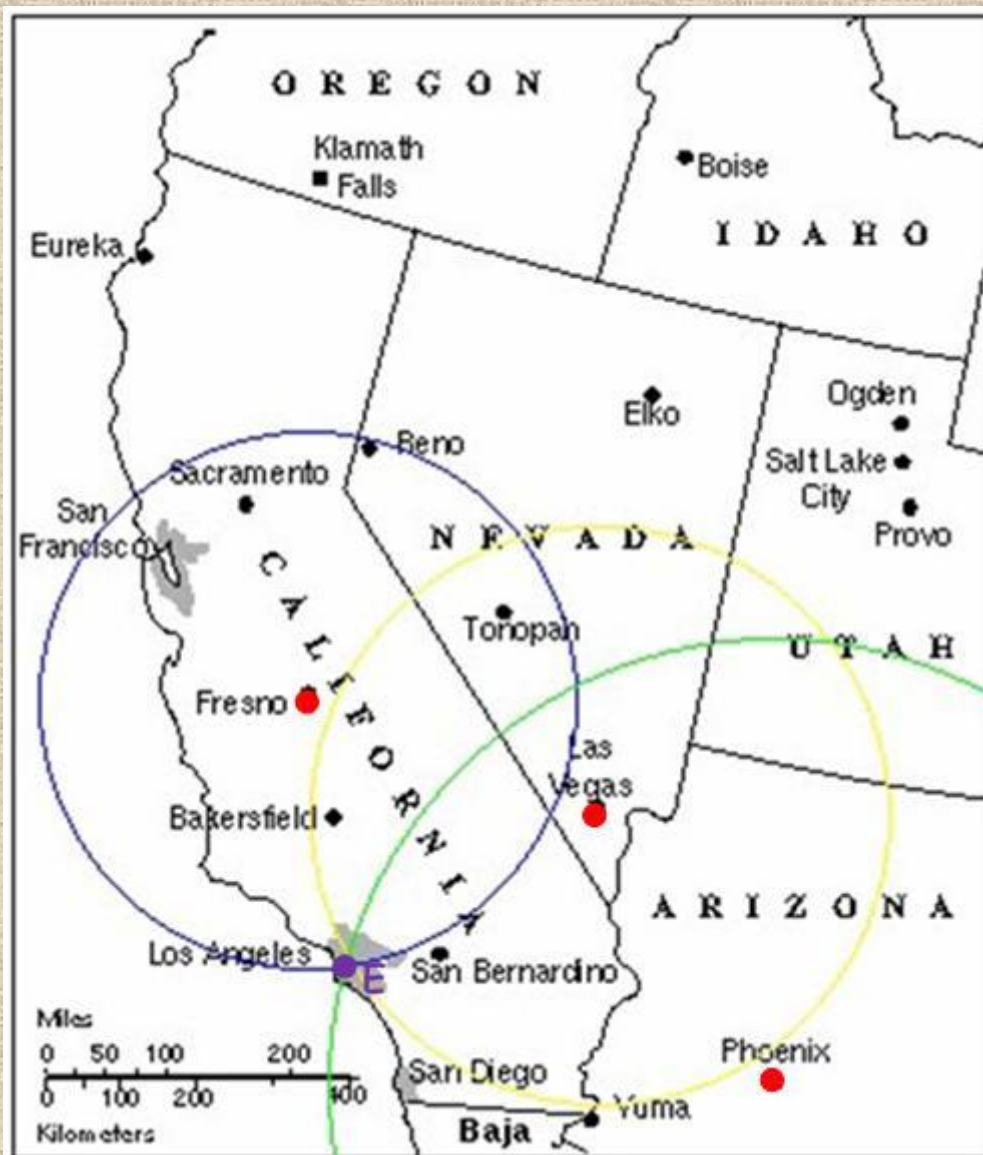


Οι επικεντρικές αποστάσεις βρέθηκαν ίσες με: $s_1 = 350$ km, $s_2 = 390$ km, $s_3 = 590$ km.

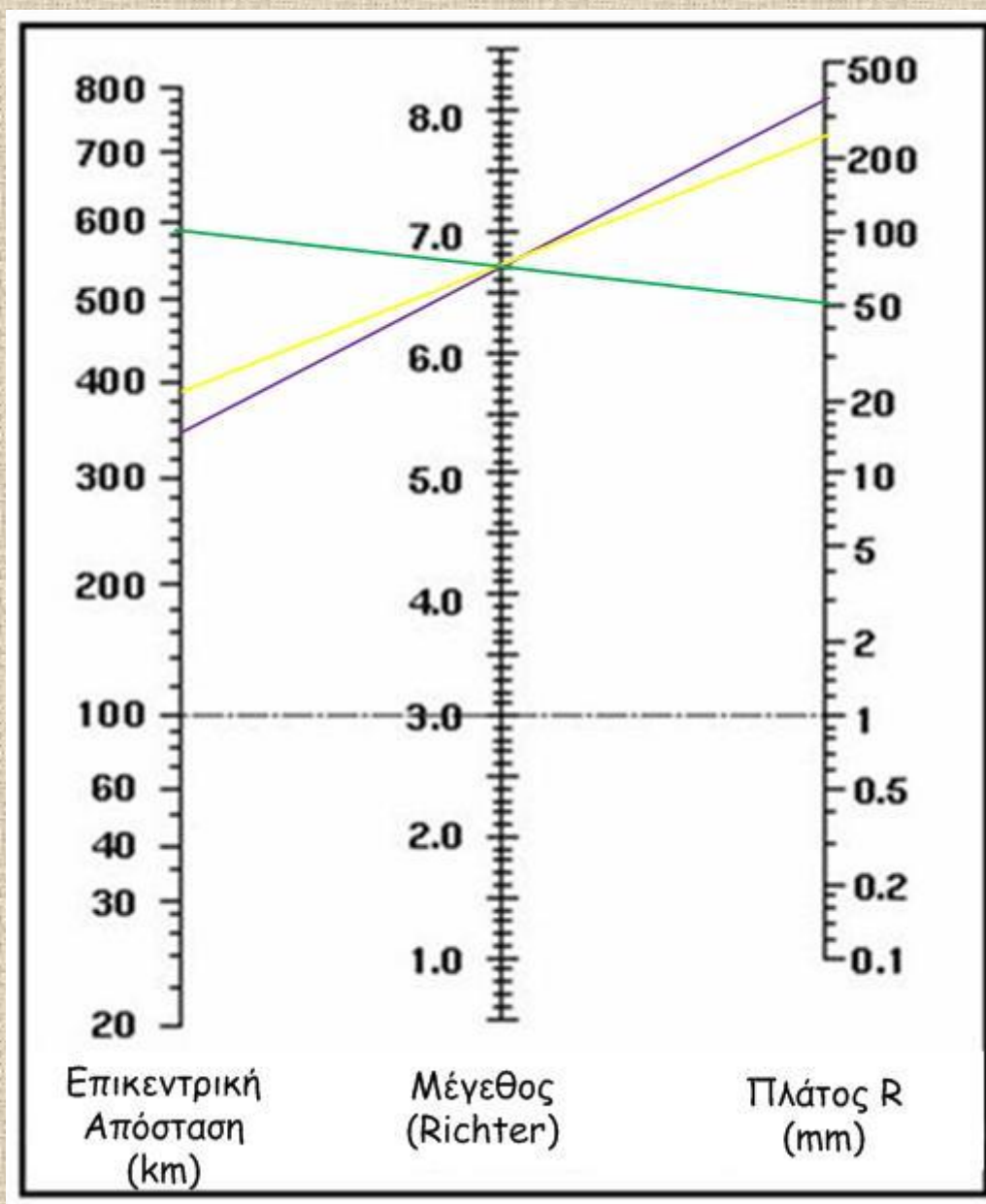
3. Με τη βοήθεια της κλίμακας του παρακάτω χάρτη μετατρέπουμε τις επικεντρικές αποστάσεις από km σε cm.

Σχεδιάζουμε τρεις κύκλους με κέντρα τους τρεις σεισμολογικούς σταθμούς και ακτίνες ίσες με τις επικεντρικές αποστάσεις.

Παρατηρούμε ότι οι τρεις κύκλοι τέμνονται στο σημείο (E), το οποίο είναι και το **επίκεντρο** του σεισμού.



4. Με τη βοήθεια του παρακάτω διαγράμματος υπολογίζουμε το **μέγεθος** του σεισμού.



Μέγεθος = 6,7 Richter

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το επίκεντρο του σεισμού ήταν 350 km νότια του Fresno και είχε μέγεθος 6,7 Richter.