

## Lliscament

### Com ajuda el control de la reptació de les falles a predir els terratrèmols?

Des de la dècada de 1980, els científics han utilitzat la tecnologia de satèl·lits GPS (Sistema de Posicionament Terrestre) per mesurar amb exactitud, amb una precisió de només uns mil·límetres, el lent lliscament al llarg de les falles que acaba provocant la seva ruptura i un terratrèmol. La reptació de les falles es controla mitjançant estudis **repetits** en què es localitza per GPS la posició exacta de marcadors de superfície fixos a ambdós costats d'una zona de falla i se'n mesuren els canvis al llarg del temps. Hi ha tres tipus principals de mesura: dues consisteixen en mesurar amb gran precisió els canvis horitzontals en els angles entre els marcadors del terreny i les distàncies entre els marcadors. El tercer (no tractat aquí) mesura els canvis en l'elevació dels marcadors al llarg del temps. Aquest tipus de control de les falles permet conèixer la tensió acumulada amb el pas del temps i això contribueix a preveure el sismes.

#### Simulació d'un estudi de control

Amb dos blocs de fusta (o d'un altre material), tres xinxetes i una goma elàstica (Fig. 1) es pot fer una simulació tridimensional simplificada d'un estudi de vigilància en una zona de falla. Les línies de mesura estan representades pels segments de la goma elàstica estirada entre tres marcadors de mesura fixos («xinxetes») situats a ambdós costats de la «zona de falla» entre els blocs. Es pot animar als alumnes a que facin els seus propis models.

El desplaçament relatiu dels blocs provoca canvis en la distància mesurada entre els marcadors topogràfics fixos. Això s'enregistra com un guany positiu o u pèrdua negativa en la longitud de les línies mesura entre mesures successives. La línia de mesura **X-Z** roman constant ja que no talla la falla.

La quantitat de desplaçament també es determina a partir de la variació dels angles entre els punts de referència (en relació amb la línia **X-Z**).

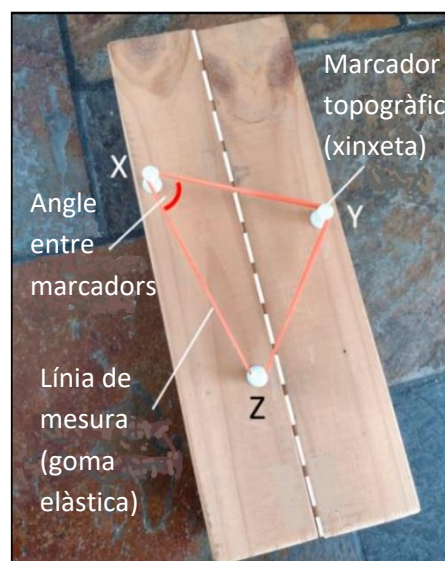


Fig. 1. Simulació d'un estudi de control (*Pete Loader*)

Demostreu que el desplaçament relatiu es produeix fins i tot si ambdós blocs es mouen en la mateixa direcció però a diferent velocitat.

Quan se'ls presenta el model simplificat, se'ls demana que:

- Suggereixin els canvis que es poden observar en les línies de mesura al desplaçar els dos blocs en una direcció o una altra;
- Registrin aquests canvis a mesura que els blocs es desplacen cada centímetre respecte de l'altre;
- Utilitzin les dades de les seves mesures per dibuixar un gràfic dels canvis en la longitud de les línies de mesura al llarg del temps.

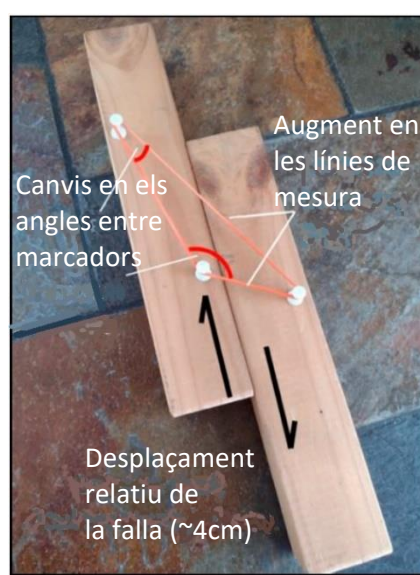
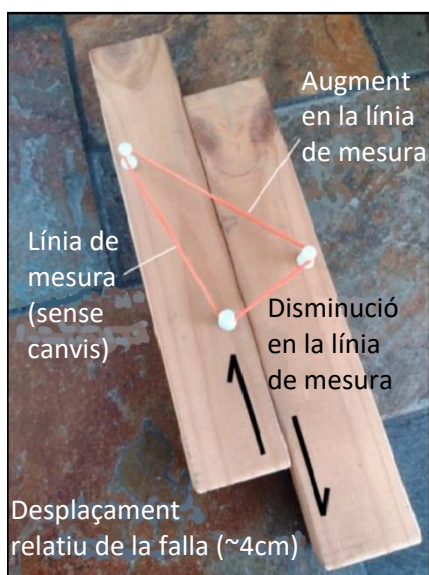


Fig. 2a. Lliscament progressiu a la falla – noteu el canvi en els angles i les longituds en les línies de l'estudi (*Pete Loader*)

### Control de dades de seguiment a través del sistema de la Falla de San Andrés.

Després de la simulació, es pot demanar als alumnes que analitzin les dades de seguiment real a través del sistema de la Falla de San Andrés, al centre de Califòrnia, en un període en que no es van produir terratrèmols significatius (Fig. 3b). En aquest cas, les plaques Nord-americana i del Pacífic es desplacen cap al NO, però a velocitats diferents, i el desplaçament relatiu resultant a través de la falla de San Andrés es mostra a la Fig. 3a.

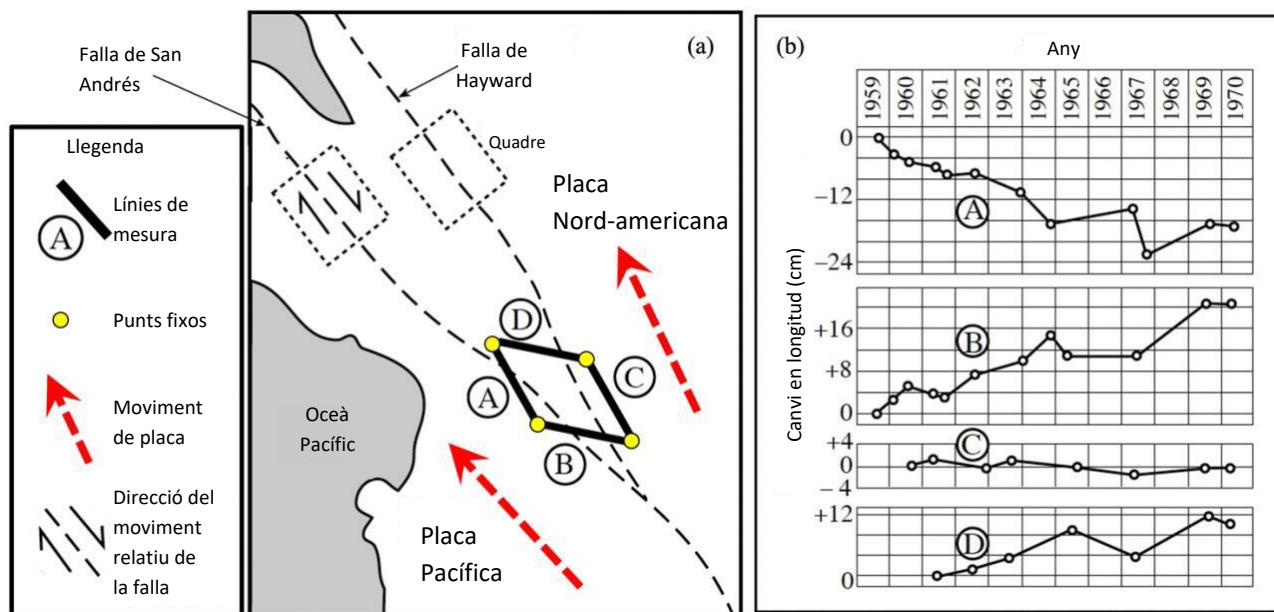


Fig. 3 (a) Línies de prospecció a través del sistema de falles de San Andrés - Califòrnia central, (b) Canvis en la longitud de les línies de prospecció. (1959 – 1970)

Es demana als alumnes que

- Calculin la taxa mitjana de variació de la longitud de la línia de mesura (A) entre 1959 y 1970;
- descriguin la principal diferència en els canvis de les longituds de les línies topogràfiques (A) i (B) al llarg del temps;
- expliquin la diferència entre la taxa mitjana de variació de la longitud de la línia topogràfica (B) i la de (C);

- utilitzin les dades de l'estudi per dibuixar la direcció del desplaçament relatiu de la falla a ambdós costats de la Falla de Hayward al quadre H;
- suggereixin quina placa (Pacífica o Nord-americana) es desplaça més ràpidament cap al NO;
- expliquin com podrien utilitzar-se els estudis de seguiment per predir un terratrèmol imminent en aquesta zona.

### Fitxa tècnica

**Títol:** Lliscament

**Subtítol:** Com ajuda el control de la reptació de les falles a predir terratrèmols?

**Tema:** Simulació i estudi d'un cas pràctic de vigilància de la deformació lenta al llarg dels plans de falla que porta a l'acumulació d'esforços abans de l seu alliberament en un terratrèmol.

**Edat dels alumnes:** 16 – 18 anys

**Temps necessari:** 20 minuts

**Aprenentatges dels alumnes:** Els alumnes poden:

- identificar els mètodes quantitius utilitzats per mesurar la reptació de les falles al llarg del temps;
- explicar la diferència entre el desplaçament relatiu a través d'una falla i la direcció real del moviment de les plaques;
- identificar que el desplaçament a través dels plans de falla (reptació) no sempre provoca la ruptura,

però es pot utilitzar per mesurar l'acumulació d'esforços abans d'un terratrèmol;

- interpretar i manipular matemàticament les dades espacials que apareixen en mapes i gràfics.

### Context:

La simulació demostra que els marcadors fixos a la superfície terrestre, establerts per GPS, poden mostrar canvis en l'orientació angular i en les distàncies entre sí a mesura que la deformació del terreny fa que les falles es desplacin lentament.

En el sistema de San Andrés, la longitud de la línia de mesura (A) va disminuir amb el temps (es calcula que aproximadament 2 cm/any) a mesura que s'escurçava la distància entre els marcadors, mentre que la línia de mesura (B) es va allargar i augmentar de longitud. La línia de mesura (C) va romandre més o menys constant ja que no creua la falla.

Quant a la línia de mesura (D), l'augment general de longitud suggereix que aquesta línia s'està allargant. Això suggereix que el desplaçament

relatiu a través de la Falla de Haywood es **dextral**, similar al de la Falla de San Andrés, i contrari a la direcció del moviment de la placa. Si es comparen amb les línies de mesura (A) i (B), s'observa que la placa Pacífica es desplaça cap al NO a **més velocitat** que la placa americana.

Nota:

- Les orientacions angulars entre els marcadors també hauran canviat amb el temps, però això i no queda enregistrat en aquestes dades.

#### **Ampliació de l'activitat:**

Demaneu als alumnes que investiguin:

- quan es va produir l'últim terratrèmol en aquesta zona;
- si existeixen bretxes sísmiques;
- la teoria del rebot elàstic.

#### **Principis subjacents:**

- Quan els esforços tectònics provoquen un allargament o un escurçament de la superfície del terreny, les línies topogràfiques que travessen una zona de falla s'escurçaran o allargaran amb el temps i els angles entre els marcadors fixos canviaran.
- El seguiment constant d'aquests canvis permetrà identificar la deformació acumulada en una zona de falla a mesura que els blocs de falla es desplacen uns al costat dels altres sense provocar un terratrèmol.

- Aquestes dades es poden utilitzar per controlar els canvis sobtats en les velocitats de reptació, la qual cosa pot ajudar a predir un terratrèmol.

#### **Desenvolupament d'habilitat cognitives:**

L'anàlisi dels gràfics estableix un patró d'allargament o escurçament de les línies topogràfiques. La direcció del desplaçament relatiu al llarg de la falla de Haywood és contrària a la direcció del moviment de la placa nord-americana, la qual cosa provoca un conflicte cognitiu. Explicar i discutir els resultats dels sondejos implica metacognició. Aplicar les dades del model al món real implica establir noves connexions.

#### **Material:**

- Dues peces de fusta (o un altre material)
- tres xinxetes/claus
- una goma elàstica
- dades de seguiment de San Andrés

#### **Enllaços útils:**

[http://www.earthlearningidea.com/PDF/359\\_Catalan.pdf](http://www.earthlearningidea.com/PDF/359_Catalan.pdf)

**Font:** Activitat dissenyada i escrita per Pete Loader de l'Equip d'ELI basada en una idea a 'Teaching Earth Sciences', Vol. 30 No. 3 2005. San Andreas data - segons Bolt (Earthquakes 1993). Fotos per Pete Loader

© **L'equip d'Earthlearningidea.** L'equip d'Earthlearningidea produeix periòdicament una idea didàctica de baix cost, amb els mínims recursos, per a educadors i professors de Ciències de la Terra a nivell escolar, amb una discussió online sobre cada idea per tal de desenvolupar una xarxa de suport global. "Earthlearningidea" té un finançament mínim i es produeix majoritàriament de forma voluntària.

No s'aplica el Copyright del material d'aquesta unitat si s'usa al laboratori o a l'aula. El Copyright de materials d'altres editors els segueix pertanyent. Qualsevol organització que vulgui usar aquest material haurà de posar-se en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea.

Ens hem esforçat a localitzar i contactar els propietaris del copyright dels materials d'aquesta activitat i obtenir el seu permís. Si us plau, poseu-vos en contacte amb nosaltres si, tanmateix, creieu que s'ha vulnerat el vostre copyright: us agraïem qualsevol informació que ens ajudi a actualitzar els nostres registres.

Si teniu dificultats per llegir aquests documents, si us plau, poseu-vos en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea per obtenir ajuda.

