



HAL
open science

Evaluación rápida del campo de deformación asociado a los terremotos grandes desde las soluciones focales de las agencias sísmicas

Jean Claude Ruegg, Pierre Briole, Alexandre Nercessian, Gianluca Caricato,
Olivier Charade

► To cite this version:

Jean Claude Ruegg, Pierre Briole, Alexandre Nercessian, Gianluca Caricato, Olivier Charade. Evaluación rápida del campo de deformación asociado a los terremotos grandes desde las soluciones focales de las agencias sísmicas. International Conference Montessus de Ballore 2006 - Valparaiso Earthquake Centennial, Nov 2006, Santiago, Chile. hal-04799441

HAL Id: hal-04799441

<https://hal.science/hal-04799441v1>

Submitted on 22 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Evaluación rápida del campo de deformación asociado a los terremotos grandes desde las soluciones focales de las agencias sísmicas

por J.C. Ruegg, P.Briole, A.Nercessian, G. Caricato y O. Charade

Institut de Physique du Globe, Paris, France

Resumen: Con los datos sísmológicos de las agencias sísmicas (USGS/NEIC, CMT Harvard,...) que son disponible rápidamente se puede calcular en tiempo casi real, la deformaciones asociadas a los terremotos grandes, en forma de mapas de iso-deformación o de interferogramas sintéticos. Estas mapas permiten una evaluación del campo de deformación y prever la reiteración de campañas de geodesia GPS o ver con las agencias espaciales la programación de imagen radar.

Abstract: The location and focal mechanisms produced in near real time by agencies like USGS and Harvard is used to produce maps of horizontal and vertical theoretical displacement associated with the coseismic stage of large earthquakes and to simulate synthetic interferograms. This information allows the user to analyze the deformation field, refine the model, forecast the field campaigns, and provide the information quickly to the space agencies in order to fasten and make more accurate the decisions concerning post-event data acquisition.

Introducción

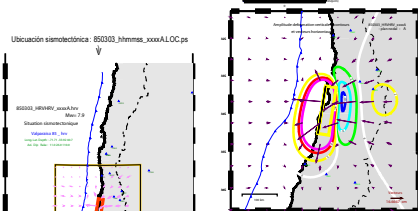
El campo de deformación a la superficie de la Tierra es una firma de los procesos de la fuente a profundidad. Inversamente el conocimiento del campo de deformación da una información importante sobre la fuente y su mecanismo focal. En los estudios sísmicos sobre los terremotos grande se puede calcular en una primera etapa este campo de deformación por modelización desde los parámetros de fuente desde la agencias sísmicas (USGS/NEIC, CMT Harvard,...) y entonces compararlo a una medición directa de este campo por geodesia GPS o interferometría radar. De esta manera el entretamiento del campo teórico con el observado permitirá mejorar los parámetros del modelo y tener una descripción mas fina de la fuente.

Introducción

Ejemplo : Terremoto de Valparaiso 03mar85 Mw=7.9 mecanismo de Harvard

Archivo 850303_hhmmas_xxxxA.NT
71.39 -31.49 314.3 25.97 6.4 7.05 31.49 061012_180558_xxxxA.NT_Coquimbo_SurOvale_Coquimbo

Deformación vertical y vectores de desplazamiento horizontal: 850303_hhmmas_xxxxA.SP.ps

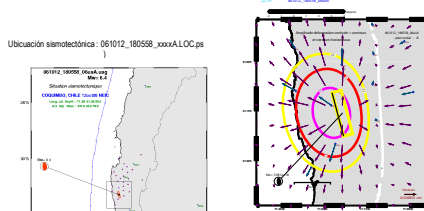


Ejemplo : Terremoto de Sur de Coquimbo 12oct06 Mw=6.4 mecanismo "FMT : Fast moment Tensor" del USGS

Archivo 061012_180558_xxxxA.NT
72.05 -31.49 314.3 25.97 6.4 7.05 31.49 061012_180558_xxxxA.NT_Coquimbo_SurOvale_Coquimbo

Deformación vertical y vectores de desplazamiento horizontal: 061012_180558_xxxxA.SP.ps

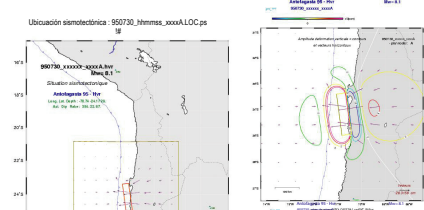
Ubicación sísmotectónica: 061012_180558_xxxxA.LOC.ps



Ejemplo : Terremoto de Antofagasta 30jul85 Mw=8.1 mecanismo de Harvard

Archivo 850730_hhmmas_xxxxA.NT
70.38 -17.27 311.22 27.71 11.74 24.17 050730_hhmmas_xxxxA.NT_Antofagasta_Antofagasta100

Deformación vertical y vectores de desplazamiento horizontal: 850730_hhmmas_xxxxA.SP.ps



Las soluciones focales de las agencias sísmicas (FMT del USGS o CMT Harvard) traen los parámetros siguientes:

- Fecha y tiempo origen del terremoto,
- Momento sísmico M_0 y/o la magnitud de energía M_w ,
- las coordenadas geográficas de la fuente (longitud, latitud y profundidad del centroide)
- los parámetros de orientación del plano de falla y del deslizamiento sobre la falla, que son 3 parámetros: α (o strike) del plano de falla, β (o dip) del plano de falla, y orientación del vector deslizamiento con respecto al plano horizontal (o rake), ver Aki y Richards (1981).

Tipo de archivo - Archivo FMT (Fast Moment Tensor) initial USGS : `./FMTmeic_tbd_q.htm` que se transformara en 2 archivos de tipo GMT (psmeqa) : `061012_180558_tbdA.usg` y `061012_180558_tbdB.usg`

Para calcular la deformación teórica a la superficie del suelo, se va utilizar las formulas de Okada (1985) que desde la teoría de las dislocaciones en un medio espacio elástico y homogéneo, desarrolló ecuaciones sobre un plano de falla finito. Aquí se utiliza un programa "deformew 21" escrito en Fortran por J.C. Ruegg desde la formulación de Okada. Este programa permite varios formatos de entrada diferentes (bien adaptado a la representación gráfica del campo de deformación (también varios formatos de puntos de calculo: puntos aislados, rejá de calculo, perfiles...), pero estos parámetros de entrada están un poco diferentes de los parámetros de fuente que vienen de los FMT de USGS de los archivos de tipo "hhmmas_xxxxA.usg". Hay que calcular el deslizamiento promedio sobre el plano de falla, una longitud característica L_c y luego el tamaño de la falla (longitud y anchura).

Formulas:

- $\log M_0 = 1.5 \cdot M_w + 8$ Relación momento sísmico/magnitud de energía Kanamori (1977)
- $L_c M_0 = S$ Scholz (1990), Madafalaga y Perrier (1991), p.126
- $S \cdot M_0 = S$ Scholz (1990), p.177, Madafalaga y Perrier (1991), p.195

- S = $\text{deslizamiento promedio}$, $d_u = \text{superficie de la ruptura}$.

- **calculo de la longitud característica L_c :**
Con el momento sísmico M_0 , L_c es calculado por una formula empirica de ley de escala de Scholz (1990): $M_0 = a \cdot L_c^2 \rightarrow L_c = \sqrt{M_0/a}$
El coeficiente a varia entre $1 \cdot 10^{-10}$ - $20 \cdot 10^{10}$ Pa, aquí se utilizara $a = 1.3 \cdot 10^{26}$ (Pascal), valor empirica calibrada sobre algunos terremotos mayores de America del Sur (ex: Antofagasta Mw=8.1(1995), Ruegg et al., 1996, Chlieh et al., 2002).

- **Archivo para introducir los parámetros de falla dentro "deformew.F": (modificacion Okada)**
061012_180558_2006A.par
061012_180558_2006A.par issu : 061012_180558_2006A.usg
1 : wa,rt,Atim,rake, 2 : xm,ym,tm,toa(deg),slip(m)
6.250 35.000 347.000 79.000 2
-71.390 -31.260 29.000 33.000 0.772

Archivo FMT (Fast Moment Tensor) initial : USGS : `./meis/Fmeic_tbd_q.htm`

```
06/10/12 18:05:58.51
COQUIMBO, CHILE
Epicenter: -31.307 -71.351
Mw: 6.4

USGS MOMENT TENSOR SOLUTION
Depth: 31 No. of sta: 63
Moment Tensor: Scale 10^+18 Nm
Mrr= 2.79 Mtt= 0.08
Mpp= -2.87 Mtt= -0.20
Mtp= -1.33 Mtp= 0.33
Principal axes:
T Val= 3.11 Plg=76 Am=112
N 0.08 6 356
P -3.19 12 265
Best Double Couple:Mo=3.2*10^+18
NP1:Strike=347 Dip=33 Slip= 79
NP2: 180 58 97
```

Transformacion en un archivo de tipo GMT (psmeqa) : 061012_180558_tbdA.usg
Plano A :
-71.39 31.26 290 3470 330 790 6.4 -71.39 -31.26 061012_180558_tbdA.usg rec_tbd_q.htm COQUIMBO,CHILE
Plano B :
-71.39 31.26 290 1800 580 970 6.4 -71.39 -31.26 061012_180558_tbdB.usg rec_tbd_q.htm COQUIMBO,CHILE
long lat prof. azim. dip rake Mw lon. lat. comentarios

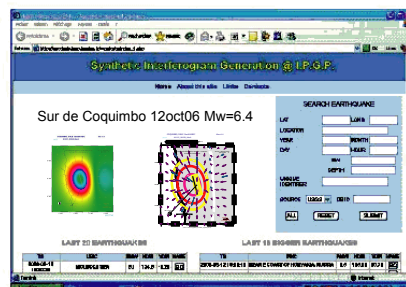
Proyecto de sitio web

- Pagina web en desarrollo (con posibilidad revizar el modelo): http://geodesie.ipgp.jussieu.fr/~caricato/index_1.php
- Otra pagina web en desarrollo (con interfase Google Earth): <http://rylax.ath.cx/FMT/>
- Paginas de información: http://geodesie.ipgp.jussieu.fr/spip/mbrique.php?id_mbrique=33

Project web sites

- Current projet page (with model tuning): http://geodesie.ipgp.jussieu.fr/~caricato/index_1.php
- Current project page (with Google Earth interface): <http://rylax.ath.cx/FMT/>
- Home page of the project and information pages: http://geodesie.ipgp.jussieu.fr/spip/mbrique.php?id_mbrique=33

Current project home page (earthquakes only)



CONCLUSION

- Los datos utilizados para producir los interferogramas sintéticos y las mapas de deformación es la location and focal mechanisms producido en tiempo real por las agencias sísmológicas como USGS y Harvard
- La teoría utilizada para producir las mapas de deformación es simplemente la teoría de la elasticidad
- Ubicación (o geometría) de la falla
- La metodología y varios ejemplos se encuentran en el sitio web <http://geodesie.ipgp.jussieu.fr/deformew21/Txtes/Deformew.htm> and http://geodesie.ipgp.jussieu.fr/deformew21/Txtes/Deformew_3.htm

CONCLUSION

- The basic data used to produce the synthetic interferograms and deformation maps is the location and focal mechanisms produced real time by agencies like USGS and Harvard
- The theory used for producing the synthetic is the simple theory of elasticity
- The location and focal parameters are converted into fault geometry parameters
- The methodology and various examples can be found on the web site: <http://geodesie.ipgp.jussieu.fr/deformew21/Txtes/Deformew.htm> and http://geodesie.ipgp.jussieu.fr/deformew21/Txtes/Deformew_3.htm