



Comisión Nacional de Investigación  
Científica y Tecnológica - CONICYT



COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACION CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

VERSION OFICIAL

FECHA: 15/03/2016

<b>N° PROYECTO :</b> 1130636	<b>DURACIÓN :</b> 3 años	<b>AÑO ETAPA :</b> 2015
<b>TÍTULO PROYECTO :</b> EARTHQUAKES IN CHILE: UNDERSTANDING THE RUPTURE PROCESS OF VERY LARGE SUBDUCTION EARTHQUAKES		
<b>DISCIPLINA PRINCIPAL :</b> GEOFISICA		
<b>GRUPO DE ESTUDIO :</b> CS. DE LA TIERRA		
<b>INVESTIGADOR(A) RESPONSABLE :</b> JAIME ARTURO CAMPOS MUÑOZ		
<b>DIRECCIÓN :</b> Blanco Encalada 2002, Casilla 2777		
<b>COMUNA :</b> Santiago		
<b>CIUDAD :</b> SANTIAGO		
<b>REGIÓN :</b> METROPOLITANA		

**FONDO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO (FONDECYT)**

Moneda 1375, Santiago de Chile - casilla 297-V, Santiago 21

Telefono: 2435 4350 FAX 2365 4435

Email: informes.fondecyt@conicyt.cl

**INFORME FINAL**  
**PROYECTO FONDECYT REGULAR**

MODIFICACIONES ACADÉMICAS

El informe no presenta modificaciones académicas.

## RESULTADOS OBTENIDOS:

Describe los resultados obtenidos de su investigación haciendo referencia a los objetivos originales y/o previamente modificados de su propuesta.

**La extensión máxima de esta sección es de 5 páginas (letra tamaño 10, Arial o Verdana).**

El proyecto finalizó el tercer año con el 100% de los objetivos logrados, con nuevas líneas de estudios relacionadas con teoría de información y entropía de señales sísmicas, métodos para mejorar los sistemas de alerta temprana de terremotos tsunamigénicos, estudios de terremotos de profundidad intermedia, metodologías para evaluación de la amenaza de tsunamis en zonas de subducción y la identificación de señales precursoras y sismos lentos antes de un gran terremoto en Chile (artículo en Science). Otro resultado importante fue la creación de un sistema para el procesamiento, análisis y control de calidad de los datos sísmicos en Chile. Los datos capturados de los megaterremotos y tsunamis ocurridos recientemente en Chile (2 durante la duración del proyecto) permitieron profundizar y proyectar las líneas de investigación propuesta en el proyecto generando 8 publicaciones ISI (6 ya publicadas, 1 aceptada y 1 enviada), 1 publicación en capítulo de libro y más de 12 presentaciones en el congreso internacional AGU de San Francisco, USA (8 presentaciones el 2014 y 4 el 2015).

### La Tabla presenta el listado de artículos ISI del proyecto

Nº	TÍTULO	NOMBRE REVISTA
1	Intense foreshocks and a slow slip event preceded the 2014 Iquique Mw 8.1 earthquake	Science
2	An earthquake trigger based on entropy of anomaly	PLOS ONE
3	Earthquake source parameters which display first digit phenomenon	Nonlinear Processes in Geophysics
4	Numerical simulation of tsunami runup in northern Chile based on non-uniform k-2 slip distributions	Natural Hazards
5	A rapid estimation of near-field tsunami runup	Journal Geophysical Research
6	W-phase source inversion using high-rate regional GPS data for large earthquakes	Geophysical Research Letters
7	Energy-partitioning of intermediate-depth earthquakes: Overview of the Northern Chilean seismic cloud and implications on the dynamic of rupture	Geophysical Research Letters
8	Intense foreshocks and a slow slip event preceded the 2014 Iquique Mw 8.1 earthquake	Siencexpress Reports

## Tabla de presentaciones a Congresos internacionales

Nº	NOMBRE CONGRESO	AUTOR (A)	TÍTULO
1	Colloquium Geophysical Signatures of Earthquakes and Volcanoes	J. Campos, S. Riquelme, B. Delouis, J. Ruiz and F. Bravo	Terremotos de Profundidad Intermedia en Chile
2	AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014	Campos, J., Fuentes, M.,	A rapid estimation of tsunami run-up based on finite fault models
3	AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014	Ruiz, J., et al., J. Campos	Resolution analysis of tsunami generated by the 2014 Mw 8.1 Pisagua earthquake using a simple slip model
4	AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014	Leyton, F., Ruiz, S., Quilaqueo, M., Campos, J.	Repeating Earthquakes in Northern Chile
5	AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014	Sobiesiak, M., et al., Campos, J.	Structural Aspects of the Iquique Area With Possible Influence on the Mw 8.2, 2014, Pisagua Earthquake
6	AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014	Derode, B., Riquelme, S., Ruiz, J., Leyton, F., Campos, J., Delouis, B.	Exploring Thermal Shear Runaway as a triggering process for Intermediate-Depth Earthquakes: Overview of the Northern Chilean seismic nest.
7	AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014	Vargas, G., et al., Campos, J.	Assessing giant tsunamigenic subduction earthquakes in the Northern Chile Seismic
8	AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014	Riquelme, S., Ruiz, J., Fuentes, M., Yamazaki, Y., Campos, J.	Tsunami Scenarios in Northern Chile after the 2014 Iquique Earthquake using n
9	AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-19 December 2015	Derode, B., Riquelme, S., Bravo, F., Campos, J.	Statistical variations of source parameters in inter- and intraplate earthquakes in Chile and their correlations with the slab properties
10	AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-19 December 2015	Bravo, F., Campos, J.	Slip Distribution of the Chilean Earthquake of March 3, 1985 on the Central Chile Seismic Gap
11	AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-19 December 2015	Campos, J., Riquelme, S., F. Bravo, Cisternas, A., Barrientos, S.	W-phase CMT Regional Real Time Implementation in Chile Evolution of the algorithm: 2011 - today
12	AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-19 December 2015	Riquelme, S., Bravo, F., Melgar, D., Benavente, R., Campos, J.	W-phase Source Inversion Using High-rate Regional GPS Data for Large Earthquakes.

## RESULTADOS SEGÚN OBJETIVOS

1. ESTUDIO DE TERREMOTOS EN CHILE (REVISITED). Para entender la diferencia entre mega terremotos, aquellos que rompen la interfaz completa del contacto entre placas y los eventos de magnitud 7 a 8 que ocurren en la zona inferior del plano sismogénico del contacto interplaca, se realizó una revisión de los eventos ocurridos en la zona Central de Chile entre 1970 y los años 80 para completar sus modelamientos con datos digitales que puedan recuperarse del campo lejano. El estudio específico del terremoto Mw7.8 del 3 de Marzo de 1985 de Valparaíso y el terremoto Mw8.0 de Antofagasta de 1995, ha sido abordado por uno de los estudiantes del equipo de trabajo, Francisco Bravo, quien durante el 2013 desarrolló la Metodología (2) indicada en la propuesta, o sea, el algoritmo y la implementación del programa computacional para realizar el "Modelamiento Cinemático" de la fuente sísmica de estos eventos históricos con datos telesísmicos del campo lejano. El desarrollo del programa fue cumplido en un 100% y quedó implementado y operacional a fines del 2013. Esta parte del proyecto fue el trabajo de Memoria de Ingeniero Matemático del Francisco Bravo, quien se tituló a fines del 2013 (se adjunta su Memoria, las presentaciones a Congreso AGU 2014 y 2015 y los artículos ISI). Durante el 2015 modificó el proceso de inversión cinemática de la fuente sísmica para incorporar señales de campo lejano a distancias menores que 60 grados. Esto permitió extender el estudio de grandes terremotos para propósitos de alerta temprana en zonas de subducción y los resultados se presentan en un artículo ISI aceptado "W-Phase source inversion using high-rate regional GPS data for large earthquakes", GRL, 2015.
2. ESTUDIO DE LA SISMICIDAD DE AREAS SELECCIONADAS DE CHILE. La sismicidad chilena está bien registrada sólo para eventos sísmicos mayores que 4.5 con el sistema de monitoreo nacional. Durante el proyecto se desarrolló una metodología que nos permitió mejorar estas localizaciones utilizando los datos digitales y de banda ancha disponibles de la Red IPOC del

Norte de Chile y de la Sub-Red sismológica ILN instalada desde el 2012 en torno a Iquique, en el centro de la laguna sísmica y una de las zonas seleccionadas de este estudio. Esto permitió disponer de un mejor modelo de estructura de velocidad que mejoró sustancialmente las localizaciones. Esta etapa del estudio fue prácticamente lograda en su totalidad durante el 2013 y fue parte central de la Tesis de Magister de una de nuestras estudiantes del Proyecto (Gianina Meneses). Se construyó una base de datos de alta calidad que comprendida la sismicidad de la zona Norte de Chile entre las fechas 2012 y 2013. Se realizaron varios test de modelos de velocidad, implementó un método automático de lectura de eventos y estimación del Momento Sísmico y Magnitud Mw. Los resultados se presentan ampliamente (método y figuras con los resultados incluidas) en el Capítulo 3 de su tesis, la que se adjunta en este informe en el ítem "Productos". Esto corresponde al Objetivo 6 del proyecto.

3. **MODELAMIENTO FISICO DE GRANDES TERREMOTOS EN CHILE:** Este objetivo se planificó para ser desarrollado durante los 3 años del proyecto, pero su énfasis fue a partir del 2do año. Durante el 2013 se recuperaron y procesaron nuevos datos geodésicos (cGPS) del terremoto de Maule 2010. El análisis de datos geodésicos fue clave para comprender porqué la ruptura sísmica se detuvo en esta zona y no se propagó más al Sur, hacia la zona de ruptura del terremoto de Valdivia de 1960. La experiencia que podamos ganar nos permitió abordar el análisis del conjunto de datos capturado por el terremoto de Iquique Mw8.1 el 2014 y comprender mejor el escenario de preparación y ocurrencia de un gran terremoto en el Norte de Chile.-
4. **Utilización de los registros de movimientos fuertes (acelerogramas) para caracterizar terremotos en Chile:** Existe un pequeño número de acelerogramas disponibles para estudiar los procesos de ruptura sísmica en el campo cercano de los terremotos en Chile. Mucho de estos registros son procesados para estudiar problemas de la ingeniería de terremotos. El objetivo 3 de este proyecto fue explotar la excelente base de datos obtenida por la Red IPOC del Norte de Chile, que registró adecuadamente los últimos terremotos importantes (Tarapacá del 2005; Tocopilla del 2007; Iquique 2014), y permitió acceder a las propiedades espectrales de la radiación de la energía sísmica a distancias excepcionalmente cerca de la fuente, al menos nunca antes obtenidas en Chile para otros terremotos. Los resultados se presentaron en el artículo de Science y Siencexpress, 2014.
5. **Desarrollo de un modelo Cinemático de la Fuente Sísmica.** Esta área es una de las que hemos dado mayor significado en el proyecto. Una primera etapa consistió en desarrollar e implementar los programas computacionales para modelar terremotos históricos utilizando registros sísmicos de campo lejano (>30 grados). Una segunda fase en implementar una técnica de inversión que contemple la condición de positividad en el vector desplazamiento sobre el plano de falla (una falla sísmica no puede retroceder). En una tercera etapa se incluyó datos GPS para un proceso de inversión conjunta de datos sismológicos y datos geodésicos. La identificación que la ruptura sísmica del terremoto de Tocopilla, que ocurrió sólo en la zona Down-Dip del plano de contacto (presentado en AGU el 2014), deja en evidencia que queda aún una zona totalmente bloqueada en la región interplaca cerca de la fosa, permitiendo que un mega terremoto con posible tsunami pueda ocurrir en la misma región en el futuro.

6. Estudio y desarrollo de un posible early warning para terremotos en el Norte de Chile. Este fue otro de los objetivos centrales de este proyecto. Uno de los principales problemas que enfrentan los países sísmicos como Chile es poder contar con un sistema real de alerta temprana de tsunamis. Un Early warning requiere dos cosas: (1) localización precisa y rápida; (2) determinación rápida de magnitud y mecanismo focal para incorporar una alerta de tsunami. Durante el proyecto se implementaron exitosamente las estrategias de alerta temprana basados en la base de datos de alta calidad IPOC del Norte de Chile y la colección de acelerogramas que permitieron capturar los últimos 2 sismos mayores ocurridos en la región (2005 y 2007). Se realizaron diferentes test basados en la evolución de medidas de energía sísmica radiada y la validación de los métodos se presntan en 2 artículos ISI: "A rapad estimation of near-field tsunami runup", JGR, 2015; y "W-Phase source inversion using high-rate regional GPS data for large earthquakes", GRL, 2015.

## **LOGROS DEL PROYECTO**

### **FORMACIÓN DE JÓVENES CIENTÍFICOS**

Tres jóvenes científicos fueron formados en el marco del proyecto: Guanina Meneses con su Tesis de Magister en Geofísica, estudiando las relocalizaciones y algoritmos basados en energía para la detección de señales precursoras de grandes terremotos. Actualmente realiza su tesis de Doctorado en la Ecole Normal Superieure de Paris, Francia. Francisco Bravo que trabajó su memoria de Ingeniero Matemático en el desarrollo de la inversión Cinem.tica de fuente sísmica finita en campo lejano y regional con datos de banda ancha y cGPS. Actualmentye inicia su tesis doctoral continuando con esta línea de investigación. Patricio Toledo que realizó su tesis doctoral en el estudio y aplicación de algoritmos basados en teoría de la información para tratamiento de señales sísmicas. Actualmente es académico de la Universidad Adolfo Ibáñez.

### **ESTADIAS**

Durante el 1er año se realizó una estadía de investigación en la Universidad de Nice Sophie-Antópolis, Francia, para trabajar con el Prof. Bertrand DELOUIS, Director del Laboratoire de Sismologie de esa institución. Esta visita de trabajo, realizada por el PI del Proyecto, permitió incorporar y adaptar al algoritmo del software desarrollado por el Prof. Delouis, la posibilidad de modelamiento de fuentes sísmicas para eventos registrados a distancias epicentrales regionales ( $< 300$  km) y de campo cercano ( $< 100$  km). Como resultado de esta colaboración científica se amplió la línea investigativa hacia el estudio de eventos sísmicos de profundidades intermedia ( $60 \text{ km} < H < 300$  km) que ocurren con frecuencia en el contexto de la subducción andina en Chile. El Prof. B. Delouis fue incorporado al equipo de investigadores del proyecto y se estableció un convenio de colaboración entre la Universidad de Chile y la Universidad de Nice bajo el auspicio de este Fondecyt.

Uno de los logros importantes de esta colaboración, en esta primera etapa fundamental del proyecto, es haber ampliado e incorporado al estudio los terremotos de profundidad intermedia que ocurren en Chile y que han

resultado ser históricamente los más violentos y destructivos, a pesar que sus magnitudes rara vez son mayores que 8.

Durante el 2015 el Prof. Bertran Delouis realiz´ una estadía en Chile del 24 noviembre al 10 de diciembre con el objeto de preparar conjuntamente el artículo científico sometido en Febrero 2016.

De esta colaboración se destaca una efectiva transferencia tecnológica: Los programas de inversión adaptados para datos de sismos regionales y a distancia de campo cercano y aplicables al contexto de la subducción andina chilena (geometría, estructura de velocidades, etc) quedaron 100% operacionales e implementados. Estos programas de análisis e inversión de datos sísmicos se podrán a disposición del Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile al final del proyecto para que puedan ser incorporados y utilizados en las tareas de rutina para la determinación rápida de parámetros focales de los terremotos y del sistema de alerta temprana en Chile.

### **DIFUSIÓN DE LA TEMÁTICA DEL PROYECTO:**

Durante el 2013 se realizaron exposiciones ante diferente medios de comunicaciones sobre los mega terremotos en Chile y la relevancia del estudio de ellos a través de programas como FONDECYT (el PI ha dado varias entrevistas en radio, prensa escrita y TV).

En Enero 2014 el PI participó dictando una conferencia especial sobre el tema del proyecto en el marco de una serie de otras conferencias científicas, nacionales e internacionales, organizadas por el Senado de la República de Chile y la Comisión Futuro del Senado.

En Enero 2014 el equipo de investigadores del Fondecyt, junto con otros investigadores de la Universidad de Chile, organizaron una serie de charlas, en los salones del Congreso Nacional en Santiago, sobre terremotos y tsunamis en Chile.

Los algoritmos desarrollados por el equipo del proyecto mostraron su excelente desempeño para caracterizar tempranamente los terremoto del 2014 y del 2015, mostrando su eficacia como métodos de alerta temprana de grandes terremotos tsunamigénicos. Esto generó un gran impacto en la comunidad científica mundial y en los medios extranjeros.

Los links adjuntos dan cuenta de ello:

<https://www.newscientist.com/article/mg22329823-000-chile-is-facing-yet-another-massive-earthquake/>

<http://sciencevibe.com/2015/12/02/new-rapid-tsunami-measurement-technique/>

<https://student.societyforscience.org/article/quake-provides-test-tsunami-prediction>

<https://www.sciencenews.org/article/shortcut-math-predicts-tsunami-height-quickly>

<http://www.scidev.net/global/disasters/news/chile-set-on-gps-based-tsunami-warning-system.html>

## **OTROS LOGROS**

Es relevante destacar que las actividades de implementación de la base de datos digital de instrumentos de banda ancha y Strong motion de este proyecto complementaron las acciones del Centro Sismológico Nacional para construir una Base de Datos Nacional abierta a toda la comunidad para propósitos de explotación científica de los datos sísmicos del país. Los ingenieros del Equipo FONDECYT ayudaron a implementar además los programas de almacenamiento, procesamiento y análisis de datos, necesarios para el buen funcionamiento del proyecto, y que además contribuyen directamente para facilitar el acceso a datos



# COOPERACIÓN INTERNACIONAL

**Nº Proyecto:** 1130636  
**Nombre Colaborador (a) Extranjero (a):** BERTRAND DELOUIS  
**Afiliación Institucional Actual:** UNIVERSITÉ NICE SOPHIA-ANTIPOLIS  
**Fechas de estadía** **Desde :**25/11/2015 **Hasta :**10/12/2015

Describa las actividades realizadas y resultados obtenidos. Destaque su contribución al logro de los objetivos del proyecto. Si es pertinente, indique las publicaciones conjuntas generadas, haciendo referencia a lo informado en la etapa Productos. Agregue en la etapa anexos la información necesaria.

Colaboración en el procesamiento de datos sísmicos de banda ancha y gran rango dinámico (BRB) y acelerógrafos; Construcción de los Dataless y puesta en marcha del proceso automático de programa FMNEAR para determinar tensor de momento sísmico a distancias regionales y cortas (< 100 km) para eventos registrados en el Norte de Chile desde 2008 - 2015.

El resultado de esta colaboración internacional se refleja en uno de los artículos reportados en este informe: "Energy-partitioning of intermediate-depth earthquakes: Overview of the Northern Chilean seismic cloud and implications on the dynamic of rupture.

## PRODUCTOS

### ARTÍCULOS

Para trabajos en Prensa/ Aceptados/Enviados adjunte copia de carta de aceptación o de recepción.

**Nº :** 1  
**Autor (a)(es/as) :** Ruiz., J., Metois., M., Fuenzalida, A., Ruiz, J., Leyton, F., Grindin, R., Vigny, Ch., Madariaga, R., Campos, J.  
**Nombre Completo de la Revista :** Science  
**Título (Idioma original) :** Intense foreshocks and a slow slip event preceded the 2014 Iquique Mw 8.1 earthquake  
**Indexación :** ISI  
**ISSN :** 0036-8075  
**Año :** 2014  
**Vol. :** 345  
**Nº :** 6201  
**Páginas :** 1165-1169  
**Estado de la publicación a la fecha :** Publicada  
**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

ANR-2011-BS56-017  
ANR-2012-BS06-004  
(Gobierno de Francia).

**Envía documento en papel :** si  
**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**  
Science-2014-Ruiz-1165-9.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83612/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83612/1/)

---

**Nº :** 2

**Autor (a)(es/as) :** Toldedo, P., and Campos, J.  
**Nombre Completo de la Revista :** PLOS ONE  
**Título (Idioma original) :** An earthquake trigger based on entropy of anomaly  
**Indexación :** ISI  
**ISSN :**  
**Año :** 2015  
**Vol. :**  
**Nº :**  
**Páginas :**  
**Estado de la publicación a la fecha :** Enviada  
**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

---

**Envía documento en papel :** si  
**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**  
0-Art.Trigger\_PLOS2015.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83618/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83618/1/)

---

**Nº :** 3  
**Autor (a)(es/as) :** Toledo, P., Riquelme, S., and Campos, J.  
**Nombre Completo de la Revista :** Nonlinear Processes in Geophysics  
**Título (Idioma original) :** Earthquake source parameters which display first digit phenomenon  
**Indexación :** ISI  
**ISSN :** doi:10.5194/npg-22-1  
**Año :** 2015  
**Vol. :** 22  
**Nº :** 1  
**Páginas :** 1-8  
**Estado de la publicación a la fecha :** Enviada  
**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

---

**Envía documento en papel :** si  
**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**  
0-Toledo.et.al\_2015.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83621/3/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83621/3/)

---

**Nº :** 4  
**Autor (a)(es/as) :** Ruiz, J., Fuentes, M., Riquelme, S. Campos, J. and Cisternas, A.  
**Nombre Completo de la Revista :** Natural Hazards  
**Título (Idioma original) :** Numerical simulation of tsunami runup in northern Chile based on non-uniform k-2 slip distributions  
**Indexación :** ISI

**ISSN :**  
**Año :** 2015  
**Vol. :**  
**Nº :**  
**Páginas :**  
**Estado de la publicación a la fecha :** Enviada  
**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

**Envía documento en papel :** si  
**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**  
NHAZ-D-15-00181.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83623/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83623/1/)

---

**Nº :** 5  
**Autor (a)(es/as) :** Riquelme, S., Fuentes, M., Hayes, G., Campos, J.  
**Nombre Completo de la Revista :** Journal Geophysical Research  
**Título (Idioma original) :** A rapid estimation of near-field tsunami runup  
**Indexación :** ISI  
**ISSN :** 10.1002/2015JB012218  
**Año :** 2015  
**Vol. :** 120  
**Nº :**  
**Páginas :** 6487–6500  
**Estado de la publicación a la fecha :** Publicada  
**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

Actividad de Interés Nacional (AIN), Programa Riesgo Sísmico (PRS), Universidad de Chile.

**Envía documento en papel :** no  
**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**  
Riquelme\_et\_al-2015-Journal\_of\_Geophysical\_Research\_\_Solid\_Earth-2.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83803/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/83803/1/)

---

**Nº :** 6  
**Autor (a)(es/as) :** Riquelme, S., Bravo, F., Melgar, D., Benavente, R., Geng, J., Barrientos, S., Campos, J.  
**Nombre Completo de la Revista :** Geophysical Research Letters  
**Título (Idioma original) :** W-phase source inversion using high-rate regional GPS data for large earthquakes  
**Indexación :** ISI  
**ISSN :**  
**Año :** 2016  
**Vol. :**  
**Nº :**  
**Páginas :**

**Estado de la publicación a la fecha :** En Prensa

**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

**Envía documento en papel :** no

**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**

WphaseGPS\_FINAL\_JC\_Parte\_1.pdf

[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/84022/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/84022/1/)

WphaseGPS\_FINAL\_JC\_Parte\_2.pdf

[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/84022/2/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/84022/2/)

---

**Nº :** 7

**Autor (a)(es/as) :** Derode, B., Riquelme, S., Campos, J., Delouis, B.

**Nombre Completo de la Revista :** Geophysical Research Letters

**Título (Idioma original) :** Energy-partitioning of intermediate-depth earthquakes: Overview of the Northern Chilean seismic cloud and implications on the dynamic of rupture

**Indexación :** ISI

**ISSN :**

**Año :**

**Vol. :**

**Nº :**

**Páginas :**

**Estado de la publicación a la fecha :** Enviada

**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

**Envía documento en papel :** no

**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**

GRL\_IDEQ\_Derode\_2016\_CAMPOS\_AKNOW.pdf

[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/84063/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/84063/1/)

---

**Nº :** 8

**Autor (a)(es/as) :** Ruiz, S., Metois, M., Fuenzalida, A., Ruiz, J., Leyton, F., Grandin, R., Vigny, C., Madariaga, R., Campos, J.

**Nombre Completo de la Revista :** Siencexpress Reports

**Título (Idioma original) :** Intense foreshocks and a slow slip event preceded the 2014 Iquique Mw 8.1 earthquake

**Indexación :** ISI

**ISSN :** 10.1126/science.1256

**Año :** 2014

**Vol. :** <http://www.sciencema>

**Nº :** 1

**Páginas :** 1

**Estado de la publicación a la fecha :** Publicada

**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

**Envía documento en papel :** no

**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**

science.1256074.full-2.pdf

[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/84074/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_articulos/descarga/8869720/1130636/2015/84074/1/)

**OTRAS PUBLICACIONES / PRODUCTOS**

**Nº :** 1

**Autor (a)(es/as) :** Ruiz.,S.,Metois,M.,Grandin,R.,Rivera,E.,Leon,S.,Cararo,S.,Fuenzalida,A.,Vallee,M.,Leyton,F.,Ruiz,J.,Vigny,C.,Madariaga,R.,Campos, J.

**Título (Idioma original) :** LOS TERREMOTOS DE IQUIQUE 2014

**Tipo de publicación o producto :** Capítulo de Libro

**ISBN :**

**Editor (es) (Libro o Capítulo de libros) :** XI Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Sísmica ACHISINA 2015

**Nombre de la editorial /Organización :** ACHISINA

**País :** CHILE

**Ciudad :** Santiago

**Fecha :** Marzo - 2015

**Año :** 2015

**Vol. :** 1

**Nº :** 1

**Páginas :** 12

**Otras Fuentes de financiamiento, si las hay :**

**Envía documento en papel :** si

**Archivo(s) Asociado(s) al artículo :**

Ruiz\_etal2014\_ACHISINA.pdf

[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_otras\\_publicaciones/descarga/8869720/1130636/2015/24119/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_otras_publicaciones/descarga/8869720/1130636/2015/24119/1/)

**CONGRESOS**

**Nº :** 1

**Autor (a)(es/as) :** J. Campos, S. Riquelme, B. Delouis, J. Ruiz and F. Bravo

**Título (Idioma original) :** Terremotos de Profundidad Intermedia en Chile

**Nombre del Congreso :** Colloquium Geophysical Signatures of Earthquakes and Volcanoes

**País :** CHILE

**Ciudad :** Concepcion

**Fecha Inicio :** 13/03/2014  
**Fecha Término :** 14/03/2014  
**Nombre Publicación :** Colloquium Geophysical Signatures of Earthquakes and Volcanoes  
**Año :** 2014  
**Vol. :** 1  
**Nº :** 1  
**Páginas :** 45  
**Envía documento en papel :** no  
**Archivo Asociado :**  
Colloquium.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134657/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134657/1/)

---

**Nº :** 2  
**Autor (a)(es/as) :** Campos, J., Fuentes, M.,  
**Título (Idioma original) :** A rapid estimation of tsunami run-up based on finite fault models  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 15/12/2014  
**Fecha Término :** 19/12/2014  
**Nombre Publicación :** A rapid estimation of tsunami run-up based on finite fault models  
**Año :** 2014  
**Vol. :** NH13A  
**Nº :** 3720  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** si  
**Archivo Asociado :**  
Abstract\_1.png.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134658/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134658/1/)

---

**Nº :** 3  
**Autor (a)(es/as) :** Ruiz, J., et al., J. Campos  
**Título (Idioma original) :** Resolution analysis of tsunami generated by the 2014 Mw 8.1 Pisagua earthquake using a simple slip model  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 15/12/2014  
**Fecha Término :** 19/12/2014  
**Nombre Publicación :** The Central Andean Subduction Zone: Past, Present, and Future  
**Año :** 2014

**Vol. :** S31D  
**Nº :** 4468  
**Páginas :** 1-1  
**Envía documento en papel :** si  
**Archivo Asociado :**  
Abstract\_2.png.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134659/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134659/1/)

---

**Nº :** 4  
**Autor (a)(es/as) :** Leyton, F., Ruiz, S., Quilaqueo, M., Campos, J.  
**Título (Idioma original) :** Repeating Earthquakes in Northern Chile  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 15/12/2014  
**Fecha Término :** 19/12/2014  
**Nombre Publicación :** The Central Andean Subduction Zone: Past, Present, and Future  
**Año :** 2014  
**Vol. :** S31D  
**Nº :** 4432  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** si  
**Archivo Asociado :**  
Abstract\_3.png.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134660/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134660/1/)

---

**Nº :** 5  
**Autor (a)(es/as) :** Sobiesiak, M., et al., Campos, J.  
**Título (Idioma original) :** Structural Aspects of the Iquique Area With Possible Influence on the Mw 8.2, 2014, Pisagua Earthquake  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 15/12/2014  
**Fecha Término :** 19/12/2014  
**Nombre Publicación :** The Central Andean Subduction Zone: Past, Present, and Future  
**Año :** 2014  
**Vol. :** S31D  
**Nº :** 4464  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** si  
**Archivo Asociado :**

Abstract\_4.png.pdf

[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134661/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134661/1/)

---

**N° :** 6  
**Autor (a)(es/as) :** Derode, B., Riquelme, S., Ruiz, J., Leyton, F., Campos, J., Delouis, B.  
**Título (Idioma original) :** Exploring Thermal Shear Runaway as a triggering process for Intermediate-Depth Earthquakes: Overview of the Northern Chilean seismic nest.  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 15/12/2014  
**Fecha Término :** 19/12/2014  
**Nombre Publicación :** Earthquake Energy Budgets: Geological, Laboratory, and Geophysical Constraints  
**Año :** 2014  
**Vol. :** S53B  
**N° :** 4508  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** si  
**Archivo Asociado :**  
Abstract\_5.png.pdf

[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134662/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134662/1/)

---

**N° :** 7  
**Autor (a)(es/as) :** Vargas, G., et al., Campos, J.  
**Título (Idioma original) :** Assessing giant tsunamigenic subduction earthquakes in the Northern Chile Seismic  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 15/12/2014  
**Fecha Término :** 19/12/2014  
**Nombre Publicación :** The Central Andean Subduction Zone: Past, Present, and Future  
**Año :** 2014  
**Vol. :** S31D  
**N° :** 4470  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** si  
**Archivo Asociado :**  
Abstract\_6.png.pdf

[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134663/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134663/1/)

---



**N° :** 8  
**Autor (a)(es/as) :** Riquelme, S., Ruiz, J., Fuentes, M., Yamazaki, Y., Campos, J.  
**Título (Idioma original) :** Tsunami Scenarios in Northern Chile after the 2014 Iquique Earthquake using n  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 15-19 December 2014  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 15/12/2014  
**Fecha Término :** 19/12/2014  
**Nombre Publicación :** The Central Andean Subduction Zone: Past, Present, and Future  
**Año :** 2014  
**Vol. :** S31D  
**N° :** 4469  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** si  
**Archivo Asociado :**  
Abstract\_7.png.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134664/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134664/1/)

Abstract\_7b.png.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134664/2/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/134664/2/)

---

**N° :** 9  
**Autor (a)(es/as) :** Derode, B., Riquelme, S., Bravo, F., Campos, J.  
**Título (Idioma original) :** Statistical variations of source parameters in inter- and intraplate earthquakes in Chile and their correlations with the slab properties  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-19 December 2015  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 14/12/2015  
**Fecha Término :** 19/12/2015  
**Nombre Publicación :** AGU Abstracts  
**Año :** 2015  
**Vol. :** SS1A  
**N° :** 2649  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** no  
**Archivo Asociado :**  
Confreso\_AGU\_DERODE\_CAMPOS\_2015.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/135527/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/135527/1/)

---

**N° :** 10  
**Autor (a)(es/as) :** Bravo, F., Campos, J.

**Título (Idioma original) :** Slip Distribution of the Chilean Earthquake of March 3, 1985 on the Central Chile Seismic Gap  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-19 December 2015  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 14/12/2015  
**Fecha Término :** 19/12/2015  
**Nombre Publicación :** Abstracts AGU  
**Año :** 2015  
**Vol. :** S11A  
**Nº :** 2774  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** no  
**Archivo Asociado :**  
AGU\_F.Bravo\_P1.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/135530/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/135530/1/)

---

**Nº :** 11  
**Autor (a)(es/as) :** Campos, J., Riquelme, S., F. Bravo, Cisternas, A., Barrientos, S.  
**Título (Idioma original) :** W-phase CMT Regional Real Time Implementation in Chile Evolution of the algorithm: 2011 - today  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-19 December 2015  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA  
**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 14/12/2015  
**Fecha Término :** 19/12/2015  
**Nombre Publicación :** Abstracts AGU  
**Año :** 2015  
**Vol. :** S11A  
**Nº :** 2770  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** no  
**Archivo Asociado :**  
AGU\_F.Bravo\_P2.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/135547/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/135547/1/)

---

**Nº :** 12  
**Autor (a)(es/as) :** Riquelme, S., Bravo, F., Melgar, D., Benavente, R., Campos, J.  
**Título (Idioma original) :** W-phase Source Inversion Using High-rate Regional GPS Data for Large Earthquakes.  
**Nombre del Congreso :** AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-19 December 2015  
**País :** ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

**Ciudad :** San Francisco  
**Fecha Inicio :** 14/12/2015  
**Fecha Término :** 19/12/2015  
**Nombre Publicación :** Abstracts AGU  
**Año :** 2015  
**Vol. :** S11A  
**Nº :** 2772  
**Páginas :** 1  
**Envía documento en papel :** no  
**Archivo Asociado :**  
AGU\_F.Bravo\_P3.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/135549/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_congresos/descarga/8869720/1130636/2015/135549/1/)

---

## TESIS/MEMORIAS

**Nº :** 1  
**Título de Tesis :** Modelo Cinamético de Ruprura Sísmica de Sismogramas en el Lejano  
**Nombre y Apellidos del(de la) Alumno(a) :** Francisco Bravo Sagua  
**Nombre y Apellidos del(de la) Tutor(a) :** Jaime Campos  
**Título Grado :** Pregrado  
**Institución :** Universida de Chile  
**País :** CHILE  
**Ciudad :** Santiago  
**Estado de Tesis :** Terminada  
**Fecha Inicio :** 01/01/2013  
**Fecha Término :** 04/10/2013  
**Envía documento en papel :** no  
**Archivo Asociado :**  
cf-bravo\_fs.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_tesis\\_memorias/descarga/8869720/1130636/2015/68063/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_tesis_memorias/descarga/8869720/1130636/2015/68063/1/)

---

**Nº :** 2  
**Título de Tesis :** ANAÁLISIS DE LA SISMICIDAD Y DE PARÁMETROS DE ALERTA TEMPRANA DE TERREMOTOS PARA LA ZONA DE IQUIQUE, NORTE DE CHILE  
**Nombre y Apellidos del(de la) Alumno(a) :** Gianina Meneses Provoste  
**Nombre y Apellidos del(de la) Tutor(a) :** S. Ruiz / J. Campos  
**Título Grado :** Magister  
**Institución :** Universida de Chile  
**País :** CHILE  
**Ciudad :** Santiago  
**Estado de Tesis :** Terminada  
**Fecha Inicio :** 01/02/2012  
**Fecha Término :** 28/03/2014

**Envía documento en papel :** no  
**Archivo Asociado :**  
Tesis.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_tesis\\_memorias/descarga/8869720/1130636/2015/68064/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_tesis_memorias/descarga/8869720/1130636/2015/68064/1/)

---

**N° :** 3  
**Título de Tesis :** ALGORITMO DE DETECCIÓN DE ONDAS P INVARIANTE DE ESCALA:  
CASO DE RÉPLICAS DEL SISMO DEL 11 DE MARZO DE 2010  
**Nombre y Apellidos del(de la) Alumno(a) :** Patricio Antonio Toledo Peña  
**Nombre y Apellidos del(de la) Tutor(a) :** Jaime Campos Muñoz  
**Título Grado :** Doctorado  
**Institución :** Universidad de Chile  
**País :** CHILE  
**Ciudad :** Santiago  
**Estado de Tesis :** Terminada  
**Fecha Inicio :** 01/10/2011  
**Fecha Término :** 30/10/2014  
**Envía documento en papel :** si  
**Archivo Asociado :**  
Tesis.P.Toledo\_2014.pdf  
[http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4\\_tesis\\_memorias/descarga/8869720/1130636/2015/68065/1/](http://sial.fondecyt.cl/index.php/investigador/f4_tesis_memorias/descarga/8869720/1130636/2015/68065/1/)

---

## ANEXOS

A continuación se detallan los anexos físicos/papel que no se incluyen en el informe en formato PDF.

--