

# **CAPRA**

**CENTRAL AMERICA PROBABILISTIC RISK ASSESSMENT**  
**EVALUACIÓN PROBABILISTA DE RIESGOS EN CENTRO AMÉRICA**

## **EL SALVADOR**

### **TAREA I**

**IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS, REVISIÓN  
HISTÓRICA Y ANÁLISIS PROBABILISTA**

**INFORME TÉCNICO SUBTAREA 1.1 A**

**REVISION DE ESTUDIOS DE AMENAZA  
EXISTENTES**





**Evaluación de Riesgos Naturales**  
**- América Latina -**  
Consultores en Riesgos y Desastres

**Consortio conformado por:**

**Colombia**

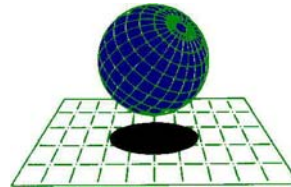
Carrera 19A # 84-14 Of 504  
Edificio Torrenova  
Tel. 57-1-691-6113  
Fax 57-1-691-6102  
Bogotá, D.C.



INGENIERIA TECNICA Y CIENTIFICA LTDA

**España**

Centro Internacional de Métodos Numéricos  
en Ingeniería - CIMNE  
Campus Nord UPC  
Tel. 34-93-401-64-96  
Fax 34-93-401-10-48  
Barcelona



**C I M N E**

**México**

Vito Alessio Robles No. 179  
Col. Hacienda de Guadalupe Chimalistac  
C.P.01050 Delegación Álvaro Obregón  
Tel. 55-5-616-8161  
Fax 55-5-616-8162  
México, D.F.



[ERN Ingenieros Consultores, S. C.](#)

**ERN** Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina  
[www.ern-la.com](http://www.ern-la.com)

**Dirección y Coordinación de Grupos de Trabajo Técnico – Consorcio ERN América Latina**

---

**Omar Darío Cardona A.**  
Dirección General del Proyecto

**Luis Eduardo Yamín L.**  
Dirección Técnica ERN (COL)

**Gabriel Andrés Bernal G.**  
Coordinación General ERN (COL)

**Mario Gustavo Ordaz S.**  
Dirección Técnica ERN (MEX)

**Eduardo Reinoso A.**  
Coordinación General ERN (MEX)

**Alex Horia Barbat B.**  
Dirección Técnica CIMNE (ESP)

**Martha Liliana Carreño T.**  
Coordinación General CIMNE (ESP)

**Especialistas y Asesores – Grupos de Trabajo**

---

**Miguel Genaro Mora C.**  
Especialista ERN (COL)

**César Augusto Velásquez V.**  
Especialista ERN (COL)

**Karina Santamaría D.**  
Especialista ERN (COL)

**Mauricio Cardona O.**  
Asistente Técnico ERN (COL)

**Andrés Mauricio Torres C.**  
Asistente Técnico ERN (COL)

**Diana Marcela González C.**  
Asistente Técnico ERN (COL)

**Yinsury Sodel Peña V.**  
Asistente Técnico ERN (COL)

**Andrei Garzón B.**  
Asistente Técnico ERN (COL)

**Carlos Eduardo Avelar F.**  
Especialista ERN (MEX)

**Benjamín Huerta G.**  
Especialista ERN (MEX)

**Mauro Pompeyo Niño L.**  
Especialista ERN (MEX)

**Isaías Martínez A.**  
Asistente Técnico ERN (MEX)

**Edgar Osuna H.**  
Asistente Técnico ERN (MEX)

**José Juan Hernández G.**  
Asistente Técnico ERN (MEX)

**Marco Torres**  
Asesor Asociado (MEX)

**Johner Venicio Correa C.**  
Asistente Técnico ERN (COL)

**Mabel Cristina Marulanda F.**  
Especialista CIMNE(ESP)

**Jairo Andrés Valcárcel T.**  
Especialista CIMNE(ESP)

**Juan Pablo Londoño L.**  
Especialista CIMNE(ESP)

**René Salgueiro**  
Especialista CIMNE(ESP)

**Nieves Lantada**  
Especialista CIMNE(ESP)

**Álvaro Martín Moreno R.**  
Asesor Asociado (COL)

**Mario Díaz-Granados O.**  
Asesor Asociado (COL)

**Liliana Narvaez M.**  
Asesor Asociado (COL)

**Asesores Nacionales**

---

**Osmar E. Velasco**  
Guatemala

**Sandra Zúñiga**  
Nicaragua

**Alonso Brenes**  
Costa Rica

**Banco Mundial – Gestión de Riesgo de Desastres / Región Latinoamérica y el Caribe**

---

**Francis Ghesquiere**  
Coordinador Regional

**Oscar A. Ishizawa**  
Especialista

**Joaquín Toro**  
Especialista

**Fernando Ramírez C.**  
Especialista

**Edward C. Anderson**  
Especialista

**Stuart Gill**  
Especialista

**Banco Interamericano de Desarrollo – Medio Ambiente / Desarrollo Rural / Desastres Naturales**

---

**Flavio Bazán**  
Especialista Sectorial

**Cassandra T. Rogers**  
Especialista Sectorial

**Hori Tsuneki**  
Consultor Interno

## Tabla de contenido

---

<b>1</b>	<b>Generalidades .....</b>	<b>1-1</b>
1.1	Estructura de la base de datos de entidades .....	1-2
1.2	Estructura de la base de datos de información relacionada .....	1-3
<b>2</b>	<b>Entidades, centros e instituciones de interés .....</b>	<b>2-1</b>
2.1	Entidades a nivel mundial.....	2-1
2.2	Entidades El Salvador.....	2-7
<b>3</b>	<b>Proyectos, estudios, investigaciones e iniciativas .....</b>	<b>3-1</b>
<b>4</b>	<b>Sistemas computacionales de interés .....</b>	<b>4-1</b>
4.1	Sismo .....	4-1
4.2	Tsunami .....	4-2
4.3	Huracán.....	4-2
4.4	Inundación.....	4-4
4.5	Deslizamiento .....	4-6
4.6	Volcanes .....	4-7
4.7	Sistemas de Evaluación Multiamenaza.....	4-9
4.8	Riesgo .....	4-9
<b>5</b>	<b>Documentos específicos .....</b>	<b>5-1</b>
<b>6</b>	<b>Catalogo general de información requerida.....</b>	<b>6-1</b>

## Índice de tablas

---

TABLA 1-1 CAMPOS DE LA BASE DE DATOS DE ENTIDADES .....	1-2
TABLA 1-2 INFORMACIÓN DE CONTACTOS INSTITUCIONALES.....	1-2
TABLA 1-3 CAMPOS DE LA BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN RELACIONADA .....	1-3
TABLA 1-4 LISTADO DE OPCIONES POSIBLES PARA EL CAMPO “TEMA” EN LA BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN RELACIONADA .....	1-4
TABLA 1-5 LISTADO DE OPCIONES POSIBLES PARA EL CAMPO “CALIDAD DE LA INFORMACIÓN” EN LA BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN RELACIONADA .....	1-4
TABLA 5-1 ESTADÍSTICAS DE DOCUMENTOS CLASIFICADOS POR TEMA.....	5-1
TABLA 6-1 CAMPOS DE LA BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN REQUERIDA .....	6-1
TABLA 6-2 LISTADO DE OPCIONES POSIBLES PARA EL CAMPO “TEMA” EN LA BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN REQUERIDA .....	6-2
TABLA 6-3 LISTADO DE OPCIONES POSIBLES PARA EL CAMPO “TIPO” EN LA BASE DE DATOS DE INFORMACIÓN REQUERIDA .....	6-2

# 1 Generalidades

---

El presente informe resume las fuentes de información disponibles en la región de América Central con miras al desarrollo de las evaluaciones de amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo en el marco del proyecto CAPRA.

La organización de la información se hace mediante la conformación de dos bases de datos principales que son:

- Base de datos de Entidades, centros e institutos
- Base de datos de Información relacionada

La base de datos de *Entidades, centros e institutos de interés* se refiere a las entidades, centros de investigación e institutos, no necesariamente ubicados en América Central, y que de una u otra forma puedan aportar información al desarrollo del proyecto. En particular se requiere conocer los proyectos que dichas entidades estén adelantando en Centro América.

Por otro lado, la base de datos de información relacionada incluye datos sobre los siguientes tipos de información:

1. *Proyectos, estudios, investigaciones e iniciativas*: se refiere principalmente a los proyectos que se hayan desarrollado o se estén desarrollando con aplicaciones varias en Centro América y que hayan generado o puedan generar en el mediano plazo información relevante.
2. *Sistemas computacionales de interés*: se refiere a los sistemas desarrollados por entidades gubernamentales o privadas, relacionados con la temática referida. No necesariamente deben estar orientados a aplicaciones en América Central.
3. *Publicaciones o documentos específicos*: incluye cualquier tipo de documento, publicación, archivo, base de datos y en general cualquier componente de información que pueda ser de interés para el proyecto. Se incluyen aquí publicaciones especiales tales como mapas, catálogos, atlas y demás. También hace referencia a artículos de revistas nacionales o internacionales, y libros o partes de libros que puedan ser de interés.

En los numerales que siguen se presenta la estructura de cada una de las bases de datos conformada y la lista de información disponible. En los Anexos se entregan las bases de datos para consulta directa. Para efectos de distribución, facilidad de uso y posibilidades de actualización estas bases de datos se entregan en formato de Excel.

## 1.1 Estructura de la base de datos de entidades

A continuación se describen los campos incluidos en la base de datos de entidades (ver Tabla 1-1). En el Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-1 se presenta la base de datos completa.

**Tabla 1-1**  
**Campos de la Base de Datos de Entidades**

Campo	Tipo de dato	Descripción
No.	Entero	Número consecutivo
País	Texto	Nombre del país
Entidad Principal	Texto	Nombre de la entidad principal
Descripción	Texto	Descripción de la entidad y el tipo de trabajos que realiza
Entidades vinculadas	Texto	Nombre de las entidades vinculadas (si aplica)
Home	Texto	Página principal de internet
Enlaces de Interés Descripción	Texto	Descripción de los enlaces más importantes de la página (si aplica)
Enlaces de Interés URL	Texto	Direcciones web de los enlaces de interés (si aplica)
Contacto	Texto	Información de contacto

A su vez, el campo denominado “Contacto” contiene la información relacionada en la Tabla 1-2, para algunas entidades.

**Tabla 1-2**  
**Información de Contactos institucionales**

Campo	Tipo de dato	Descripción
Contacto	Texto	Nombre de contacto
Teléfono	Texto	Número telefónico con indicativo de país y región
Fax	Texto	Número telefax
Apartado postal	Texto	Apartado postal
Email	Texto	Correo electrónico de contacto
Dirección	Texto	Dirección completa de contacto
División	Texto	División de la entidad a la que pertenece el contacto

## 1.2 Estructura de la base de datos de información relacionada

A continuación se describen los campos incluidos en la base de datos de Información relacionada (ver Tabla 1-3), que como se explicó se puede clasificar en proyectos, sistemas computacionales y publicaciones o documentos. En el Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-2 se incluye la base de datos correspondiente.

**Tabla 1-3**  
**Campos de la Base de Datos de Información Relacionada**

Campo	Tipo de dato	Descripción
No.	Entero	Número consecutivo
País	Texto	Nombre del país
Región/Zona	Texto	Nombre de la zona o región que cubre el archivo
Tema	Texto	Tema en el cual se clasifica el archivo de acuerdo con un listado de opciones posibles
Tipo de archivo	Texto	Tipo de archivo (documento, mapa, base de datos, etc.)
Nombre/Proyecto	Texto	Título o nombre del archivo
Descripción	Texto	Breve descripción del contenido del archivo y palabras clave
Extensión	Texto	Extensión que define el tipo de archivo
Entidad/Propietario	Texto	Nombre del propietario del archivo
Fecha	Texto	Fecha de creación asociada con el archivo
Calidad	Texto	Calificación de la calidad de la información contenida en el archivo para propósitos del proyecto, de acuerdo con un listado de opciones posibles.
Restricción de Acceso	Texto	Restricción de acceso para el archivo
Restricción de Uso	Texto	Restricción de uso para el archivo
Ruta de ubicación	Texto	Ruta del directorio que contiene el archivo
Enlace en la Web	Texto	Dirección en internet asociada con el archivo (si aplica)
Contacto	Texto	Información de contacto
Referencia	Texto	Información bibliográfica (si aplica)
Observaciones	Texto	Observaciones adicionales relevantes para caracterizar el archivo

El listado de opciones posibles en las que se clasifica el tema de cada archivo se presenta en la Tabla 1-4. Igualmente, la Tabla 1-5 presenta el listado de opciones posibles para evaluar la calidad de cada archivo contenido en la base de datos.



**Tabla 1-4**  
**Listado de opciones posibles para el campo "Tema" en la base de datos de información relacionada**

No.	Categorías para la información
1	Información general del país
2	Información de poblaciones principales
3	Información de zonas especiales
4	Sismos
5	Huracanes
6	Hidrometeorológicos
7	Inundaciones
8	Deslizamientos
9	Volcanes
10	Infraestructura nacional
11	Infraestructura ciudades
12	Infraestructura zonas especiales
13	Multiamenaza
14	Tsunami
15	Riesgo
16	Lluvias
17	Planes y políticas en Belice, Honduras, Guatemala y El Salvador
18	Riesgo, Amenaza, Vulnerabilidad
19	Sistemas computacionales
20	Varios

**Tabla 1-5**  
**Listado de opciones posibles para el campo "Calidad de la Información" en la base de datos de información relacionada**

No.	Calidad de la información
1	Alta
2	Media
3	Baja

## 2 Entidades, centros e instituciones de interés

---

La información relacionada con las entidades de interés se resume a continuación. Esta información también se encuentra en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-1. Se subdivide la presentación en entidades a nivel mundial y entidades en El Salvador.

### 2.1 Entidades a nivel mundial

#### - **The World Bank**

Disponible en: <http://www.worldbank.org>

Descripción: Fuente vital de asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo de todo el mundo. Entre sus investigaciones principales se encuentran los indicadores de desarrollo mundial, las perspectivas de la economía y el informe de desarrollo. El Banco Mundial lleva a cabo numerosos proyectos y presta una amplia variedad de servicios de análisis y asesoría para ayudar a que los países y la comunidad internacional respondan a sus necesidades en materia de desarrollo.

Contiene más de 27.000 documentos gratuitos y descargables, incluyendo documentos de operaciones (documentos de proyectos, trabajos de asesoría y análisis y evaluaciones), documentos de investigación formales e informales y la mayoría de las publicaciones del Banco.

#### - **United States Geological Survey – USGS**

Disponible en: <http://www.usgs.gov>

Descripción: USGS sirve a Estados Unidos para proveer de información científica confiable para minimizar la pérdida de vida y de la propiedad debido a los desastres naturales; administrar sus recursos e incrementar y proteger la calidad de vida. Entre sus vínculos más importantes se encuentra el de amenazas “Hazards” en donde se encuentra información, proyectos, estudios e investigaciones sobre amenazas naturales para estados unidos; el centro de sismos “Earthquakes center” el cual contiene múltiples publicaciones, análisis y estadísticas sobre sismos; el vínculo de software relacionado con sismos, en donde se pueden descargar algunos de los programas mas importantes con aplicación al análisis sísmico y el vínculo concerniente al estudio de los volcanes, en el cual se pueden descargar publicaciones, reportes y mapas.

#### - **Centro De Coordinación Para La Prevención De Desastres Naturales En América Central – CEPREDENAC**

Disponible en: <http://www.cepredenac.org>

Descripción: Encargado de contribuir a la reducción de la vulnerabilidad y el impacto de los desastres, como parte integral del proceso de transformación y desarrollo sostenible de la región, en el marco del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), a través de la promoción, apoyo y desarrollo de políticas y medidas de prevención, mitigación, preparación y gestión de emergencias.

Entre los documentos descargables se encuentran principalmente manuales y estudios sobre la prevención de desastres.

- **National Oceanic And Atmospheric Administration – NOAA**

Disponible en: <http://www.noaa.gov>

Descripción: La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica es una Agencia científica del Departamento de Comercio de Estados Unidos enfocada en las condiciones de los océanos y la atmósfera. NOAA avisa del tiempo meteorológico, realiza cartas de mares y de cielos, guía sobre el uso y la protección de los recursos oceánicos y costeros, y conduce estudios para mejorar el entendimiento y la administración del ambiente.

Algunas de las entidades adscritas al NOAA son las siguientes:

- ✓ Atlantic Oceanographic And Meteorological Laboratory -AOML  
Disponible en: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/tcfaqHED.html>  
Descripción: Links de huracanes y bases de datos.
- ✓ Pacific Marine Environmental Laboratory – PMEL  
Disponible en: NOAA <http://www.pmel.noaa.gov/>  
Descripción: Observatorio Oceánico.
- ✓ National Hurricane Center NHC  
Disponible en: <http://www.nhc.noaa.gov/>  
Descripción: Datos sobre huracanes en tiempo real.
- ✓ HURDAT  
Disponible en: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/hurdat/>  
Descripción: Bases de datos de huracanes del pacífico y el atlántico. Trayectorias y datos históricos.

- **Columbia University**

Disponible en: <http://www.columbia.edu/>

Descripción: En la página de la Universidad de Columbia se pueden encontrar múltiples investigaciones y publicaciones asociadas a sus diferentes proyectos y grupos de investigación.

Los centros adscritos a esta entidad se enumeran a continuación:

- ✓ Center for Hazards and Risk Research – CHRR  
Disponible en: <http://www.ldeo.columbia.edu/chrr/research/hotspots/>  
Descripción: Información sobre el estudio “Natural Disaster Hotspots” del Banco Mundial.
- ✓ Center for International Earth Science Information Network CIESIN

Disponible en: <http://www.ciesin.org/>

Descripción: Es un centro dentro del Earth Institute en la Universidad de Columbia; se especializa en datos on-line y manejo de información, integración espacial de datos y capacitación, e investigación interdisciplinaria relacionada a interacciones humanas en el medio ambiente.

Contiene textos de más de 140 tratados ambientales, número de habitantes, acceso a sistemas geográficos de información, consultas interactivas con el banco de datos del Banco Mundial que contiene 125 variables socioeconómicas de más de 170 economías para 1965-1993, consultas interactivas con el Instituto de Recursos Mundiales del Ambiente Global.

✓ International Research Institute for Climate And Society IRI

Disponible en: <http://portal.iri.columbia.edu>

Descripción: Centro de estudios e información acerca del manejo del riesgo climático. Orientado a países en desarrollo.

✓ Lamont Doherty earth observatory LDEO

Disponible en: <http://www.ldeo.columbia.edu>

Descripción: Investigación en ciencias de la tierra, geología, geofísica, tectónica, sismología.

✓ National Center for Disaster Preparedness NCDP

Disponible en: <http://www.ncdp.mailman.columbia.edu/>

Descripción: Centro de investigación dedicado al estudio y análisis de la capacidad de la nación (EEUU) para prepararse y responder ante un desastre.

✓ Earth Institute

Disponible en: <http://www.earthinstitute.columbia.edu>

Descripción: Centro de investigación en ciencias de la tierra. Se pueden descargar publicaciones.

✓ Socioeconomic data and Application Center SEDAC

Disponible en: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/>

Descripción: Información socioeconómica asociada a las investigaciones del CIESIN.

✓ Center for Research on Environmental Decision CRED - Columbia University

Disponible en: <http://www.cred.columbia.edu>

Descripción: Información climática y ambiental.

- **International Institute For Applied Systems Analysis – IIASA**

Disponible en: <http://www.iiasa.ac.at/>

Descripción: El International Institute for Applied System Analysis, es un organismo privado de investigación, que lleva a cabo estudios científicos inter-disciplinarios sobre

medio ambiente, economía, y aspectos tecnológicos y sociales en el contexto de la dimensión humana en el cambio global.

✓ Risk And Vulnerability RAV

Disponible en: <http://www.iiasa.ac.at/Research/RAV/>

Descripción: Información sobre vulnerabilidad y riesgo, información sobre Hotspots.

- **Comisión Económica Para América Latina y El Caribe – CEPAL**

Disponible en: <http://www.eclac.org/>

Descripción: La CEPAL es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas. Se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí y con las demás naciones del mundo. Posteriormente, su labor se amplió a los países del Caribe y se incorporó el objetivo de promover el desarrollo social.

- **World Meteorological Organization – WMO**

Disponible en: [http://www.wmo.ch/pages/index\\_en.html](http://www.wmo.ch/pages/index_en.html)

Descripción: Programa de investigación mundial del clima. Información de huracanes y ciclones.

- **Bureau of Meteorology – BOM**

Disponible en: <http://www.bom.gov.au/>

Descripción: Datos meteorológicos, climáticos e hidrológicos en tiempo real, para Australia. Publicaciones e investigaciones. Predicción numérica.

- **Organización De Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia y La Cultura – UNESCO**

Disponible en: [www.unesco.org](http://www.unesco.org)

Descripción: La UNESCO promueve la cooperación internacional en materia de educación, ciencia, cultura y comunicación entre sus 193 Estados Miembros y sus seis Miembros Asociados. Desde la página de Internet pueden descargarse recursos documentales, estadísticas e instrumentos normativos de los países miembros, entre estos los de América Latina y el Caribe.

- **World Weather Information Service**

Disponible en: [www.worldweather.org](http://www.worldweather.org)

Descripción: Servicio de información meteorológica en tiempo real para todo el mundo. Para Costa Rica y Nicaragua, se encuentra información de las ciudades más importantes.

- **International Tsunami Information Center – ITIC**

Disponible en: <http://ioc3.unesco.org/itic/>

Descripción: Disponibilidad de catálogos de tsunamis.

- **U.S. Environmental Protection Agency – EPA**

Disponible en: [http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/html/watershed\\_models.html](http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/html/watershed_models.html)

Descripción: Disponibilidad de varios modelos de descarga de agua en ríos y cuencas.

- **Federal Emergency Management Agency – FEMA**

Disponible en: <http://www.fema.gov/>

Descripción: FEMA Información y publicaciones sobre inundaciones, tormentas e incendios, principalmente.

- **Spa Risk LLC**

Disponible en: <http://scauthorporter.com/index.htm>

Descripción: Riesgo de catástrofes naturales y desastres causados por el hombre. Pueden descargarse publicaciones sobre riesgo.

- **Southern California Earthquake Center – SCEC**

Disponible en: <http://www.scec.org>

Descripción: Publicaciones, investigaciones y catálogos sísmicos. Información sobre OPENSHA.

- **Estrategia Internacional Para La Reducción De Desastres De Las Naciones Unidas EIRD/ONU**

Disponible en: <http://www.eird.org/esp/cdcapra/DocsIndex.htm>

Descripción: Documentos e información sobre Reunión/Taller CAPRA Managua, 12 y 13 de Febrero de 2007.

- **National Institute of Building Science – NIBS**

Disponible en: <http://www.nibs.org/>

Descripción: Conocimiento y asesoramiento para el fomento y la regulación de la ciencia y la tecnología de la construcción. Información sobre HAZUS (Multihazard loss estimation methodology).

- **Applied Technology Council – ATC**

Disponible en: <http://www.atcouncil.org/>

Descripción: ATC tiene la misión de desarrollar y promover el estado del arte y facilitar el uso de recursos y aplicaciones de ingeniería para contribuir en la mitigación de los efectos de los desastres naturales y otros peligros en el contexto de la construcción.

- **National Aeronautics and Space Administration – NASA**

Disponible en: <http://www.nasa.gov/>

Descripción: Entidad que contiene bases de datos sobre amenazas y aspectos relacionados con las ciencias de la tierra. En términos generales la entidad se encarga de actividades que tienen que ver con la exploración espacial, descubrimientos a nivel científico e investigación aeronáutica.

- **Earthquake Engineering Research Institute – EERI**

Disponible en: <http://www.eeri.org/>

Descripción: Reducción del riesgo sísmico

- **Norwegian Seismic Array – NORSAR**  
Disponible en: <http://www.norsar.no>  
Descripción: Boletines y publicaciones sobre amenaza y riesgo sísmico. Bases de datos, catálogos sísmicos.
  
- **International Center of Geohazards – ICG**  
Disponible en: <http://www.geohazards.no>  
Descripción: El Centro Internacional de Geohazards (ICG) lleva a cabo la investigación relativa a la evaluación, prevención y mitigación de amenazas naturales, incluidos los riesgos por deslizamientos en suelo y roca, debido a lluvias, inundaciones, terremotos y a la intervención humana.
  
- **Emergency Events Database EM-DAT**  
Disponible en: <http://www.emdat.be/>  
Descripción: Bases de datos de desastres naturales a nivel mundial.
  
- **Estrategia Internacional Para La Reducción De Desastres - EIRD**  
Disponible en: <http://www.eird.org/index-esp.html>  
Descripción: Reconociendo que las amenazas naturales pueden afectar a cualquiera, la ONU/EIRD establece alianzas y aplica un enfoque global para la reducción de desastres. Campaña Mundial 2008-2009 para la Reducción de Desastres.
  
- **Provention Consortium**  
Disponible en: <http://www.proventionconsortium.org/>  
Descripción: Análisis del riesgo
  
- **Munich Re**  
Disponible en: <http://www.munichre.com>  
Descripción: Realiza estudios de riesgo a nivel mundial.
  
- **Swiss Re**  
Disponible en: <http://www.swissre.com>  
Descripción: Realiza estudios de riesgo a nivel mundial.
  
- **The Smithsonian National Museum of Natural History**  
Disponible en: <http://www.volcano.si.edu/>  
Descripción: Información sobre volcanes a nivel mundial. Bases de datos y registros históricos.
  
- **Organización De Estados Americanos - Oficina De Desarrollo Sostenible Y Medio Ambiente – OEA**  
Disponible en: <http://www.oas.org>  
Descripción: Publicaciones sobre gestión y peligros naturales asociados al desarrollo sostenible.

- **Centro Regional De Información Sobre Desastres Para América Latina y Caribe – CRID**  
Disponible en: <http://www.crid.or.cr>  
Descripción: Recopilación y disseminación de información disponible sobre el tema de desastres en América Latina y el Caribe.
- **International Association of Volcanology And Chemistry of The Earth's Interior – IAVCEI**  
Disponible en: <http://www.iaovcei.org/>  
Descripción: Asociación internacional de vulcanología. Boletines vulcano lógicos y publicaciones.
- **The Collapse Caldera Database – CCDB**  
Disponible en: <http://www.gob-csic.es/CCDB/CCDBframe.htm>  
Descripción: Aplicación GIS para volcanes. Estadísticas, catálogos, base de datos.
- **Comisión Centro Americana De Ambiente y Desarrollo – CCAD**  
Disponible en: <http://www.ccad.ws/documentos/mapas.html>  
Descripción: Mapas, descarga de shapes para Centroamérica (topografía, infraestructura, meteorología, hidrología, zonas de reserva).
- **Center For Research On Epidemiology Of Disasters – CRED – Université Catholique De Louvain**  
Disponible en: <http://www.cred.be/>  
Descripción: Información para la mitigación desastres, enfocado hacia la salud pública, epidemiología y aspectos estructurales, sociales y económicos.

## 2.2 Entidades El Salvador

- **Servicio Nacional de Estudios Territoriales – SNET**  
Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/>  
Descripción: El SNET tiene como objeto contribuir a la prevención y reducción del riesgo de desastre, así como promover y facilitar el diseño y la implementación de políticas, estrategias, programas y proyectos que favorezcan y estimulen la concreción de las intervenciones que las organizaciones, instituciones y colectividades nacionales públicas y privadas realicen en función del desarrollo, y en el cual, la reducción y control de riesgo constituyan actividades transversales e integradoras de los diferentes procesos que tienen por objetivo garantizar que las iniciativas económicas y sociales de desarrollo impulsados en la sociedad, se den en las condiciones permisibles de seguridad y que las acciones de respuesta ante un desastre, promuevan el mismo desarrollo transformando, en lo posible, las causas que le dieron origen.



- **Universidad del Salvador**

Disponible en: [www.ues.edu.sv](http://www.ues.edu.sv)

Descripción: Institución eminentemente académica, rectora de la educación superior, formadora de profesionales con valores éticos firmes, garante del desarrollo, de la ciencia, el arte, la cultura y el deporte. Crítica de la realidad, con capacidad de proponer soluciones a los problemas nacionales a través de la investigación filosófica, científica artística y tecnológica; de carácter universal.

- **Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Humano**

Disponible en: <http://www.mop.gob.sv/>

Descripción: Institución pública rectora y facilitadora del ordenamiento y desarrollo territorial a través de la provisión de servicios básicos de infraestructura vial, sistemas de transporte y asentamientos humanos para contribuir al desarrollo económico y social sostenible en beneficio de la población.

La tabla relacionada con la información de las entidades de El Salvador puede verse en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-1.

### 3 Proyectos, estudios, investigaciones e iniciativas

---

A continuación se presentan los títulos de los principales estudios incluidos en la base de datos de información relacionada. La base de datos con la información completa se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-2.

- **Global Seismic Hazard Assessment Project – GSHAP**

Disponible en: <http://www.seismo.ethz.ch/GSHAP/>

Descripción: Datos globales descargables, relacionados con mapas de amenazas sísmicas y reportes.

- **World Housing Encyclopedia**

Disponible en: <http://www.world-housing.net/>

Descripción: Una enciclopedia para la construcción de viviendas en áreas sísmicas activas del mundo.

- **RESIS II**

Descripción: Proyecto de evaluación de la Amenaza Sísmica en Centroamérica. Guatemala: Enrique Molina, El Salvador: Griselda Marroquín, Honduras: José Jorge Escobar, Nicaragua: Emilio Talavera, Costa Rica: Wilfredo Rojas y Álvaro Climent, Panamá: Eduardo Camacho Astigarrabia, España: Belén Benito, Noruega: Conrad Lindholm.

- **The Smithsonian's Global Volcanism Program**

Disponible en: <http://www.volcano.si.edu/>

Descripción: Proyecto del Smithsonian National Museum of Natural History. Información sobre volcanes a nivel mundial. Bases de datos y registros históricos.

- **Atlas de Centroamérica**

Disponible en: <http://atlas.snet.gob.sv/atlas/>

Descripción: Información sobre desastres naturales. El Atlas Centroamericano de amenazas naturales tiene como principal objetivo el de compartir con actores locales y analistas en la gestión y prevención del riesgo de desastres datos, información, experiencias, resultados, etc.

- **Nathan**

Disponible en: <http://mrnathan.munichre.com/>

Descripción: Proyecto de la entidad Munich RE que constituye una red de evaluación de amenazas naturales. Se centra en los mapas de amenazas naturales.

- **SERVIR**

Disponible en: <http://www.servir.net/>

Descripción: SERVIR es un sistema regional de visualización y monitoreo para Mesoamérica que integra satélites y otros datos geoespaciales para conocimiento de científicos y toma de decisiones por administradores, investigadores, estudiantes y público en general. SERVIR cubre las nueve áreas de beneficio social según el sistema de sistemas de observación global de la tierra (GEOSS): desastres, ecosistemas, biodiversidad, tiempo, clima, agua, salud, agricultura y energía.

- **Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility - CCRIF**

Disponible en: <http://www.ccrif.org/index.php?main=1>

Descripción: El Mecanismo de Seguro de Riesgo para Catástrofes en el Caribe (CCRIF, por su sigla en inglés) ofrece seguros paramétricos para daños causados por eventos naturales. Está diseñado para limitar el impacto financiero de huracanes y terremotos a los gobiernos del Caribe proporcionando rápidamente liquidez a corto plazo.

- **Central American Network for Disasters and Health Information – CANDHI**

Disponible en: <http://www.candhi.org>

Descripción: La Red CANDHI es una iniciativa de la región Centroamericana que intenta reducir la ocurrencia e impacto de desastres. Contiene bases de datos bibliográficas sobre publicaciones relacionadas con gestión de desastres, herramientas de software para centros de información que facilitan la digitalización e intercambio de documentos de texto completo en el área de desastres y una red de contactos nacionales e internacionales en el área de gestión de desastres.

- **Global Risk Identification Program - GRIP**

Disponible en: <http://www.gri-p.net/index.php>

Descripción: Investigación en riesgo. El acceso a la información requiere de clave.

- **United Nations Development Programme – UNDP**

Disponible en: <http://www.undp.org/> <http://www.pnud.org.ni>

Descripción: La principal contribución del PNUD es el desarrollo de capacidades - el “cómo” del desarrollo. Dentro del marco de la apropiación nacional, los esfuerzos del PNUD dan apoyo a los países donde se ejecutan programas para desarrollar capacidades nacionales y locales para alcanzar el desarrollo humano. Pueden descargarse documentos, índices y estadísticas sobre desarrollo, para los países de las naciones unidas.

- **Global Change Master Directory - GCMD**

Disponible en: <http://gcmd.nasa.gov/>

Descripción: Directorio de la NASA. Contiene bases de datos sobre amenazas y aspectos relacionados con las ciencias de la tierra.

- **Red de Información Humanitaria para América Latina y el Caribe - REHUM**

Disponible en: <http://redhum.org/>

Descripción: REDHUM es una red basada en la creación de puentes entre los principales actores humanitarios u organizaciones que producen información pertinente a agentes humanitarios, así como aquellos que desempeñan un papel en preparación y respuesta a las emergencias que se producen en la región de América Latina y el Caribe, así como facilitar su acceso público.

## 4 Sistemas computacionales de interés

---

A continuación se presentan los sistemas computacionales de interés para el proyecto, en función del tipo de amenaza. La información completa del software se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-2.

### 4.1 Sismo

- **CRISIS2007**  
Sistema para la integración de la amenaza sísmica en una zona determinada. Permite la definición de fuentes, sismicidad, atenuación y sitios de análisis.
  
- **EZ-FRISK**  
<http://www.ez-frisk.com/index.html>  
Programa de cálculo de amenaza sísmica, respuesta local, manipulación de señales sísmicas, obtención de señales consistentes con espectros de respuesta determinados. Cuenta con archivos predeterminados de fuentes sísmicas, sismicidad y atenuación.
  
- **Open Seismic Hazard Analysis – OpenSHA**  
<http://www.opensha.org/>  
Análisis de amenaza sísmica en Open Source Code.
  
- **Open System for Earthquake Engineering Simulation– OpenSEES.**  
<http://opensees.berkeley.edu/index.php>  
Análisis no lineales en estructuras y suelos bajo acción sísmica, en Open Source Code.
  
- **SEISMOCARE**  
Sistema GIS para el cálculo de amenaza sísmica por escenarios a nivel de ciudades o zonas pobladas. Permite la realización de cálculos estimativos de riesgo, con facilidades en la definición de bases de infraestructura en exposición.
  
- **Prompt Assessment of Global Earthquake for Response PAGER**  
<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/pager/>  
El sistema PAGER da estimativos de que poblaciones pueden verse afectadas por la ocurrencia de determinados sismo, la localización de dichas poblaciones y el número de habitantes de cada una. El programa emplea los datos de localización epicentral y magnitud de sismos del USGS, datos poblacionales de LANDSCAN, y aproxima los efectos de sitio a partir de la pendiente topográfica. El programa calcula intensidades modificadas de Mercalli y genera un ShakeMap de la zona de mayor influencia del evento.

## 4.2 Tsunami

### - GEOWAVE

Modelación de tsunamis. El programa puede simular múltiples fuentes de tsunami con diferentes mecanismos de generación y ocurriendo en tiempos diferentes

### - DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis)

<http://nctr.pmel.noaa.gov/Dart/>

Sistema diseñado para detectar un tsunami en tiempo real con la herramienta BPR que registra la señal en el mar. El BPR mide fluctuaciones de presión indirectamente por medio de la evaluación de las variaciones vibratorias que estas fluctuaciones causan.

### - TELEMAT 2D

<http://www.telemat2d.com/gb/info/comm/telemat2d/telemat2d.html>

El programa es usado para simular superficies de flujo libre en las dos dimensiones del espacio horizontal. En cada punto de la grilla el programa calcula la profundidad del agua y los dos componentes de velocidad. Se utiliza para la modelación de escenarios de Tsunami resultantes de fallas de masas submarinas, entre otras aplicaciones.

### - TREMORS (Tsunami Risk Evaluation Through Seismic Moment of a Real time System)

El sistema está basado en una estación sísmica compatible con un computador IBM y un software específico. El sistema detecta el sismo, lo localiza, calcula el momento sísmico y da una alerta determinada. Estas alertas están basadas en la estimación del momento sísmico y todos los procesos están hechos automáticamente.

## 4.3 Huracán

### - ADCIRC

<http://adcirc.org/>

Modelo hidrodinámico de elementos finitos para costas, ríos e inundaciones. Es un programa para resolver ecuaciones dependientes del tiempo, superficies libres de circulación y problemas de transporte en dos y tres dimensiones. Las aplicaciones típicas se incluyen: (i) modelación de mareas y dirección de circulación del viento, (ii) el análisis de huracanes e inundaciones, (iii) degradación y estudios de materiales depositados, (iv) transporte, (v) operaciones cerca de la costa marina.

### - CANDIE

<http://www.phys.ocean.dal.ca/programs/CANDIE>

Modelo tridimensional de circulación oceánica. CANDIE se ha aplicado a diversos problemas de modelización, más recientemente, en la región occidental del Mar Caribe, por Sheng Tang (2003, 2004) y en la Bahía de Lunenburg Nueva Escocia, por Sheng Wang (2004).

- **Delft3D**

[http://delftsoftware.wldelft.nl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=18&Itemid=34](http://delftsoftware.wldelft.nl/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=34)

Delft3D es un sistema 2D/3D líder mundial en modelos para investigar la hidrodinámica, el transporte de sedimentos, la morfología y la calidad del agua para ambientes fluviales y costeros.

- **HURISK**

Es esencialmente un programa estadístico de interfaz gráfica con el cual se pretende determinar los periodos de retorno del viento y las rutas, movimientos e intensidades del fenómeno, desarrollado para la zona costera o cercana a la costa de la región atlántica.

- **SBEACH (Storm-induced Beach Change Model)**

<http://chl.erdc.usace.army.mil/chl.aspx?p=s&a=Software!31>

Simula erosión en costas, bermas y dunas, producida por olas, tormentas y niveles de agua altos.

- **STWAVE - Steady State spectral WAVE**

<http://chl.erdc.usace.army.mil/chl.aspx?p=s&a=Software;9>

Modelo flexible y fácil de aplicar, para crecimiento y propagación de olas. STWAVE simula la profundidad inducida por la refracción de la ola, la profundidad y pendiente inducidas por el rompiendo de las olas, por la difracción y por el crecimiento paramétrico de la ola debido a la entrada del viento, así como la interacción entre olas y la limitación para redistribuir y disipar la energía en un campo de olas creciente.

- **UnTRIM2004**

[http://www.baw.de/vip/en/departments/department\\_k/publications/pkb/untrim/untrim-en.html](http://www.baw.de/vip/en/departments/department_k/publications/pkb/untrim/untrim-en.html)

Modelo para la simulación de flujo y procesos de transporte en problemas con diferentes superficies libres. Es usado en simulación de tormentas.

- **WAVEWATCH III**

[http://polar.ncep.noaa.gov/waves/main\\_int.html](http://polar.ncep.noaa.gov/waves/main_int.html)

El software modela ondas de viento generadas por ciclones tropicales lejos de las costas. La principal ventaja de esta aproximación es que los ciclones pueden ser modelados con grillas espaciales que cubren áreas mucho más pequeñas que las grillas convencionales, haciendo que el modelo corra con una alta resolución espacial. La evaluación básica del modelo es ejecutada usando campos ideales de viento que conforman un vórtice.

- **WISWAVE**

<http://chl.erdc.usace.army.mil/chl.aspx?p=s&a=SOFTWARE!7>

WISWAVE es la segunda generación de un modelo de ondas desarrollado en el marco de WIS. El modelo predice espectros direccionales, así como las propiedades de las ondas:

la altura representativa de la ola, el período pico de onda, el vector de dirección media de la onda, y componentes relacionados con la atmósfera de vientos entrantes.

#### 4.4 Inundación

- **2D diffusive overland-flow**

Modelo difusivo de flujo superficial y operación de estaciones de bombeo. Desarrollado para simular inundaciones en áreas urbanas causadas por sobrecarga de los sistemas de drenaje, alcantarillado y estaciones de bombeo. Los parámetros del modelo son calibrados y verificados para tormentas discretas.

Los resultados pueden ser útiles para prevenir daños por inundaciones mediante el rediseño y la ampliación de las capacidades de los alcantarillados pluviales.

El modelo también puede ser utilizado para obtener mapas de inundaciones potenciales, que permitan tomar medidas de mitigación y control de inundaciones.

- **DAMBRK A DAM-BREAK FLOOD FORECASTING MODEL**

<http://www.dodson-hydro.com/software/hydro-cd/programs/dambrk.htm>

Calcula las hidrógrafas de salida de presas que están fallando teniendo en cuenta la geometría de la falla, el almacenamiento en el embalse y las entradas a este. La hidrógrafa de salida es transitada dinámicamente a través del valle aguas abajo.

Los resultados del modelo incluyen las profundidades aguas abajo en función del tiempo y el tiempo de viaje de la onda.

- **FLOWSIMU-1**

Modelo hidrodinámico de flujo no permanente en 1-D. Calcula datos hidrodinámicos de la inundación en tiempo real.

- **HEC - HMS HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER- HIDROLOGICAL MODELING SYSTEM**

<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>

Modelación de lluvias e inundaciones

- **HEC-RAS**

<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/hecras-download.html>

Modelo de dominio público. Permite intercambio de datos con el sistema de información geográfica ArcGIS mediante HEC-GeoRAS.

El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.

Requiere de Datos geométricos y topográficos de la cuenca de estudio.

Permite la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente de cauces abiertos y ríos.

A partir de esta herramienta se pueden obtener los datos de entrada para los modelos de predicción de inundaciones, como por ejemplo las elevaciones de la superficie del agua durante un evento determinado.



- **HY-7 WSPRO: WATER-SURFACE PROFILE COMPUTATIONAL MODEL**  
<http://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/software/softwaredetail.cfm>  
Calcula perfiles de flujo para condiciones subcríticas, críticas o supercríticas actuando en una dimensión de manera gradualmente variada en estado permanente.  
El modelo tiene la capacidad de analizar flujo en canales abiertos, flujo bajo puentes, flujo en alcantarillados, inundación de terraplenes y cruces de vías con estructuras hidráulicas.
- **LIS FLOOD-FP**  
Generación de modelos de inundación en 2D. Es un modelo precipitación-escorrentía de base parcialmente física. Se puede combinar con un modelo climático de alta resolución como HIRHAM. Arroja valores de profundidad del agua y datos para la elaboración de mapas de amenaza por inundación.
- **MIKE21C**  
Modelo de cálculo hidrodinámico para determinar el nivel del agua para diferentes puntos y flujo a la profundidad promedio en las grillas de análisis.
- **SOBEK**  
Modelo hidrodinámico en 2D para la representación de inundaciones. Calcula la profundidad y velocidad del flujo. La exportación de estos datos a un GIS permite la obtención de esfuerzos cortantes, niveles de corriente, y Número de Froude.
- **SWAT**  
El modelo examina los efectos del clima, el uso y recubrimiento del suelo sobre la hidrología y los caudales de una cuenca determinada. Calcula datos de caudales en la cuenca para cada año.
- **SWMM**  
Modelo de alcantarillado para aguas lluvias SWMM (del inglés Storm Sewer Model) Desarrollado por US EPA (Huber and Dickinson, 1988).  
Sirve para simular el flujo de agua en sistemas de drenaje. Por otro lado, es útil en el análisis de flujos de escorrentía que superan la capacidad de diseño de los sistemas de alcantarillado, así como desborde del agua en colectores, pozos y estaciones de bombeo, que conducen a inundaciones urbanas.  
Calcula hidrogramas y analiza los flujos que exceden la capacidad de los sistemas de alcantarillado. Combinado con modelos de inundaciones en 2D arroja resultados muy útiles para el manejo de inundaciones urbanas.
- **TEMPO TOOL**  
Simulación del nivel de agua usando la determinación de funciones de transferencia que describen varios procesos: escorrentía, infiltración y flujo de agua subterránea. Involucra un procedimiento iterativo.  
Requiere de series de evapotranspiración y lluvias obtenidas de las estaciones meteorológicas locales.

Los resultados son el nivel del agua en el tiempo y la determinación de un umbral de precipitaciones generadoras de desbordamientos.

- **TREX**

TREX (del inglés Two-dimensional, Runoff, Erosión, and Export) es un modelo para simular inundaciones extremas en grandes cuencas de regiones semiáridas en el oeste de Estados Unidos.

El modelo distribuido TREX capta los efectos de variabilidad espacial y temporal de tormentas extremas, para fines de seguridad en presas de grandes cuencas. Igualmente, es una alternativa frente a los modelos de hidrograma unitario y de lluvia-escorrentía.

El modelo simula con precisión caudales pico y tiempos de inundaciones

- **FLO-2D**

El modelo permite el cálculo de profundidades, velocidades y presiones en cualquier momento y en cualquier celda analizada. Se centra en la obtención de sedimentos por inundaciones y la depositación de materiales. Simulación de flujos y avalanchas.

Permite transitar crecientes con flujos hiperconcentrados y simular la ruptura de diques lo que lo hace una herramienta muy útil para evaluar el riesgo por inundaciones en ríos de planicie y de alta pendiente.

## 4.5 Deslizamiento

- **3-DSlopeGIS**

Es un programa computacional que usa un Sistema de Información Geográfica (ArcObjects de ESRI) para realizar el análisis espacial del SIG y realizar gestión de datos efectiva en el problema del talud 3D.

El sistema ha sido usado en planeación urbana, en predicción de posibles deslizamientos con base en un desastre anterior y para generar mapas de deslizamientos.

- **ArcSDM**

Es una extensión del software ArcView GIS. Su objetivo es desarrollar modelos de predicción espacial empleando bases de datos regionales. Los mapas de evidencia de las bases de datos geológicas y geomorfológicas son usados para generar mapas que muestran susceptibilidad a inestabilidad de laderas.

- **GEO5 Slope Stability**

<http://www.finesoftware.eu/geotechnical-software/slope-stability/>

El programa analiza la estabilidad de los estratos del talud.

- **LISA**

<http://forest.moscowfsl.wsu.edu/engr/lisa0.html>

LISA (del inglés Level I Stability Analysis) permite el análisis de estabilidad de laderas. Arroja la probabilidad de falla de taludes naturales.

- **SLOPE 2009**

<http://www.geostru.com/Espanol/Software/Slope.htm>

Programa para el análisis de la estabilidad de taludes en suelos con y sin cohesión. Con este software es posible conocer los movimientos del suelo, evaluar la rotura progresiva, aplicar varios modelos de relación esfuerzo/deformación.

- **SLOPE/W**

<http://www.geo-slope.com/products/slopedw2007.aspx>

Es un software de estabilidad de taludes que calcula el factor de seguridad en taludes de suelo y de roca. Con SLOPE/W se pueden analizar problemas simples y complejos para una gran variedad de superficies de deslizamiento, condiciones de presión de poros, propiedades del suelo, métodos de análisis y condiciones de carga. Resultado: Factor de seguridad en taludes de suelo y de roca

- **STABL**

<http://www.ecn.purdue.edu/STABL/>

Es un programa diseñado en FORTRAN para la solución de problemas de estabilidad de laderas en dos dimensiones

- **STABLE**

[http://www.geotechnicaldirectory.com/page/Software/Slope\\_stability\\_\(soil\)\\_html](http://www.geotechnicaldirectory.com/page/Software/Slope_stability_(soil)_html)

Es un programa diseñado en FORTRAN para la solución de problemas de estabilidad de laderas en dos dimensiones

- **STONE**

Programa para simulación tridimensional de caída de rocas. Utiliza tecnología SIG para manipular información temática existente en formato digital.

Genera mapas simples usados para evaluar amenazas por caída de rocas. El raster de salida incluye el conteo de las trayectorias de caída de las rocas, la velocidad máxima y la altura máxima calculadas para cada celda. Los vectores de salida incluyen las trayectorias planas y tridimensionales de la caída de rocas.

## 4.6 Volcanes

- **ASHFALL**

En principio se utilizó como un sistema para la prevención civil ante amenazas por la caída de cenizas, luego fue aplicado para el estudio de depósitos de cenizas durante erupciones pasadas. En el estudio realizado por Hurts y Turner se destacó la importancia en la estimación del campo de flujo del viento, pues es el factor más importante en la precisión del modelo, así como la cantidad de masa expulsada durante la erupción.

- **CANERM**

[http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/vc\\_web/tools/t\\_CANERM.html](http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/vc_web/tools/t_CANERM.html)

Canadian Emergency Response Model. Modelo 3D de transporte y dispersión para simular procesos de depositación.

- **FALL3D**

<http://datasim.ov.ingv.it/Fall3d.html>

Modelo en 3D desarrollado en FORTRAN90. Puede utilizarse para pronosticar la concentración de ceniza, ya sea en la atmósfera o la carga sobre el terreno.

- **GIS Based Tool for Volcanic Hazard Assessment (VORIS)**

<http://www.gisdevelopment.net/>

Modelación de amenaza volcánica.

- **HAZMAP**

<http://datasim.ov.ingv.it/Hazmap.html>

HAZMAP es un código para la solución de la ecuación de difusión, transporte y sedimentación de partículas pequeñas, con el fin de modelar la dispersión de las cenizas generadas por una columna convectiva.

- **LAHARZ**

Es un código desarrollado sobre una plataforma GIS, basado en la investigación empírica realizada por el USGS (Iverson), con el cual se pueden estimar las áreas de sedimentación de masas removidas, así como los sitios afectados por la remoción de material. Para realizar simulaciones son necesarios, el modelo digital del terreno y el volumen de masa removido en el punto inicial del movimiento.

- **PUFF**

[http://en.wikipedia.org/wiki/Puff\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/Puff_model)

Localiza las cenizas volcánicas en un tiempo determinado. Requiere del campo de vientos en la zona donde las cenizas puedan llegar a dispersarse. Este modelo es usado en el U.S. National Weather Service y una versión modificada es usada por la U.S. Air Force Weather Agency.

- **TEPHRA**

<http://www.cas.usf.edu/~cconnor/vg@usf/tephra.html>

Utilizado para pronosticar la acumulación de tefra a través de una región, debido a erupciones volcánicas, o para inferir las características de las erupciones pasadas a partir de depósitos de tefra.

- **TITAN2D**

<http://en.wikipedia.org/wiki/TITAN2D>

Este programa corre sobre una plataforma GIS desarrollado con base en la conservación de masa y momento del flujo, estima tanto áreas de inundación como profundidades de sedimentos y altura de la onda de flujo, por otra parte presenta dinámica de momento, velocidad y profundidad de flujo. Requiere el volumen y distribución del material y el ángulo de fricción basal e interno.

- **VAFTAD**

Es un modelo 3D que Evalúa la extensión de la nube de cenizas a determinada altura y tiempo, puede ejecutarse a través de la red y devolver cuadros por medio de fax.

#### 4.7 Sistemas de Evaluación Multiamenaza

- **SERVIR Viz**

[http://www.iagt.org/servir\\_viz/espanol/](http://www.iagt.org/servir_viz/espanol/)

Sistema de información geográfica con el cual se puede consultar información reciente relacionada con eventos de amenazas naturales en América Central. Montado en la plataforma WoldWind de NASA.

- **Hazards US – HAZUS**

<http://nibs.org/hazusweb/> o <http://www.fema.gov/plan/prevent/hazus/>

HAZUS es una herramienta computacional que permite la evaluación de riesgos por terremoto, inundación y huracán en Estados Unidos. El programa evalúa daños físicos a edificios e infraestructura, pérdidas económicas incluyendo costos de reparación y reposición, lucros cesantes y desempleo, e impactos sociales incluyendo estimativos de requerimientos de refugios para personas damnificadas, y población expuesta a desastres naturales.

#### 4.8 Riesgo

- **CATSIM**

<http://www.iiasa.ac.at/Research/RAV/Projects/catsim.html>

Desarrollado por el International Institute for Applied Systems Analysis, es una herramienta para el manejo del riesgo financiero relacionado con eventos extremos. Parte del proyecto Risk and Vulnerability (RAV).

- **Mitigation Information and Risk Identification System – MIRISK Software (Open Source).**

MIRISK es un sistema de información geográfica montado en internet, cuyo objetivo primordial es brindar información sobre existencia de peligros naturales en algún lugar del mundo, a entidades y usuarios interesados en proyectos de desarrollo, permitiendo una evaluación preliminar del riesgo al que está sometido el proyecto, y las relaciones costo beneficio de medidas de mitigación. MIRISK está basado básicamente en información del estudio “Natural Disaster Hotspots” del Banco Mundial. Permite ver las intensidades por cualquier tipo de amenaza en cualquier parte del mundo, con una resolución de grilla de hasta 0.5 minutos (variable según amenaza). Incluye un módulo de estimación de pérdidas y un módulo de análisis costo beneficio.

- **Open Source Risk Software – OpenRisk**

<http://www.risk-agera.org/>

Análisis de riesgos en Open Source Code.

## 5 Documentos específicos

---

La Tabla 5-1 muestra las estadísticas de los documentos, artículos y libros que se tienen hasta el momento, clasificados por el campo Tema. Estas estadísticas no incluyen la información referente a mapas y cartografía. La Tabla 5-1 muestra las estadísticas de los documentos, artículos y libros a nivel General. La tabla completa con todos los documentos puede observarse en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-2.

*Tabla 5-1  
Estadísticas de Documentos Clasificados por Tema*

	TEMA	Documentos
		Se tienen
1	Riesgo, Amenaza, Vulnerabilidad	17
2	Sistemas Computacionales	12
3	Sismos	22
4	Tsunamis	20
5	Huracanes	24
6	Lluvias	20
7	Inundaciones	44
8	Deslizamientos	61
9	Volcanes	26
10	Varios	8
<b>Total</b>		<b>254</b>

A continuación se hace una breve descripción de los documentos más importantes disponibles para El Salvador:

- **Construcción del mapa de susceptibilidad de El Salvador**

Documento del Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador que resume la metodología llevada a cabo para la obtención del mapa de susceptibilidad a deslizamientos de tierra en el país. El documento proporciona un resumen de los antecedentes de la investigación, el método utilizado, los parámetros físicos tenidos en cuenta y finalmente la descripción de algunos casos particulares de deslizamientos.

- **Uso de herramientas tecnológicas y geoespaciales con la información censal de El Salvador**

Documento del Ministerio de Economía de El Salvador (MINEC) en el cual se describe el uso del modelo tecnológico de intervención Mash-B1-web 2.0-RIA para la realización de monitoreos censales, análisis estadísticos y obtención de información cartográfica en el país.

- **Desastres naturales por actividad hidrometeorológica**  
Este informe describe principalmente las variables físicas que tienen una influencia relevante en las catástrofes por inundaciones. El documento contiene un inventario de las principales cuencas del país y de los eventos por inundación en las zonas rurales de El Salvador.
- **Formas de Gestión y uso de recursos en la cuenca del río Paz en El Salvador (2002)**  
Documento que hace parte del Programa Salvadoreño en Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente. El estudio hace una evaluación de las condiciones físicas y sociales de la cuenca del río Paz. Se tratan temas relacionados al manejo de cuencas en el país, la dinámica de la organización social en la cuenca, las formas de tenencia de la tierra y el uso de recursos naturales en el lugar de estudio. El objetivo principal es hacer un diagnóstico de la situación de la zona de análisis.
- **Apoyo de la iniciativa de cascos blancos al programa de gestión de riesgo participativo y asistido en la cuenca binacional del río Paz (2003)**  
Estudio elaborado por La Organización de Los Estados Americanos, La Comisión de Cascos Blancos de Argentina, El Banco Interamericano de Desarrollo y la Vicepresidencia de El Salvador, con el objetivo de desarrollar un plan de alerta temprana asociado a crecidas e inundaciones en la cuenca del río Paz y de esta forma activar en la población la gestión participativa frente a riesgos ligados a recursos hídricos. Para tal efecto el estudio contiene una evaluación de la zona de estudio en las áreas de cartografía, hidrología, meteorología, agronomía, medio ambiente y sociología, entre otros. El documento presenta una síntesis de las principales acciones llevadas a cabo a través del programa y los principales logros alcanzados con el mismo.
- **Mapa de escenarios de amenaza volcánica – Volcán de San Miguel o Chaparratisque (2004)**  
Estudio elaborado por el SNET, El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, La Secretaria de Relaciones Exteriores SRE y el departamento de geofísica de la UNAM, en el cual se hace una caracterización del volcán San Miguel en términos de lahares, caída de balísticos, flujos de lava, flujos piroclásticos, caída de cenizas y colapso estructural. Adicionalmente, se presenta el mapa de amenaza volcánica con una descripción general del volcán.
- **Mapa preliminar de amenaza volcánica – complejo volcánico de Santa Ana (2004)**  
Estudio elaborado por el USGS y el SNET para la zona de volcanes de Santa Ana. Incluye el mapa de amenaza volcánica para la zona y el análisis de caída de balísticos, flujos de lava, caída de cenizas, lahares, emisión de gases y colapso estructural.
- **Tsunami Hazards in El Salvador (2004)**  
Artículo de investigación elaborado por Mario Fernández, Modesto Ortiz Figueroa y Raúl Mora en la revista Geological Society of America. El estudio evalúa el riesgo por tsunami para El Salvador a partir de la realización de análisis numéricos, tomando como base los eventos ocurridos en el pasado y la distribución de fallas geológicas en la zona.

- **Análisis hidrológicos en cuenca del río Paz para mejora de saturación de la cuenca (2004)**

El documento fue desarrollado por el SNET y resume la investigación hidrológica llevada a cabo durante los años 2003 y 2004 para el fortalecimiento del sistema de alerta temprana existente en la cuenca del río Paz. El documento trata los siguientes aspectos: análisis cuantitativo de registros de lluvia, validación de umbrales de alerta en las estaciones, determinación de velocidad de crecida en la cuenca, desarrollo de curvas isócronas, análisis de volúmenes de escurrimiento, análisis de eventos históricos y desarrollo de hidrogramas unitarios de la cuenca, entre otros.

- **Microzonificación sísmica del área metropolitana de El Salvador (2008)**

Este es un documento realizado dentro del marco del proyecto RESIS II de reducción del riesgo sísmico en países centroamericanos. El informe describe la metodología utilizada para la toma de datos en campo y la correlación de estos registros con los diferentes tipos de suelo definidos para este propósito. Finalmente el documento presenta los resultados obtenidos en forma de mapas de las zonas evaluadas.

- **VI censo de población y V de vivienda 2007**

Censo organizado por el gobierno Salvadoreño en el año 2007 a través del Ministerio de economía, en el cual se evaluaron los siguientes aspectos: vivienda, materiales de construcción, condiciones de ocupación, características de los hogares, datos de los habitantes, características educativas y económicas.

- **Impactos del cambio climático en la zona de desembocadura del río Jiboa, El Salvador (2009)**

Este estudio fue realizado por La Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH FAO). El documento describe la metodología utilizada para caracterizar la cuenca del río Jiboa, así como los impactos observados a partir del estudio en lo que tiene que ver con incremento de temperatura, alteración del ciclo hidrológico e incremento de eventos hidrológicos extremos.



## 6 Catálogo general de información requerida

---

A continuación se presenta un resumen de la información primordial requerida para lograr una base de datos aceptable en términos de un perfil de riesgo para el país, al menos para contar con ejemplos demostrativos de las diferentes aplicaciones para el análisis de riesgos. La mayor parte de la información contenida en este catálogo hace referencia a archivos en formato Shape y mapas del país, bases de datos de eventos históricos e infraestructura, y estudios de importancia vital para la región de análisis. El Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-3 presenta el catálogo completo de información requerida. La Tabla 6-1 presenta los campos que se definen para la tabla correspondiente a información requerida.

**Tabla 6-1**  
**Campos de la Base de Datos de Información Requerida**

<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
No.	Entero	Número consecutivo
País	Texto	Nombre del país
Tema	Texto	Tema en el cual se clasifica la información de acuerdo con un listado de opciones posibles
Tipo	Texto	Tipo de información (mapa, imagen, base de datos, etc.)
Descripción	Texto	Descripción de la información
Se tiene	Texto	Disponibilidad actual de la información
Prioridad	Texto	Nivel de prioridad de la información según su importancia
Entidad	Texto	Entidad que suministra la información
Observaciones	Texto	Datos adicionales relevantes para caracterizar la información
Cobertura en Calidad	Entero	Valor en porcentaje que determina la calidad de la información contenida en los archivos
Cobertura en Territorio	Entero	Valor en porcentaje que determina el cubrimiento en territorio de los archivos

*El listado de opciones posibles en las que se clasifica el tema de la información requerida presenta en la*

Tabla 6-2. Adicionalmente la Tabla 6-3 presenta el listado de las opciones posibles para el campo “Tipo”.

**Tabla 6-2**  
*Listado de opciones posibles para el campo "Tema" en la base de datos de información requerida*

No.	Categorías para la información
1	Información general del país
2	Información de poblaciones principales
3	Información de zonas especiales
4	Sismos
5	Tsunamis
6	Huracanes
7	Hidrometeorológicos
8	Inundaciones
9	Deslizamientos
10	Volcanes
11	Infraestructura nacional
12	Infraestructura ciudades
13	Infraestructura zonas especiales

**Tabla 6-3**  
*Listado de opciones posibles para el campo "Tipo" en la base de datos de información requerida*

No.	Tipo de información	Símbolo
1	Mapas	M
2	Fotografías	F
3	Bases de Datos	B
4	Documento Escrito	D

Para la información requerida, la prioridad se ha clasificado simplemente en P: Principal y S: Secundaria. Es importante anotar que la información presentada en este numeral es diferente a la Base de Datos de Información Relacionada descrita con anterioridad, ya que la Base de Datos de Información Requerida solamente contiene los grupos de información solicitados al país al iniciar el proyecto y conforma un inventario que controla qué se tiene y qué no se tiene de la información requerida al comienzo. El inventario detallado de los mapas, fotografías e imágenes disponibles actualmente está incluido en la Base de Datos de Información Relacionada (ver Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-2).

---

## **LISTADO DE ANEXOS**

- Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-1 Entidades SAL.xls – Archivo digital
- Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-2 Base de Datos Información Relacionada SAL.xls – Archivo digital
- Anexo ERN-CAPRA-T1.1A-3 Catalogo General de Información Requerida SAL.xlsx – Archivo digital