

# Enfrentando los riesgos socionaturales

José Emilio Baró Suárez  
Francisco Monroy Gaytán  
Coordinadores





# Enfrentando los Riesgos Socionaturales

José Emilio Baró Suárez  
Francisco Monroy Gaytán

Coordinadores



## Diseño y producción editorial



CONACYT  
*Registro Nacional de Instituciones  
y Empresas Científicas y Tecnológicas*  
Registro: 2016/17732

**Dirección de proyecto:** Carlos Herver Díaz, Esther Castillo Aguilar,  
José Eduardo Salinas de la Luz

**Producción:** Laura Mijares Castellá

**Arte:** Armando Cervantes Moreno,  
Laura Isabel Soler Navarro, Vanesa Alejandra Vázquez Fuentes

**Preprensa:** José Luis de la Rosa Meléndez

**Corrección de estilo y formación de interiores:** Adriana Cárdenas Ocampo

1a. edición: 2018

© 2018, Fernando de Haro y Omar Fuentes

## ENFRENTANDO LOS RIESGOS SOCIONATURALES

© José Emilio Baró Suárez y Francisco Monroy Gaytán (Coordinadores)

© Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli

### CLAVE EDITORIAL

Paseo de Tamarindos 400B, Suite 109.

Col. Bosques de las Lomas. C.P. 05120, Ciudad de México

Tel. 52 (55) 5258 0279/80/81, Fax: 52 (55) 5258 2556

ame@ameditores.com www.ameditores.com

ecastillo@ameditores.com

ISBN: 978-607-437-457-5

Esta obra ha sido evaluada por pares académicos ciegos. Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, archivada o transmitida en forma alguna o mediante algún sistema, ya sea electrónico, mecánico o de fotorreproducción, sin la previa autorización de los editores.

Impreso en México.

# Índice

Introducción	11
Capítulo 1: Marco conceptual para el estudio de los riesgos siconaturales	15
1.1 Introducción	
1.2 Concepto de riesgo	
1.3 ¿Fenómeno natural igual a amenaza natural?	
1.4 ¿Qué es un desastre?	
1.5 ¿Qué es una catástrofe?	
1.6 ¿Qué es riesgo?	
1.7 Elementos del riesgo	
1.8 Diferencia entre análisis y evaluación de riesgos	
1.9 Tipos de riesgos	
1.10 Otros conceptos	
1.11 Bibliografía	
Capítulo 2: Marco legal, normativo e institucional de los riesgos siconaturales de México	37
2.1 Introducción	
2.2 Marco Legal	
2.2.1 Leyes	
2.2.2 Reglamentos	
2.3 Marco institucional	
2.3.1 El Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC)	
2.3.2 Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)	
2.3.3 Unidades Estatales de Protección Civil	
2.3.4 Direcciones Locales de Protección Civil	
2.4 Conclusiones	
2.5 Bibliografía	
Capítulo 3: Riesgos por inundaciones	71
3.1 Introducción	
3.2 Las inundaciones como riesgo extensivo	
3.3 Impacto de las inundaciones y su relación con otros fenómenos	
3.4 Evaluación del riesgo por inundación y construcción de escenarios	
3.5 Percepción del riesgo de inundación	

- 3.6 Gestión de los escenarios de riesgo por inundación
- 3.7 Medidas de control y adaptación a las inundaciones
- 3.8 Sistema de alerta temprana contra inundaciones (SATTI)
- 3.9 Reducción de la vulnerabilidad y aumento de la resiliencia ante inundaciones
- 3.10 Bibliografía

Capítulo 4: Riesgo por procesos de vertientes y otros movimientos del terreno 121

- 4.1 Introducción a los procesos de remoción en masa
- 4.2 Evaluación del peligro por procesos de remoción en masa
- 4.3 Análisis de la construcción del escenario de riesgo por procesos de vertientes
- 4.4 Impacto de los procesos de remoción en masa y su relación con otros fenómenos
- 4.5 Percepción del riesgo por procesos de vertientes
- 4.6 Gestión de los escenarios de riesgos por procesos de vertientes
- 4.7 Medidas de adaptación a procesos de remoción en masa
- 4.8 Otros movimientos del terreno
- 4.9 Bibliografía

153

Capítulo 5: Susceptibilidad a los procesos de remoción en masa en México: una alerta a la vulnerabilidad construida

- 5.1 Introducción
- 5.2 Sierra Norte de Puebla: un polo nacional de los procesos de remoción en masa
- 5.3 Enfoque metodológico: susceptibilidad litológica del sustrato e inclinación de las laderas
- 5.4 Panorama regional de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa
- 5.5 Consideraciones finales
- 5.6 Bibliografía

Capítulo 6: Determinación o zonificación del peligro Sísmico 171

- 6.1 Introducción
  - 6.1.1 Riesgo, Peligro y Vulnerabilidad
  - 6.1.2 Riesgo, Peligro y Vulnerabilidad Sísmica
- 6.2 Introducción a la Sismología
  - 6.2.1 Generalidades de la sismología
  - 6.2.2 Tipos de temblores
  - 6.2.3 Conceptos elementales sobre temblores
  - 6.2.4 Temblores y Tectónica de Placas

6.3 Peligro y Riesgo Sísmico	
6.3.1 Principales factores implícitos en el peligro sísmico	
6.3.2 Análisis y estimación del peligro sísmico	
6.3.2.1 Modelos de la Sismicidad Local	
6.3.2.2 Atenuación de las ondas sísmicas	
6.3.2.3 Efectos de la geología local	
6.3.3 Cálculo de peligro sísmico	
6.4 Vulnerabilidad sísmica	
6.5 Riesgo Sísmico	
6.6 Estudios sobre Riesgo Sísmico	
6.7 Mitigación del Riesgo Sísmico	
6.8 Bibliografía	
Capítulo 7. Reducción del Riesgo Volcánico	211
7.1 Introducción	
7.2 Introducción a la actividad volcánica	
7.3. Los peligros volcánicos y su evaluación	
7.4 Caracterización de los escenarios de riesgo volcánico	
7.5 Comunicación y percepción del riesgo volcánico. Sistemas de alerta a amenazas volcánicas	
7.6 La construcción social del riesgo volcánico como base para la reducción del riesgo de desastre	
7.7 Medidas de adaptación ante el riesgo volcánico	
7.8 Gestión de los escenarios de riesgo volcánico	
7.9 Disminución de la vulnerabilidad y aumento de la resiliencia ante el riesgo volcánico	
7.10 Evolución de la gestión integral del riesgo volcánico en México: Logros y necesidades	
7.11 Bibliografía	
Capítulo 8. La relación entre el relieve y la gestión del riesgo	233
8.1 Introducción	
8.2 Objetivo y metodología	
8.3 Desarrollo	
8.4 Riesgo: conceptos básicos	
8.5 Gestión del riesgo: presente y prospección	
8.6 Discusión y conclusiones	
8.7 Bibliografía	
Capítulo 9. Cartografía del riesgo: Tecnologías de Información Geográfica aplicado al análisis de riesgos	261
9.1 Introducción	
9.2 Tecnologías de la Información Geográfica	

9.3	Sistemas de Información Geográfica	
9.4	Tecnologías de la Información Geográfica en la evaluación de riesgos	
9.5	Datos e información geoespacial para la Evaluación de los Riesgos Socionaturales	
9.6	Conceptos básicos de análisis espacial en la Evaluación de Riesgos Socionaturales	
9.7	Procesos y métodos de análisis aplicados a la Evaluación de Riesgos Socionaturales	
9.8	Percepción Remota: insumos, métodos y técnicas fundamentales para la Evaluación de Riesgos	
9.9	Procesamiento de Imágenes satelitales	
9.10	El uso de telemetría satelital en México	
9.11	Bibliografía	
Capítulo 10.	Gestión Social de Riesgos: construyendo escenarios de futuro	283
10.1	La Gestión del riesgo	
10.2	Percepción del riesgo, cálculo, aceptabilidad y pérdida	
10.3	El Riesgo aceptable	
10.4	La comunicación del riesgo	
10.5	Escenarios de riesgo	
10.6	Los retos de futuro	
10.7	Bibliografía	
Capítulo 11.	Ecuación General de Riesgo (EGR): principios generales	313
11.1	Introducción	
11.2	Bases teóricas	
11.3	Reconocimiento “humano” de los desastres	
11.4	Propuesta conceptual para el estudio del riesgo	
11.5	Conclusiones	
11.6	Bibliografía	
Capítulo 12.	Territorio y análisis geoespacial desde la perspectiva de la geografía y su implementación en el estudio del riesgo socionatural	339
12.1	Introducción	
12.2	El concepto de territorio	
12.3	La postura geográfica del concepto territorio	
12.4.	Los marcos metodológicos de la disciplina geográfica y su pertinencia en la temática de riesgos	
12.5	Las ciencias de la información como herramienta del análisis geoespacial	



12.5.1 Geografía automatizada	
12.5.2 La ciencia de la información geográfica	
12.5.3. La incorporación del análisis social en la ciencia de la información geográfica	
12.6. Las ciencias de la información geográfica en el estudio de los riesgos	
12.6.1 Factor de amenaza	
12.6.2 Los elementos expuestos	
12.6.3 La evaluación de la vulnerabilidad	
12.7 Evaluación del riesgo	
12.8 Conclusiones	
12.9 Bibliografía	
Capítulo 13. Reflexiones sobre el estado actual de la Gestión Integral de los Riesgos Socionaturales en México	377
13.1 Introducción	
13.2 Reflexiones sobre el estado actual de la Gestión Integra de Riesgos Socionaturales en México	
13.3 Bibliografía	
Lista de autores	381

# Capítulo 9. Cartografía del riesgo: Tecnologías de la Información Geográfica aplicadas al análisis de riesgos

Juan Carlos Garatachia Ramírez  
Julio César Carbajal Monroy  
Norma Dávila Hernández  
Francisco Zepeda Mondragón

Facultad de Geografía,  
Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex)

## 9.1 Introducción

La aplicación y desarrollo de las Tecnologías de la Información Geográfica, también denominadas geotecnologías, han ido en aumento en los últimos años. El principal campo de acción de éstas se enmarca en las Ciencias de la Tierra, aunque es innegable y evidente el potencial y la importancia que han alcanzado en otras áreas, entre las que destacan algunas de las ciencias sociales. En la actualidad dichas tecnologías han sido incorporadas como herramientas fundamentales en el análisis y la evaluación de peligros naturales, así como su aplicación en las tareas de gestión de los escenarios de riesgo; lo anterior permite integrar información tanto del medio físico, y sus amenazas, así como del medio social y sus dinámicas, lo cual da respuesta al carácter multifactorial e integral que demandan los estudios de riesgos. El presente capítulo brinda los elementos básicos para conocer y comprender los principios, métodos, técnicas y los insumos necesarios para la generación de cartografía de riesgos y su aplicación en el proceso de gestión.

## 9.2 Tecnologías de la Información Geográfica

El término de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) hace referencia al conjunto de métodos y técnicas derivados de disciplinas como la Cartografía, la Fotogrametría, la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (Quirós, 2011), otros elementos como los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) también se incluyen dentro de las TIG. Cabe señalar que el objetivo común de dichas disciplinas es el conocimiento y comprensión de la superficie terrestre y los fenómenos que en ella ocurren; de estos últimos la gama es amplia, así como la forma de abordarlos ya que dependen del enfoque disciplinar bajo el cual se estudien. Para tener una visión más amplia sobre la utilidad y aplicación de las TIG, la siguiente tabla muestra los objetivos específicos de las principales disciplinas que las integran.

Tabla 9.1 Principales disciplinas que integran a las Tecnologías de la Información Geográfica

Disciplina	Objetivo
Cartografía	Suministrar una descripción de la forma y dimensiones de la Tierra y sus elementos tanto naturales como artificiales por medio de una representación gráfica o numérica de áreas determinadas y siguiendo reglas establecidas
Fotogrametría	Determinar la posición y forma de los objetos a través de su medición en imágenes fotográficas, las cuales pueden ser aéreas o terrestres
Teledetección - Percepción Remota	Adquirir de manera remota datos sobre el territorio y el ambiente así como aplicar y combinar métodos y técnicas que permitan su procesamiento e interpretación posterior
Sistemas de Información Geográfica	Hacer uso de una potente combinación de instrumentos capaces de recibir, registrar, grabar, transformar, procesar y representar datos georeferenciados
Sistemas de Posicionamiento Global	Proveer la posición tridimensional (3D) de objetos fijos o en movimiento en sus dimensiones espacio y tiempo sobre la superficie terrestre, bajo cualquier condición meteorológica y en tiempo real

Fuente: Elaboración propia a partir de Gomasca (2004).

Las TIG permiten realizar la representación de cualquier objeto, hecho o fenómeno en el espacio geográfico, esto en un entorno digital en el cual es posible además asociar todos los datos o parámetros que se consideren relevantes. Es por esta razón que su uso se ha popularizado y extendido en el ámbito del quehacer diario tanto de las instituciones públicas como privadas y distintos tipos de organizaciones. Aunado a lo anterior, como lo señalan Rodríguez y Bosque (2009) este tipo de tecnologías se han convertido en un medio para la toma de decisiones y que además facilita la comunicación entre los diferentes entes participantes.

La capacidad para manejar grandes cantidades de información, la ayuda que brindar en la resolución de problemáticas territoriales así como la optimización de recursos (Sitjar, 2009) son algunas de las características que han contribuido a posicionar en un buen sitio a las TIG al interior de diversos ámbitos. También es una de las razones por las cuales se ha incrementado el número de profesionales que no sólo se dedican a su uso sino también al desarrollo de las mismas en términos de software e insumos.

Lo expresado en el párrafo previo lleva al campo de las interrogantes, y es muy común que entre los usuarios individuales o colectivos se pregunten cuál es el software o equipo más adecuado para sus fines; no hay una respuesta estándar, ya que ésta dependerá de los objetivos del estudio o proyecto, las capacidades técnicas del personal involucrado y los recursos económicos destinados para la adquisición de dichos elementos.

En la actualidad la gama de software es bastante amplia, sin embargo es válido señalar que predominan los de tipo comercial o privativo en el cual hay que pagar en ocasiones costos elevados, por un licenciamiento así como por las actualizaciones posteriores. No obstante, en los últimos años se ha observado un importante avance del desarrollo de software libre dedicado a las TIG, el cual está a disposición de cualquier usuario de manera gratuita (también se pueden realizar donaciones voluntarias para la organización que lo desarrolla) puede ser copiado, distribuido e incluso modificado, siempre y cuando se otorguen los créditos correspondientes.

En la siguiente tabla se muestra el nombre de algunos de los softwares tanto libres como privativos de mayor uso en la actualidad; asimismo, se presenta la fuente donde se pueden obtener y su principal aplicación en el contexto disciplinar de las TIG.

Tabla 9.2 Principales software en el ámbito de las TIGs

Software	Tipo	Fuente	Aplicación
ArcGIS (ESRI)	Comercial	Proveedor	SIG y algunas funciones de Teledetección
ENVI	Comercial	Proveedor	Teledetección
ERDAS	Comercial	Proveedor	Fotogrametría y Teledetección
Geomedia	Comercial	<a href="http://www.hexagonsafetyinfrastructure.com/products/">http://www.hexagonsafetyinfrastructure.com/products/</a>	SIG
Global Mapper	Comercial	<a href="http://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper.php">http://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper.php</a>	SIG
GRASS GIS	Libre	<a href="https://grass.osgeo.org/">https://grass.osgeo.org/</a>	SIG y Teledetección
gVSI	Libre	<a href="http://www.gvsig.com/es/SIG">http://www.gvsig.com/es/SIG</a>	SIG
IDRISI	Comercial	<a href="https://clarklabs.org/terreset/">https://clarklabs.org/terreset/</a>	SIG y Teledetección
MapInfo	Comercial	Proveedor	SIG
Open JUMP	Libre	<a href="http://www.openjump.org/">http://www.openjump.org/</a>	SIG
PCI Geomatics	Comercial	Proveedor	Fotogrametría y Teledetección
QGIS Quantum GIS	Libre	<a href="http://www.qgis.org/es/site/">http://www.qgis.org/es/site/</a>	SIG y algunas funciones de Teledetección
Saga GIS	Libre	<a href="http://www.saga-gis.org/en/index.html">http://www.saga-gis.org/en/index.html</a>	SIG y algunas funciones de Teledetección
Sextante	Libre	<a href="https://joinup.ec.europa.eu/community/osor/home">https://joinup.ec.europa.eu/community/osor/home</a>	SIG

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede notar, la realización de actividades relacionadas con el análisis del territorio y los fenómenos que sobre él acontecen se puede realizar en una amplia variedad de sistemas, entre los que destacan varios de tipo libre; en este sentido, en la actualidad el factor económico para la adquisición de software geotecnológico podría dejar de ser una limitante, en especial para las instituciones gubernamentales con presupuestos reducidos pero con funciones prioritarias.

### 9.3 Sistemas de Información Geográfica

Se decidió dedicar un apartado de este capítulo al tema de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) debido a que este es uno de los elementos prin-

cipales en el ámbito de las TIG; asimismo su conocimiento y aplicación es fundamental en cualquier institución cuyas funciones estén orientadas al conocimiento y gestión del territorio en las diversas vertientes.

De manera general los usuarios se refieren al SIG como el software empleado para llevar a cabo tareas relacionadas con el manejo de datos e información geoespacial, sin embargo, es importante acotar que el software es solo uno de sus componentes. Este tipo de geotecnología se define como un conjunto de métodos, técnicas y herramientas que permiten adquirir, almacenar, procesar, analizar y representar datos georreferenciados.

De acuerdo con Olaya (2011: 15-16) un SIG consta de cinco elementos básicos:

- Datos. Son la unidad mínima que tiene asociado un atributo con representación en el espacio. Se consideran como la materia prima para el trabajo en el SIG.
- Métodos. Conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos.
- Software. Aplicación informática para trabajar con los datos e implementar los métodos.
- Hardware. El equipo necesario para ejecutar el software.
- Personas. Encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG.

Figura 9.1 Componentes de un SIG



Fuente: Elaboración propia.

Como se ha señalado líneas arriba, por definición un SIG permite realizar diversas actividades con los datos de entrada; es precisamente esa diversidad la que lo posiciona como la herramienta para la toma de decisiones territoriales por excelencia. Lo anterior cobra sentido al citar algunas de las preguntas que habitualmente responde este tipo de geotecnologías: ¿Dónde se ubica el fenómeno u objeto?, ¿cómo se distribuye en el espacio?, ¿cómo evoluciona en el tiempo?, ¿cuál es la tendencia?

La veracidad de las respuestas a estos cuestionamientos, y otras más en función del objeto de estudio, dependerá directamente de las características de cada uno de los elementos que componen al SIG. Sin embargo uno de ellos, los datos, juegan un papel fundamental al considerar que son el insumo principal para todos los procesos que se llevan a cabo en el contexto del sistema. Por lo anterior su calidad y precisión es un aspecto que debe ser considerado; en este capítulo se dedica un apartado a las fuentes y tipos de datos empleados en las TIG.

#### **9.4 Tecnologías de la Información Geográfica en la evaluación de riesgos**

Los estudios enfocados en la identificación y evaluación de riesgos en un territorio determinado se conciben como una acción preventiva que busca reducir los daños potenciales (González, 2009: 14). No se puede pensar en el análisis, evaluación y gestión de una amenaza, vulnerabilidad y riesgo sin tener en cuenta la componente espacial y su respectiva representación gráfica, para lo cual la cartografía es un medio fundamental. Muchos de los trabajos realizados con apoyo de alguna geotecnología culminan con la representación de sus resultados mediante mapas.

La importancia de la cartografía de riesgos se puede ver reflejada en su inclusión dentro del marco legal y normativo mexicano, en el cual se consideran varios instrumentos de política ambiental y territorial como el Atlas de Riesgos, el Programa de Ordenamiento Ecológico y el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, por citar algunos, donde los mapas son un elemento central.

Anteriormente la cartografía de riesgos era generada a través de medios analógicos, sin embargo, de acuerdo con la Organización de Estados Americanos (OEA) incorporar los Sistemas de Información Geográfica para el análisis de riesgos ofrece una serie de ventajas: puede ser barato, multiplica la productividad, reduce costos y proporciona resultados de mayor calidad en compara-

ción con las técnicas analógicas, facilita la toma de decisiones y además mejora la coordinación interinstitucional (Bender, 1993). Lo anterior no es menor si se considera que un proceso de manejo de emergencia o un desastre, una respuesta coordinada y rápida puede ser vital.

Hoy en día los procesos cartográficos para llegar a la generación de mapas temáticos se dan en ambiente de geotecnologías y los métodos aplicados son complejos y variados. Para estos propósitos los SIG son el medio de mayor uso; Maskrey (1998: 32-33) identifica dos técnicas principales que se aplican en este contexto a las que denomina inductivas ya que inducen el nivel de riesgo de combinaciones de datos específicos. La primera técnica consiste en la construcción de índices probabilísticos de riesgo mediante la combinación de varias capas temáticas donde cada una representa una variable ponderada y puede ser natural o social. La segunda técnica se basa en la combinación de una capa que representa los elementos expuestos y vulnerables con otras que representan a las amenazas; esto permite estimar las pérdidas y daños que podrían presentarse.

Más adelante se dedica un apartado específico sobre los principales procesos y métodos de análisis aplicados a la evaluación de riesgos en ambiente de geotecnologías.

## **9.5 Datos e información geoespacial para la Evaluación de los Riesgos Socionaturales**

Antes de entrar en materia es pertinente establecer la diferencia entre los datos y la información, dado que son términos que suelen utilizarse a manera de sinónimo. Se ha dicho que el dato hace referencia a una representación mínima de una variable, la cual puede ser cualitativa o cuantitativa; cuando este posee una componente espacial, es decir, se encuentra referido a un sistema de coordenadas se denomina datos geográfico o dato geoespacial. Por su parte la información es el resultado de la interpretación de un dato o un conjunto de ellos.

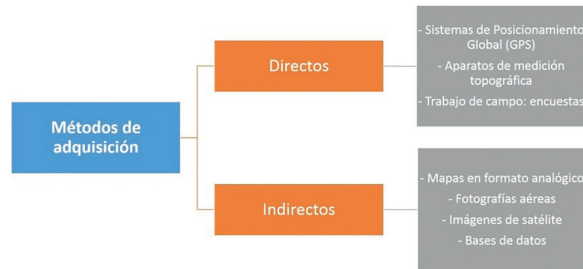
Se sabe que para llegar a la elaboración de un mapa se requiere previamente haber recopilado datos de alguna temática e incluso haber sido procesados; sin embargo siempre surge la interrogante ¿de dónde provienen? la misma interrogante aparece cuando se trabaja en el contexto de alguna geotecnología.



De acuerdo con Tomlinson (2008: 2) los mapas tradicionales y otros documentos impresos suministran aún gran parte de los datos necesarios para un SIG, por lo cual se pueden considerar como una de las principales fuentes de datos desde tiempos remotos.

Actualmente existe una marcada diferenciación de los datos geospaciales en función de la forma en que han sido adquiridos; la figura 9.2 amplía esta idea.

Figura 9.2 Métodos de adquisición de datos geospaciales



Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que en algunos casos los datos no han sido tomados pensando en su utilización en ambiente de las TIG, sin embargo sirven de base para obtener otros que sí pueden emplearse directamente en dicho contexto. Lo anterior sugiere la clasificación de los datos primarios, es decir aquellos creados para emplearse en alguna geotecnología, y secundarios, los cuales se derivan de otro tipo de dato previo (Olaya, 2011). Ejemplo de lo anterior lo representan los resultados de un levantamiento con GPS y la cartografía impresa, respectivamente.

Las fuentes de datos e información geoespacial están relacionadas de manera directa con los elementos que integran a las Tecnologías de la Información Geográfica y otros que recién están siendo explotados para el análisis del territorio y riesgos:

- Teledetección
- Cartografía impresa y aplicación de técnicas de digitalización: manual y automática
- Digitalización o creación de capas a partir de coordenadas: geocodificación

- Fotogrametría: analógica, analítica y digital
- Sistemas de Posicionamiento Global (GPS):
- Información Geográfica Voluntaria o Participativa
- Cartografía de elevaciones
- Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (RPAS): Drones

De la gama de opciones presentadas en el listado anterior, en la actualidad la Teledetección y los Sistemas de Aeronaves No Tripuladas experimentan un rápido crecimiento, en términos de la generación de nuevos equipos y las aplicaciones para el análisis del territorio. Por lo anterior dichos elementos representan una herramienta eficaz y eficiente para el análisis de riesgos y la gestión de escenarios, a lo cual se suma el alto nivel de detalle que proporcionan en sus productos resultantes.

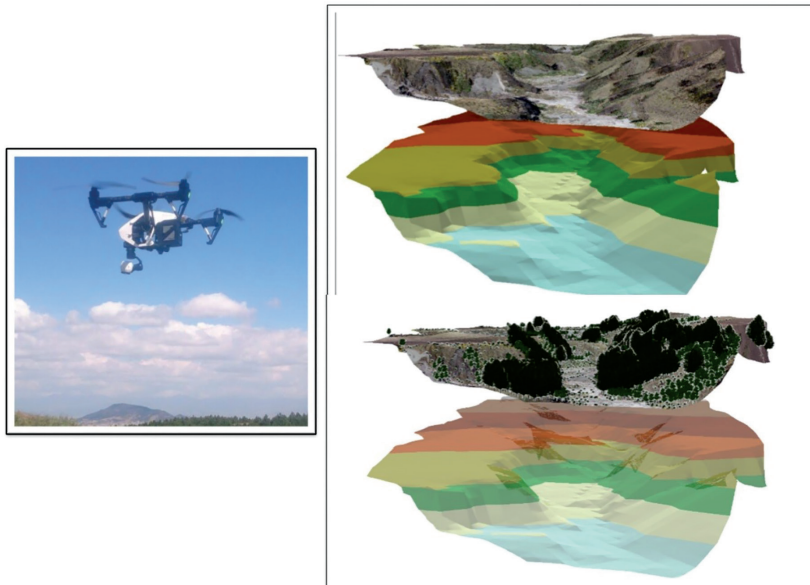
Las siguientes figuras muestran algunos productos que representan datos geoespacial per se e insumos para la generación de otros.

Figura 9.3 Protocolo de preparación y lanzamiento de RPAS Ligeros y producto resultante del vuelo: mosaico de ortofotos de alta resolución espacial (2.5 cm)



Fuente: trabajo de campo 2015.

Figura 9.4 Modelo Digital de Elevación y de Superficie de alta resolución (2 cm) generado a partir de un vuelo realizado con un RPAS Micro



Fuente: Trabajo de campo 2015. (Figura anterior)/ Fuente: Tomado de Díaz y Domínguez (2016).

Es importante recordar que el riesgo de desastre es multifactorial: determinarlo requiere realizar el análisis de la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición; por lo anterior no existe una fuente de datos específica para cada uno de los factores que lo integran, lo cual sugiere tareas de búsqueda, adquisición, procesamiento y análisis de datos e información que puede provenir de diversas fuentes y que deberá ser adaptada para dicho propósito.

La siguiente tabla tiene como propósito mostrar un conjunto de fuentes de datos que pueden ser empleados en el contexto de alguna geotecnología para la evaluación del riesgo de desastre y posteriores tareas de gestión de los escenarios.

Tabla 9.3 Fuentes potenciales de datos para la evaluación del riesgo de desastre. Fuente: Elaboración propia

Fuente	Temática	Vía de acceso
Atlas Climático Digital de México	Climatología	<a href="http://atlasclimatico.unam.mx/atlas/Docs/despliegues.html">http://atlasclimatico.unam.mx/atlas/Docs/despliegues.html</a>
Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático del Estado de México	Riesgos naturales y antrópicos	<a href="http://148.215.36.209/Atlas/#/bienvenida">http://148.215.36.209/Atlas/#/bienvenida</a>
Atlas Nacional de Riesgos	Riesgos naturales y antrópicos	<a href="http://smit.cenapred.gob.mx:8080/geonetwork/srv/es/main.home">http://smit.cenapred.gob.mx:8080/geonetwork/srv/es/main.home</a>
Datos.gob.mx	Datos geoespaciales del gobierno federal en diversas temáticas	Datos.gob.mx
DESINVENTAR	Base de datos regional sobre desastres	<a href="http://www.desinventar.org/es/">http://www.desinventar.org/es/</a> <a href="http://glovis.usgs.gov/">http://glovis.usgs.gov/</a>
Earth Resources Observation and Science Center	Imágenes de satélite	<a href="http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl">http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl</a>
Earth System Research Laboratory	Re análisis climático a nivel global y regional	<a href="http://www.emdat.be/">http://www.emdat.be/</a> Aplicación: <a href="http://www.geomapapp.org/">http://www.geomapapp.org/</a>
EM-DAT	Base de datos global sobre desastres	<a href="http://www.snie.sep.gob.mx/geosepv2/Busquedas/Search.aspx">http://www.snie.sep.gob.mx/geosepv2/Busquedas/Search.aspx</a>
GeoMapApp	Ciencias de la Tierra a nivel global	
GeoSEP	Ubicación de escuelas públicas	
INEGI	Geografía y Estadística	<a href="http://www.inegi.org.mx/">http://www.inegi.org.mx/</a>
Open Street Maps	Cartografía voluntaria de diversas temáticas	<a href="https://www.openstreetmap.org">https://www.openstreetmap.org</a> o software SIG (QGIS)
Portal de Geoinformación de CONABIO	Biodiversidad y geografía en general	<a href="http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/">http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/</a>
Servicio Geológico Mexicano	Cartografía geológica	<a href="http://www.sgm.gob.mx/">http://www.sgm.gob.mx/</a>
SIGA	Hidrología	<a href="http://siga.cna.gob.mx/Cartografia.aspx">http://siga.cna.gob.mx/Cartografia.aspx</a>
SITEL Jalisco	Servicios de cartografía web	<a href="http://sitel.jalisco.gob.mx/portal2/">http://sitel.jalisco.gob.mx/portal2/</a>
United States Geological Survey	Geología, geofísica y peligros naturales	<a href="https://www.usgs.gov/">https://www.usgs.gov/</a>
Wikimapia	Cartografía voluntaria de diversas temáticas	<a href="http://wikimapia.org/">http://wikimapia.org/</a>

## 9.6 Conceptos básicos de análisis espacial en la Evaluación de Riesgos Socionaturales

El desarrollo de procesos que tienen la probabilidad de generar daños depende de la interacción de diversos componentes, los cuales poseen características que derivan en una dinámica propia y correspondiente representación en el territorio. Desde la perspectiva geográfica, el estudio de los elementos del espacio, interrelaciones, problemáticas resultantes y toma de decisiones para resolverlas, han constituido el objeto de estudio de esta disciplina, de esta forma, la evaluación de riesgos socionaturales se inserta como una temática abordada mediante los postulados teóricos y herramientas metodológicas empleadas en Geografía.

La complejidad que resulta al abordar la totalidad de elementos en el espacio geográfico, ha generado diversas aproximaciones teóricas y metodológicas como paisaje, territorio, región, geosistema, con la finalidad de comprender los procesos y sintetizar las condiciones presentes en un lugar determinado; sin embargo, la cantidad y diversidad de información obtenida limita el desarrollo de un estudio integral.

Un común denominador en el análisis geográfico, consiste en abordar por separado cada uno de los componentes que intervienen en el problema identificado, obteniendo aspectos como localización, distribución y cuantificación (caracterización); así como su condición actual (diagnóstico); esto permite la comprensión inicial de cada variable e importancia en la temática de estudio.

En la geografía tradicional cada método utilizado en las fases mencionadas, se realizaba mediante técnicas que empleaban insumos en formato analógico como mapas, fotos aéreas y ortofotos impresas, tablas de datos, concentrados estadísticos, entre otros; los cuales permitían la obtención de información, sin embargo, la falta de recursos técnicos limitaba la integración y generación de nuevos datos que sirvieran de base para toma de decisiones.

Con base en lo anterior, la constante búsqueda para solucionar esta problemática así como los avances tecnológicos, propiciaron el surgimiento del análisis espacial, definido por Bosque (1992) como el conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos, en los que se considera de alguna manera, sus características espaciales; otros autores lo consideran como un momento dentro del proceso investigativo en el que se conjugan una serie de técnicas que buscan separar, procesar y clasificar los datos, para contribuir a la búsqueda de respuestas de un problema mayor.

Cabe señalar que el desarrollo del análisis espacial como técnica de estudio está relacionada con dos elementos: el surgimiento y evolución de las platafor-

mas de Sistemas de Información Geográfica en conjunto con los métodos de estadística espacial como sustento teórico. El primero de ellos permitió llevar los formatos analógicos a datos espaciales, es decir, todo aquel que tiene asociada una referencia geográfica y tabla de datos, esto permite que se pueda localizar dentro de un mapa (Heining, 2003); por otra parte, las técnicas estadísticas empleadas en otras disciplinas, fueron adaptadas para trabajar con información geográfica y de esta forma, mejorar la identificación de patrones producto de la distribución e interrelaciones entre los componentes del territorio.

Cuando se lo enfoca desde un punto de vista temático, el Análisis Espacial constituye una serie de técnicas matemáticas y estadísticas aplicadas a los datos distribuidos sobre el espacio geográfico. Cuando se lo enfoca desde la tecnología SIG se lo considera su núcleo (sinónimo de su subsistema de tratamiento) ya que es el que posibilita trabajar con las relaciones espaciales de las entidades contenidas en cada capa temática de la base de datos geográfica (Fuenzalida et. al., 2015:57).

De esta forma, el análisis de datos espaciales se refiere a aquellas ramas de análisis de datos en los que la referencia geográfica de los objetos contiene información importante, mediante un conjunto de técnicas y modelos que utilizan explícitamente la referencia espacial de cada caso de datos. El análisis espacial requiere establecer supuestos o sacar conclusiones sobre los datos que describen las relaciones espaciales o las interacciones espaciales entre casos (Haining, 2005).

Asimismo tiene por finalidad descubrir estructuras espaciales, asociaciones y relaciones entre los datos, así como modelar fenómenos geográficos. Los resultados reflejan la naturaleza y calidad de los datos, además de la pertinencia de los métodos y funciones aplicadas. Las tareas y transformaciones que se llevan a cabo en el análisis espacial precisan datos estructurados, programas con las funciones apropiadas y conocimientos sobre la naturaleza del problema, para definir los métodos de análisis.

Entre los objetivos que busca resolver el uso del análisis espacial se encuentran:

- Distribución espacial de fenómenos
- Patrones espaciales
- Asociaciones y concentración
- Estimación o predicción
- Elección de variables

La siguiente tabla muestra los cinco conceptos fundamentales del Análisis Espacial, a partir de los cuales se efectúa el estudio y determina la estructura espacial de un lugar determinado, retomando los principios básicos de la Geografía.

Tabla 9.4 Herramientas Técnicas de Análisis Espacial

Fuente: Elaboración con base en Madrid, A. y Ortíz, L.

Tipo	Ejemplo	Características
Cualitativas	Entrevistas, diarios de campo, historias de vida, análisis documental, grupos focales	Corresponde a investigaciones intensivas a muy pequeña escala en los cuales se explota la experiencia cotidiana de la gente y sus comunidades en diferentes tiempos y espacios. Cada herramienta permite que el análisis se convierta en un ejercicio exploratorio, descriptivo o predictivo, así como realizar un acercamiento entre el investigador y la comunidad u objeto de estudio.
Cuantitativas	Medidas de tendencia central, de dispersión, probabilidades	Herramientas para estudiar los componentes del espacio, elaborar esquemas de funcionamiento del mismo y por proporcionar precisión en la investigación y en la localización de fenómenos. A ello se añade que su capacidad organizativa y de tratamiento de datos es la base metodológica utilizada por varias de las herramientas de representación gráfica, cartográfica y no cartográfica. Los aportes de las técnicas cuantitativas y/o estadísticas al análisis espacial se basan en: descripción, inferencia, significación y predicción.
Representaciones Gráficas	Mapas, redes, matrices, diagramas, fotografías aéreas, imágenes de satélite	Tienen como objetivo hacer mucho más fácil e inteligible un fenómeno permitiendo la visualización de ciertas características que de otra forma son difícilmente perceptibles. Permiten no sólo un adecuado manejo de los datos, sino convertir una imagen visual en un mediador eficaz para la inferencia de ideas mediante: i) representan el comportamiento de un fenómeno en un momento dado, ii) identificar estructuras, iii) relacionar los componentes de un fenómeno con el fin de proporcionar una lectura integral, iv) adecuar un fenómeno en función de una línea cronológica.
Sistemas de Información Geográfica	Las funciones de análisis combinan representaciones gráficas y técnicas cuantitativas	La importancia radica en la facilidad que ofrece para procesar información espacial y representarla mediante un modelo análogo de la realidad que presenta las entidades espaciales a partir del punto, la línea y el polígono e información temática. Posibilitan amplían la capacidad de tratamiento de los datos geográficos, conducen de forma más rápida a la consecución de resultados para la toma de decisiones, cumplen con los objetivos del análisis espacial puesto que los resultados del modelamiento se basan los procesos de captación de información, abstracción de la misma y discretización del mundo real, estableciendo las relaciones entre los componentes del espacio.

En conclusión, la evaluación de riesgos constituye una temática que puede ser abordada a través del análisis espacial, el cual incluye la caracterización y diagnóstico de cada elemento y su incorporación en un Sistema de Información Geográfica, lo que permitirá obtener información nueva relacionada al origen y desarrollo de los procesos; así como establecer las zonas susceptibles y determinar medidas que resuelvan las problemáticas detectadas.

### **9.7 Procesos y métodos de análisis aplicados a la Evaluación de Riesgos Socionaturales**

Como se ha mencionado, la evaluación de riesgos incorpora el estudio de otros componentes: amenaza, peligro, vulnerabilidad y exposición; cada uno de ellos requiere la aplicación de diferentes métodos que generan un abanico de información representada en capas cartográficas, bases de datos, recopilación de datos en campo, entre otras.

Ante la cantidad y variabilidad de información, el uso de técnicas de SIG y análisis espacial constituyen herramientas útiles para el análisis y obtención de información nueva; en primera instancia, los Sistemas de Información Geográfica permiten la visualización, organización, clasificación y transformación de datos, con la finalidad de realizar un primer acercamiento a las características de la zona de estudio.

Por otra parte, el conjunto de métodos y técnicas desarrollados dentro del análisis espacial y potencializado en ambiente de SIG, se enfocan en el tratamiento individual de cada factor que interviene en el problema de investigación desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa para posteriormente, determinar la serie de interrelaciones existentes y patrones de distribución que se traducen en modelos que, para la temática en cuestión, representan los escenarios de riesgo probables en el territorio.

### **9.8 Percepción Remota: insumos, métodos y técnicas fundamentales para la Evaluación de Riesgos**

En los últimos 10 años el uso de la Teledetección o Percepción Remota para la evaluación del riesgo ha ocupado un lugar primordial en la evaluación del riesgo y el estudio de sus componentes como amenaza-peligro. Como se mencionó en apartados anteriores, el uso de las TIG ha facilitado la integración multifactorial de los elementos que dan lugar al riesgo, siendo la información derivada



de imágenes satelitales el principal insumo de información geoespacial multi-temporal de las TIG.

De esta forma, la Percepción Remota o Teledetección se define como la información extraída de un objeto sin tener contacto directo con el mismo. Desde esta perspectiva, existen dos tipos de sensores capaces de extraer información del espacio geográfico conocido como pasivo y activo. Los sensores pasivos son aquellos que operan bajo las condiciones del espectro electromagnético emitido por el sol y dan lugar a las imágenes conocidas como “ópticas”, mientras los sensores activos son todos aquellos que operan bajo su propia emisión de energía electromagnética (Figura 1) cuyos productos derivados se conocen como imágenes de radar de apertura sintética (SAR por sus siglas en inglés). Es a partir de estos sensores que se generan las imágenes satelitales que por lo regular captan el espacio geográfico a una altura mínima de 500 km.

Son este tipo de imágenes las más utilizadas tanto a nivel nacional o como mundial para la evaluación del riesgo, sin embargo, en los últimos años se ha dado lugar a el uso de Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (RPAS): Drones para la generación de imágenes ópticas de resoluciones espaciales centimétricas; lo cual ha permitido realizar monitoreo más minuciosos del fenómeno cuya ocurrencia podría derivar en la ocurrencia de un desastre; representando así un peligro potencial para una población involucrada.

## 9.9 Procesamiento de imágenes satelitales

Así, un procesamiento realizado a una imagen satelital implica cualquier cambio o interpretación realizado a la misma para extraer información espacial derivada de la observación desde el espacio; identificando dos tipos de procesamiento:

- Información derivada de un proceso de interpretación de la imagen satelital
- Información derivada de un proceso matemático para la extracción digital de información.

El proceso de interpretación de una imagen satelital fue una de las primeras técnicas que se emplearon para la extracción de información, lo cual depende en gran medida de la experiencia del especialista que se encuentre

manipulando la imagen. Dentro de la práctica común se encuentra la combinación de bandas dentro de un filtro de color primario (R: red, G: green, B: blue) para discriminar los objetos que componen el espacio en la imagen con base en las distintas tonalidades, para posteriormente segmentar la misma mediante un proceso de digitalización; derivando así un mapa temático que ayude a caracterizar cualquiera de las componentes que integran el riesgo.

Por otra parte, el procesamiento de una imagen satelital puede ser realizado mediante el uso de una serie de técnicas con un sustento matemático que permitan el realce digital de objetos o patrones que pueden estar asociados al fenómeno o peligro que se requiere caracterizar. De esta forma podemos identificar tres tipos de procesamiento digital aplicado a una imagen satelital:

-Procesamiento en el orden de la imagen: implica la aplicación de técnicas basada en la conectividad de píxeles en líneas y columnas, además de considerar el número de bandas que componen cada una de ellas. Dentro de los ejemplos de procesamiento podemos mencionar las aplicaciones de filtros para el realce de patrones o para eliminar ruido en la imagen, generación de mosaicos para homogeneizar áreas cubiertas por más de una imagen.

-Procesamiento en el orden de las frecuencias: este tipo de técnicas se basan en los valores de tonalidades de la imagen, reagrupando los valores de cada uno de los píxeles que la componen en función de su nivel de brillantez, este tipo de procesamiento es útil para eliminar artefactos en la imagen que impiden la correcta segmentación del objeto de estudio.

-Procesamiento entendiendo a la imagen como un vector: sus técnicas permiten agrupar los píxeles originales de la imagen como un campo vectorial permitiendo llevar a dichos píxeles a otro orden o eje coordenado donde la información original pueda ser reagrupada y separada de acuerdo a las necesidades, permitiendo así una segmentación ideal del fenómeno a analizar o monitorear.

Cabe destacar que todas estas técnicas son favorecidas por la alta frecuencia de adquisición de imágenes, lo cual permite realizar análisis multitemporales precisos logrando adquirir imágenes con una periodicidad entre 10 y cada 27 días; por lo cual el uso de imágenes satelitales en el manejo del riesgo se vuelven un insumo imprescindible ya que permite dar un seguimiento preciso para el entendimiento y modelación del fenómeno a estudiar.

## 9.10 El uso de telemetría satelital en México

El inicio de la adquisición de telemetría en México data desde el año 2003 con el financiamiento de diversas instituciones tales como:

- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación) SEMAR (Secretaría de Marina) a través de la Estación de Recepción México de la Constelación SPOT (ERMEXS),
- Dando origen a las siguientes estaciones de recepción telemétrica
- Estación Virtual de Imágenes Satelitales de Muy Alta Resolución (EVISMAR); y a partir del 2012, a través del SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera)-SEDENA.
- Estación de Recepción México (ERMEX). En su conjunto se destacan por la adquisición única de imágenes multispectrales ópticas, donde se estima que al menos en la estación ERMEX se reciben anualmente entre 60 y 70 mil imágenes; de las cuales únicamente la mitad son empleadas por diversas instancias orden estatal y federal.

Por otra parte, el uso de imágenes de radar en territorio mexicano es aún incipiente, esto debido al poco acceso que se tenía hasta hace unos años. Sin embargo, es de reconocer la iniciativa de los organismos gubernamentales y académicos por integrar la información generada a partir de este tipo de insumos espaciales en los diagnósticos para la directriz de las políticas públicas.

Así, ante la carencia de telemetría propia, una de las alternativas ha sido la liberación de imágenes satelitales en plataformas financiadas por diversos consorcios espaciales internacionales. En los últimos dos años se ha venido gestando a nivel mundial el acceso libre a información histórica y reciente de datos ópticos y con más énfasis en imágenes de radar, lo que ya no es una limitante para la aplicación de técnicas encaminadas a este tipo de imágenes; guardando un alto potencial para estudios en zonas donde la cobertura de nubes es constante la mayor parte del año como ocurre por lo menos en la mitad de nuestro territorio.

Por otra parte, a partir de la creación de la Agencia Espacial Mexicana en Julio de 2010 su política espacial ha impulsado el uso de este tipo de herramientas geoespaciales para el monitoreo de diversos fenómenos tanto naturales como antrópicos en México; siguiendo así la tendencia mundial por parte de las agencias espaciales en el monitoreo satelital para el uso de imágenes de radar de apertura sintética (SAR) en la toma de decisiones oportunas durante un evento de emergencia.

En este sentido, uno de los máximos esfuerzos conjuntos por parte de las agencias espaciales para atender situaciones de desastres a partir de datos obtenidos desde el espacio es “La Carta Internacional: Espacio y Grandes Desastres” (LCIEyD), que representa una cooperación a escala mundial de agencias espaciales que de manera voluntaria ofrecen telemetría gratuita para la generación de productos cartográficos en tiempo real; con la finalidad de facilitar la atención y toma de decisiones pertinentes para disminuir el grado de afectación.

De esta manera, países que deben enfrentar una situación de crisis por la afectación de un desastre “espontáneo” y que no son miembros de este mecanismo de cooperación, pueden solicitar la activación del mismo mediante las autoridades nacionales de gestión de desastres de cada país o mediante organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Este servicio de emergencia opera desde año 2000 y ha sido activado en más de 500 ocasiones desde entonces, sin embargo, para el caso del territorio Mexicano se ha solicitado únicamente en 7 ocasiones de las cuales solo 3 fueron requeridas de manera directa por nuestras autoridades acreditadas en gestionar el riesgo y desastre; el resto de las alertas fueron solicitadas a través del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) como una necesidad del Servicio por analizar el fenómeno de manera propia.

Uso de las imágenes satelitales para el mapeo de “alerta temprana”, una tendencia mundial. Existen alrededor del mundo diversas Agencias o Instituciones cuya principal directriz radica en la generación de información en tiempo real a partir de inteligencia geoespacial.

Tal es el caso de National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) en Estados Unidos, donde la información que se genera influye en las decisiones de política nacional durante eventos críticos de cualquier índole con base en conocimientos geoespaciales, principalmente mediante el uso de imágenes satelitales y de Aviones Aéreos no Tripulados que permiten realizar análisis tanto históricos como en tiempo real para la identificación de un objetivo a resoluciones espaciales precisas.

Otra de las agencias de mayor envergadura es el Centre National D'études Spatiales en Francia, cuyo objetivo principal es el cubrimiento y operación de todas las políticas públicas de orden espacial, entre la que destaca el estudio del cambio climático.

A nivel Latinoamérica existe el La Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) en Argentina, cuyo objeto es la gestión de emergencias, proveer de imágenes satelitales y mapas en tiempo real de las zonas afectadas por las crecidas de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay en el Litoral Argentino. Su telemetría es procesada en la Estación Terrena Córdoba, Argentina.

Así, la telemetría a la que tienen acceso forman parte del Sistema Italo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE), creado por la agencia espacial italiana (ASI) y la CONAE conformado por seis satélites: la constelación Cosmo SkyMed (cuatro satélites italianos en órbita) y dos SAO-COM de origen argentino (en construcción). Finalmente se puede citar la creación en 2015 del Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales (CNOIS) en Perú, cuya directriz radica en utilizar tecnología espacial a fin de contribuir con el desarrollo nacional y atención de emergencias a través de información satelital.

### 9.11 Bibliografía

- Bender, S. (1993), GIS Application for Natural Hazard Management in Latin America and the Caribbean, Washington D.C.: Department of Regional Development, Organization of American States.
- Centre National D'Estudes Spatiales (2015), Annual Report. pp. 57.
- Diario Oficial (2015), Programa Nacional de Actividades Espaciales. Agencia Espacia Mexicana. Programa Institucional de la AEM.
- Diario Oficial de la Federación (2010), Acuerdo por el que se establecen las reglas de operación del Fondo para la Prevención de Desastre. Poder Ejecutivo, Secretaría de Gobernación.
- Gomarasca, Mario (2004), Basics of Geomatics, Milán, Italia: Springer
- Haining R (2003), Spatial Data Analysis: theory and practice. Cambridge University Press.
- Haining, Robert P., Goodchild, Michael F., (2005), SIG y análisis espacial de datos, Perspectivas Convergentes Investigaciones Regionales. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28900609>. Consultado el 29 de septiembre de 2016.
- Lira.,-J. (2009), Tratamiento Digital de Imágenes. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maskrey, Andrew (1998), "La aplicación de los SIG al análisis de riesgo" en Maskrey (editor) 1998: Navegando entre brumas. La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al análisis de riesgo en América Latina, Lima, Perú: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina
- Olaya, Victor, 2011. Sistemas de Información Geográfica, Creative Commons

- Quirós, Manuel (2011), *Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) Cartografía, Fotointerpretación, Teledetección y SIG*, Salamanca, España: Ediciones Universidad Salamanca.
- Rodríguez, Víctor y Bosque, Joaquín (2009), “Aplicaciones de las TIG en las ONG: problemas y soluciones” en *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano 8 – 17*, Barcelona, España: Federación Española de ingeniería sin fronteras.
- Secretaría de Marina (2012), *Acciones y Programas: Estaciones Satelitales*.
- Sitjar, Josep (2009), “Los Sistemas de Información Geográfica al servicio de la sociedad” en *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano 8 – 17*, Barcelona, España: Federación Española de ingeniería sin fronteras.
- The international charter (2015), *Space and major disasters*.
- Tomlinson, Roger (2008), *Pensando en el SIG. Planificación del Sistema de Información Geográfica Dirigida a Gerentes*, ESRI Press
- Fuenzalida, M.; Buzai, G. D.; Moreno Jiménez, A.; García De León, A. (2015). *Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones*. 1ra ed., Santiago de Chile: Editorial Triángulo.
- United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) (2015), *The Value of Geoinformation for Disaster and Risk Management (VALID)*.

El objetivo del libro es comprender la magnitud de los Riesgos Socionaturales en México y Latinoamérica, para comprender el peligro que existe por algún tipo de desastre, ya sea inundaciones, sismos, remoción en masa, entre otros, además conocer qué medidas preventivas, correctivas y de contingencias existen para estar atentos ante alguna señal que la naturaleza esté enviando y así evitar alguna catástrofe. El libro se enfoca en los aspectos básicos de análisis de los peligros, escenarios de riesgo, vulnerabilidad y resiliencia, importantes para la gestión prospectiva o preventiva.

La presente obra está recomendada fundamentalmente hacia los técnicos locales de Protección Civil, los cuales son los que se desempeñan operativamente y necesitan nutrirse de los conocimientos de avanzada que se presentan en este libro.



ISBN 978-607-437-457-5



9 786074 374575

