

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/317176370>

# Amenazas, riesgos y desastres: Visión teórico-metodológica y experiencias reales

Book · May 2017

CITATIONS

0

READS

910

3 authors:



**Celene Milanés Batista**

Corporación Universidad de la Costa

86 PUBLICATIONS 217 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Liber Galbán Rodríguez**

University of Oriente (Cuba)

19 PUBLICATIONS 20 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Nadia Olaya Coronado**

Corporación Universidad de la Costa

5 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Capacity building and dissemination of scientific results in land use planning at Universidad de La Costa, Colombia [View project](#)



Componentes jurídicos y geoestratégicos para una ley de ordenamiento territorial marino-costero en Colombia [View project](#)



# Amenazas, riesgos y desastres:

Visión teórico-metodológica  
y experiencias reales

Celene Milanés Batista  
Liber Galbán Rodríguez  
Nadia J Olaya Coronado

libro digital



CORPORACIÓN  
UNIVERSIDAD  
DE LA COSTA  
1970

VIGILADA MINEDUCACIÓN

# Amenazas, riesgos y desastres:

Visión teórico-metodológica  
y experiencias reales

Milánes Batista, Celene  
Amenazas, riesgos y desastres: visión teórico -  
metodológica y experiencias reales /  
Celene Milánes Batista, Liber Galbán  
Rodríguez, Nadia J. Olaya Coronado. –  
Barranquilla, 2017  
306 páginas  
ISBN: 987-958-8921-44-0 (Digital)

1. Desastres naturales 2. Contaminación  
del aire 3. Impacto ambiental  
4. Evaluación de riesgos ambientales

551.2 M637

Co-BrCuC

# Amenazas, riesgos y desastres:

Visión teórico-metodológica  
y experiencias reales

**Celene Milanés Batista**  
**Liber Galbán Rodríguez**  
**Nadia J Olaya Coronado**



**UNIVERSIDAD  
DE LA COSTA**  
1970

VIGILADA MIREDCACIÓN

**2017**



## Amenazas, riesgos y desastres:

Visión teórico-metodológica y experiencias reales

Autor: Celene Milanés Batista  
Liber Galbán Rodríguez  
Nadia J Olaya Coronado

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA  
Barranquilla - Colombia - Sur América

ISBN (Digital): 978-958-8921-44-0

Primera Edición  
Editorial Corporación Universidad de la Costa,  
EDUCOSTA  
Departamento de Gestión Editorial y Publicaciones  
Corporación Universidad de la Costa  
Calle 58 No. 55-66  
Teléfono: (575) 336 2272  
educosta@cuc.edu.co

Lauren J. Castro Bolaño  
Directora Departamento de  
Gestión Editorial y Publicaciones

Carolina Mercado Porras  
Auxiliar Departamento de  
Gestión Editorial y Publicaciones

Corrección de Estilo  
Diagramación  
Diseño de Portada:  
Dolores López

Hecho el depósito que exige la ley.

©Todos los derechos reservados, 2017

Esta obra es propiedad intelectual de sus autores y los derechos de publicación han sido legalmente transferidos al editor. Queda prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del copyright®

## FUNDADORES

### CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC

EDUARDO CRISSIÉN SAMPER  
RUBÉN MAURY PERTUZ (q.e.p.d)  
NULVIA BORRERO HERRERA  
MARÍA ARDILA DE MAURY  
RAMIRO MORENO NORIEGA  
RODRIGO NIEBLES DE LA CRUZ (q.e.p.d)  
MIGUEL ANTEQUERA STAND

## PERSONAL DIRECTIVO

### CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC

|                                                                   |                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| TITO JOSÉ<br>CRISSIÉN BORRERO<br>Rector                           | CARMEN MEZA ESTRADA<br>Departamento Arquitectura y Diseño                                 |
| GLORIA CECILIA<br>MORENO GÓMEZ<br>Vicerrectora Académica          | LIGIA ROMERO MARÍN<br>Departamento de Derecho y Ciencias Políticas:                       |
| HENRY MAURY ARDILA<br>Vicerrector de Investigaciones              | NOEL VARELA IZQUIERDO<br>Departamento Gestión Industrial,<br>Agroindustrial y Operaciones |
| JORGE MORENO GÓMEZ<br>Vicerrector de Extensión                    | LISETTE HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ<br>Departamento de Gestión Organizacional                     |
| JAIME DÍAZ ARENAS<br>Vicerrector Administrativo                   | ALICIA INCIARTE GONZÁLEZ<br>Departamento de Humanidades                                   |
| ROSMERY TURBAY MIRANDA<br>Vicerrectora de Bienestar               | MARÍA DEL MAR SÁNCHEZ<br>Departamento de Psicología del Individuo                         |
| HERNANDO<br>ANTEQUERA MANOTAS<br>Vicerrector Financiero           | MARINA MARTINEZ GONZÁLEZ<br>Departamento de Psicología<br>de las Interacciones Sociales   |
| ALFREDO GÓMEZ VILLANUEVA<br>Facultad de Arquitectura              | JENNY ROMERO DE CUBA<br>Departamento Economía,<br>Contabilidad y Finanzas                 |
| JAVIER MORENO JUVINAO<br>Facultad de Ciencias Económicas          | JUAN CABELLO ERAS<br>Departamento de Energía                                              |
| JOSÉ LOZANO JIMENEZ<br>Facultad de Ciencias<br>Sociales y Humanas | EMIRO DE LA HOZ FRANCO<br>Departamento de Ciencias de<br>la Computación y Electrónica     |
| ALFREDO PEÑA SALOM<br>Facultad de Derecho                         | ALDEMAR DE MOYA CAMACHO<br>Departamento de Ciencias Naturales y Exacta                    |
| FAIRUZ OSPINO VALDIRIS<br>Facultad de Ingeniería                  | LUIS SILVA OLIVEIRA<br>Departamento de Civil y Ambiental                                  |

Minimizar los riesgos para evitar desastres significa,  
ESTAR PREPARADOS, y en eso es inequívoca la gestión  
integrada de riesgos.



## **Dedicatoria**

A mis hijos, Ricardo Arturo Núñez Milanés y Antonio Alejandro Núñez Milanés, a quienes tantas horas de atención les robo diariamente. Ellos son mi razón de existir.

A mi esposo José Ricardo Núñez Álvarez, sin él nada es posible.

***Celene Milanés Batista***

A la Dra. Neris Rodríguez Matos, mi madre

A mis hijos, Marlevis Galbán Salas y Liber Galbán Salas, mi mejor creación.

***Liber Galbán Rodríguez***

A mis hijos Mariana y Samuel, ella, un ángel que nos guía desde el cielo, y él, fortaleza de vida para continuar...

A Henry Maury Ardila, Vicerrector de Investigación de la Universidad de la Costa, por su apoyo constante.

***Nadia J. Olaya Coronado***

## **Agradecimientos**

Para la producción de este libro queremos resaltar la labor colaborativa de cuatro colegas cubanos, docentes de diferentes instituciones, los cuales brindaron en determinados momentos su ayuda con aportes en pos de mejorar este producto de investigación.

Especial agradecimiento a:

### ***Dr. Rafael Guardado Lacaba***

Doctor en ciencias geológicas, Profesor Titular, Facultad de Geología y Minas, Departamento de Geología. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Holguín, Cuba,

### ***Dra. Ingrid Videaux***

Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora Titular de la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.

### ***Dr. Tomás Jacinto Chuy***

Doctor en Ciencias Geológicas e Investigador Titular del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas, CENAI, Santiago de Cuba.

### ***Dr. Hernán Hernández Herrera***

Docente a Tiempo Completo de la Universidad de la Costa.

Los autores también desean agradecer a la Universidad de Oriente, Cuba y a la Corporación Universitaria de la Costa, Colombia, por los apoyos y soportes brindados. En estas instituciones laboran el equipo de autores de esta producción científica.

## Prólogo

El presente texto se propone como una herramienta conceptual dirigida a gestión del riesgo de desastres. Busca avanzar en la comprensión del riesgo y su intervención a través de un enfoque basado en procesos. El documento se organiza en tres capítulos: el primero aborda los aspectos teóricos y conceptuales sobre la gestión de riesgos para la reducción de desastres, identificando los elementos fundamentales de las amenazas, la vulnerabilidad y el riesgo, describiendo y acompañando con ejemplos las particularidades de cada uno de ellos.

En el segundo capítulo representa el procedimiento para la gestión de riesgos y reducción de desastres basado en los diversos procesos en los que se fundamenta la gestión del riesgo de desastres. Por su parte, la tercera sección incluye una descripción de diversos desastres: un recuento de los hechos donde se detalla los principales riesgos de desastres más grandes y sobresalientes de la historia de la humanidad y sus principales datos y las lecciones aprendidas post desastres, en él se incorporan aspectos tanto teóricos como prácticos.

El documento puede considerarse una visión necesaria para aquellos especialistas en la materia de riesgos de desastres. Constituye un ambicioso objetivo, el que las ideas propuestas sean discutidas y debatidas en beneficio del desarrollo de la gestión del riesgo de desastres y permitan, en este sentido, mejorar los esquemas organizacionales contribuyendo con ello a la construcción de territorios más seguros y sociedades menos vulnerables.

Al hacer referencia específica a la problemática de los desastres, los autores amplían las circunstancias o condiciones sociales de forma importante ante el impacto de eventos tales como: terremotos, huracanes, inundaciones, deslizamientos con consecuencias en términos de su cotidianeidad y sus niveles de operatividad normal. En la actualidad el concepto de riesgo particularizado, lo que podemos llamar "riesgo de desastre" o "riesgo que anuncia desastre futuro". Los eventos físicos y la vulnerabilidad son entonces los llamados factores del riesgo, sin los cuales el riesgo de desastre no puede existir. A la vez, es necesario reconocer que no todo nivel de riesgo de daños y pérdidas puede considerarse riesgo de desastre. Habrá niveles y tipos de riesgo que sencillamente no anuncian pérdidas y daños suficientes para que la sociedad entre en una condición que sea denominada "desastre".

Lo plasmado por los autores en este libro está dirigido a todos aquellos especialistas dedicado a la gestión y reducción del riesgo. La amplitud de ámbitos y especialidades en los que trabajan las instituciones locales, centro de gestión de riesgos, no ha permitido obtener un adecuado reflejo de su aportación y potencial como agentes de la cooperación al desarrollo en lo relacionado con la reducción de los riesgos de desastre. De esta forma, esta publicación surge como una herramienta que permite someter a un riguroso análisis la gestión de riesgos de desastres a las políticas locales, para guiar la toma de decisiones y fortalecer las políticas de reducción de riesgo con la resiliencia de las ciudades.

Desde las instituciones locales, la gestión de riesgo de desastre debe ser objeto de evaluación y estudio para poder aclarar la naturaleza de algunos obstáculos. Superarla ausencia de una investigación sistemática y trabajar desde el conocimiento científico para cumplir con los acuerdos de lograr ciudades más preparadas en la reducción del riesgo del desastre.

**Dr. Rafael Guardado Lacaba**

Coordinador de la Red CYTED Gestión de Riesgos por  
Deslizamientos en Iberoamérica.

Profesor Titular del Departamento de Geología de la  
Universidad de Moa.

Vice Presidente del Tribunal Nacional de Geología,  
Geofísica y Minas de la Comisión Nacional de Grados  
Científicos de Cuba.

# Contenido

|                                                                                                            | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Presentación</b>                                                                                        | 21   |
| <b>Introducción</b>                                                                                        | 23   |
| <b>CAPÍTULO I</b>                                                                                          |      |
| <b>ASPECTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES<br/>SOBRE LA GESTIÓN DE RIESGOS PARA<br/>LA REDUCCIÓN DE DESASTRES</b> | 25   |
| 1.1.El enfoque conceptual de los términos que intervienen en la gestión de riesgos                         | 25   |
| 1.2. Amenazas o peligros                                                                                   | 27   |
| 1.2.1. Amenaza por eventos hidrometeorológicos                                                             | 29   |
| 1.2.1.1. Inundación por intensas lluvias                                                                   | 31   |
| 1.2.1.2. Inundación costera por penetración del mar                                                        | 32   |
| 1.2.2. Amenaza por sequía                                                                                  | 34   |
| 1.2.3. Amenaza sísmica                                                                                     | 35   |
| 1.2.4. Amenaza por deslizamientos de tierra                                                                | 37   |
| 1.2.5. Amenazas inducidas o antrópicas                                                                     | 48   |
| 1.2.5.1. Eventos Epidémicos                                                                                | 51   |
| 1.2.3. Zonificación de amenazas                                                                            | 52   |
| 1.3. El concepto de Vulnerabilidad                                                                         | 56   |
| 1.3.1. Principales enfoques y tipos de vulnerabilidades                                                    | 59   |
| 1.3.2. Vulnerabilidad y cambio climático                                                                   | 68   |
| 1.4. El riesgo                                                                                             | 70   |
| 1.5. Los desastres                                                                                         | 75   |
| 1.6. La resiliencia urbana                                                                                 | 77   |
| 1.7. La gestión integrada de riesgos                                                                       | 86   |
| 1.7.1. Los enfoques de la gestión de riesgos                                                               | 92   |
| 1.7.2. La multidisciplinariedad y la toma de decisiones en la gestión de riesgos                           | 99   |
| 1.7.3 Gestión del riesgo y gestión ambiental:<br>Su relación con los marcos legales                        | 100  |
| 1.7.4. El rol de las comunidades y la prospectiva estratégica para la gestión integrada de riesgos         | 107  |
| 1.8. Conclusiones del capítulo                                                                             | 110  |

|                                                                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPÍTULO II</b>                                                                                                                                                |            |
| <b>PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS Y REDUCCIÓN DE DESASTRES BASADO EN PROCESOS.</b>                                                                      | <b>111</b> |
| 2.1 Proceso de diagnóstico de las instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres                                | 114        |
| 2.1.1 Determinación de la capacidad social de respuesta                                                                                                           | 116        |
| 2.1.2 Determinación de la capacidad institucional y política de respuesta                                                                                         | 119        |
| 2.1.2.1 Identificar y mapear el conjunto de instituciones e instalaciones generadoras de peligro secundario                                                       | 120        |
| 2.1.2.2 Identificación y esquematización jerárquica del conjunto instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres | 122        |
| 2.1.2.3 Establecer los lineamientos de funcionamiento, principales acciones y resultados en la gestión de riesgos y reducción de desastres                        | 123        |
| 2.1.2.4 Identificar los recursos económicos (financieros y materiales), así como humanos para gestionar riesgos y reducir de desastres                            | 128        |
| 2.1.2.5 Identificar y revisar la efectividad de la normativa legal, planes, guías y metodologías que influyen en la gestión de riesgos y reducción de desastres   | 129        |
| 2.1.2.6 Identificación, análisis y mapeo de servicios vitales                                                                                                     | 130        |
| 2.1.2.7 Evaluación de la capacidad de respuesta institucional y política en la reducción de desastres                                                             | 132        |
| 2.2 Proceso de identificación y evaluación de riesgos                                                                                                             | 133        |
| 2.2.1 Identificación de los escenarios de susceptibilidad (Primera fase)                                                                                          | 135        |
| 2.2.1.1 Análisis de las bases de datos locales de desastres                                                                                                       | 135        |
| 2.2.1.2 Construcción de la base de datos espacial                                                                                                                 | 137        |
| 2.2.1.3 Pre-procesamiento de los mapas temáticos                                                                                                                  | 137        |
| 2.2.1.4 Evaluación de la susceptibilidad                                                                                                                          | 137        |
| 2.2.2 Cálculo del peligro (Segunda fase)                                                                                                                          | 138        |
| 2.2.2.1 Determinación de probabilidades espaciales y temporales                                                                                                   | 139        |
| 2.2.2.2 Evaluación del peligro                                                                                                                                    | 142        |
| 2.2.3 Cálculo de la vulnerabilidad (Tercera fase)                                                                                                                 | 170        |

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.2.4 Estimación del riesgo (Cuarta fase)                                                                                           | 175 |
| 2.3 Establecimiento de estrategias y planes de acción para reducir riesgos                                                          | 195 |
| 2.3.1 Conformación de las fichas de los procesos para cada entidad que interviene en la gestión de riesgos y reducción de desastres | 196 |
| 2.3.2 Diseño de acciones estratégicas                                                                                               | 197 |
| 2.3.4 Establecimiento de planes de reducción de riesgos                                                                             | 201 |
| 2.3.5 Diseño general e implementación de medidas de reducción de riesgos.                                                           | 202 |
| 2.3.6 Evaluación sectorial e integral de las medidas de reducción de riesgos aplicadas                                              | 209 |
| 2.4 Proceso de mejora continua de la gestión de riesgos                                                                             | 209 |
| 2.4.1 Actualización de las evaluaciones de riesgos                                                                                  | 210 |
| 2.4.2 Establecimiento de recomendaciones para la mejora continua de la situación de riesgos estudiada                               | 211 |
| 2.5 Consideraciones generales del procedimiento de gestión y reducción de riesgos y desastres propuestos                            | 223 |
| 2.6. Conclusiones del Capítulo                                                                                                      | 224 |

### **CAPÍTULO III**

#### **DESASTRES: UN RECuento DE LOS HECHOS**

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1 Desastres más grandes de la historia de la humanidad y sus principales datos.                          | 225 |
| 3.2. Análisis crítico de los desastres ocurridos desde la perspectiva metodológica del enfoque de procesos | 241 |
| 3.3. Lecciones aprendidas post desastres                                                                   | 243 |
| 3.4. Conclusiones del capítulo                                                                             | 248 |
| Acrónimos                                                                                                  | 250 |
| Glosario de términos y definiciones                                                                        | 252 |
| Bibliografía                                                                                               | 267 |

## Listado de Figuras

- Figura 1.1.** Tipos de amenazas.
- Figura 1.2.** Esquema de Zonas Sismogénicas de la región Oriental de Cuba.
- Figura 1.3.** Maqueta de los distintos tipos de transformaciones de pendientes por procesos de deslizamiento y derrumbe.
- Figura 1.4.** Desastre de la presa Vajont al norte de Italia.
- Figura 1.5.** Nomenclatura de taludes y laderas.
- Figura 1.6.** Elementos estructurales de un deslizamiento.
- Figura 1.7.** Imágenes del desastre de Mocoa.
- Figura 1.8.** Modelo de lucha antiepidémica.
- Figura 1.9.** Gráfico que muestra la probabilidad de aparición del riesgo.
- Figura 1.10.** Relación peligro o amenaza, vulnerabilidad y riesgos.
- Figura 1.11.** Desastre de la presa Saint. Francis.
- Figura 1.12.** Desastre Presa de Tous en Valencia.
- Figura 1.13.** Relación entre etapas e Instrumentos de gestión de riesgo para la resiliencia urbana.
- Figura 1.14.** Enfoque resiliente dentro de la actualización de las regulaciones urbanas.
- Figura 1.15.** Machu Picchu como ejemplo representativo de la arquitectura inca sismoresistente.
- Figura 1.16.** Imágenes del Burj Kalifa.
- Figura 1.17.** Esquema representativo de la evolución del enfoque de gestión de riesgos.
- Figura 1.18.** El ciclo para el manejo y la administración integral de desastres.
- Figura 1.19.** Otra versión del ciclo para el manejo y la administración integral de desastres.
- Figura 1.20.** Esquema que muestra la interrelación que debe existir entre los factores de la sociedad en el proceso de gestión de riesgos y reducción de desastres.



- Figura 2.1** Esquema general del procedimiento.
- Figura 2.2** Mapa general del proceso de diagnóstico de las instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.
- Figura 2.3.** Esquema general de instituciones, sus actividades y resultados en proyectos.
- Figura 2.4.** Esquema general de instituciones, sus relaciones y nivel jerárquico de influencia sobre la población.
- Figura 2.5** Mapa general del proceso de identificación y diagnóstico de los riesgos.
- Figura 2.6.** Esquema del marco contextual de diseño de los indicadores de riesgos geológicos.
- Figura 2.7.** Esquema de relación entre los criterios de selección de indicadores de riesgos y los niveles de decisión en función de su gestión.
- Figura 2.8.** Esquema que muestra la interrelación de los indicadores de riesgos geológicos con el entorno social y el medio geológico.
- Figura 2.9** Esquema de un Proyecto SIG conformado por mapas temáticos según la metodología de trabajo descrita (caso para riesgos geológicos).
- Figura 2.10.** Mapa general del proceso de mejora continua de la gestión de riesgos.
- Figura 2.11** Esquema para aplicación y evaluación de medidas de reducción de riesgos.
- Figura 2.12** Mapa general del proceso de establecimiento de estrategias y planes de acción para reducir los riesgos.
- Figura 2.13.** Relación de los indicadores de gestión de riesgos.
- Figura 3.1.** Pérdidas materiales y humanas calculadas luego de grandes desastres causados por fenómenos naturales entre 1950-2000.
- Figura 3.2** Difusión de la peste negra durante el siglo XIV en Europa sobre las fronteras nacionales actuales.

## Listado de Tablas

- Tabla 1.1.** Clasificación de los ciclones tropicales según la Organización Meteorológica Mundial.
- Tabla 1.2.** Clasificación de deslizamientos.
- Tabla 1.3.** Clasificación para la zonificación de amenazas.
- Tabla 1.4.** Definiciones de vulnerabilidad, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa
- Tabla 1.5.** Relación de la vulnerabilidad con las fases de anticipación y previsión.
- Tabla 1.6.** Preguntas claves para los procesos de adaptación y resiliencia ante el cambio climático.
- Tabla 1.7.** Diferentes programas de resiliencia y sus acciones.
- Tabla 1.8.** Periodización resumida de las principales acciones y hechos vinculados a los antecedentes de la gestión de riesgos hasta 1925.
- Tabla 1.9.** Promulgación de leyes generales sobre medio ambiente
- Tabla 2.1** Clasificación y valores para estandarización de PVR.
- Tabla 2.2** Indicadores para determinar la capacidad social de respuesta.
- Tabla 2.3** Inventario de instituciones, instalaciones, etc., generadoras de peligro secundario.
- Tabla 2.4** Ejemplo de actores que pudieran intervenir en la gestión de riesgos y sus principales funciones en un país.
- Tabla 2.5.** Principales Recursos institucionales
- Tabla 2.6** Principales normativas que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.
- Tabla 2.7** Principales servicios vitales que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.
- Tabla 2.8** Datos primarios por fenómeno requeridos para la elaboración de la base de datos de desastres en la localidad.
- Tabla 2.9** Análisis de magnitud histórica de impacto

- Tabla 2.10** Frecuencia probable de ocurrencia de forma general.
- Tabla 2.11** Matriz de probabilidad espacio temporal por algunos fenómenos
- Tabla 2.12** Indicadores básicos para determinar el peligro sísmico de una región o área determinada.
- Tabla 2.13** Indicadores básicos para determinar el peligro a movimientos en masa o deslizamientos de tierra en una región o área determinada.
- Tabla 2.14** Indicadores básicos para determinar el peligro ante la erosión fluvial de una región o área determinada.
- Tabla 2.15** Indicadores básicos para determinar el riesgo ante la erosión costera de una región o área determinada.
- Tabla 2.16** Indicadores básicos para determinar el peligro ante la erosión eólica de una región o área determinada.
- Tabla 2.17** Indicadores básicos para determinar el peligro ante la presencia del carso de una región o área determinada.
- Tabla 2.18** Indicadores básicos para determinar el peligro hundimiento y licuefacción ante la presencia de suelos expansivos de una región o área determinada.
- Tabla 2.19** Indicadores básicos para determinar el peligro ante inundaciones fluviales de una región o área determinada.
- Tabla 2.20** Elementos necesarios básicos para determinar el peligro a la contaminación de suelos de una región o área determinada.\_
- Tabla 2.21** Metales y otros componentes tóxicos presentes en los residuos industriales
- Tabla 2.22** Elementos necesarios básicos para determinar el peligro a la contaminación de acuíferos de una región o área determinada.
- Tabla 2.23** Tipos de sustancias que pueden contener las aguas residuales, según su procedencia.
- Tabla 2.24** Principales parámetros a determinar y técnicas analíticas a utilizar en análisis de aguas.

- Tabla 2.25** Influencia litológica de acuerdo a las condiciones generales de susceptibilidad para procesos geológicos.
- Tabla 2.26** Indicadores de vulnerabilidad y su peso para los deslizamientos.
- Tabla 2.27** Indicadores básicos para determinar la vulnerabilidad física de una región o área determinada.
- Tabla 2.28** Tipos de cartografía para el mapeo de peligro, vulnerabilidad y riesgos según escalas de análisis.
- Tabla 2.29** Indicadores básicos para determinar el riesgo de una región o área determinada.
- Tabla 2.30** Elementos generales a considerar en los estudios de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos (PVR).
- Tabla 2.31** Ejemplo de estructura de planes institucionales
- Tabla 2.32** Relación entre la clasificación de la obras, los detalles de las evaluaciones de riesgos y los costos de mitigación.
- Tabla 2.33** Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro sísmico para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 2.34** Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por erosión para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 2.35** Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por desarrollo cársico para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 2.36** Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por inundaciones fluviales para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 2.37** Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por inundaciones y abrasión costeras para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 2.38** Recomendaciones para la mejora continua ante la vulnerabilidad de la población para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 2.39** Recomendaciones para la mejora continua ante la vulnerabilidad de las comunidades representada por el estado técnico constructivo para municipio Santiago de Cuba.

- Tabla 2.40** Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a licuefacción para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 2.41** Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a deslizamientos por intensas lluvias para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 2.42** Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a deslizamientos por sismos para municipio Santiago de Cuba.
- Tabla 3.1.** Víctimas mortales en la Segunda Guerra Mundial
- Tabla 3.2.** Resumen algunos de los desastres más impactantes de la historia

## Presentación

Este documento ha sido elaborado en el marco del Convenio Inter-institucional realizado entre la Corporación Universitaria de la Costa (CUC) de Barranquilla, Colombia y la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba, Cuba. El resultado forma parte de uno de los productos científicos del proyecto INDEX denominado “*Fortalecimiento de capacidades y divulgación de resultados científicos en ordenamiento territorial, de la Facultad de Ciencias Ambientales*”, financiado por la CUC.

Cuba y Colombia son dos naciones que comparten relaciones políticas, culturales, económicas y científicas. Es precisamente este diálogo científico el que ha promovido que hoy, se unan profesores de la Facultad de Construcciones, de la Universidad de Oriente, con miembros del claustro del Departamento de Civil y Ambiental de la Corporación Universitaria de la Costa, quienes coordinan programas de formación en temas a fines a los tratados en este libro. El producto es el resultado de la actividad investigativa de tres profesores que trabajan en el campo de la arquitectura, la geología y las ciencias ambientales, los cuales han integrado sus puntos de vistas y experticias dando una visión multi e interdisciplinaria al texto que hoy usted tiene en sus manos.

Con éste resultado se busca contribuir a la formación de capacidades en temas de gestión del riesgo ante diferentes amenazas. El producto es también un fruto de la experiencia de cooperación entre diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales de ambos países. Incorpora los lineamientos planteados por la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres (UNGRD) basado en la Ley 1523 de 2012 de Colombia, y los relacionados con la Directiva 1 del Consejo de Defensa Nacional de Cuba, la cual regula la planificación, organización, y preparación de la nación para situaciones de desastres.

Esta publicación fomenta la comprensión de algunos elementos teóricos y conceptuales de la gestión del riesgo, con énfasis en las principales amenazas y vulnerabilidades que muchos países latinoamericanos presentan. El texto se presenta en tres capítulos, el primero contiene unas reflexiones teóricas sobre los diferentes términos empleados en la gestión integrada del riesgo, lo cual sirve de base para posteriores análisis. El segundo capítulo aporta un pro-

cedimiento para gestionar el riesgo basado en procesos. Se aportan indicadores básicos para determinar los diferentes tipos de amenazas, vulnerabilidades y riesgos ante eventos sísmicos, deslizamientos de tierra, inundaciones costeras, erosión, entre otros. Finalmente, el tercer capítulo relaciona, a modo de orden de importancia según su impacto en pérdida de vidas humanas, algunos de los desastres más significativos en la historia de la humanidad y las lecciones aprendidas tras la ocurrencia de estos desastres.

El libro *"Amenazas, riesgos y desastres: Visión teórico-metodológica y experiencias reales"* es un documento de aprendizaje y consulta continua. Cada capítulo se complementa con figuras y tablas. Al finalizar se brinda un listado de acrónimos, y un glosario de términos y definiciones que hacen de este documento un texto de obligatoria consulta para cualquier universidad o grupo de investigación científica que trabaje en temas de gestión del riesgo. Finalmente es importante señalar que el libro no pretende ser un texto concluyente, solo aporta el inicio de nuevos proyectos conjuntos entre dos instituciones que presentan similares programas académicos. Esperamos que con el resultado binacional logrado, los lectores aumenten sus conocimientos y la necesaria percepción del riesgo ante diferentes amenazas.

**Dra. Celene Milanés Batista**

Profesora Titular

Investigadora agregada

## Introducción

Los estudios para la reducción de desastres, en la que están contenidos los análisis de riesgo por constituir una de sus categorías básicas, comenzaron a realizarse en Cuba en los años 80 del pasado siglo, debido a la necesidad proteger a las comunidades y el medio ambiente. En la actualidad, estos estudios en el país adquieren una importancia singular.

El archipiélago cubano, es un pequeño estado insular que se ubica en el trópico y es altamente vulnerable ante las diferentes amenazas, siendo una de las principales las ocasionadas por los cambios climáticos que afectan las zonas costeras. La subida paulatina del nivel del mar y el avance de la intrusión salina marina en los acuíferos costeros afectará en pocos años a 122 asentamientos humanos costeros, de estos, 78 tendrían afectaciones de sus superficies para el año 2050 y 15 desaparecerían totalmente (Bermúdez F., 2012 p.12). A pesar de esto se identifica a los ciclones tropicales como los eventos que mayor peligro representan para Cuba, dados los dañinos elementos que tienen asociados *-surgencias o marea de tormenta, intensas lluvias y fuertes vientos-*.

Colombia por su parte presenta similares amenazas, las ondas invernales causadas por los fenómenos de El Niño y de La Niña han provocado por muchos años intensas lluvias que derivan en inundaciones por desbordamientos de ríos que terminan destruyendo muchas comunidades urbanas y rurales. El reciente desastre ocurrido durante la noche del 31 de marzo y la madrugada del 1 de abril de 2017, en la ciudad colombiana de Mocoa, capital del departamento de Putumayo en el sur del país, muy próxima a la frontera con Ecuador, es una prueba de ello. Derivado de las intensas lluvias que desbordaron los ríos Mocoa y sus afluentes Sangoyaco y Mulatos, se produjo una avalancha de agua y piedras, generando deslaves y flujos de lodo que arrasó con todo lo que encontró a su paso. La pared de agua barrió aproximadamente la mitad de los barrios de la ciudad (17 barrios) y varios sectores de la cabecera municipal. La inundación destruyó viviendas, puentes, autos y árboles mientras los residentes dormían placidamente. El desastre ocurrido en la ciudad de Mocoa asciende a más de 320 fallecidos, más de 400 personas heridas y más de 20 000 damnificados (EUROPA PRESS, 2017; Redacción Judicial, 2017).



Por estos y otros muchos desastres ocurridos en el continente es que se debe gestionar el riesgo de forma anticipada. La gestión integrada de riesgos para la reducción de todo tipo de desastres, debe ser entendida como un proceso de mejora continua, donde la preparación de la sociedad y el conocimiento y rol de cada institución sobre sus acciones, tenga un seguimiento continuo y esté integrada en los procesos de planificación y gestión del territorio. Este proceso debe formar parte de las agendas políticas de los gobiernos en todas sus escalas.

Los capítulos que aborda este libro exponen, primeramente la base teórico-conceptual de los elementos que intervienen en la gestión del riesgo y, posteriormente un novedoso procedimiento para la gestión integrada del riesgo. Por último se concluye exponiendo una relación de los tipos de desastres más significativos por las pérdidas de vidas humanas que estos eventos han originado como afectación en la historia de la humanidad. Lo invitamos para que disfrute la lectura y reflexione en torno a esta disciplina multi y transdisciplinaria.

### **ASPECTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES SOBRE LA GESTIÓN DE RIESGOS PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES**

En los últimos años la gestión de riesgos ante la ocurrencia de desastres ha adquirido mayor relevancia en las agendas de los gobiernos y organizaciones internacionales. El problema se ha vuelto crítico debido a la exposición y vulnerabilidad de las poblaciones ante diferentes amenazas o peligros de origen natural y antrópico, todo lo cual atentan contra su sostenibilidad. Las infraestructuras de las ciudades, diseñadas para la supervivencia de la población, en ocasiones no son adecuadas, lo que determina su baja resiliencia. Todas estas razones demandan la necesidad de conocer las principales concepciones, acciones y aspectos teórico metodológicos, así como las más novedosas herramientas empleadas alrededor de los temas de gestión de riesgos para la reducción de desastres.

#### **1.1. El enfoque conceptual de los términos que intervienen en la gestión de riesgos**

En la gestión de riesgos intervienen diferentes variables que influyen en su accionar. Las interacciones de los procesos naturales, crean condiciones para el desarrollo de procesos y fenómenos naturales que cambian y transforman la biodiversidad de una manera constante. Las amenazas o peligros naturales como son nombrados por muchos autores de manera indistinta, son sucesos que producen cambios en los materiales de las capas terrestres, o en las formas que estos adoptan. Estos cambios pueden ocurrir de forma muy lenta o de manera repentina.

Los eventos lentos o acumulativos, son aquellos que actúan durante un largo período de tiempo, por lo que sus efectos no son muy evidentes por simple inspección. La afectación al entorno y a la sociedad de dichos eventos ocurre por acumulación o por añadidura en decenas y miles de años. Un ejemplo de esto son los procesos cárnicos, donde ocurre la formación de cavidades y galerías subterráneas, cambios en el relieve superficial (mogotes, entre otras formas), o la presencia de pequeñas concentraciones de sustancias nocivas en rocas, suelos y aguas naturales, las cuales no se detecta sino mediante estudios específicos. Estos también pueden concentrarse en niveles nocivos para la salud, debido al consumo de aguas y vegetales que se extraen de estos medios.

Otros eventos lentos son los movimientos seculares del terreno. Ocurren normalmente a velocidades que se miden en milímetros por año y con el tiempo llegan a provocar cambios importantes en el relieve y afectar las edificaciones, las costas, o el curso de los ríos. Igualmente sucede con las elevaciones y retiradas del mar durante los períodos geológicos comprendido entre las glaciaciones.

En contraste con esto pueden ocurrir los eventos súbitos, siendo aquellos que tienen lugar por la liberación en un breve espacio de tiempo de alguna energía del interior o exterior de la tierra. Estos pueden combinarse con otros fenómenos externos e internos que se traduce en erupciones volcánicas, terremotos, tsunamis, deslizamientos, ciclones tropicales, tormentas, tornados, inundaciones, avalanchas de nieve, entre otros.

La inadecuada gestión de los eventos súbitos y de los lentos en el proceso de desarrollo social y económico de las ciudades, generalmente conduce a los llamados desastres. Para evitar o reducir las consecuencias del impacto de distintos procesos y fenómenos naturales o inducidos sobre la sociedad, e incorporar su influencia en el proceso de desarrollo social y económico para la reducción de desastres, es necesaria la evaluación de las amenazas, las vulnerabilidades y el riesgo en pos de su adecuada gestión.

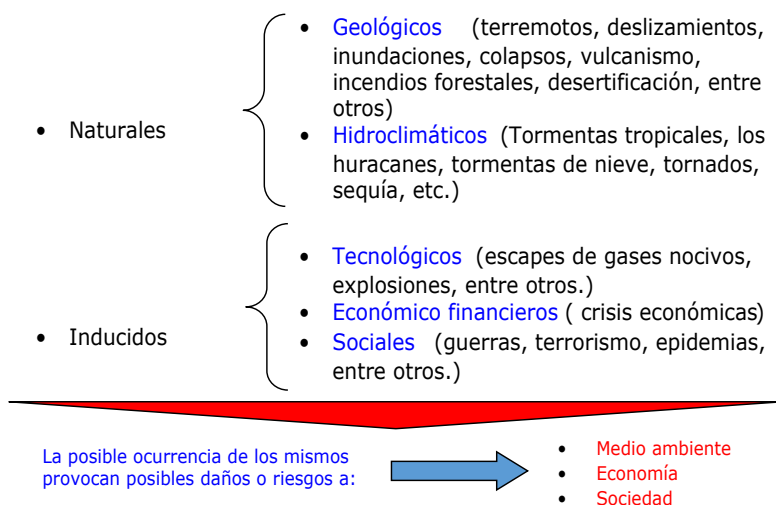
## 1.2. Amenazas o peligros

El término de amenaza es comúnmente empleado como sinónimo de peligro en muchas naciones latinoamericanas. La revisión de la bibliografía internacional también evidencia similitud en sus conceptos, sin embargo, algunos autores como Milanés, 2014, mencionan que el peligro es *“todo tipo de evento de origen natural o antrópico que acontece en cualquier parte del territorio, que se convierte en amenaza cuando incide sobre uno o varios elementos vulnerables -hombre, bienes económicos o sociales, estructuras, entre otros- y que se transforma en riesgo cuando estos factores se combinan en un tiempo y lugar determinado excediéndose en valores específicos de daños sociales, ambientales y económicos”*.

Numerosos autores (Cardona, 2003; Lavell, 2009; Defensa Civil, 2012) coinciden en definir al peligro o amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un proceso o fenómeno de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, generando efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente. Matemáticamente es expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad o severidad en un cierto sitio y en un período de tiempo dado.

En la Directiva 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional de Cuba para la reducción de desastres, (Directiva 1, 2005; Directiva 1 modificada; 2010; AMA, 2014), se emplea el término de peligro como sinónimo de amenaza. Lo cierto es que la *amenaza* o *peligro* representa la potencialidad de ocurrencia de un suceso de origen natural o provocado por la actividad humana, que puede manifestarse en un lugar específico, con una intensidad y duración determinada.

En el año 1978, UNDRO y UNESCO promovieron reuniones de expertos con el fin de proponer la unificación de definiciones en los términos de peligro, vulnerabilidad y riesgo; de este modo se dio a conocer la definición colegiadas sobre el término peligro, amenaza o peligrosidad: como la probabilidad de ocurrencia de un proceso potencialmente desastroso en un sitio dado durante cierto periodo de tiempo, (UNDRO, 1979). Los eventos que constituyen amenazas pueden ser de origen natural o inducidos. Ver Figura 1.1.



**Figura 1.1.** Tipos de amenazas,  
(Fuente: elaborado por los autores)

Dentro de los tipos de amenazas o peligros de origen natural destacan; los movimientos de masa (deslizamientos y desprendimientos); amenazas por eventos hidrometeorológicos que incluye: inundación por penetración del mar, inundación por intensas lluvias, mar de leva, fuertes vientos; los fenómenos atmosféricos; los biológicos causados por plagas o epidemias naturales; las erupciones volcánicas o erupción límnica producidas por una repentina liberación de gas asfixiante o inflamable como puede ser en un lago; los incendios forestales; la sequía, los terremotos; los tsunamis. Existen otras amenazas que no son muy comunes de aparecer pero que también hay que considerarlos en temas de gestión del riesgo, éstas son las relacionadas con los fenómenos espaciales, como puede ser el impacto de origen cósmico de algún asteroide meteoritos, o cometas con la Tierra o, de una tormenta solar derivada por una explosión violenta en la atmósfera del Sol, con una energía equivalente a millones de bombas de hidrógeno.

Las amenazas inducidas o antrópicas son las provocadas por el hombre. Dentro de estas se encuentran: la contaminación de cuencas hídricas; el derramamiento del petróleo en ríos y mares; la fuga de materiales radiactivos; la deforestación; el uso de napalm u otros elementos destructivos que provocan iluminación nocturna que al-

tera el ciclo de vida de animales y plantas.<sup>1</sup> La contaminación por anhídrido carbónico u otros gases que se forman en las metrópolis y megápolis, producto de la excesiva circulación de los medios de transporte que circulan con gasolina o petróleo, así como el minado de fronteras son amenazas que impactan en considerablemente en la salud y en el bienestar de la sociedad y su entorno. Una amenaza muy común en varios países de África y América Latina que tiene un origen mixto es la hambruna. Ésta es generada por causas diferentes como la pobreza, las guerras o las catástrofes naturales. Ocurre cuando las familias no consiguen suficientes alimentos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define el hambre como sinónimo de desnutrición crónica (Hunger Portal, 2017).

A continuación se realiza una breve descripción de algunos de las amenazas o peligros que con mayor frecuencia tienden a ocurrir en la mayoría de las naciones caribeñas.

### *1.2.1. Amenaza por eventos hidrometeorológicos*

Los eventos hidrometeorológicos, donde se incluyen los ciclones tropicales, se encuentran entre los eventos climáticos más destructivos. Su impacto generalmente se extiende sobre una amplia zona, provocando en ocasiones la mortalidad, lesiones y daños a la economía, efectos resultantes por los fuertes vientos y las intensas lluvias. A menudo, eventos secundarios como marejadas, deslizamientos, inundaciones y tornados, exacerban los efectos de esos fenómenos (Steadman 1984). Aunque los sistemas de alerta han evitado o reducido las muertes en la mayoría de las áreas del mundo propensas a ciclones, los elementos meteorológicos, el crecimiento de la población y los asentamientos humanos en zonas costeras, continúan elevando el riesgo de mortalidad y morbilidad relacionada con estos eventos.

Los ciclones y huracanes en dependencia de la velocidad del viento y de la presión que alcancen presentan diferentes categorías de peligros. La tabla No.1.1 explica esta diferencia.

---

<sup>1</sup> Más información al respecto está disponible en la enciclopedia libre Wikipedia. Desastre natural. [https://es.wikipedia.org/wiki/Desastre\\_natural#Uso\\_de\\_napalm\\_u\\_otros\\_elementos\\_destruictivos](https://es.wikipedia.org/wiki/Desastre_natural#Uso_de_napalm_u_otros_elementos_destruictivos) Consultado el 1 de abril, 2017.

**Tabla 1.1**

Clasificación de los ciclones tropicales según la Organización Meteorológica Mundial. (Fuente: Atlas CENAI, 2001)

| <b>Categoría</b>  | <b>Presión (mb)</b> | <b>Vientos (km/h)</b> | <b>Tormenta de marea</b> | <b>Características</b>                                                                                                                                                                        |
|-------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onda Tropical     | -                   | -                     | -                        | <i>Perturbación ondulatoria débil</i> , con tendencia a formar circulación ciclónica de baja presión, contraria a las manecillas del reloj. Los daños potenciales a la propiedad son mínimos. |
| Perturbación      | 1008                | -                     | -                        | Hay indicios de que se está formando una <i>circulación ciclónica</i> . Los daños potenciales son moderados.                                                                                  |
| Depresión         | 1005                | 62                    | -                        | Etapa inicial de la formación de un <i>ciclón tropical</i> . Localmente destructivo.                                                                                                          |
| Tormenta Tropical | 985 -1004           | 63 - 117              | 1.1                      | <i>Ciclón tropical organizado</i> . Tiene efectos destructivos.                                                                                                                               |
| Huracán           |                     |                       |                          | <i>Ciclón tropical bien organizado con vientos máximo de 118 km/h. Se distinguen 5 categorías de huracán.</i>                                                                                 |
| Categoría 1       | > 980               | 119 - 153             | 1.5                      | <i>Altamente destructivo.</i>                                                                                                                                                                 |
| Categoría 2       | 979 - 965           | 154 - 177             | 2.0 - 2.5                | Altamente destructivo.                                                                                                                                                                        |
| Categoría 3       | 945 - 964           | 178 - 209             | 2.5 - 4.0                | Extremadamente destructivo.                                                                                                                                                                   |
| Categoría 4       | 920 - 944           | 210 - 249             | 4.0 - 5.5                | Extremadamente destructivo.                                                                                                                                                                   |
| Categoría 5       | < 920               | > 250                 | > 5.5                    | El más destructivo.                                                                                                                                                                           |

Este tipo de peligro por eventos hidrometeorológicos de origen natural trae aparejado otros dos sub-peligros asociados que son muy semejantes en sus daños y por ende tienden a confundirse, pero que, son bien diferentes en sus formas de aparecer y en sus manifestaciones internas. Estos son: a) los peligros de inundación costera por intensas lluvias, y; b) los peligros de inundación costera por penetración del mar. A continuación se describe el comportamiento de cada uno de ellos.

#### *1.2.1.1. Inundación por intensas lluvias*

La inundación es la ocupación de un terreno por agua en el que habitualmente se encuentra la tierra seca. Se producen debido al efecto del ascenso temporal del nivel de los ríos o del mar. En cierta medida, pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a las fuentes del fenómeno. Como la mayoría de los riesgos naturales, las inundaciones pueden llevar a pérdida de vidas y daños a la propiedad, con gran impacto sobre la salud pública, que puede tardar en recuperarse. Los pronósticos adecuados del clima, los oportunos sistemas de alertas y, las prácticas mitigadoras como los planes de manejo, han ayudado mucho a la prevención o reducción de los efectos de las inundaciones sobre la salud y el bienestar de los habitantes en el espacio terrestre.

Las inundaciones no son ajenas a la ocupación del suelo. Algunas de sus causas están relacionadas con la dinámica fluvial. El caudal de los ríos es en ocasiones muy variable a lo largo de los años. La hidrología establece para los ríos una gama de caudales máximos asociados al tiempo de retorno. Generalmente las poblaciones locales, cuando hace mucho tiempo que se encuentran asentadas en lugares de riesgo, conocen las zonas más vulnerables de los cauces del río, sin embargo, en muchos lugares se continúa ocupando el territorio en el medio de las avenidas del río o en sus márgenes.

En países de zona templada, las subidas bruscas de temperatura pueden provocar crecidas en los ríos por la rápida fusión de las nieves, estos ocurre sobre todo en primavera, cuando el deshielo es mayor. También fuertes nevadas en cotas inusuales, que tras la ola de frío se funden, pueden provocar riadas no comunes. En zonas de clima sub-árido o árido propiamente dicho, suelen producirse flash



floods (inundaciones relámpago) por las lluvias muy intensas durante un período de tiempo breve.

En el caso de varias provincias de Cuba así como en muchos departamentos colombianos, las inundaciones que se han producido son esencialmente por fuertes lluvias, las que ocurren generalmente al desbordarse los ríos. Los torrenciales aguaceros que derivan de los ciclones tropicales y los fuertes vientos, provoca que en ocasiones se produzca en la desembocadura del río el efecto tapón (choque de las dos masas de agua), lo cual genera la llamada inundación costera. Otra causa es producida por el mar de leva, lo cual no es más que el movimiento de las olas que se propaga fuera de la zona donde se ha generado, pudiendo llegar tierra adentro hasta lugares muy alejados, aun cuando los eventos pasan distantes de la costa.

#### *1.2.1.2. Inundación costera por penetración del mar*

Los eventos extremos como huracanes, que no son más que la versión caribeña de los tifones, azotan constantemente las Antillas y toda la región del golfo de México. En las ciudades costeras las principales inundaciones que ocurren son por penetraciones del mar, producto del fuerte oleaje asociado a los fuertes vientos, y por las lluvias intensas motivadas por el descenso brusco de la presión barométrica. Las tormentas tropicales y los repentinos cambios de temperatura, suelen causar también lluvias muy fuertes con su impacto en los drenajes pluviales de algunas ciudades litorales.

Otra causa que origina este tipo de inundación, son los derivados por los maremotos o tsunamis. Un sismo submarino por la presencia de un volcán o de una falla sísmica localizada en los fondos marinos, provoca una serie de ondas que se traducen en olas gigantes de devastador efecto en las costas. Estas catástrofes suelen ocurrir con determinada frecuencia en el área de los océanos Pacífico e Índico, catalogadas como las de mayor actividad sísmica. En las zonas costeras los continuos embates del mar han provocado grandes daños, por lo que muchos países desarrollan acciones para modelar los escenarios de penetración del mar ante diferentes categorías (Rodríguez et al., 2013). En ocasiones

este tipo de inundación ha creado zonas pantanosas como albuferas y lagunas que, tras su ocupación antrópica, se han convertido en zonas vulnerables.

En los últimos 5 años en Cuba se han producido 15 eventos meteorológicos acompañados de inundaciones costeras de diferente intensidad. Estos eventos se relacionan fundamentalmente con la categoría del organismo y la dirección de la trayectoria. Esta no es una amenaza tradicional para el país, sin embargo, en el año 2012, el impacto devastador del huracán Sandy constituyó un llamado de alerta para la población santiaguera, debido a los impactos destructivos que el evento causó.

Las inundaciones costeras que son provocadas por huracanes, ocurren fundamentalmente por la fuerza de los vientos y la surgencia. Las olas reportadas tras el paso de algunos huracanes varían de 2,5 hasta 6 y 9 metros de alturas. La penetración máxima del mar puede ser de 250 a 300 metros y en ocasiones hasta más de 1 kilómetro, dependiendo del tipo de terreno costero y de su geomorfología.

Algunos de los efectos de las inundaciones en la zona costera son: 1) los arrastre de sólidos y la remoción de sedimentos; 2) los daños al medio construido; 3) la interrupción de vías de comunicación; 4) la proliferación de enfermedades diarreicas agudas; 5) los cambios en el perfil de costa; 6) las afectaciones a la producción industrial y, 7) las afectaciones en ecosistemas marino-costeros.

Hoy muchas naciones desarrolladas construyen obras de defensas contra las inundaciones costeras, destacan los países bajos donde una red de diques regula las aguas tanto interiores como exteriores. También Estados Unidos y algunas naciones de Europa cuentan con sistemas de defensas para embalses reguladores que sirven para almacenar agua en tiempos de sequía y contener las avenidas fluviales.

### *1.2.2. Amenaza por sequía*

En todas las etapas al hombre le ha preocupado el fenómeno de la sequía por factores económicos y por razones que han estado implícitas a su actividad cognoscitiva, lo cual quiere decir que el estudio de la sequía tuvo una base empírica en los primeros tiempos, que posteriormente se consolidó con la acumulación de conocimientos científicos multidisciplinarios.

Hasta la fecha, la sequía, es inevitable, impredecible y catastrófica. Entre los graves problemas que trae consigo se encuentran la disminución de la cantidad de agua acumulada para el consumo humano, industrial, animal y para los cultivos; el aumento de la posibilidad de contraer enfermedades infecciosas; la salinización de las tierras; la erosión de los suelos; el aumento del riesgo a incendios forestales; la disminución de la producción de alimentos y el deterioro ambiental. Estos problemas, junto a los errores humanos como el mal manejo del agua, la incorrecta aplicación de tecnologías y la deforestación, agravan las diferentes situaciones de los países y causan daños irreversibles que conducen a la degradación de los recursos hídricos y a la desertificación.

En esta amenaza influye mucho el aprovechamiento de las épocas de lluvias. En el caso de Cuba se observan dos periodos muy bien definidos relativo a los acumulados de lluvias; el periodo de mayo a octubre, donde existe un incremento de precipitaciones y donde, de forma general, se registran los eventos que producen los mayores acumulados de las mismas. Aquí destacan dos periodos máximos de precipitación, uno en mayo y otro en octubre. El otro período; noviembre hasta abril, se caracteriza por totales de lluvia muy inferiores al período anterior. Comúnmente, estos periodos son denominados período lluvioso y período poco lluvioso. Identificar, monitorear y evaluar la situación de sequía presentes en las diferentes regiones, y adoptar medidas específicas que permitan mitigar los efectos negativos de las estas para mejorar las condiciones de escases de agua, constituye tarea indispensable de los gobiernos locales en estos tiempos.

### *1.2.3. Amenaza sísmica*

La amenaza sísmica es un término técnico mediante el cual se caracteriza numéricamente la probabilidad estadística de la ocurrencia (o excedencia) de cierta intensidad sísmica (o aceleración del suelo) en un sitio específico durante un período de tiempo. Los sismos, temblores o terremotos, se presentan como movimientos vibratorios, rápidos y violentos en la superficie terrestre. Son provocados por perturbaciones en el interior de la Tierra (parte marina o terrestre) al desplazarse las placas tectónicas y en ocasiones chocar. La diferencia entre temblores y terremotos está dada por la intensidad y la magnitud del movimiento, siendo el más peligroso el sismo debido a que su efecto destructivo puede ser fatal.

Muchas naciones están sometidas a este tipo de amenaza. En el caso específico de Cuba la ocurrencia de terremotos data del siglo XVI, pero no es hasta 1855 que Andrés Poey muestra en su Catálogo de Sismos Históricos que el Archipiélago Cubano está sujeto a un peligro sísmico potencial. A partir de este momento son numerosas las investigaciones sismológicas que se han realizado, las cuales tienen como principal objetivo establecer los diferentes niveles de peligro sísmico del país (Chuy, 1999).

La actividad sísmica de Cuba está determinada por dos formas de origen: de interior de placa y de entre placas, que provoca que su estudio sea muy complejo en algunas áreas. En el primer tipo se destaca la Región Suroriental por la frecuencia con que históricamente ocurren terremotos de alta magnitud, lo que implica que sea considerada como la de mayor peligrosidad sísmica de la nación cubana. Esta se corresponde con la Zona Sismogénica de Bartlett-Caimán, donde se han reportado 22 terremotos fuertes, de ellos 20 en la provincia de Santiago de Cuba, ciudad que desde su fundación en 1514 hasta nuestros días ha sido total o parcialmente afectada por terremotos fuertes (Chuy, 1999; Milanés y otros, 2015).

La Figura 1.2 representa las Zonas de Origen de Terremotos para la Región Oriental de Cuba (Comisión Ad-hoc, 1997), las cuales influyen directamente en la ocurrencia de esta amenaza de origen natural. A cada zona se le asocia una magnitud determinada. Al Sur se localiza la zona Bartlett – Caimán (Oriente 1, 2 y 3); la zona Cauto-Nipe y Baconao, y Cauto Norte, Bayamo y Purial.



**Figura 1.2.** Esquema de Zonas Sismogénicas de la región Oriental de Cuba, (Fuente: Chuy et al 1997).

*Legenda:* La zona de fallas Oriente se observa en color rojo en la parte baja de la figura.

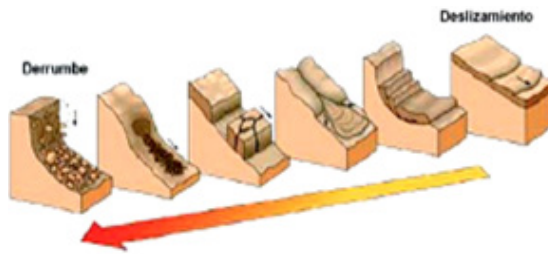
Como se observa en la figura, la región Suroriental de Cuba se encuentra en la zona de influencia de la falla Oriente, conocida también como Bartlett – Caimán, la cual constituye un límite de placas significativo en la región del Caribe. Esta falla es la zona sismogénica más activa del territorio cubano, con un movimiento diferencial de alrededor de 20 mm/año. Afectaciones a Santiago de Cuba por el terremoto del 03 de febrero del 1932 (Milanés y otros, 2015).

Los sismos son una de las amenazas naturales que no están relacionados con las condiciones climáticas; su magnitud destructora puede ser capaz de provocar un gran daño en un breve lapso. La mayoría de los sismos se explican por la ocurrencia de ondas sísmicas u ondas de choque, generadas por disturbios en la corteza terrestre. En el caso de sismos muy severos, la mayoría de las víctimas mueren o quedan heridas por la caída de escombros, mientras que otras perecen por incendios o inundaciones que a menudo acompañan los terremotos.<sup>2</sup> En este caso puede que el evento se acompañe de otra amenaza como los tsunamis.

<sup>2</sup> Otra información al respecto puede ser examinada en ¿Quiero aprender? <http://www.eird.org/fulltext/ABCDdesastres/teoria/terremoto.htm> consultado el 5 de abril de 2017.

#### 1.2.4. Amenaza por deslizamientos de tierra

Se llama deslizamiento a la masa de rocas de baja consolidación o compactación que se ha movido o mueve cuesta abajo por la vertiente o talud (vertiente artificial), bajo el efecto de la gravedad, presión hidrodinámica (por efecto de sobresaturación), fuerzas sísmicas de diversos orígenes, entre otros aspectos. Estos agentes también pueden actuar en los deslizamientos de forma combinada. Los deslizamientos de tierra son fenómenos devastadores en las áreas en que afecta a la población, muchos de estos son inducidos por el hombre, o sea por la comisión de errores tecnológicos en la construcción de obras de ingeniería (Figura 1.3).



**Figura 1.3.** Maqueta de los distintos tipos de transformaciones de pendientes por procesos de deslizamiento y derrumbe, (Fuente: Iturralde 2009).

El deslizamiento se manifiesta como regla a través de fallas verticales y horizontales en la masa de rocas, la que pierde su estabilidad bajo la fuerza de la gravedad. Los deslizamientos alteran las vertientes y taludes condicionando su configuración creando un relieve específico deslizable.

La estructura interna del deslizamiento también es muy particular. Los deslizamientos son muy variables por sus dimensiones y causas que lo originan, por el tipo de dislocación de las masas de roca, causas de la alteración del equilibrio, dinámica del desarrollado del proceso, etc. Cada deslizamiento forma un tramo deslizable cuya frontera y formas en planta, se determinan por el tamaño y tipo del deslizamiento. El deslizamiento introduce cambios en la estructura interior de la vertiente o talud. Estos cambios son condicionados por la estructura geológica de la vertiente o talud y por la forma de la superficie de resbalamiento.

Hay muchos ejemplos de deslizamientos que han afectado las estructuras construidas individualmente o de poblados y ciudades. Así por ejemplo, el 09/10/63 en Italia, en el valle del río Piave, en las proximidades de una de las presas de arco más altas del mundo (presa de Vajont, 265,5 m), construida en 1960, hubo un gigantesco deslizamiento, (Ver Figura 1.4). Del borde izquierdo del valle de la presa, en su parte o tramo superior, se deslizaron enormes masas de rocas, formando un deslizamiento de más de 240 millones de m<sup>3</sup>. La tasa de la presa en una longitud de 2 km de largo en 15-30 segundos fue rellenada por rocas deslizadas a una altura de hasta 175 m sobre el nivel del agua. La velocidad del movimiento del deslizamiento alcanzó 15-30 m/s. Este evento provocó una onda sísmica detectada en toda Europa. Al deslizarse la masa de roca se formó una onda de aire y una onda de agua que se elevó por el borde derecho del valle en 260 m sobre el nivel del agua en el embalse. Paralelamente se formaron olas secundarias con 100 m de altura sobre la cresta de la presa rebasándola. El flujo arruinó todo lo que se encontraba aguas abajo a muchos kilómetros de la presa. Fueron arruinadas las ciudades de Longarone, Pirago, Villanova, Rivalta y Fas. En este desastre perecieron alrededor de 3000 personas. La catástrofe total no duró más de 7 minutos.

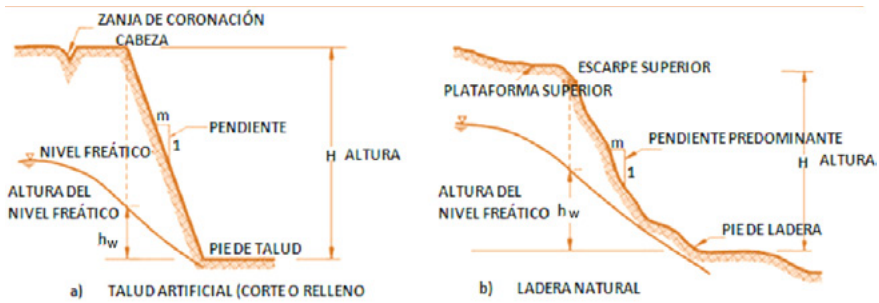


**Figura 1.4.** Desastre de la presa Vajont al norte de Italia. Mapa de localización, imágenes iniciales de la presa y luego del deslizamiento.

Esquema de afectación del deslizamiento,

Fuente: <http://www.yesano.com/vajont.htm>

Los deslizamientos son fenómenos que en numerosas regiones contribuyen significativamente en la evolución del relieve y del paisaje, ocurren en lugares caracterizados por condiciones ambientales específicas. Tienen lugar en la superficie terrestre (lugar de ocupación y desarrollo de las principales actividades humanas), modificando más o menos bruscamente sus condiciones. Están entre los fenómenos de origen geológico que causan daños más extendidos en el mundo. Para que ocurra un deslizamiento es necesario como condición la existencia de un talud o ladera, una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos (Suárez, 1998), (Figura 1.5).



**Figura 1.5.** Nomenclatura de taludes y laderas

Fuente: Suárez. J., 1998

Los elementos morfométricos de un talud o ladera según Suárez (1998) son los siguientes:

- **Altura:** Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.
- **Pie:** Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.
- **Cabeza o escarpe:** Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.

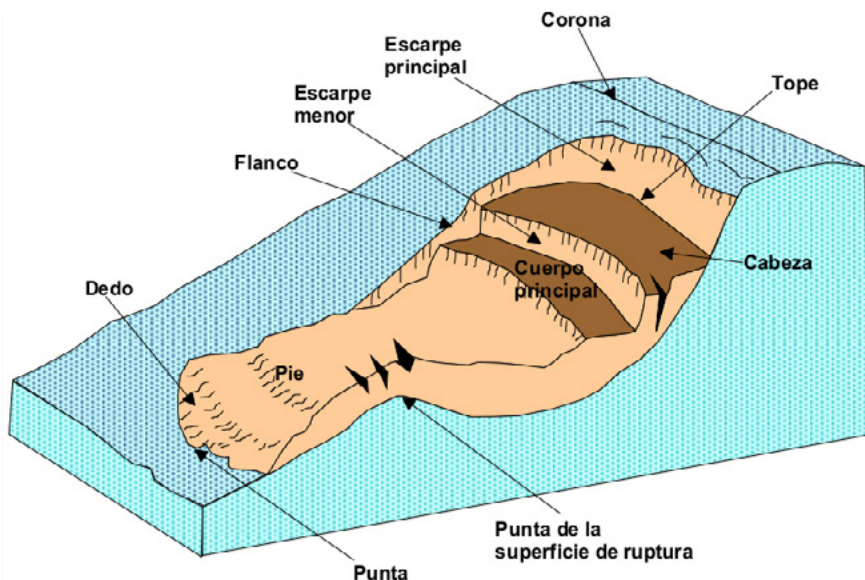


- **Altura de nivel freático:** Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.
- **Pendiente:** Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación  $m/1$ , en la cual  $m$  es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Existen, además, otros factores topográficos como son longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de cuenca de drenaje, los cuales pueden tener influencia sobre el comportamiento geotécnico del talud. Según Lomtadze (1977), los deslizamientos son una masa de rocas de baja consolidación o compactación que se ha movido o mueve cuesta abajo por la vertiente o talud (vertiente artificial) bajo el efecto de la gravedad, presión hidrodinámica (por efecto de sobresaturación), fuerzas sísmicas de diversos orígenes, etc. Estos agentes también pueden actuar en los deslizamientos de forma combinada. Para evaluar los deslizamientos es necesario conocer sus elementos estructurales, los cuales se describen a continuación (Varnes, 1978), (Ver Figura 1.6).

- **Corona:** sector de la ladera que no ha fallado y se localiza en la parte más alta de la zona deslizada. En ocasiones presenta grietas, llamadas grietas de la corona.
- **Escarpe principal:** superficie de la pendiente muy fuerte, localizada en el límite del deslizamiento y originada por el material desplazado de la ladera. Si este escarpe se proyecta bajo el material desplazado, se obtiene la superficie de ruptura.
- **Escarpe menor:** superficie de pendiente muy fuerte en el material desplazado y producida por el movimiento diferencial dentro de este material.
- **Punta de la superficie de ruptura:** la intercepción (algunas veces cubierta) de la parte baja de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno.
- **Cabeza:** la parte superior del material desplazado a lo largo de su contacto con el escarpe principal.
- **Tope:** el punto más alto de contacto entre el material desplazado y el escarpe principal.

- **Cuerpo principal:** la parte del material desplazado que sobre yace la superficie de ruptura localizada entre el escarpe principal y la punta de la superficie de ruptura.
- **Flanco:** Lado del deslizamiento.
- **Pie:** la porción del material desplazado que descansa ladera abajo desde la punta de la superficie de ruptura.
- **Dedo:** el margen del material desplazado más distante del escarpe principal.
- **Punta:** el punto en el pie más distante del tope del deslizamiento

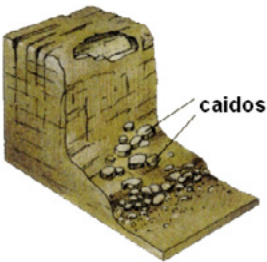
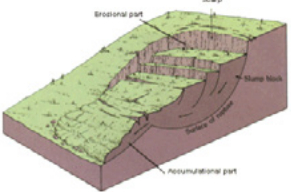
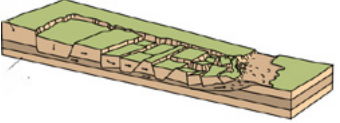
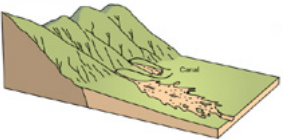


**Figura 1.6.** Elementos estructurales de un deslizamiento,  
Fuente: Varnes, 1978

También existen varias clasificaciones de deslizamientos basadas en el mecanismo de rotura y la naturaleza de los materiales involucrados. La clasificación más empleada es la propuesta por Corominas y García (1997), (Ver Tabla No. 1.2).

**Tabla 1.2**

Clasificación de deslizamientos propuesta por Corominas y García (1997).

| TIPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EJEMPLO                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Desprendimientos:</b> Es aquel movimiento de una porción de suelo o roca, en forma de bloques aislados o masivamente que, en una gran parte de su trayectoria desciende por el aire en caída libre, volviendo a entrar en contacto con el terreno, donde se producen saltos, rebotes y rodaduras. Presentan en ocasiones <i>Vuelcos</i>: son movimientos de rotación hacia el exterior, de una unidad o de un conjunto de bloques, alrededor de un eje pivotante situado por debajo del centro de gravedad de la masa movida.</p> |     |
| <p><b>Deslizamientos:</b> Son movimientos descendentes relativamente rápidos de una masa de suelo o roca que tiene lugar a lo largo de una o varias superficies definidas, que son visibles o que pueden ser inferidas razonablemente o bien corresponder a una franja relativamente estrecha. Se considera que la masa movilizada se desplaza como un bloque único. Según la trayectoria descrita los deslizamientos pueden ser rotacionales o traslacionales.</p>                                                                     |     |
| <p><b>Expansiones laterales:</b> El movimiento dominante es la extrusión plástica lateral, acomodada por fracturas de cizalla o de tracción que en ocasiones pueden ser de difícil localización.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
| <p><b>Flujos:</b> son movimientos de una masa desorganizada o mezclada, donde no todas las partículas se desplazan a la misma velocidad ni sus trayectorias tienen que ser paralelas. Debido a ello la masa movida no conserva su forma en su movimiento descendente, adoptando a menudo morfologías lobuladas.</p>                                                                                                                                                                                                                     |   |

La clasificación de deslizamientos pretende describir e identificar los cuerpos que están en movimiento relativo. Las clasificaciones existentes son esencialmente geomorfológicas y solamente algunas de ellas introducen consideraciones mecánicas o propiamente geológicas. Las caracterizaciones geotécnicas son necesarias y por esta razón, las clasificaciones son eminentemente topográficas y morfológicas, (Suárez, 1998).

Existen factores y condiciones que favorecen la formación de deslizamientos, entendidos como todo el conjunto de elementos naturales y antrópicos que facilitan la acción de fuerzas que alterarán el equilibrio en el macizo rocoso, por consiguiente las causales de la formación de los deslizamientos y las condiciones que lo favorecen no siempre son las mismas. Según Guardado *et al* (2013), los factores condicionantes en la formación de los deslizamientos en un territorio son los siguientes:

1. La estructura geológica de las laderas y taludes.
2. Las particularidades de las propiedades físico-mecánicas de las rocas y suelos.
3. Las condiciones de actividad de las aguas subterráneas cercanas a la superficie.
4. Las condiciones de actividad de las aguas superficiales.
5. La presencia de vegetación.
6. Las particularidades climáticas de la región;
7. El régimen hidrológico de las cuencas, sus arroyos y ríos con sus tramos deslizables.
8. El relieve del terreno.
9. Los movimientos neotectónicos y los fenómenos sísmicos a ellos asociados.

En términos generales, la inestabilidad de las laderas inducida por sismos incluye una variedad de fenómenos que pueden ser clasificados según Keefer and Wilson (1989) en tres principales categorías.

- Categoría I: caídas de rocas o suelo; deslizamiento de suelos o rocas; deslizamiento translacional a lo largo de una superficie debilitada; aludes de roca y suelo.
- Categoría II: deslizamiento rotacional de suelos o masas de rocas; flujos de tierra lentos.
- Categoría III: propagación lateral; flujos rápidos de tierra.

La ocurrencia de deslizamientos de tierra está asociada por lo general a dos causas fundamentales: la combinación de factores naturales (de origen geomorfométrico sumado con la acción de las lluvias) y la acción antrópica. Esto unido al entorno geológico local condiciona la ocurrencia de fenómenos de este tipo (Milanés y otros, 2015). Según la Enciclopedia cubana Ecured, los deslizamientos de tierras no son más que un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud (Ecured, 2016).

Esta amenaza puede generar en ocasiones grandes avalanchas. Estas ocurren por sucesivos desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente, los cuales se transportan en forma súbita o lenta. Si bien la gravedad que actúa sobre las laderas es la principal causa de un deslizamiento, su ocurrencia también depende de variables como son las clases de rocas y suelos. La topografía del sitio donde predominen lugares montañosos con pendientes fuertes, así como la orientación de las fracturas o grietas en la tierra y la cantidad de lluvia en el área que sobresatura el terreno, son efectos que la aceleran. Otra causa es la actividad sísmica y la actividad humana, donde predominen cortes en ladera y falta de canalización de aguas. La erosión producida por la actividad humana y las fuerzas de la naturaleza, la construcción de obras sin apoyo técnico en laderas o terrenos con pendientes, las vibraciones producidas por explosiones y, la deforestación y eliminación de la capa vegetal, son otros factores que lo condicionan.

Las avalanchas contienen generalmente grandes flujos de tierra, estas se componen de materiales blandos como la capa vegetal. En el caso de los flujos de lodo estos se van formando en el momento en que la tierra y la vegetación son debilitadas considerablemente por el agua, alcanzando gran fuerza cuando la intensidad de las lluvias y su duración es larga. En este tipo de amenaza también ocurre la llamada reptación, que no es más que la deformación que sufre la masa de suelo o roca como consecuencia de movimientos muy lentos

por acción de la gravedad. Se suele manifestar por la inclinación de los árboles y postes, el corrimiento de carreteras y líneas férreas y la aparición de grietas en el terreno.

Un impacto común de los deslizamientos es la enorme pérdida económica sobre plantaciones de café u otros cultivos ubicados en las faldas de las montañas, los cuales en ocasiones se pierden en su totalidad por arrasamiento. Se dice que este ha sido además una de las causas del éxodo de personas desde las montañas hacia los poblados y ciudades más cercanas (Villalón et al, 2012).

El movimiento de una ladera, generalmente en dirección hacia abajo, de masas rocosas de suelo producto de la debilidad del terreno se puede presentar de dos formas: 1) Rotacional, donde los desplazamientos ocurren o tienen lugar a lo largo de una superficie de ruptura de forma curva o cóncava; 2) Traslacional, en el desplazamiento de una masa a lo largo de una superficie de ruptura de forma plana u ondulada. Los deslizamientos de tierra ocurren con mayor frecuencia que cualquier otro evento geológico.

Cuba y Colombia, son naciones que no están exentas de sufrir el impacto de los deslizamientos como amenazas naturales catalizadas por las lluvias y los terremotos. Por sus condiciones naturales, poseedoras ambas de cadenas montañosas extensas de grandes alturas, donde nacen ríos largos y caudalosos como el Cauto, en la nación cubana y el Magdalena, en Colombia, con regiones de geología favorable, donde en muchos casos se encuentran grandes cortezas de intemperismo y zonas sismogeneradoras catalogadas como de mayor peligrosidad sísmica y, donde sin dudas se pueden producir terremotos fuertes con aceleraciones capaces de generar fallos del terreno, los cuales generan estos grandes deslizamientos de tierra en forma de caídas de rocas, avalanchas y expansiones laterales de laderas (Villalón et al, 2012).

En Cuba existen antecedentes históricos acerca del impacto de deslizamientos de tierra, tanto catalizados por temblores de tierra como por huracanes e intensas lluvias, siendo estos los más recurrentes. Estos impactos han traído para las provincias donde ocurren pérdidas de vidas humanas como en el caso del deslizamiento de Vega Larga en Matías, Tercer Frente en 1963 al paso del ciclón Flora (Villalón et al,. 2010). Precisamente durante el paso de este ciclón se produjo un fuerte impacto ambiental en la Sierra Maestra, en particular en el municipio Guamá, cuyos daños psicológicos perduran

hasta nuestros días y que a su vez es causa de otras afectaciones. Se trata de la formación de represas naturales en las montañas producto de los numerosos deslizamientos (Seisdedos et al., 2001).

Una experiencia diferente como ya fue explicado, fue el reciente desastre ocurrido en Mocoa, (Ver Figura 1.7). Aún se adolece de resultados precisos y de análisis rigurosos para entender el conjunto de causas que ocasionó la muerte de más de 300 colombianos. Eventos como estos no suelen ocurrir solo por los efectos del cambio climático o a la furia de la naturaleza, sino también por la incompetencia de los planificadores y tomadores de decisiones en el momento de planear los desarrollos urbanos. Las limitaciones en la capacidad institucional de las autoridades ambientales locales, los cuales en ocasiones se desbordaban en esfuerzos para impedir la deforestación o para proteger los cauces naturales y lugares de desfogue de las corrientes de agua superficial, constituyen otras de las causas.



**Figura 1.7.** Imágenes el desastre de Mocoa

Fuente: fotos tomadas del sitio: <http://lasillavacia.com/sites/default/files/portadas/mocoa2.jpg>

Un análisis específico sobre las causas que originó el evento de Mocoa aporta los siguientes resultados:

1. Las intensas lluvias. En un poco más de tres horas cayeron 130 milímetros de agua (el 30% de lo que cae en el Putumayo en un mes). Los expertos que analizaron la situación, sostienen que la noche de la tragedia se aportó la cantidad de lluvia antes señalada, de modo que era imposible prever esta situación.
2. Serios problemas de deforestación en la pendiente por la cual se produjo la avalancha. Esto ocurre en Putumayo por los fuertes problemas de deforestación debidos a la presencia de actividades antrópicas como la minería ilegal y la ganadería extensiva.
3. Problemas relacionados con cultivos ilícitos, que tienen una incidencia considerable en la afectación de la superficie boscosa de la selva.
4. Ausencia de sistemas sostenibles en una región amazónica que debe cuidar su riqueza ambiental.
5. En el departamento de Putumayo ningún municipio tiene agua potable y se adolece de vías terciarias, lo cual es grave porque si los campesinos no tienen vías terciarias para llevar a otras regiones los productos de consumo humano diario que cultivan, la única alternativa entonces que les queda es sembrar coca. Es por esto que se reporta que Putumayo es el segundo departamento con mayor número de cultivos ilícitos, (Elpais.com.co, 2017; Ospina, Yefferson. 2017).

Otro evento singular y muy peligroso inducido por el deslizamiento es la formación de represas naturales en ríos y montañas arriba. Estas se forman cuando el material deslizado cae en gran cantidad dentro del cauce, ocasionando la paulatina acumulación del agua detrás de esta área; con el tiempo el propio flujo de agua socava el material produciendo una ola de agua que se transporta río abajo e inunda el valle con gran poder destructivo.

Años atrás en la región oriental de Cuba, las precipitaciones catalizaron los deslizamientos en las zonas de los cauces en más de siete ríos (La Mula, Peladero, Río Grande, Bayamita, Guamá, Palma Mocha, La Plata y La Magdalena), todos localizados en el municipio costero de Guamá. Estos deslizamientos provocaron el represamiento de millones de metros cúbicos de agua creando embalses naturales. La presión de las corrientes fluviales destruyó los diques, poniendo en movimiento grandes masas de agua que inundaron y arrastraron a su paso grandes volúmenes de rocas, fango, árboles y todo lo que se



encontraba a su paso, erosionando fuertemente las orillas, rellenando pozas y cambiando los cauces de los ríos (Seisdedos et al., 2001). De los impactos más importantes en la actualidad reportados en estos ríos es el alto grado de colmatación (acumulación de sedimentos) que presentan sus cauces en las desembocaduras. Muchos de estos ríos antes del paso del huracán Flora en 1963 eran navegables. Hoy esto tiene también sus consecuencias y es que los ríos son fácilmente desbordables dado la reducción de la capacidad de transporte de agua por reducción del cauce (Villalón et al., 2012).

Como ya referimos existen deslizamientos de tierra provocados a partir del corte de laderas durante la construcción de viales, donde en ocasiones, el talud se mantiene inestable, produciendo constantemente caídas de rocas (Villalón et al., 2012) En todos los casos los deslizamientos o movimientos de masa no son iguales, y para poder evitarlos o mitigarlos es indispensable saber las causas y la forma como se originan. Sus consecuencias traen efectos adversos tales como el represamiento y desbordamiento de ríos, las pérdidas de vidas humanas y materiales; daños a las obra de infraestructura, viviendas, escuelas, carreteras así como la incomunicación de pueblos y las pérdidas económicas y materiales.

### *1.2.5. Amenazas inducidas o antrópicas*

El adjetivo antropogénico o antrópico se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas. A diferencia de las amenazas que tienen causas naturales sin influencia humana, estas ocurren por la acción del hombre<sup>3</sup>.

Existen diferente tipos de amenazas antrópicas. La mayoría de ellas produce un severo impacto en el medio ambiente de la Tierra. Pueden ser el resultado de los procesos de industrialización, y las influencias que causan cambios ecológicos, en particular cambios climáticos. Sus manifestaciones repercuten en la deforestación y la reconversión de tierras para actividades agrarias y ganaderas. El desarrollo industrial también produce emisiones humanas derivadas del empleo de aerosoles antrópicos y emisiones de CO<sub>2</sub> así como de otros

---

<sup>3</sup> La palabra *antropogénico* no se encuentra plasmada en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. En el caso del término *antrópico* puede ser consultado en, RAE y ASALE (2014). «antropogénico». *Diccionario de la lengua española* (23.ª Edición). Madrid: España. ISBN 978-84-670-4189-7.

gases contaminantes y nocivos que se generan. Actividades como la ganadería, el transporte, la producción y manufactura del cemento, impactan en el paisaje natural y derivan en ocasiones en grandes desastres.

Un ejemplo muy común de amenaza antrópica son los incendios forestales. Esto no es más que el fuego que se extiende sin control en un terreno forestal o silvestre cuyo impacto afecta a las superficies vegetales, la flora y hasta la fauna (Wikipedia, 2017). Los incendios constituyen siniestros que generalmente ocurren en áreas cubiertas por vegetación, árboles, pastizales, malezas, matorrales y en cualquier otro lugar donde existan asociaciones vegetales. Cualquier incendio es destructivo. Esta es una de las amenazas más comunes donde las estructuras de las poblaciones forestales naturales o artificiales -bosques, repoblaciones forestales y pastizales, quedan afectadas.

Especial cuidado se debe tener a la hora de diferenciar los incendios, pues estos también pueden ocurrir como consecuencia de la sequía, donde las ramas de los árboles secas, al interactuar entre ellas producto de la acción del viento, genera un fuego que puede llegar a devastar inmensas hectáreas de tierras. En este último caso esta sería considerada una amenaza de origen natural. Las causas que originan un incendio forestal pueden ser varias y se dividen en: 1) causas naturales que representa el por ciento más bajo de los casos (solo un 5%), a estas puede atribuírsele la caída de un rayo y, 2) causas intencionadas, representan un 60-70 % de los casos. Las causas más comunes son la quema no autorizada, ilegal e incontrolada de superficies agrícolas, ya sea para la eliminación de rastrojos o matorrales "quema agrícola" o para la regeneración de pastos para el ganado. Otras motivaciones menos corrientes detrás de un incendio provocado son la piromanía, usos cinegéticos, vandalismo, venganzas personales, especulación urbanística y por cotizar a un menor precio la madera<sup>4</sup>. En este caso este delito de incendio se encuentra legislado en muchos países.

La humanidad ha evolucionado constantemente acompañada por el fuego, pero esta unión no siempre ha sido afortunada. Con frecuencia, debido a descuidos humanos, el fuego sale de control y se convierte en incendio, su modalidad más amenazante y destructiva, es uno de los factores que más influyen sobre la estructura y funcio-

---

4 Ver Estadísticas de Incendios Forestales del Ministerio de Medio Ambiente de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente.

namiento de gran parte de los ecosistemas terrestres, y contribuye a modificar la atmósfera actual debido a las emisiones de carbono y otros gases (Prentice *et al.*, 2000).

Los incendios son causa de grandes pérdidas económicas, producen verdaderas catástrofes ambientales a diferentes escalas con importantes daños al medio ambiente como la flora asociada al bosque, la fauna, el agua, el suelo, entre otros elementos. Por otro lado contribuye a inyectar a la atmósfera grandes cantidades de gases de efecto invernadero y por tanto, al aumento de la temperatura media del planeta (Batista, 2000).

Las características del ambiente tienen gran influencia en el inicio, la propagación y la intensidad de los incendios forestales. Los factores más relacionados con los incendios son: las condiciones meteorológicas, el material combustible, la topografía y el tipo de cobertura vegetal. Estos están frecuentemente condicionados por las variaciones climáticas, ya que el comportamiento de algunos elementos meteorológicos que caracterizan el clima tiene efectos particulares sobre el comportamiento del fuego, incluyendo decisivamente en la ignición y propagación de los incendios.

Las relaciones entre el clima, la meteorología subyacente y el fuego están claramente establecidas. Los incendios tienden a ocurrir en aquellos sitios que no son, ni muy húmedos, por la dificultad de que la vegetación prenda y se propague, ni muy seco, por la falta de combustible. Así, en las zonas intermedias, con suficiente productividad para que haya vegetación abundante pero con un período seco, serían las más propicias.

Los incendios tienen características de propagación distintas según sea la cobertura del suelo que se quema, por ejemplo: en la quema de pastizales, el fuego es predominantemente rastrero, por ende es de rápido avance, además se caracteriza por ser un gran foco de calor de corta duración, y puede salir de control repentinamente. Cosa contraria ocurre con los incendios de bosques o vegetación arbórea, en donde las quemaduras o incendios avanzan más lentamente porque los árboles poseen mayor humedad y la quema presenta mayor cantidad de humo, y son de avance más lento dependiendo de las condiciones medioambientales.

Obviamente, para dar aviso oportuno en un sistema de alerta temprana, es sumamente importante el tipo de vegetación que se quema y además contar con información de la cercanía de centros

poblados. A pesar de esto, el sistema de alerta temprana no es la solución a todos los problemas que implican los incendios, ya que no necesariamente evita que ocurran incendios, pero sí puede ayudar a prevenir que ocurran impactos mayores sí, con base en la alerta, se toman medidas apropiadas.

Dentro de los problemas que se presentan para gestionar los incendios forestales se destacan: a) problemas en el funcionamiento de las redes de alerta temprana; b) dificultades técnicas y desconocimiento de la población sobre a dónde acudir ante una emergencia como esta; c) falta de información cartográfica actualizada de las áreas forestales; d) mapas de suelos y de usos de la tierra no actualizados; y por último e) la mala distribución espacial de los puntos de monitoreo sobre las principales variables climáticas.

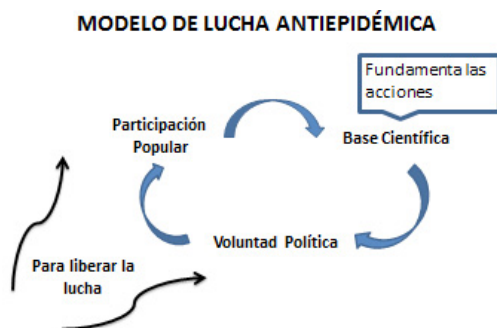
#### *1.2.5.1. Eventos Epidémicos*

Este tipo de amenaza es uno de los más preocupantes en la actualidad. La enfermedad es considerada la amenaza más peligrosa de todos los desastres naturales debido a que el agente infeccioso puede adquirir una propagación a nivel de epidemia o pandemia. En estos casos el problema se vuelve extremadamente complejo para todas las naciones en peligro. Entre las diferentes epidemias que ha sufrido la humanidad se encuentra la peste negra, la viruela y el sida. Otras enfermedades como el dengue y el cólera son el resultado de otros fenómenos naturales ocurridos.

La epidemia de ébola de 2014-2016 ha sido uno de los mayores brotes epidémicos producto de las enfermedades ocasionadas por el virus del mismo nombre. Se originó en diciembre de 2013 en Guinea, y se extendió posteriormente a Liberia, Sierra Leona, Nigeria, Senegal, Estados Unidos, España, Malí y Reino Unido. La Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el fin de la emergencia el 29 de marzo de 2016, aunque aún mantiene la vigilancia en los países más afectados por la aparición de casos aislados debido a restos aislados del brote, (Wikipedia, 2017).

Los profesionales del sector de la salud enfrentan eventos epidémicos y enfermedades transmisibles a partir del modelo de lucha anti-epidémica que se sustenta en tres elementos fundamentales: 1) base científica, 2) voluntad política y 3) participación popular (Figura 1.8). La base científica se materializa mediante la direccionalidad técnica

del sector de la salud. La voluntad política se expresa mediante la participación multisectorial, la disposición de los recursos humanos, materiales y financieros, liderado por las autoridades políticas y gubernamentales. Resulta de vital importancia la participación popular, pues las acciones no podrán ser logradas sin la intervención de la comunidad, donde los líderes comunitarios desempeñan un gran rol.



**Figura 1.8.** Modelo de lucha antiepidémica,  
Fuente: Orozco et al., 2010

En Cuba, destacan las enfermedades asociadas al síndrome febril y las enfermedades diarreicas agudas. La proliferación de estas enfermedades ha estado favorecido por la influencia de las condiciones climatológicas y por la cercanía a la costa (Orozco et al., 2010). Los diferentes peligros que este tipo de amenaza causan a la humanidad conlleva a que numerosas instituciones realicen acciones proactivas para controlarlas y de este modo evitar desastres.

### *1.2.3. Zonificación de amenazas*

La mayoría de las amenazas naturales mencionadas con anterioridad pueden cartografiarse y zonificarse según el nivel o valor estimado de su peligrosidad. Estas pueden ser definidas y delimitadas por áreas o zonas. Actualmente se emplean varias clasificaciones para la zonificación de las amenazas según sus niveles de impacto. Desde el año 2002, la UNDRO está promoviendo una uniformidad en cuatro niveles para las amenazas naturales. En varios países se han logrado distintos avances en la temática, pero se requiere continuar trabajando en su introducción a fin de lograr una estandarización en estas evaluaciones.

Es importante diferenciar el evento que caracteriza a la amenaza. La amenaza significa la potencialidad de ocurrencia de un evento con cierto grado de severidad, mientras que el evento en sí mismo representa al fenómeno en términos de sus características, su dimensión y ubicación geográfica. La evaluación de la amenaza o peligro, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando, con algún grado de aproximación, los sistemas físicos involucrados.

El valor de la amenaza obtenido permite tomar decisiones, en términos por ejemplo de las especificaciones sismo-resistentes que deben cumplir las edificaciones en los diferentes sectores de una ciudad, de acuerdo con las aceleraciones potenciales que probablemente tendrán que soportar durante su vida útil. Las amenazas naturales muchas veces se presentan de manera compleja y concatenada. Por ejemplo, un sismo puede provocar deslizamientos, licuefacción, corrimientos, tsunamis, etc., los cuales tienen diferentes efectos sobre los elementos expuestos (rupturas de embalses o reservorios, que a su vez provocan inundaciones y otros daños sucesivamente). Por tanto, una localidad o zona geográfica determinada no se ve enfrentada a una sola amenaza aislada, sino a un conjunto de ellas, o sea, «múltiples amenazas» o «multiamenazas».

Se habla entonces de unas condiciones de las amenazas, la mayoría de las cuales son inherentes al territorio y forman parte de los procesos naturales que en éste se desarrollan, aunque pueden tener cierta relación con algunas actividades realizadas por el ser humano, que igualmente provoca determinados peligros e inciden en el incremento o disminución de las vulnerabilidades. Evaluar la amenaza es “pronosticar” la ocurrencia de un fenómeno con base al estudio de su mecanismo generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de eventos en el tiempo. Un pronóstico puede ser a corto plazo, generalmente basado en la búsqueda e interpretación de señales o eventos premonitorios; a mediano plazo. Está basado en la información probabilística de parámetros o indicadores. A largo plazo se basa en la determinación del evento máximo probable en un período de tiempo que pueda relacionarse con la planificación del área potencialmente afectable.

Este tipo de evaluación se realiza por instituciones técnicas y científicas relacionadas con campos afines, la que varía desde estimaciones generales hasta análisis detallados. La cuantificación de la amenaza se plasma en mapas de diferentes escalas y se lleva a cabo en una "zonificación", en la cual, mediante un proceso de determinación de la misma en varios sitios, se delimitan áreas homogéneas o zonas de isopeligro. A este tipo de cartografía se le conoce como mapas de peligros, los cuales son un insumo importante para la planificación física y territorial, y para la propia ejecución de proyectos constructivos y obras de infraestructura. Hoy existen recomendaciones en cuanto a niveles de amenazas y el desarrollo de proyectos constructivos se refiere. Su consulta es una herramienta útil. La Tabla No.1.3 muestra este tipo de clasificación.

**Tabla 1.3**

Clasificación para la zonificación de amenazas.

(Fuente: modificado de Kuroiwa, 2002.)

| Grado de la Amenaza | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ejemplos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Restricciones y Recomendaciones de uso                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alto                | <p>a. Las fuerzas naturales o sus efectos son tan grandes que las construcciones efectuadas por el hombre no las pueden resistir.</p> <p>b. De ocurrir el fenómeno las pérdidas llegan al 100%.</p> <p>c. El costo de reducir los daños es tan alto que la relación costo-beneficio hace impracticable su uso para fines urbanos.</p> | <p>a. Sectores amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (huaicos). - Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebradas que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo.</p> <p>b. Sectores amenazados por deslizamientos. Zonas amenazadas por inundaciones con gran fuerza hidrodinámica, velocidad y poder erosivo.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibido su uso con fines urbanos.</li> <li>• Se recomienda utilizarlos como reservas ecológicas, recreación abierta, o para el cultivo de plantas de ciclo corto, compatible con la frecuencia de la amenaza.</li> </ul> |

Sigue...

Cont...

|               |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alto          |                                                                                                                                                                                           | c. Sectores contiguos a las vértices de bahías en forma de V o U amenazados por tsunamis.<br>- Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones.                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Peligroso     | a. La amenaza natural es alta pero se pueden tomar medidas efectivas de reducción de daños a costos aceptables, utilizando técnicas y materiales adecuados.                               | a. Franjas contiguas a los sectores altamente peligrosos, la amenaza se reduce notoriamente, pero el peligro todavía es alto.<br>• Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.<br>• Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días.<br>• Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se permite su uso urbano después de estudios detallados por especialistas con experiencia, para calificar el grado de peligro y fijar los límites con el sector anterior.</li> <li>• Aceptable para usos urbanos de baja densidad.</li> </ul> |
| Peligro medio | a. Amenaza natural moderada.                                                                                                                                                              | a. Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas.<br>• Inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad.                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuado para usos urbanos.</li> <li>• Investigaciones geotécnicas normales.</li> </ul>                                                                                                                                                       |
| Peligro bajo  | a. Suelos donde se producirá baja amplificación de las ondas sísmicas.<br>b. Donde es muy remota la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales intensos o falla gradual del suelo. | a. Terrenos planos o con poca pendiente, roca o suelo compacto y seco, con alta capacidad portante.<br>b. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por actividad volcánica o tsunamis.                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideal para usos urbanos de alta densidad y la ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, cuarteles de policía, bomberos, etc.</li> </ul>                                                                      |



### 1.3. El concepto de Vulnerabilidad

Se entiende por vulnerabilidad como el factor interno de riesgo de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado. Los aspectos físicos la conforman. La vulnerabilidad puede también definirse como un estado de elevada exposición a determinados riesgos e incertidumbres, combinado con una capacidad disminuida para protegerse o defenderse de ellos y hacer frente a sus consecuencias negativas. La vulnerabilidad es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total, (UNDRO, 1979).

Autores como Ayala (2002), Cardona (2003), Lavell (2009), entre otros, plantean que la vulnerabilidad está representada por la predisposición intrínseca de elementos a sufrir daños debido a posibles acciones externas. Tiene causantes relacionadas con el comportamiento humano, tanto individual como social y, crece exponencialmente con el crecimiento de la población y los grandes conglomerados urbanos e industriales. La vulnerabilidad es un proceso dinámico y sus manifestaciones varían de una comunidad a otra, o de un año a otro. Sin embargo, la mayor vulnerabilidad está en la falta de recursos y el desconocimiento de los riesgos a que una ciudad está sometida, tanto a nivel de las poblaciones, las empresas, como de los tomadores de decisiones. Por esto es importante estudiar y conocer las fuentes de la vulnerabilidad para actuar sistemáticamente sobre ellas y reducir sus efectos negativos.

Lavell (2009) enfatiza en que la vulnerabilidad no es una propiedad absoluta sino relativa a un sistema en un contexto dado, y a una clase determinada de cambios o peligros. En otras palabras, un sistema se muestra vulnerable frente a ciertas perturbaciones, pero robusto frente a otras. Sin embargo, algunos sistemas son tan frágiles que exhiben vulnerabilidad frente a muchos tipos de perturbaciones, y en ese sentido se les podría atribuir una "vulnerabilidad genérica".

La vulnerabilidad, puede clasificarse como de carácter técnico y de carácter social, siendo la primera más factible de cuantificar en términos físicos y funcionales, como por ejemplo, la cuantificación del comportamiento esperado de obras existentes o la interrupción de los servicios. La vulnerabilidad de carácter social, a diferencia de la primera, prácticamente sólo puede valorarse cualitativamente y

en forma relativa, debido a que está relacionada con aspectos educativos, culturales, sociales, de salud, etc. (Cardona, 2003).

En Cuba, el término de vulnerabilidad se refiere a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los elementos bióticos o abióticos expuestos al impacto de una amenaza o peligro de determinada severidad. Se relaciona directamente con las cualidades y propiedades del, o de los elementos en cuestión, en relación con la amenaza o las amenazas que podrían incidir sobre ella, (AMA, 2008). Los estudios de vulnerabilidad permiten determinar el nivel de exposición y predisposición o susceptibilidad a la pérdida de un elemento o grupos de elementos, ya sean personas, lugares, bienes materiales o actividades socioeconómicas de cualquier tipo, ante un peligro específico de parámetros definidos. El estudio de vulnerabilidad, según Batista (2006), es el punto de partida para el conocimiento del riesgo e incluye análisis de las vulnerabilidades estructural, no estructural, funcional y social. La Tabla No. 1.4 muestra algunas definiciones de vulnerabilidad ofrecidas por el IPCC, (2007) (2014) y por Monterroso et al., (2012) evidenciando su relación con los parámetros de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

**Tabla 1.4**

Definiciones de vulnerabilidad, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (Fuente: CGACC, 2015).

|                | IPCC, 2007                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | IPCC, 2014                                                                                                                                                                                                                                          | Monterroso et al (2012)                                                                                          |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vulnerabilidad | Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un <i>sistema</i> para afrontar los efectos adversos del <i>cambio climático</i> y, en particular, la <i>variabilidad del clima</i> y los fenómenos extremos.<br>La vulnerabilidad <i>dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación.</i> | Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la <u>sensibilidad</u> o susceptibilidad al daño y la falta <u>de capacidad de respuesta y adaptación.</u> | El grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema para enfrentar los efectos adversos del cambio climático |

Sigue...

Cont...

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exposición   | No hay una definición precisa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | La presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente. | Está relacionada con el estrés climático de una unidad particular de análisis (O'Brien et al. 2004), el factor estresante y la dirección y el grado de cambio en las variables climáticas. La exposición puede ser representado como cambios en las condiciones climáticas a largo plazo o como los cambios en la variabilidad climática, incluidos los cambios en la magnitud y frecuencia de los eventos extremos (Parry et al. 2007). |
| Sensibilidad | Grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático.<br>Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperaturas o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras por haber aumentado el nivel del mar). | Se mantiene la definición de IPCC 2007                                                                                                                                                                                                               | Se refiere al grado de respuesta del sistema (en este caso, debido al cambio climático). Es también el grado en que un sistema está potencialmente modificado por una perturbación; humana y ambiental. Son condiciones que pueden mejorar o empeorar los impactos (Parry et al., 2007).                                                                                                                                                 |

Sigue...

Cont...

|                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Capacidad adaptativa | Conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces. | La capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos a adaptarse a los posibles daños, aprovechar las oportunidades, o para responder a consecuencias. | Describe la capacidad de un sistema para adaptarse a condiciones cambiantes (O'Brien et al., 2004). Es la capacidad de un sistema para cambiar sus circunstancias para moverse a una condición menos vulnerable (Luers et al., 2003) y para modificar o anticiparse a los conductores de cambio |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 1.3.1. Principales enfoques y tipos de vulnerabilidades

Los enfoques de vulnerabilidad tienen diferentes alcances, con base en la definición de su problema central, la pregunta que se busque responder, y el entendimiento de los problemas complejos que deben ser analizados en la interdisciplinariedad, lo cual garantiza su enfoque integrado.

La vulnerabilidad presenta diferentes dimensiones, dentro de las que se destacan: la dimensión económica, la social, ambiental, política, educativa, institucional, cultural e ideológica. La información para evaluar la vulnerabilidad proviene de diferentes sectores e instituciones de la sociedad, de los centros de investigación y estudios académicos, así como de otras instituciones como son la vivienda, los organismos de planificación del territorio, las instituciones públicas y privadas, los censos y encuestas nacionales, regionales y territoriales y las oficinas de estadísticas. La información oficial que brindan los gobiernos y ministerios así como las aportadas por la población son elementos claves. Una de las maneras de concebir la vulnerabilidad es a través de la siguiente fórmula.

$$V = f (\text{Exposición} + \text{Sensibilidad} - \text{Capacidad Adaptativa})$$

Es importante resaltar que existen diferentes tipos de vulnerabilidades. La vulnerabilidad depende de varios factores. La consulta bibliográfica realizada (Cardona, 2003; Lavell, 2009; Guasch *et al*, 2008; Milanés, 2014; Milanés y otros, 2015) identifica esencialmente varios tipos de vulnerabilidades. Destacan: *vulnerabilidad ambiental, vulnerabilidad física, vulnerabilidad social, vulnerabilidad económica y vulnerabilidad política e institucional*, también conocida como *organizativa*.

También existe la *vulnerabilidad estructural* (Directiva 1, 2005; 2010; AMA, 214). Esta analiza la capacidad resistiva de las edificaciones del fondo habitacional a las fuerzas destructivas de los diferentes peligros. En su análisis se considera la tipología constructiva, el estado técnico y la altura de las edificaciones y los parámetros de localización como tipos de suelos, cotas, entre otros elementos claves. La *vulnerabilidad estructural* también suele referirse a los elementos estructurales de la edificación, es decir cimientos, muros portantes, vigas, columnas, entresijos y cubiertas que pueden ser afectados ante una amenaza o peligro determinado. En el caso de los asentamientos urbanos y rurales que se localizan dentro de un territorio, el número de estructuras expuestas varían en dependencia del tipo de amenaza y de las características del diseño de las edificaciones.

Como parte de los principales aspectos que propician el aumento de la vulnerabilidad estructural se encuentran:

- Edificaciones construidas con tipologías arquitectónicas inadecuadas, susceptibles ante acciones generadas por sismos moderados y fuertes (mampostería simple, pórticos de hormigón armado sin adecuado reforzamiento).
- Estructuras antiguas con más de 100 años de explotación.
- Ausencia de mantenimiento sistemático.
- Construcción de nuevas edificaciones sin tener en cuenta los requisitos establecidos para lograr estructuras sismo-resistentes.
- Mala calidad en la construcción de estructuras por el empleo de materiales constructivos no adecuados, (madera, cartón, latón) lo cual eleva la vulnerabilidad de las viviendas.
- Alta concentración y densidad poblacional en asentamientos costeros producto de las migraciones del campo a la ciudad, (Milanés y Pacheco, 2011).

- Para la amenaza sísmica influye en este tipo de vulnerabilidad las características del diseño de las edificaciones. El uso de plantas en diferentes formas (L, O, U y C) sin juntas adecuadas, propicia la aparición de fenómenos indeseados como la torsión y el golpeteo.
- La presencia de puntales y niveles diferentes provee irregularidades verticales que provocan rigidez entre estos afectándose la respuesta de la edificación ante acciones sísmicas.
- El empleo del balcón en edificaciones coloniales carentes de mantenimiento. En este caso se afecta la regularidad horizontal y vertical que los códigos vigentes especifican como requisitos básicos para lograr estructuras con un desempeño sísmico satisfactorio, (Vaz 2012).

La *vulnerabilidad no estructural* evalúa las afectaciones que pueden sufrir las líneas vitales del territorio como carreteras, sistemas de gasificación, comunicaciones, sistema energético, torres de alta tensión y redes eléctricas. Incluye las infraestructuras soterradas por caso de inundación. Por último analiza el estado del sistema de drenaje y las redes de alcantarillado, (Directiva 1, 2010).

Otro tipo de *vulnerabilidad* es la *física*. Esta no es más que la suma de tres vulnerabilidades, (*estructural, no estructural y funcional*). La *vulnerabilidad física* es definida como la capacidad o propensión de ser dañado que tiene la estructura y funciones del elemento estudiado, -persona, edificación o comunidad, (Milanés y otros, 2015).

Si se realiza un análisis al interior de la *vulnerabilidad funcional* sucede lo mismo. Las vulnerabilidades estructural y no estructural, expresan los factores de exposición, es decir, permiten valorar el grado de exposición del territorio estudiado a la influencia de las diferentes amenazas. La *vulnerabilidad física*, esta expresada por la ubicación del escenario, elemento o comunidad expuesta con respecto a los peligros estimados y por las condiciones técnico-materiales que determinan la resistencia para absorber los efectos del fenómeno amenazante. Esta es la vulnerabilidad más estudiada de todas. Permite determinar la causa de las fallas de los elementos y sistemas constructivos, tanto en el aspecto estructural como no estructural. Hoy existen muchos métodos cualitativos y cuantitativos así como metodologías para su estudio y determinación, pero lo

cierto es que aún es insuficiente el dominio que se tiene sobre los factores condicionantes y desencadenantes de ésta vulnerabilidad. Guasch *et al*, (2008) plantea que entre estos se encuentran los siguientes:

- Ubicación de asentamientos humanos, edificaciones, sociales, viviendas, infraestructura, etc., en zonas propensas a ser afectadas por un determinado peligro.
- Inadecuado ordenamiento territorial que ignore zonas susceptibles a ser afectadas por fenómenos peligrosos (Ejemplo: planificar construcciones en zonas inundables, con peligro a deslizamientos, mala respuesta sísmica de suelos expansivos, etc.).
- Alto grado de vulnerabilidad estructural referida a la poca o nula resistencia de elementos estructurales que sostienen una edificación (Ej. construir obviando criterios sismo-resistentes).
- Alto grado de vulnerabilidad no estructural dentro de las construcciones, referida a la poca o nula resistencia de elementos no estructurales como falsos techos, divisiones interiores, equipamiento, muebles, etc.
- Inadecuado diseño de los sistemas o líneas vitales internas de las edificaciones u obras de infraestructura (Agua, electricidad, comunicaciones, etc.), que les permita seguir funcionando y prestando servicios en situaciones de desastres.
- Falta de exigencia y control de los niveles básicos (poblados, comunidades, municipios, provincias, estados) así como de las normativas y regulaciones para construir edificaciones de forma segura.

Es común encontrar evaluaciones referidas a la *vulnerabilidad urbana* y la *vulnerabilidad sísmica*, estas llevan intrínsecas el análisis de las *vulnerabilidades social y física*. La *vulnerabilidad ambiental* (también conocida como natural o ecológica), es una expresión de la fragilidad de un ecosistema, de su susceptibilidad a sufrir transformaciones significativas ante el impacto de un peligro natural o por la transformación que el hombre realiza sobre este. Incide en el equilibrio natural de los factores bióticos y abióticos del medioambiente de la región que se trate; en muchos casos esta vulnerabilidad se encuentra ligada al desarrollo económico (ej. actividad de turismo de naturaleza) y la cultural de la población (cuando

la flora y fauna son autóctonas, ni se identifican culturalmente una comunidad por su apreciación o consumo). Entre los factores que generan este tipo de vulnerabilidad están:

- La deforestación descontrolada de espacios naturales protegidos o no.
- Lluvias que al caer sobre el suelo descubierto provocan erosión, meteorización, intemperismo, deslizamientos o derrumbes, inundaciones y avalanchas, entre otros.
- Manejo inadecuado de los recursos hídricos incidiendo en el ciclo hidrológico natural y por tanto disminuyendo la compactación y capacidad de suelos, especies animales y vegetales a regenerarse naturalmente, además de incrementar procesos de intrusión salina.
- Antropización de humedales que propicia inundaciones y penetraciones del mar.
- Caza indiscriminada de especies animales típicos que disminuyen su número, los procesos naturales de migración y por tanto el equilibrio del ecosistema.
- Construcción de infraestructuras en zonas naturales protegidas que cambian las relaciones de equilibrio de ecosistemas.

La *vulnerabilidad económica* está relacionada con el desarrollo económico de un país y muy especialmente con las relaciones de producción económico-comerciales que se establecen en el escenario y su entorno. También influye en su análisis el acceso y uso de los recursos disponibles para una correcta administración de los mismos. Determinar la capacidad de respuesta de las comunidades ante situaciones de emergencias y desastres permite establecer marcadas diferencias en las situaciones post-desastres entre los países desarrollados y los en vías de desarrollo. Entre los factores reconocidos en la literatura internacional que dan paso a esta vulnerabilidad se encuentran:

- El uso inadecuado de los recursos materiales y financieros en la disminución de la vulnerabilidad.
- Relaciones de producción inadecuada o deficiente entre individuos de los sectores productivos.



- Identificación y administración errónea de las actividades económicas principales de una región.
- Presupuestos limitados para la compra de materiales especiales y reforzamiento estructural de construcciones que en un futuro deberían resistir el impacto de peligros severos tales como: sismos, fuertes vientos, tornados, tormentas, impacto de fuertes corrientes de agua, etc.
- Limitaciones en el aseguramiento financiero de edificaciones ante el impacto de peligros severos. (Guasch *et al*, 2008):

Algunos estudios homologan este tipo de vulnerabilidad con la *vulnerabilidad institucional o política*. Esta vulnerabilidad (también conocida como *organizativa*), aparece cuando prevalecen los requisitos de forma sobre las necesidades de fondo de una comunidad, cuando por el contrario no existe del todo un marco legal e institucional que norme determinados requisitos en la construcción de los proyectos constructivos y de infraestructura, o cuando el modelo organizativo y de gestión empresarial no sea el más idóneo ni garantice de forma eficiente los intereses colectivos relacionados con la protección de la población y los recursos económicos en situaciones de desastre, su prevención y reducción, y en consecuencia el desarrollo sostenible. Entre los factores más conocidos están:

- La politización, la corrupción y la burocratización.
- Excesivas normas y trámites legales, o normativa deficiente o sin soporte técnico y científico adecuado.
- La proliferación de controles innecesarios.
- La falta de organización interinstitucional en situaciones de peligro, emergencia y desastres; por tanto su colaboración en procesos de evacuación y protección de recursos humanos, materiales y financieros.
- Deficiente o falta de voluntad política para atender la situación de vulnerabilidad en que se encuentra la comunidad.
- Incapacidad gubernamental para formular propuestas alternativas, que permitan reducir los niveles de dependencia de las decisiones o recursos externos.

- Falta de un procedimiento adecuado que permita desde el punto de vista gubernamental estudiar, diseñar, organizar, dirigir, ejecutar, controlar y mejorar continuamente acciones para gestionar riesgos y reducir desastres.

Por último y no menos importante se encuentra la *vulnerabilidad social* la cual se refiere a las relaciones, formas de organización, creencias, comportamientos y formas de actuar de las personas y comunidades que les permita absorber de forma más rápida y segura los efectos de una situación adversa. Son diversos los factores que hoy en día condicionan este tipo de vulnerabilidad. Muchos autores la reconocen por el gran peso e influencia que ejerce en los restantes tipos de vulnerabilidades presentes en un escenario en riesgo. Entre los factores más reconocidos que generan este tipo de vulnerabilidad según Guasch *et al*, (2008) se hayan:

- La falta de conocimiento sobre las causas, los efectos y razones por las cuales se presentan los desastres en una región vulnerable.
- Desconocimiento de los desastres ocurridos anteriormente, así como, falta de preparación tanto individual como colectiva en la manera de actuar ante una situación de desastre.
- Pobre o nula existencia de programas de capacitación en temas de reducción de vulnerabilidades y prevención de desastres.
- No revertir todo el conocimiento científico y tecnológico en las comunidades, para convertirlo en herramienta que contribuya a disminuir las vulnerabilidades.
- Descuidar el control sobre las mujeres embarazadas, los niños, minusválidos, discapacitados y adultos mayores, ya que son grupos sociales que presentarán las mayores dificultades para responder ante situaciones de emergencia. Este control permite tomar medidas preventivas.
- No mantener una adecuada información y comunicación hacia las comunidades y decisores en todos los niveles, contribuye a disminuir el nivel de resistencia y percepción del peligro y daño futuro que pudiera ocasionarse luego del desastre.

- Planes de reducción de desastres que no contemplen estudios complementarios adecuados y actualizados de peligros naturales y antrópicos existentes en una localidad.
- Pérdida de la memoria histórica de los desastres ocurridos en el pasado de la comunidad que permita mantener el conocimiento sobre los posibles daños.
- Bajo nivel cultural y calidad de vida de la población en general.

Es importante mencionar además que todas estas categorías de vulnerabilidades cambian de comportamiento y resultados en dependencia de las variables empleadas y según los tipos de amenazas para las que son analizadas. Ante la variada clasificación de vulnerabilidades, (vulnerabilidad estructural ( $V_e$ ), no estructural ( $V_{ne}$ ), ecológica ( $V_{ec}$ ), social ( $V_s$ ), funcional ( $V_f$ ), **física** ( $V_{fs}$ ), económica ( $V_{en}$ )), en Cuba se calcula en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos, el análisis de la vulnerabilidad total ( $V_t$ ) que no es más que la sumatoria de cada una de ellas como plantea la siguiente formula.

$$V_t = (V_e + V_{ne} + V_f + V_{ec} + V_{en})$$

Una estimación detallada de las vulnerabilidades podrá ser analizada de forma anticipada, siempre que se consideren los efectos locales y las condiciones de topografía, geomorfología, subsuelo, clima, las medidas de protección y el conocimiento de las insuficiencias de mantenimiento y rehabilitación de infraestructuras, entre otros aspectos básicos.

Es necesario siempre realizar o actualizar los estudios de peligro o amenazas y el re-cálculo de los diferentes tipos de vulnerabilidades ante desastres en aras de establecer programas de rehabilitación para reducir el riesgo de las infraestructuras críticas, particularmente en viviendas, escuelas y hospitales. El desarrollo de algoritmos automatizados de análisis y, el frecuente intercambio de información a escala mundial, han facilitado la posibilidad de evaluar el comportamiento esperado de las construcciones e instalaciones sometidas a diferentes amenazas. Con ello, el análisis e identificación de las debilidades de las obras hechas por el hombre es una tarea cuyo rango de incertidumbre se ha reducido sustancialmente.

En la cuantificación del comportamiento esperado de obras existentes, la mayor incertidumbre proviene de los datos que las caracterizan: resistencia de los materiales, estado de las fundaciones, carbonatación del hormigón, material y estado de tuberías, entre otros elementos. Esta es la razón por la cual en la cuantificación de la vulnerabilidad bajo una cierta amenaza, debe reconocerse la naturaleza incierta del comportamiento o estado final de la obra analizada.

La vulnerabilidad de un determinado componente o sistema, se expresa como probabilidad de alcanzar un determinado estado  $E_j$  dado que ocurra  $A_i$ ; se expresa como:  $P(E_j/A_i)$  (Aparicio, 2004). Los estados  $E_j$  son previamente definidos a conveniencia y descritos en forma sucinta. En lo que se refiere a daños y operatividad de equipos es frecuente adoptar los cuatro estados de daño siguientes:  $E_1$  = No daños,  $E_2$  = daños leves; operativo,  $E_3$  = daños reparables; no operativo y por último  $E_4$  = daños graves o ruina; fuera de servicio.

Obsérvese que ocurrido un determinado fenómeno, el componente o sistema ha de quedar en uno de los cuatro estados adoptados. Aunque en la práctica existe la posibilidad de nombrar estados intermedios o separar, por ejemplo, en  $E_4$ , daños graves y ruina de forma independiente. Los estados que se adopten dependen en lo fundamental de las percepciones y normativas que se acojan.

Muchos de los factores mencionados pueden ser intervenidos con inversiones materiales y financieras para reducir la vulnerabilidad; sin embargo, otras veces sólo se necesita instruir, educar a la población en los elementos que les generan vulnerabilidad a su alrededor para que sean ellos mismos los generadores del cambio.

Por otro lado, es preciso declarar que existen determinadas condiciones que por sí solas generan vulnerabilidad en una comunidad determinada, entre estas se encuentran, la existencia de una sola fuente de agua, una sola vía de comunicación, una sola fuente de energía eléctrica; pocas opciones de producción autóctona o de comercio que generan dependencia externa; inexistencia de servicios básicos de salud, educación, y cuerpos de emergencia; existencia de plantas generadoras de contaminantes agresivos para la salud animal y vegetal u; opciones reducidas de evacuación, entre otras. Identificarlas y trabajar de forma priorizada para la reducción de estas condiciones que generan vulnerabilidad es vital en los procesos de gestión integrada de riesgos.

### 1.3.2. Vulnerabilidad y cambio climático

Para minimizar las vulnerabilidades ante el cambio climático debe de existir una adecuada coordinación entre las instituciones y los gobiernos locales. También entre los diferentes ministerios como el de educación, salud y vivienda. Las normas y comportamientos sociales, las formas de organización comunal, así como las costumbres, confianza y cultura de la sociedad también la condicionan.

Al ser definido con base en los enfoques derivados de diferentes disciplinas, no existe un único método para definir y medir la vulnerabilidad ante el cambio climático. Múltiples preguntas pueden ser formuladas al analizar esta relación, ejemplo: ¿A cuáles de las aristas del cambio climático se es vulnerable?; ¿Qué nivel de vulnerabilidad y a qué escala de trabajo nos referimos para comenzar un estudio?, ¿Será clave analizar primero al individuo, al grupo, o la sociedad en general? ¿Será mejor comenzar por el territorio, el municipio o considerar la nación de forma íntegra?; ¿Qué factores son determinantes para analizar la vulnerabilidad?. La vulnerabilidad se vuelve diferencial cuando existen desigualdades sociales, de género y económicas (Montero, 2016). Las fallas gubernamentales y la degradación del medio ambiente también la condicionan. La Tabla No. 1.5 muestra la relación de la vulnerabilidad con las fases de anticipación y previsión. La Tabla No. 1.6 las preguntas claves para los procesos de adaptación y resiliencia ante el cambio climático.

**Tabla 1.5**

Relación de la vulnerabilidad con las fases de anticipación y previsión.  
(Fuente: CGACC, 2015)

| Objetivo principal | Previsión                                                                                            | Explicación                                                                                         | Anticipación                                                                                                                  |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vulnerabilidad     | Probabilidad y estimación del daño asociado con determinados niveles de amenazas y vulnerabilidades. | Susceptibilidad determinada por factores socioeconómicos frente a diferentes tipologías de amenaza. | Riesgo relacionado con el efecto neto esperado de diferentes escenarios de cambio climático o riesgo asociado a un territorio |
| Sistema            | Físicos                                                                                              | Social                                                                                              | Socio-ecológico                                                                                                               |

**Tabla 1.6**

Preguntas claves para los procesos de adaptación y resiliencia ante el cambio climático. (Fuente: CGACC, 2015)

| <b>Vulnerabilidad y capacidad de adaptación</b>            | <b>No está conceptualizada la relación. Se enfoca en la capacidad de respuesta. No considera los procesos continuos.</b> | <b>La vulnerabilidad determina la capacidad de adaptación</b>                                                        | <b>La capacidad de adaptación determina la vulnerabilidad futura (que determina la resiliencia)</b> |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ¿A qué se refiere cuando habla de capacidad de adaptación? | A la capacidad de respuesta frente a eventos naturales, y al riesgo que se le asocia.                                    | A la adaptación; a la vulnerabilidad presente al cambio climático.                                                   | A la adaptación frente a la vulnerabilidad futura en relación con el cambio climático.              |
| De dónde arranca su análisis?                              | Escenarios de amenaza.                                                                                                   | Estrés y eventos críticos en el presente (económico, social y ambiental).                                            | Escenarios de cambio climático y amenazas relacionadas con el cambio climático.                     |
| Disciplina principal.                                      | Física e ingeniería.                                                                                                     | Ciencias sociales.                                                                                                   | Ciencias físicas, naturales y sociales.                                                             |
| Tipo de enfoque.                                           | Enfoque externo de vulnerabilidad frente a determinadas amenazas.                                                        | Enfoque integrados de vulnerabilidad interna de un grupo específico frente a varios determinantes de vulnerabilidad. | Enfoque integrado de vulnerabilidad multi-escalar de un sistema particular frente al cambio.        |

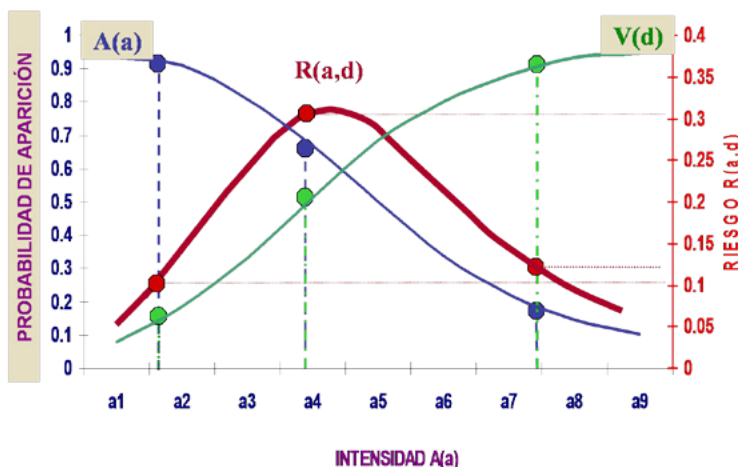
Sobre la información para los estudios de vulnerabilidad ante el cambio climático se puede decir que hoy se ha avanzado en la modelación de sus escenarios en algunas ciudades costeras, así como en la determinación de los principales riesgos e impactos globales esperados. Las propuestas de medidas de adaptación y mitigación son evaluadas e implementadas en varias naciones, a pesar de esto se percibe que se carece de información socioeconómica en la mayoría de los países donde también se cuestiona la calidad de la información existente.

La información necesaria para el análisis de las vulnerabilidades, en ocasiones no existe en los registros tradicionales, por lo que hay que construir y precisar informaciones sobre variables e indicadores que no se encuentran en las bases estadísticas de los países. En este caso tocaría modelar los nuevos horizontes de afectación ante el cambio climático en varios periodos como pueden ser para un futuro cercano (2015-2039); un futuro medio (2045-2069) y un futuro lejano (2075-2099).

#### **1.4. El riesgo**

El riesgo, daño, destrucción o pérdida esperada, se obtiene de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales peligros; matemáticamente es expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y período de tiempo (Spence, 1990). El riesgo se ubica en el futuro, pero no siempre se llega a reconocer que su génesis está en el pasado y el presente, de esto se deduce la necesidad y posibilidad de utilizar la interpretación de los resultados en función de reducir las causas que generan un desastre. Para evaluar el riesgo deben seguirse tres pasos:

- La evaluación de la amenaza o peligro.
- El análisis de la vulnerabilidad.
- La estimación del riesgo como resultado de relacionar los dos parámetros anteriores. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo. (Figura 1.9).



**Figura 1.9.** Gráfico que muestra la probabilidad de aparición del riesgo (R) en función de la amenaza A) y la vulnerabilidad (V) según el valor de la intensidad del daño.

Fuente: Banco Mundial, Mora, 2008

Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo. La reducción de los riesgos depende entonces de la velocidad, magnitud y extensión del peligro o amenaza; la posibilidad de predicción, prevención y el tiempo de aviso; la posibilidad de actuar sobre el proceso y controlarlo; así como, la posibilidad de reducir la vulnerabilidad.

En la actualidad existen varias maneras de calcular los riesgos. Una de ellas se plantea mediante la siguiente formulación general:  $R_t = (E)(R_s) = (E)(H) \cdot V$  (UNDRO, 1979). Otra forma de determinar riesgos es:  $Rie = f(A_i, V_e)$ , donde Amenaza o peligro es  $A_i$  y la vulnerabilidad  $V_e$ . (Cardona, 2003). La consulta bibliográfica pudo constatar que la formulación del riesgo más empleada considera que el riesgo es una multiplicación de la sumatoria de vulnerabilidades y peligros que se manifiestan en una área o elemento determinado, reflejado por sus intervalos de intensidades posibles a manifestarse, lo cual se corresponde con las concepciones analizadas con anterioridad (Castellanos *et al*, 2012). La figura 1.10 muestra la relación que existe entre la amenaza o peligro, la vulnerabilidad y el riesgo. (Ver figura 1.10)



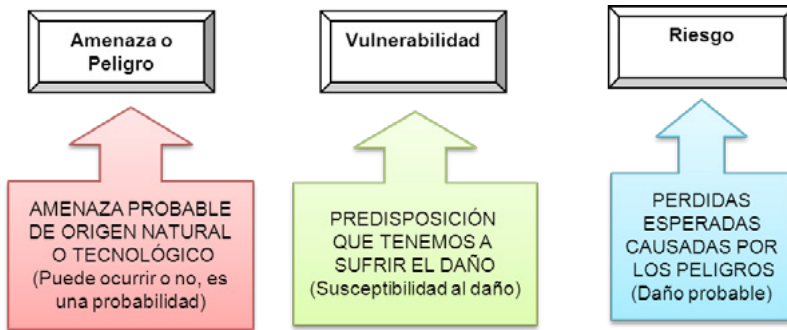
Dónde:

$V_i$ : Vulnerabilidad de los bienes expuestos ante un peligro de intensidad  $i$  ésima;

$P_i$ : Peligro de intensidad  $i$  ésima;

$n$ : Cantidad de intervalos de intensidades analizadas.

$$R = \sum_{i=1}^n V_i * P_i$$



**Figura 1.10.** Relación peligro o amenaza, vulnerabilidad y riesgos

Fuente: elaboración propia de los autores

El riesgo representa una inseguridad que en gran parte se construye por la propia sociedad; se distingue por el sello que le imprime la forma específica en que la naturaleza es socializada y la capacidad transformadora del individuo sobre lo natural. Por tanto, no es exclusivo de la sociedad moderna, pero sí es característico de ella.

Los riesgos se manifiestan cuando el hombre altera el equilibrio natural del medio desencadenando procesos potenciados por errores de cálculo y falta de predicción en obras de ingeniería, cuyo resultado escapa de su control o son de corrección difícil. Entre estos se encuentran los errores de cálculo y estimación de las propiedades físico- mecánicas de los suelos y las rocas, la inobservancia de la influencia de los procesos y fenómenos geológicos naturales en un área determinada, la aplicación inadecuada de determinados parámetros de resistividad a diferentes construcciones y obras de infraestructura, el uso inadecuado de los suelos para actividades económicas y sociales diversas, entre otras.

Cuando en una zona convergen uno o varios peligros o amenazas sobre los elementos vulnerables, se generan las condiciones de riesgo, de ahí la importancia de reconocer sus componentes y establecer la posibilidad de actuar sobre ellos de forma anticipada evitando la ocurrencia de desastres. El riesgo presenta las siguientes categorías de análisis:

- Riesgo específico (Specific risk – Rs). Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular, como una función de amenaza y de la vulnerabilidad. (UNDRO, 1979):
- Elementos en riesgo (Elements at risk - E). Lo conforman la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada. (UNDRO, 1979):
- Riesgo Total (Total Risk – Rt). Se define como un número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir el producto del riesgo específico Rs y los elementos en riesgos E. (UNDRO, 1979):

Las valoraciones relacionadas con la predictibilidad de riesgos requirieren que se incrementen los sistemas especiales de observación, alerta temprana y/o estudios específicos, también indica la toma de medidas en orden administrativo y tecnológico que conduzcan a garantizar cierto nivel de seguridad en las obras ingenieras y las distintas medidas de reducción de riesgos que se ejecuten.

Además de estas maneras, existen modos de determinar los riesgos por métodos más específicos planteados en los códigos o normas nacionales e internacionales para fenómenos sísmicos, inundaciones, y otros, los que dependen de datos históricos, tecnológicos, de los tipos de materiales, su estado, etc. En estos casos se aplican fórmulas y métodos de cálculo específicos para mejorar la resistencia de las edificaciones.

La evaluación de los posibles daños no es un proceso fijo y estático, por el contrario, es dinámico y cambia con la situación que se genera día a día, por lo cual debe llevarse a cabo periódicamente mediante instrumentos que permitan confirmar cuáles son las necesidades de los sectores más afectados, determinando específicamente los aspectos cuantitativos y cualitativos de la asistencia necesaria.

Por otra parte, una vez evaluado el riesgo y teniendo en cuenta que no es posible reducirlo a cero, para efectos de la planificación y el diseño de obras constructivas, de infraestructura y de protección, es necesario definir un nivel de "riesgo aceptable", o sea un valor admisible que, a juicio de las autoridades que regulan este tipo de decisiones, se considera lo suficientemente bajo para permitir su uso en la planificación física, la formulación de requerimientos de calidad de los elementos expuestos o para fijar políticas socio-económicas afines. Esta información es de suma importancia para obtener de manera rápida un diagnóstico sobre el funcionamiento y operatividad de los sistemas e identificar los daños y causas que los produjeron.

El riesgo muchas veces se puede estimar debido a la existencia de elementos y datos físicos que así lo permiten. En estas condiciones se puede decir que existe una vulnerabilidad y un riesgo específico. Otras veces estas valoraciones solo se pueden estimar cualitativamente, lo que igualmente permite tomar decisiones futuras para reducir las condiciones que lo generan.

La mayoría de las veces, los riesgos son inducidos y potenciados por errores humanos de cálculo y falta de prevención en obras de ingeniería o en la planificación física de ciudades y poblados, así como por la ubicación de infraestructuras y la realización de actividades sociales y económicas en zonas de elevado peligro. Son además provocados por el aumento de población, agricultura intensiva en regiones inadecuadas, ausencia de evaluación de diferentes tipos de efectos a largo plazo, entre otros aspectos.

Son numerosos los ejemplos de riesgos inducidos por la actividad humana, algunos pueden ser: afectaciones a los viales producto a los deslizamientos de tierra derivados de la modificación de la pendiente de equilibrio en la construcción de vías de comunicación, la rotura de presas o depósitos de agua, los hundimientos del terreno por explotaciones mineras, sobre-explotación de acuíferos o turbificación asociada a conducciones de agua, los terremotos desencadenados en el llenado rápido de embalses, los asentamientos, hundimientos y agrietamientos de construcciones en terrenos blandos, entre otros.

Los tipos de riesgos pueden relacionarse entre sí, lo cual puede complicar la situación e incrementar la vulnerabilidad en cuestión. Por cuanto no se debe concebir el análisis independiente sin que fi-

nalmente se realice una evaluación de los riesgos como un sistema, o sea, complementando esta evaluación con estudios multidisciplinarios, dentro de los que se incluyen: los geofísicos, geodinámicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, históricos, sociales, económicos, estructurales, entre otros. Esta tendencia va dirigida a incrementar y agrupar los elementos necesarios para una correcta toma de decisión en función de la disminución de los riesgos ante posibles desastres.

Es importante mencionar que para el éxito de las estimaciones probabilísticas (posibles daños económicos, pérdidas de vidas, etc.) o de evaluaciones subjetivas de riesgos (posibles daños psicológicos, a la familia, a la salud, entre otras), es necesario estudiar cada uno de forma ascendente, para finalmente diseñar las medidas y herramientas necesarias, que permitan reducir los daños en escenarios bajo riesgos. En la estimación del riesgo son necesarias múltiples técnicas y fuentes de información, las que, necesitan obligatoriamente ser integradas para obtener un resultado más preciso y confiable.

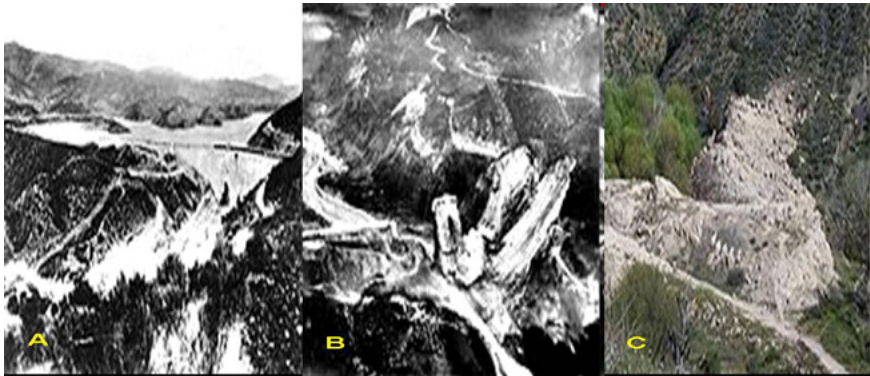
Al igual que el peligro o amenaza, el riesgo puede plasmarse en mapas, representando un "escenario", es decir, la distribución espacial de los efectos potenciales que puede causar un evento de una intensidad definida sobre un área geográfica, de acuerdo con el grado de vulnerabilidad de los elementos que componen el medio expuesto. Estos mapas son de fundamental importancia para la identificación y valoración del peligro y las vulnerabilidades presentes, las áreas en riesgo, así como para la elaboración de los planes de desarrollo que organismos operativos realizan en función de la reducción de desastres.

## **1.5. Los desastres**

Un desastre se puede definir como un evento o suceso que ocurre, en muchos casos, en forma repentina e inesperada, causando sobre los elementos expuestos alteraciones intensas, representadas en la pérdida de vida y en la salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad y/o daños severos sobre el medio ambiente. Esta situación significa la desorganización de los patrones normales de vida, genera adversidad, desamparo y sufrimiento en las personas, efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o un país y/o la modificación del medio ambiente; lo cual determina la necesidad de asistencia y de intervención inmediata (Cardona, 2003).

Para que se produzca un desastre deben ocurrir tres condiciones básicas fundamentales. Estas son: a) cuando se produce un fenómeno natural o inducido extremo; b) en un lugar muy habitado y, c) el fenómeno coge por sorpresa a los ciudadanos y sus efectos son inesperados o demasiado grandes.

Numerosos son los desastres ocurridos en la historia de la humanidad. El Capítulo 3 de este libro aborda algunos de los más representativos. En ejemplo a recordar es el desastre de la presa Saint Francis, en el condado de Los Ángeles, California, Estados Unidos. La obra fue terminada en 1926. El 12 de Marzo de 1928, falló debido a errores de cálculo geotécnico durante su ejecución. En este desastre murieron más de 600 personas. La Figura 1.11 muestra imágenes del inicio de la brecha (A), luego del desastre (B) así como la imagen actual de los restos de la base de la presa (C).



**Figura 1.11.** Desastre de la presa Saint. Francis.

Fuente: [http://en.wikipedia.org/wiki/St.\\_Francis\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/St._Francis_Dam)

Otro desastre relacionado con obras de ingeniería, es el de la presa de Tous en Valencia, España. Este ocurrió en octubre de 1982. La figura 1.12 muestra el inicio de la ruptura de la cortina y fuga de agua(A), la inundación provocada aguas abajo (B y C) y la marea de lodo y escombros que arrastró a su paso (D).

Los desastres generalmente ocurren por la sumatoria de varios factores dentro de los que destacan, las vulnerabilidades a que se exponen las ciudades, la poca preparación de la población y el carácter sorpresivo de los eventos que la condicionan.



**Figura 1.12.** Desastre Presa de Tous en Valencia. España.

Fuente: <http://www.alicantevivo.org/2007/06/desastre-en-la-presa-de-tous.html>

## 1.6. La resiliencia urbana

La experiencia en el estudio de los desastres introduce en los últimos años al término de resiliencia. El mismo constituye un elemento clave evaluado por distintos autores. La resiliencia es entendida como la capacidad de resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos que de manera oportuna y eficiente tienen una o varias personas o un conjunto de organismos. Según Mallqui Shicsche, 2013 "(...) *la resiliencia está llamada a constituir en los próximos años de estrecheces un elemento importante de gestión de la ciudad y sus servicios, complementando el concepto de sostenibilidad y sustentabilidad*".

Teniendo en cuenta que los desastres afectan generalmente a las zonas urbanas, en los últimos años se estudia su resiliencia, determinando que, la *Resiliencia Urbana* es aquella capacidad que

tienen los ecosistemas urbanos —o mejor aún, sus gestores— de anticipar eventos que afectarán la dinámica urbana; y de cómo las implicaciones que ciertos factores económicos, sociales o culturales de dicha dinámica transferirán a la ciudad elementos que le permitirán responder a las adversidades que se puedan presentar en el proceso de la gestión urbana, (Ultramari & Denis, 2007).

La resiliencia urbana, no es una nueva técnica de gestión de emergencias, es una “invitación” a tener una nueva mirada sobre el desarrollo de la ciudad. En un futuro el concepto de resiliencia, sustituirá progresivamente al concepto de sostenibilidad. Actualmente existen muchos proyectos internacionales enfocados a evaluar la resiliencia urbana. Algunos de ellos persiguen transmitir experiencias y actualizar y divulgar indicadores y metodologías para la planificación y la gestión urbana. El perfeccionamiento de la información catastral urbana básica para las principales ciudades vulnerables es un importante punto de análisis.

Algunos resultados buscan fortalecer la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y hombres y su incidencia en la resiliencia urbana. El fortalecimiento de instrumentos vinculantes en el proceso de Gestión para la reducción de riesgos de desastres y los estudios de peligros, vulnerabilidades y riesgos, así como el diseño de nuevas metodologías para evaluar el estado de las viviendas, son elementos claves. La resiliencia urbana tiene un componente importante en la potenciación de las economías locales, especialmente en la producción local de materiales de construcción así como en la sistematización de procedimientos replicables en otras localidades de la ciudad.

Por la necesidad de protección de los valores universales excepcionales, las zonas de amortiguamiento -buffer zone o zone tampon- están cobrando cada vez más importancia dentro del ámbito del patrimonio mundial para lograr una ciudad resiliente. Esto ha posibilitado la mitigación de afectaciones por desastres, combatir los problemas que se originan fuera de los límites de estas valores universales excepcionales en pos de realzar la integridad y establecer o facilitar las relaciones entre el área protegida y la más amplia zona urbana que la rodea. (Suarez y Olivera, 2015).

Guzmán (2014) plantea que “(...) el rol de la zona de amortiguamiento con respecto al bien que protege, irá de la mano de una

eficiente estrategia de gestión a largo plazo, que logre anticipar necesidades locales y las tendencias globales que puedan afectar al sitio, que permita usos y actividades que continúen las tradiciones y estilos de vida locales y que contribuyan a la protección y fomento de la participación de las comunidades locales.”

Si nos preguntáramos ¿ante cuáles riesgos se requiere la resiliencia del hábitat residencial de las zonas de amortiguamiento? podríamos contestar que se debe realizar una estimación general de los riesgos actuales y de los posibles para estas zonas de amortiguamiento inmediatas a la zona declarada como patrimonio mundial. Dentro de estos riesgos que afectan las ciudades se encuentran las amenazas de origen meteorológicas, los tectónicos-geológicos, el riesgo de degradación residencial y el riesgo de pérdida de los valores patrimoniales.

Muchos de los bienes inscritos en la lista del Patrimonio Mundial, al igual que sus correspondientes zonas de amortiguamiento, son sitios habitados. Esta condición agudiza las vulnerabilidades a causa del exceso de población residente en las áreas urbanas, los cuales en ocasiones presentan un fondo habitacional en malas condiciones, con una infraestructura envejecida. La precariedad de los servicios básicos se une a las afectaciones por los desastres ocasionados por huracanes, inundaciones, terremotos y otros desastres naturales y antrópicos, (Suarez y Olivera, 2015).

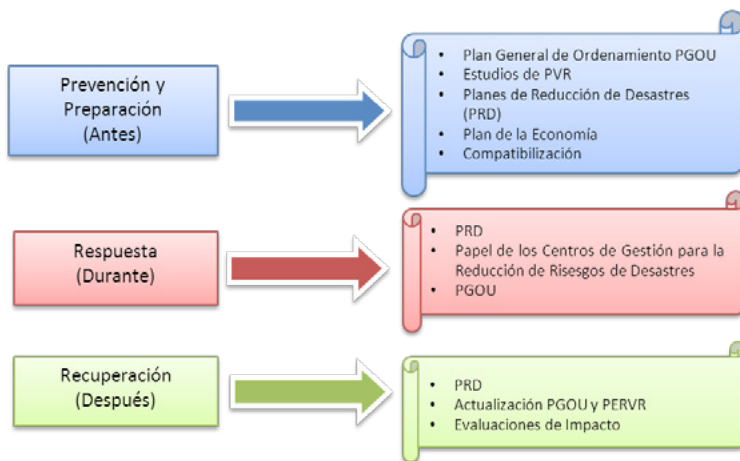
En muchos casos, las zonas de amortiguamiento que se vinculan a Centros Históricos Urbanos casi no reciben atención. Tampoco reciben los beneficios directos de la gestión y las acciones acometidas en las Zonas Declaradas Patrimonio Mundial. La problemática fundamental de estas zonas lo constituyen las viviendas, dado por el creciente riesgo de degradación residencial, el mal estado técnico constructivo de las mismas o la falta de mantenimiento en muchas de ellas. El efecto de los peligros en las ciudades, también se encuentra relacionado con la morfología urbana y con la tipología arquitectónica y constructiva de las edificaciones, (Coca, 2010).

La resiliencia urbana tiene un enfoque internacional. Es un término novedoso que se compara frecuentemente con la resistencia de la ciudad. Algunos han establecido que es inversamente proporcional con la vulnerabilidad. La ciudad resiliente es aquella que presenta las siguientes categorías:



1. Reduce pérdidas humanas y materiales.
2. Donde existe voluntad política para enfrentar la reducción de riesgos.
3. Cuando las circunstancias y los recursos disponibles logran eficacia en la Reducción de Riesgos de Desastres (RRD).
4. Aquella que no trabaja sólo en situación de emergencias, y consideran a la RRD cómo un proceso continuo.

La Figura 1.13 muestra la relación entre las etapas e instrumentos de gestión de riesgo para la resiliencia urbana.



**Figura 1.13.** Relación entre etapas e Instrumentos de gestión de riesgo para la resiliencia urbana.

En parte la resiliencia urbana está condicionada por la preservación del patrimonio. Sus dimensiones y paradigmas suelen ser abordados como un conjunto de vectores agrupados en cuatro categorías:

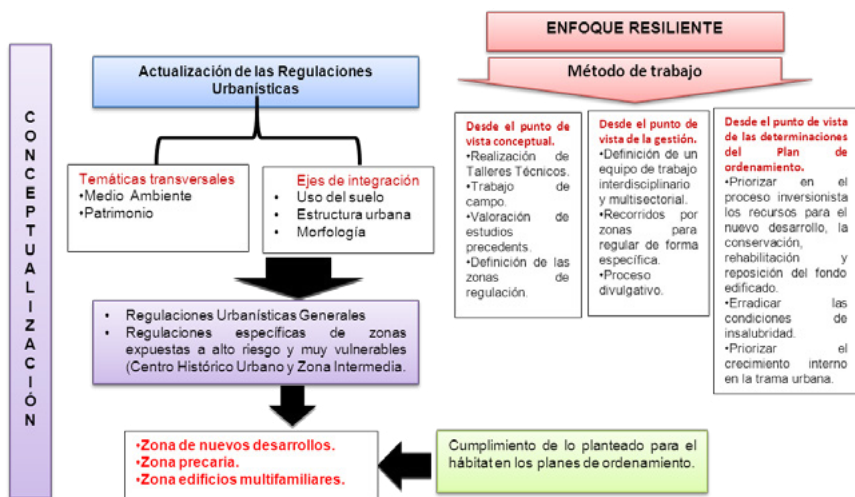
1. Económica (Flujos metabólicos).
2. Institucional y de gobernabilidad (Redes de gobernanza).
3. Sociocultural (Dinámica social).
4. Medio ambiente construido (Físico-urbana). Esta última comprende los diversos paisajes (ecológicos y urbanos) y el hábitat de las unidades territoriales bajo estudio.

Los principales indicadores en la dimensión medio ambiente construido son tres: 1) la ciudad como sistema: naturaleza-sociedad; 2) el estado constructivo de la infraestructura y las edificaciones y 3) las tecnologías apropiadas para reconstrucciones y rehabilitaciones, (vulnerabilidades físicas). La dimensión de medio ambiente construido incluye los aspectos mediante los que puede accionarse en la gestión de riesgos, enfatizando en la preservación del patrimonio cultural. En ello interviene indispensablemente los niveles de apropiación (topofilia) de los habitantes, (Suárez y Olivera, 2015).

Para elevar la resiliencia urbana se deben evaluar el contenido y alcance de los instrumentos de planificación territorial, los enlaces y las articulaciones entre los diferentes instrumentos, el cómo se genera la información entre ellos, los vínculos existentes, los resultados y salidas concretas de éstos para facilitar la toma de decisiones. Se deben considerar además las fortalezas y aspectos para perfeccionarlos. Del mismo modo se debe desarrollar un sistema de indicadores que permita definir la situación actual de la resiliencia de la ciudad, su línea base, los principales desafíos y las metas de control que se deben obtener.

Como parte de los aspectos claves para la implementación de los programas encaminados a elevar la resiliencia urbana se debe contar en el país con la voluntad política, específicamente con un sistema nacional de Defensa Civil estructurado a todos los niveles. Deben existir planes de ordenamiento urbano, estudios de PVR y Planes de Reducción de Desastres. Paralelamente se necesitan integrar las políticas, leyes y mecanismos institucionales de respuesta ante desastres perfectibles, creando, en aquellos sitios donde no existan los Centros de Gestión y Reducción de Riesgos, los Sistemas de Alerta Temprana. La actualización de la Estrategia del Hábitat, contribuyen también a elevar la resiliencia urbana de las ciudades.

Un aspecto clave para lograr la resiliencia urbana lo constituye la constante actualización de las regulaciones urbanas. Con la aprobación de los nuevos planes de ordenamiento del territorio es preciso que estas se perfilen en aras de su implementación. Ellas deben de considerar los nuevos escenarios complejos para situaciones de emergencias, como pueden ser los periodos de sequías y los movimientos sísmicos anómalos que demandan que la ciudad cuente con nuevas formas de gestión del territorio y de la sociedad.



**Figura 1.14.** Enfoque resiliente dentro de la actualización de las regulaciones urbanas.

(Fuente: Modificado de Calderín y Salas, 2017).

Como se expresó, la resiliencia urbana debe ser uno de los elementos claves en la formulación de las regulaciones urbanísticas, la misma está vinculada con los conceptos dinámicos de desarrollo y de crecimiento urbano. No es una nueva técnica de gestión de emergencias, es una invitación a tener una nueva mirada sobre el desarrollo de la ciudad. La Figura 1.14. muestra la necesidad de considerar el enfoque resiliente dentro de la actualización de las regulaciones urbanas (Ver Figura 1.14). Los factores de riesgos que intervienen en la resiliencia urbana de una ciudad determinada son:

- El crecimiento de la población urbana en áreas vulnerables.
- Planificación urbanística débil e incoherente.
- Inadecuada gestión de los recursos hídricos.
- Alto deterioro del fondo habitacional.
- Infraestructuras debilitadas y los estándares de construcción inseguros.

- Efectos negativos del cambio climático.
- Elevación del nivel del mar.
- Eventos sísmicos.
- Sequía.

Generalmente la actualización de los planes de ordenamiento se realizan por las situaciones que estos presentan, derivadas del incumplimiento de lo planteado en los programas del hábitat, o porque en ocasiones se diseñan planes muy ambiciosos en los programas de construcción de viviendas con tecnologías para su construcción no disponibles para la población. El poco y deficiente asesoramiento técnico y de ayuda crediticia a los residentes, es otro de los factores que influye en el incumplimiento de estos planes.

Muchas veces no se contrata la fuerza de trabajo disponible en cooperativas de construcción ni se garantizan las demandas de materiales de construcción que han sido previamente planificadas. Las infraestructuras de acueducto y alcantarillado, no se desarrollan a la par de los programas de construcción de viviendas, limitando la venta de materiales de construcción para el esfuerzo propio. El cumplimiento de la premisa de construir del centro hacia afuera de la ciudad, así como las acciones de prevención que deben ser desarrolladas para minimizar vulnerabilidades y riesgos ante la ocurrencia de movimientos sísmicos, las sequías progresivas que afectan los problemas de abastecimiento de agua en muchas ciudades y, el adecuado control del ordenamiento urbano, son elementos a tener en cuenta en el planeamiento de una ciudad resiliente.

Para elevar la resiliencia urbana cada programa debe ser establecido con una participación multisectorial en su formulación, donde intervengan instituciones tales como las Direcciones de la Vivienda, Recursos Hidráulicos, el Ministerio de la Construcción, las direcciones provinciales y municipales de planificación física, las universidades, las oficinas de conservación y restauración del patrimonio, entre otras instituciones claves. La tabla No. 1.7 muestra la relación entre los programas de resiliencia que deben incluirse y las acciones de planificación urbana que cada uno debe atender, (Ver tabla No. 1.7)

**Tabla 1.7.**

Diferentes programas de resiliencia y sus acciones. (Fuente: Modification de: Calderín y Salas, 2017)

| <b>Programas de resiliencia</b>                                                                              | <b>Acciones</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Programa 1.<br>Construcción de viviendas en la trama urbana compacta de la ciudad (Centro Histórico Urbano). | <ul style="list-style-type: none"><li>• Determinación de las áreas y locales para cambio de uso.</li><li>• Realización del proyecto.</li><li>• Gestión y completamiento de tecnologías constructivas.</li><li>• Definición de alcance de las intervenciones estatales.</li><li>• Formación y calificación de los técnicos y fuerza de trabajo.</li><li>• Trabajo social con familias que serán usuarios de la vivienda.</li><li>• Apoyo crediticio subsidio y otras formas de financiamiento.</li><li>• Política de distribución y entrega de vivienda.</li><li>• Definición del módulo de materiales de construcción para la terminación por esfuerzo propio.</li><li>• Evaluación de planes de recuperación post desastres.</li></ul> |
| Programa 2.<br>Transformación de ciudadelas en viviendas adecuadas y elaboración de acciones emergentes.     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión y re-análisis de proyectos existentes.</li><li>• Formulación de acciones emergentes de transformación de barrios.</li><li>• Levantamiento y diagnóstico técnico- constructivo del estado de las viviendas.</li><li>• Realización de los proyectos técnico- ejecutivos.</li><li>• Construcción de viviendas adecuadas.</li><li>• Evaluación de la posibilidad de construcción combinada de viviendas estatales con las de esfuerzo propio según proceda.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                      |
| Programa 3.<br>Construcción por esfuerzo propio.                                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer la adecuada asesoría a la construcción por esfuerzo propio.</li><li>• Garantizar la producción y distribución regular de materiales para las obras por esfuerzo propio.</li><li>• Crear un sistema ágil y sencillo mediante el cual se controle y evalúe la calidad de los materiales de construcción.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Sigue...

Cont...

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Programa 4.<br>Transformación de barrios precarios.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualización del levantamiento de los barrios y focos insalubres.</li> <li>• Estrategia de actuación constructiva (estatal/esfuerzo propio).</li> <li>• Aprovechamiento de tanques de agua y cisterna en barrios precarios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Programa 5.<br>Investigación y Desarrollo.            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y análisis de investigaciones existentes en el tema.</li> <li>• Elaboración de un Plan especial de prevención de riesgos para el manejo sostenible de cuencas hidrográficas de interés nacional.</li> <li>• Buscar soluciones para el uso del agua pluvial.</li> <li>• Establecimiento de un Programa de Educación Ambiental.</li> <li>• Valorar que carga portante pudiera asimilar la ubicación de tanques de agua dentro de los apartamentos, con capacidad recomendable de 700 m<sup>3</sup>.</li> <li>• Definición de la política a tener en cuenta para el enfrentamiento de la sequía.</li> <li>• Formación y calificación de los técnicos y fuerza de trabajo.</li> </ul> |
| Programa 6.<br>Aseguramiento y construcción.          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completamiento y mejoramiento de las redes de acueducto y alcantarillado de la ciudad.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Programa 7.<br>Atención a vulnerabilidades y riesgos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el estudio de la resiliencia ante amenazas como pueden ser un sismo de gran intensidad, un tsunami, un huracán, entre otros eventos destructivos.</li> <li>• Formulación de anteproyectos.</li> <li>• Establecer acciones estrictas de control en las construcciones por medios propios.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Programa 8.<br>Apoyo para acciones constructivas.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición del alcance de la intervención estatal.</li> <li>• Trabajo social con familias que serán usuarios de las viviendas.</li> <li>• Apoyo crediticio, subsidios y otras formas de financiamiento.</li> <li>• Política de distribución y entrega de viviendas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

El enfoque integrado de los programas resilientes garantiza el redimensionamiento, la refuncionalización, la definición del carácter de la ciudad y la definición de su base económica. Las acciones diseñadas permiten concretar las actuaciones en los planes de viviendas, diseñar las regulaciones urbanas específicas relacionadas con el hábitat y, regular otras zonas claves de la ciudad como son los espacios públicos, las áreas verdes y las de infraestructura y producción. Esto se corresponde con la visión prospectiva aspirada de la ciudad resiliente.

### **1.7. La gestión integrada de riesgos**

Hoy día se utiliza con mucha frecuencia la terminología de *gestión*, un concepto moderno, clave para el éxito de las empresas y de sus componentes. En la práctica se observa que el término "*management*" es utilizado como sinónimo de gestión en idioma inglés para denominar acepciones referidas a gerencia y administración, por lo que es muy común encontrar este vocablo en la bibliografía que se publica internacionalmente. Lo esencial de ambas palabras está en que se refieren a un proceso de "planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar" (Koontz, 2003). Otros autores conceptualizan la *gestión* como el conjunto de diligencias que se realizan para desarrollar un proceso o para lograr un producto determinado (Romeo, 2008), o como dirección y gobierno de actividades para hacer que las cosas funcionen, con capacidad para generar procesos de transformación de la realidad (Restrepo, 2006).

Comúnmente las actividades de una organización implican riesgos que deben ser gestionados. La Organización Internacional para la Estandarización conceptualiza la *gestión de riesgos* como "un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza o peligro, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen el diagnóstico y la evaluación de riesgos, las estrategias de desarrollo para manejarlo y la mitigación del mismo utilizando recursos gerenciales, cuyo objetivo es reducir los diferentes riesgos relativos a un ámbito preseleccionado a un nivel aceptado por la sociedad (ISO-31000:2009; Milanés 2015b).

La integración en el riesgo es un fenómeno social y debe entenderse desde el punto de vista cultural como el conjunto de valores incorporados por los individuos, los grupos sociales, las

instituciones, así como de los procedimientos para aplicarlos y transmitirlos en función del desarrollo sostenible. La integración de las ciencias constituye una premisa fundamental para desarrollar los programas de gestión de riesgos. Solamente mediante un enfoque multi y transdisciplinario y desde las diferentes áreas del conocimiento es posible enfrentar problemas tan complejos como el cambio climático, la contaminación del medio ambiente y la crisis energética, por solo citar algunos.

Un error frecuente en la gestión de los fenómenos que ocurren en una ciudad está vinculado con los intentos de hacer un enfoque desde una o más disciplinas, fundamentalmente aquellas relacionadas con las ciencias naturales (Milanés, 2015c). Es imprescindible trabajar con equipos donde participen especialistas de todas las ramas del conocimiento. Especial atención debe prestarse a las ciencias sociales y a las organizaciones comunitarias, pues los gestores de estas áreas deben de estar presentes en todos los análisis desde el comienzo mismo de concepción de los estudios de riesgos.

En ocasiones la percepción que tienen las personas y las comunidades sobre las manifestaciones, efectos y consecuencias de los riesgos es muy poco tenida en cuenta. Es necesario considerar aspectos de carácter social y cultural y no sólo tomar en cuenta su valor cuantitativo de probabilidad, con el fin de evitar falsas interpretaciones en el análisis, e instrumentación de diversos programas de protección general.

La gestión de riesgos per sé no existió como denominación hasta inicios de la década de los 90 del siglo XX, en que comenzaron a introducirse con fuerza dentro de los esquemas empresariales y gubernamentales las terminologías relacionadas con la gestión (amenaza, vulnerabilidad, riesgos, gestión, gestión de riesgos). Durante los siglos pasados, varios científicos trabajaron por resolver los problemas de "riesgos" que se presentaban en las construcciones y en obras de infraestructura, logrando en distintas etapas diferentes resultados relevantes. La Tabla No. 1.8 relaciona algunas de las más importantes acciones que se han logrado en los últimos 100 años para gestionar el riesgo. La Figura 1.15 evidencia otras acciones desarrolladas desde el punto de vista técnico-constructivo como es el caso de las tecnologías incasismo-resistentes.



**Tabla 1.8**

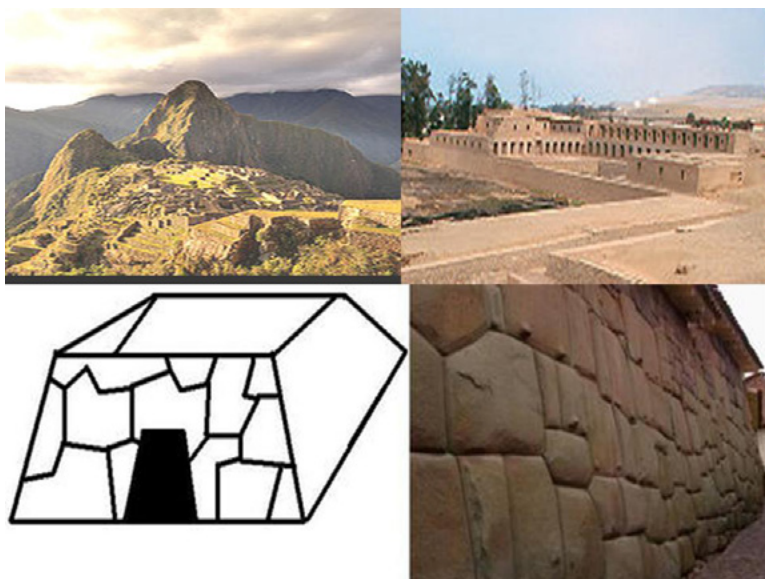
Periodización resumida de las principales acciones y hechos vinculados a los antecedentes de la gestión de riesgos hasta 1925.

| <b>Período</b>         | <b>Acciones y/o hechos principales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| En la antigüedad A.N.E | Los antiguos egipcios erigieron monumentos asombrosos, construcciones de piedra, pirámides, templos, palacios y complejas galerías subterráneas logradas con medios de construcción primitivos y un avanzado saber matemático. Fortificaban sus construcciones y obras de infraestructura, a decir, galerías subterráneas destinadas a conducir agua, personas, mercancías o de explotación minera, para que aguantasen tanto el peso propio de las rocas suprayacentes ante la posibilidad de derrumbes, como para aprovecharlas para almacenar agua en períodos secos. Los descubrimientos científicos, han consignado la desaparición de varias ciudades del antiguo Egipto situadas en el valle del Nilo debido a las grandes inundaciones y al avance de las arenas del desierto conjuntamente con su acción erosiva destructiva, en las cuales sus habitantes originarios reubicaron sus asentamientos en zonas más seguras, (BAHN,1999). |
|                        | En la India, Babilonia, China y Persia, también los arqueólogos han encontrado vestigios de construcciones y obras de infraestructura fortificadas con los mismos fines, e inclusive obras de ingeniería, como las presas, destinadas además de abastecer la agricultura y la sociedad en general, a regular las inundaciones provocadas por las llamadas lluvias monzónicas, (YEMA, 2005).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                        | Las antiguas civilizaciones mesoamericanas desarrollaron complejos sistemas constructivos y sistemas de túneles, carreteras y obras destinadas a soportar los embates de la naturaleza. Las primeras acciones estaban relacionadas con las continuas reubicaciones de los centros urbanos, como ocurrió por ejemplo, con las ciudades mayas de Centroamérica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                        | Los pueblos Incas, en Los Andes, azotados continuamente por la actividad volcánica y los terremotos, desde entonces se vieron obligados a diseñar y construir estructuras resistentes a los sismos, además de construir complejos sistemas de terrazas para disminuir la erosión fluvial y aprovecharlos para la agricultura, sistemas que aún hoy los pueblos indígenas de esa región utilizan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Sigue...

Cont...

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desde 1000 - 1925 | Varios trabajos e investigaciones realizados por los científicos sobre la mecánica de los suelos y las rocas entre los tiempos de la antigüedad y la era moderna, entre los que se encuentran Koningsberg (Prusia, 1330); Marquis Sebastián Lepreste de Vavuan (1633-1707); Charles Augustin Coulomb (1736-1806); William Jhon Macgourne Ranking (1820-1872); Joseph Valentín Boussinesg (1843-1929) y Otto Mhor (1835-1918), (Crespo Villalaz, 2004). |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



**Figura 1.15.** Machu Picchu como ejemplo representativo de la arquitectura inca sismoresistente (izquierda superior) Palacio Acllahuasi en Pachacámac (derecha superior). Casa de piedra (inferior),  
(Fuentes:[http://es.wikipedia.org/wiki/Imperio\\_incaico](http://es.wikipedia.org/wiki/Imperio_incaico); <http://historia.mforos.com/720862/6628455-construccion-antisismica-en-el-imperio> )

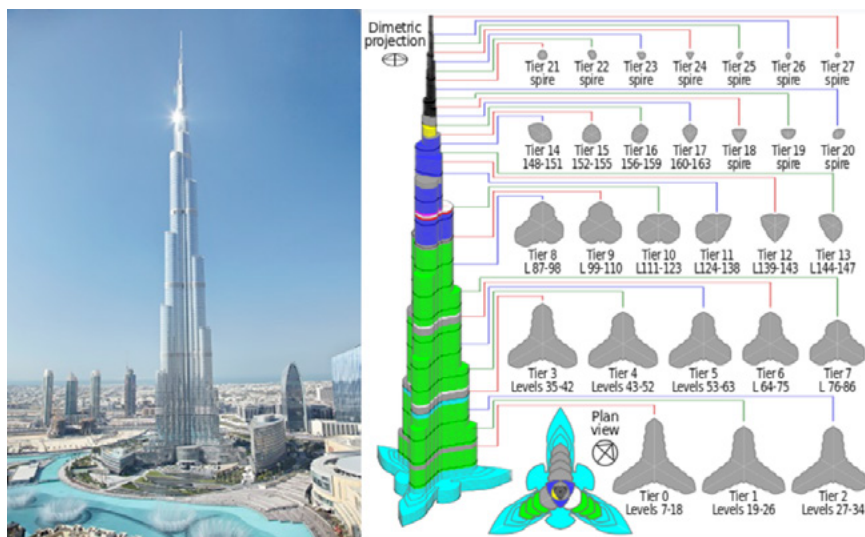
A lo largo del desarrollo de la sociedad humana han existido varios aportes significativos encaminados a la gestión del riesgo, entre ellos destaca la construcción, desde la antigüedad, de presas de tierra para disminuir el efecto de las inundaciones en La India; el descubrimiento en el Siglo XVIII, en Italia, del cemento como material aglutinante para las construcciones; la generación de modelos arquitectónicos desde el siglo XVII, capaces de soportar los fuertes vientos generados en temporada ciclónica en las regiones tropicales.

Otros descubrimientos como los del científico y profesor sueco Karl Von Terzaghi (nacionalizado estadounidense), están plasmados en su libro titulado "ErdBaumechanic" (Mecánica de Suelos). En este se presenta una nueva filosofía relativa al uso del suelo como material constructivo. El libro muestra cómo tratar las propiedades físico-mecánicas de los suelos y su comportamiento bajo diversas cargas y condiciones de humedad, proponiendo soluciones para el riesgo que significaba la inestabilidad de las construcciones sobre las rocas, aun cuando estas construcciones se encontraban en zonas seguras ante posibles sismos, volcanes e inundaciones. Este momento marca una revolución en el campo de la Ingeniería Civil, la Arquitectura y la Hidráulica.

La deficiencia fundamental de los descubrimientos de Terzaghi radica en que estos solamente se centraron en el estudio de las propiedades físico mecánicas de las rocas, en el lugar de ubicación de la construcción y su relación con la cimentación que esta presenta. Se obvian elementos relativos a los cambios de las condiciones iniciales de los suelos debido a la ocurrencia de eventos geo-ambientales diversos y, a la incidencia directa o indirecta sobre la estructura de las construcciones, tanto de los eventos en sí mismos como de sus efectos en determinadas zonas de inversión, limitando una correcta zonación de peligros geológicos.

La aparición de la mecánica de suelos en 1925 y las investigaciones posteriores hasta nuestros días, ayudaron fuertemente al mejoramiento de los métodos empíricos existentes en el pasado. Sin embargo, las metodologías actuales, aunque abarcan muchos aspectos técnicos de las ciencias técnicas como la mecánica y la hidráulica, aún no establecen una condición única para la solución de problemas en las cimentaciones, no obstante estas si proporcionan herramientas básicas para que el ingeniero pueda realizar su trabajo de manera eficiente y edificar complejas construcciones en condiciones geológicas y ambientales adversas

La Figura 1.16 muestra uno de los rascacielos ubicados en Dubái en Emiratos Árabes Unidos. Esta nación árabe hoy destaca por sus construcciones de altura. Uno de los primeros edificios fue construido en el año 2010, es más alto del mundo con 828 metros de altura. Otro de 321 metros altura se construyó en 1999. En la ejecución de estos edificios fueron empleados los principios establecidos por Terzagui para lograr la estabilidad de estas construcciones en los suelos arenosos e inestables de la zona, (Ver Figura 1.16.).



**Figura 1.16.** Imágenes del Burj Kalifa,

(Fuentes: [http://www.burjkhalifa.ae/en/Images/BurjKhalifa-02982\\_new\\_tcm186-85702.jpg](http://www.burjkhalifa.ae/en/Images/BurjKhalifa-02982_new_tcm186-85702.jpg); [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/06/Burj\\_Khalifa\\_floors.svg/512px-Burj\\_Khalifa\\_floors.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/06/Burj_Khalifa_floors.svg/512px-Burj_Khalifa_floors.svg.png) )

A pesar de que la humanidad ha sentido los embates de varios peligros o amenazas que constantemente la asechaban durante siglos pasados, no fue hasta el siglo XX que comenzaron los esfuerzos por su consideración en el proceso de planificación y desarrollo de las ciudades. El siglo XX estuvo marcado por un desarrollo científico técnico y demográfico acelerado, donde comenzaron a agudizarse otros efectos de eventos naturales catalizados por la actividad humana. Con ello hubo un incremento cualitativo y cuantitativo de los desastres. En esta centuria comienzan a agudizarse los efectos de la contaminación, la indisciplina social, el calentamiento global y los cambios medioambientales que han incrementado los riesgos. Este aumento desmedido de vulnerabilidades y riesgos propició que a partir de estas situaciones de desastres, el hombre haya diseñado nuevas fórmulas destinadas a reducir los daños provocados por los eventos peligrosos, fórmulas que en lo fundamental están relacionadas directamente con la generación de nuevas construcciones para el hábitat y las obras de infraestructura, al constituir éstas el lugar donde se refugia el hombre para realiza sus actividades cotidianas.

Fue así que a partir de la década de los años 30 del siglo XX, con el comienzo de la profundización de los estudios medioambientales como tendencia internacional y las demostraciones del incremento de los desastres catalizados por la acción del ser humano, surgen nuevos mecanismos y modos de gestionar riesgos. A las ya conocidas medidas no estructurales antiguas de reubicación de ciudades y, las estructurales relacionadas con la mecánica de suelos, se le adicionan otras herramientas de gestión de riesgos. Es así como comienzan a manifestarse en varios países, las tendencias a la normalización de procesos constructivos vinculados con la mecánica de suelos, la consignación de tratados y programas internacionales dirigidos al cuidado y conservación del medioambiente, el establecimiento de normas y regulaciones jurídicas para determinados procesos de gestión empresarial, la creación o renovación de instituciones especializadas en el campo de la evaluación de riesgos, el diseño de metodologías, modelos y procedimientos para el estudio y evaluación de los peligros naturales, las vulnerabilidades, y la estimación de riesgos y, los procesos de gestión institucional en general.

Por último, los movimientos internacionales a favor de la protección del medioambiente y de la prevención de desastres, han originados la preocupación de especialistas de varias disciplinas hacia estos temas, llegando a realizar en algunos casos aportes significativos. Se observa un incremento de las acciones multidisciplinarias en relación al tema. Todas estas acciones, que desde la antigüedad hasta nuestros días se utilizaron y aún se están utilizando, conforman el mosaico de conocimientos sobre la gestión integrada de riesgos que hoy día se aplican en menor o mayor medida en varias naciones del mundo.

### *1.7.1. Los enfoques de la gestión de riesgos*

Los enfoques de la gestión de riesgos tienen sus antecedentes en varios sucesos que afectaron la sociedad humana principalmente en el siglo XX. Se comienza por la crisis económica del capitalismo en la década de los años 20, cuando a partir de las experiencias vividas y en respuesta a la crisis financiera, surgieron mecanismos bancarios y empresariales para prevenir el impacto de sucesos similares en las economías de las grandes y medianas empresas (Weston y Birgham, 1994). Posteriormente, con las experiencias dejadas por la Segunda Guerra Mundial, fueron introducidos mecanismos de gestión de riesgos para la atención a situaciones de guerra.

Sucesivamente, con la creación de las primeras agencias ambientales en el mundo (principios de la década de 1970) y la consecución de varias reuniones internacionales, se manifiesta la progresiva preocupación por el efecto de los desastres naturales sobre las economías y sociedad en general. Guardado (2010) plantea que de este modo fueron introduciéndose con fuerza los estudios y enfoques basados en la consideración de los peligros o amenazas, haciendo énfasis en el grado de exposición ante los fenómenos naturales (principios de la década de 1980), las vulnerabilidades, con énfasis en lo social (principios de la década de 1990), los riesgos, con énfasis en el enfoque integrado al desarrollo (principios de los años 2000), y por último, el de gestión de riesgos vinculado a los enfoques de desarrollo sostenible y la reducción y mitigación de los desastres (hasta la actualidad). La Figura 1.17 representa la evolución del enfoque de gestión de riesgos según Guardado (2010).



**Figura 1.17.** Esquema representativo de la evolución del enfoque de gestión de riesgos, (Fuente: Guardado, 2010.)

Los diferentes y variados enfoques de gestión de riesgos se encuentran ampliamente descritos en la literatura internacional publicada, entre los más conocidos se encuentran:

- El enfoque de gestión cíclica del riesgo a partir de tres etapas: el antes, el durante y el después (UNDRO, 1979).
- El enfoque de prevención cíclica de desastres en ocho etapas: respuesta a la emergencia, rehabilitación, reconstrucción, desarrollo, preparación, mitigación, prevención y alerta (UNDRO-PNUD, 1991) (Ver Figuras 1.18 y 1.19).



**Figura 1.18.** El ciclo para el manejo y la administración integral de desastres,  
(Fuente: UNDRO-PNUD, 1991)



**Figura 1.19.** Otra versión del ciclo para el manejo y la administración integral de desastres,  
(Fuente: Suárez y Olivera, 2015)



- El enfoque de la gestión prospectiva de riesgos: gestión reactiva, correctiva, y prospectiva (Guasch *et al*, 2008).
- El enfoque de la gestión de riesgos y desastres basado en procesos (Galbán, 2009 y Narváez, Lavell y Pérez, 2009).

Los primeros enfoques realizados por Kates (1971), White (1973), Mileti (1999), entre otros autores, sobre el tema de evaluación de los riesgos y su gestión desde la perspectiva de la prevención del desastre, han tenido mayor empuje a finales del siglo XX y comienzo del XXI. Su concepción y análisis sistemático se alcanzó a través de los especialistas de las ciencias naturales al estudiar los fenómenos geodinámicos e hidrometeorológicos y la incidencia del cambio climático en el surgimiento de huracanes, deslizamientos, erosión costera, entre otras amenazas. Esta tendencia fue evidente durante el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres (DIRDN) declarado por la Naciones Unidas para los últimos años del siglo XX (UNDRO, 1990).

La gestión reactiva consiste en la acción ante las emergencias y crisis que se generan ante un peligro inminente, permite reducir el desastre si se actúa con rapidez y eficacia; tiene sus fundamentos en los planes de contingencia, la capacidad de respuesta, la organización, la planificación, los recursos y el entrenamiento previos. Este tipo de gestión tiene un efecto temporal y es verdaderamente efectiva cuando los peligros se generan de forma lenta, pues luego del suceso se pasa nuevamente a la convivencia con las vulnerabilidades y los riesgos pre-existentes.

La gestión correctiva se basa en los análisis de vulnerabilidad, las evaluaciones de riesgo y los diagnósticos de situaciones; en esta se jerarquizan los factores que conducen a la vulnerabilidad adoptando programas de mitigación. Es una gestión compleja, pues debe tener un carácter integrador que permita identificar y tratar adecuadamente las causas del riesgo. Generalmente su alcance se ve obstaculizado por las barreras económicas, sin embargo, lo organizativo y lo funcional no requieren de grandes recursos para reducir la vulnerabilidad e influyen significativamente en la magnitud de los desastres.

La gestión prospectiva parte de la planificación de los escenarios futuros, a partir de escenarios reales, la tipificación de la exposición, el análisis de trayectorias probables y la necesidad de dar



respuesta a eventos severos. Tiene además a su favor la exigencia de inserción de la prevención en la planificación del desarrollo y requiere del análisis de los riesgos en programas y proyectos. Por otro lado permite visualizar los modelos de transformación en un escenario real hacia un escenario seguro en el futuro concibiendo los modelos de desarrollo. Este tipo de gestión tiene muchas ventajas, sin embargo no concibe la identificación de procesos para lograr reducir vulnerabilidades presentes, ni las responsabilidades en las acciones a realizar por especialistas, decisores y población en general en el logro del desarrollo sostenible.

A finales de la década de los ochenta del pasado siglo XX, derivado de la necesidad de incrementar la calidad, eficiencia y eficacia en los procesos económico-productivos y de servicios de las distintas organizaciones en el mundo capitalista desarrollado, y como respuesta a los retos que imponía la globalización de los mercados, la informatización y el acceso a la información, surge una nueva herramienta de gestión, la que se denominó gestión por procesos, enfoque basado en procesos o enfoque de procesos. Esta herramienta tuvo sus antecedentes legales en la Norma ISO 9001:1994, pero no fue hasta su actualización en la ISO 9001:2000 que se plasman de forma detallada sus principios.

La gestión por procesos consiste en la identificación y gestión sistemática de una organización, sistema o elemento basándose en procesos; entendiendo como proceso a cualquier actividad, o conjunto de actividades ligadas entre sí, que utiliza recursos, informaciones y controles para transformar elementos de Entrada en resultados o Salidas. Los resultados de un proceso han de tener valor añadido y pueden constituir entradas del próximo proceso (Narváez *et al*, 2009). Los procesos están constituidos por conjuntos de actividades realizadas secuencialmente, concatenadas en un orden lógico, y su ejecución responde en forma conjunta a un fin en común. Estas actividades son alimentadas y retroalimentadas recíprocamente y desde el entorno, hasta obtener el producto o resultado (Agudelo y Escobar, 2007).

La gestión de riesgos basada en procesos tiene las siguientes ventajas:

- Permite generar un sistema de indicadores para evaluar la peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos.

- Posibilita generar como resultado concreto un conjunto de mapas de peligros y multiriesgos en la provincia.
- Garantiza la homogeneidad de los resultados, los que podrán obtenerse de manera permanente con un mismo grado de calidad.
- Permite obtener criterios para aplicar medidas correctivas que mejoren la eficiencia y calidad del proceso de gestión de riesgos y de los subprocesos que lo componen.

Según Narváez *et al.* (2009) se pueden identificar tres tipos de procesos.

1. Procesos Claves: son aquellos que responden directamente a la misión o razón de ser de la organización o elemento que requiere ser gestionado. A través de ellos se obtienen los productos o servicios requeridos por los usuarios o clientes externos.
2. Procesos de Apoyo: proveen y administran recursos humanos, recursos financieros, infraestructura, servicios, tecnología de información, etc., requeridos para que los Procesos Claves puedan ocurrir.
3. Procesos de Dirección: proveen el direccionamiento de la Organización o elemento; tienen que ver con la planificación estratégica, la asignación de recursos y la evaluación del desempeño de la organización como un todo.

La implementación de la gestión por procesos se ha revelado como una de las herramientas de mejora de la gestión más efectivas, donde los aspectos organizativos, el trabajo en equipo y la calidad de los servicios o producciones se ven incrementados y potenciados particularmente, asegurando que todos los procesos se desarrollen de forma coordinada. Esto garantiza la homogeneidad de los resultados, los que podrán obtenerse de manera permanente con un mismo grado de calidad y satisfacción para todas las partes interesadas.

Por otro lado, su aplicación garantiza la medición y análisis continuo de un conjunto de indicadores, y con ello, la obtención de criterios para aplicar medidas correctivas que mejoren la eficiencia y calidad de los procesos, y por tanto, de los resultados. Este enfoque cuenta con un conjunto de términos, características o condiciones,

métodos, y pasos a seguir para su implantación, necesarios para facilitar su interpretación y que aparecen descritos en la literatura publicada sobre este tema.

Actualmente la gestión integral de riesgos para reducir los desastres, independientemente de sus características particulares, se encamina decididamente hacia esquemas basados en procesos, tal como ocurre en el resto de la industria y los servicios.

Si se necesita entender el enfoque de procesos aplicando sus principios a la gestión de riesgos, es necesario extrapolar sus componentes, por ejemplo, la "misión" se erige en la gestión de riesgos y reducción de desastres, la "organización" como el conjunto de instituciones (científicas, productivas, educativas, prestadoras de servicios, etc.) que intervienen en la gestión riesgos, el "cliente" está representado por la comunidad, los "procesos" son el conjunto de actividades interrelacionadas que inciden de manera significativa en el logro de los resultados para la gestión de riesgos que requiere ser realizada.

Internacionalmente existen muchas organizaciones empresariales, educativas, entre otras, donde se vinculan los enfoques de gestión por procesos a sus resultados, permitiéndoles identificar y administrar rápidamente las oportunidades de mejora en la reducción de riesgos; sin embargo, esta práctica no se ha extendido a otros actores que también participan en la gestión de riesgos. En los años 2008 y 2009, el profesor Galbán, publica por primera vez los primeros enfoques para gestionar riesgos a través de procesos, posteriormente le sucedieron otros científicos del área latinoamericana (Narvaez *et al*, 2009; Lavel, 2009, entre otros.), todos desde sus perspectivas han aportado conocimientos y elementos en aras de lograr un enfoque de procesos para gestionar los riesgos de manera uniforme.

La aplicación de los principios del enfoque de procesos en la gestión de riesgos permite la generación de un sistema de indicadores para evaluar la peligrosidad, vulnerabilidad y los riesgos, y un conjunto de mapas que garanticen la homogeneidad de los resultados con un mismo grado de calidad, organizando de forma efectiva y uniforme las distintas acciones encaminadas a gestionar y reducir riesgos mediante un proceso de mejora continua. Estos elementos contribuyen a gestionar riesgos y reducir desastres en mejores condiciones.

### 1.7.2. La multidisciplinariedad y la toma de decisiones en la gestión de riesgos

El mayor problema para la gestión de riesgos es que sus acciones están encaminadas fundamentalmente en el largo plazo, y los decisores no siempre han sido particularmente estables en la planificación del desarrollo a este periodo. Tampoco mucho de ellos destinan fondos suficientes para la reducción de estos riesgos a largo plazo (Monge, 2003). La gestión de riesgos tiene una debilidad crucial en los gobiernos. La ciudadanía y los especialistas igualmente juegan un rol definitorio, y de igual forma, no todos tienen la percepción del riesgo incorporada en sus modos de actuación.

La Gestión de Riesgos implica la vinculación entre especialistas, los gobiernos y la comunidad (Ver Figura 1.20), o sea, implica la participación multidisciplinaria de distintos actores de la sociedad. La interacción en mayor o menor medida de estos actores incide en el efecto y consecuencias de los peligros. Debido precisamente a que su función está dirigida a la realización de determinadas transformaciones de la realidad, la gestión de riesgos precisa ser contextualizada, y en función de esto debe plantear un mecanismo capaz de garantizar las posibilidades reales de cada país.



**Figura 1.20.** Esquema que muestra la interrelación que debe existir entre los factores de la sociedad en el proceso de gestión de riesgos y reducción de desastres.

La multidisciplinariedad en los procesos de gestión de riesgos y reducción de desastres, tiene una relación muy estrecha con la *Teoría de la decisión*, la que ha sido estudiada extensamente en el ámbito de las ciencias de la economía y la ingeniería. Actualmente no es

posible ignorar que cada decisión real consiste de hecho en un compromiso entre diversas soluciones, cada una con sus ventajas y sus inconvenientes, dependiendo de la posición que se adopte (García, 2004). Lo mismo que en economía, agronomía, ingeniería industrial y ciencias sociales, la teoría de decisiones es una herramienta muy necesaria particularmente en los procesos de gestión de riesgos, donde intervienen distintos especialistas de diferentes instituciones y organizaciones, entre ellas: de la construcción, de diseño arquitectónico, de proyectos, instituciones científicas especializadas, ejecutoras de proyectos geotécnicos, meteorológicas, educativas, de planificación física, gubernamentales, ONGs, entre otras.

El problema de la decisión multicriterio o con enfoque multidisciplinario se plantea tanto en las empresas como en la administración pública, pues es difícil que una decisión respecto a un tema público y actual, como el de los riesgos, satisfaga a todos los actores implicados, ya que el costo entra a menudo en conflicto con otros criterios. El análisis multidisciplinario tiene a su favor el realismo y la legibilidad, ambos son activos importantes en las organizaciones en un momento en el que la complejidad de las decisiones es reconocida por la mayor parte de los actores, aún cuando no todos ellos muestren la misma sensibilidad ante los diferentes criterios.

Internacionalmente existen experiencias de participación y toma de decisiones multidisciplinarias, destinadas todas a reducir los riesgos. La más común está en la puesta en marcha de actividades de preparación, prevención y mitigación, de tal manera que los daños causados por los eventos potencialmente peligrosos sean mínimos y, que las respuestas permitan rehabilitar y reconstruir a menores costos, tal es el caso de lo planteado por la OMS/OPS desde el año 2000 para el manejo y la administración integral de desastres.

### *1.7.3. Gestión del riesgo y gestión ambiental: Su relación con los marcos legales*

Actualmente en muchos países la gestión de riesgos forma parte de la gestión ambiental. En naciones de mayor desarrollo se han tomado en cuenta los aspectos ambientales en la planificación institucional, aunque de manera fragmentada, principalmente en las leyes relativas a las aguas, los recursos naturales y las obras públicas.

El *riesgo ambiental* es un proceso social complejo que conduce a acciones integradas de reducción de riesgos a través de actividades de prevención, mitigación, respuesta a la emergencia, la rehabilitación y la reconstrucción. *Todo riesgo encierra, la posibilidad de ganar o de perder; cuanto mayor es la posible pérdida, tanto mayor es el riesgo*, (Castellanos et al, 2011).

Es a partir de la publicación "The National Environmental Policy Act," (NEPA, 1969) en Estados Unidos de Norteamérica, donde se establece que "todas las instancias de gobierno identificarán y desarrollarán métodos y procedimientos que contribuyan a que en el menor tiempo posible los factores ambientales sean tomados en cuenta en la toma de decisiones técnicas y económicas". Este principio se fue extendiendo a otros países, como Japón (1971), Canadá (1973), Nueva Zelanda y Australia (1974), Alemania (1975), Francia (1976), Filipinas (1977), Luxemburgo (1978), Holanda (1981), entre otros, (Cardona, 2003). Destacan Canadá con su procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, sustituida luego por el Acta Canadiense de Evaluación Ambiental, y Japón, país que en respuesta a los cambios sociales que experimentaba como economía emergente en la década de 1970 del siglo XX, amplió el objeto social del Servicio Geológico Japonés ya existente, a temas medioambientales y a la predicción y prevención de peligros naturales diversos.

**Tabla 1.9**

Promulgación de leyes generales sobre medio ambiente.  
(Fuente: García, 2004)

| Países de habla Inglesa del Caribe. (Según Anderson, W., 2002) |                                                    |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| San Cristóbal y Nacional Nevis                                 | Ley de Conservación y Protección (reformada, 1996) |
| Jamaica                                                        | Ley de Conservación de los Recursos Naturales.     |
| Belice                                                         | Ley de Protección Ambiental.                       |
| Trinidad y Tobago                                              | Ley de Gestión Ambiental (sustituida, 2000)        |
| Guyana                                                         | Ley de Protección Ambiental.                       |
| Santa Lucía                                                    | Ley de Autoridad Nacional de Conservación.         |

Sigue...

Cont...

| <b>Países de Latinoamérica.</b> (Modificado de Brañez, R., 2001) |                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Colombia                                                         | Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.                                                                        |
| Venezuela                                                        | Ley Orgánica del Ambiente.                                                                                                                                 |
| Ecuador                                                          | Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.                                                                                            |
| Cuba                                                             | Ley núm. 33 de Protección del Medio Ambiente y el Uso de los Recursos Naturales (sustituída en 1997 por la Ley No. 81 de Medio ambiente)                   |
| Brasil                                                           | Ley número 638 que dispone sobre Política Nacional del Medio Ambiente; sus afines y mecanismos de formulación y aplicación y establece otras providencias. |
| Guatemala                                                        | Ley para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.                                                                                                  |
| México                                                           | Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (que sustituyó a la Ley Federal de Protección del Medio Ambiente de 1982)                 |
| Perú                                                             | Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.                                                                                                        |
| Bolivia                                                          | Ley General del Medio Ambiente.                                                                                                                            |
| Honduras                                                         | Ley General del Ambiente.                                                                                                                                  |
| Chile                                                            | Ley núm. 19300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.                                                                                                  |
| Costa Rica                                                       | Ley Orgánica del Ambiente.                                                                                                                                 |
| Nicaragua                                                        | Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.                                                                                                   |
| El Salvador                                                      | Ley del Medio Ambiente.                                                                                                                                    |
| Panamá                                                           | Ley General del Ambiente.                                                                                                                                  |
| República Dominicana                                             | Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales.                                                                                                     |

En América Latina, Colombia fue pionera en incorporar la evaluación de impacto ambiental en su Código de Recursos Naturales (1973), le siguió México (1978), Brasil (1988), Venezuela (1992), Bolivia (1992), Cuba (1992), Paraguay (1993), Chile (1993), Honduras (1993) y Uruguay (1994), (Ver Tabla No. 1.9). El resto de los países de América cuentan con resoluciones, acuerdos o normas, que abordan la necesidad de tomar en cuenta los aspectos ambientales con relación al uso de los hidrocarburos, la conservación de la fauna silvestre, la actividad minera sostenible o el uso de residuos

peligrosos. Estos carecen de una legislación nacional de impacto ambiental. El caso de Cuba destaca después de 1959, fecha en la cual se comienzan a crear instituciones y grupos gubernamentales que favorecieron de un modo u otras acciones encaminadas al cuidado, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, así como el desarrollo de trabajos y medidas de prevención de desastres, obteniendo resultados importantes y de reconocido prestigio a nivel mundial.

En África se aplica la evaluación de impacto ambiental en países como Ruanda, Sudán y Sudáfrica. En la Unión Europea como tal, no fue hasta el 3 de julio de 1985 que se acordó la Directiva 85/337/CEE "relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente". Sin embargo, algunos países miembros iniciaron su propio proceso mucho antes, con enfoque diferente al de los Estados Unidos; como Suecia con su "Ley de Protección Ambiental" (1969), o Francia en su "Ley de Protección de la Naturaleza" (1976). En estos países europeos se trataba de mejorar la calidad de la información técnica, y así, ampliar la base de conocimiento para la toma de decisiones por parte de la administración, y no de mejorar el proceso de toma de decisiones a través del perfeccionamiento del procedimiento administrativo en sí, una debilidad que dificulta los procesos de gestión institucionales.

Otro hecho importante que contribuyó al desarrollo de la gestión ambiental internacionalmente fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano en Estocolmo de 1972, la que se constituyó en el primer esfuerzo global para enfrentar los problemas ambientales transfronterizos y domésticos. Uno de sus principales logros fue el de señalar las amenazas generadas por la contaminación industrial y el desarrollo económico sobre el medio ambiente natural, un reflejo de las preocupaciones de los países desarrollados convocantes de la reunión. Esta reunión y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro (1992), respectivamente, son dos referentes de la segunda mitad del siglo XX para la exposición de los antecedentes históricos de la gestión ambiental a nivel internacional. Las dos conferencias contribuyeron a incrementar la conciencia ambiental y a formar nuevas visiones sobre el medio ambiente, dieron lugar a convenios multilaterales y acuerdos jurídicamente no vinculantes, y detonaron una sustantiva respuesta de los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado, que se ha traducido en avances concretos de la gestión ambiental en el ámbito mundial.



Sin embargo, a pesar de los esfuerzos para la concreción práctica de varios tratados internacionales, leyes y regulaciones estatales, resulta difícil, inclusive para los “pioneros en el tema” (Estados Unidos), aplicar objetiva, seria e incondicionalmente sus preceptos de creación, como es el caso de su negativa a firmar el tratado de Kioto; algo que fue reafirmado en el año 2010 en Copenhague, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Hoy día los norteamericanos y los japoneses, dueños de los mayores Trust de comunicación global y de una gran parte de los satélites, continúan llevando la delantera en cuanto al desarrollo de tecnologías y métodos de gestión ambiental, sobre todo con las investigaciones desarrolladas por los Servicios Geológicos y Meteorológicos de los Estados Unidos (USGS) (USMS) y de Japón (JGS) (JMS). Los norteamericanos tienen implantados estrictos códigos sismoresistentes sobre los cuales realizan controles periódicos, tanto en su contenido como en su aplicación, los resultados se han observado luego de comparar los daños generados por fuertes terremotos en otras regiones del mundo con los ocurridos en este país, los cuales han sido menores debido a la aplicación y control de estos códigos.

Los análisis realizados anteriormente, hacen comprender que la nueva gestión del riesgo se instaure bajo la premisa de que durante los procesos de desarrollo se puede intervenir para romper el “ciclo de desastre” y por consiguiente, realizar actividades “antes del impacto del evento”. Dadas estas razones, distintos autores como Galbán (2009); Lavel, (2009); Narvaez *et al*, (2009), entre otros, coinciden en plantear que para cualquier nivel de gestión deben observarse las siguientes consideraciones:

- La gestión de riesgos es un proceso relacionado con el logro de objetivos de desarrollo sostenible y responsable.
- La gestión de riesgos se ubica con referencia a dos contextos: el riesgo existente y el posible riesgo o riesgo futuro, lo que implica actuar sobre los elementos vulnerables en la actualidad para evitar que en el futuro se incrementen las vulnerabilidades ya existentes o aparezcan más elementos vulnerables.
- La gestión de riesgos requiere de estructuras organizacionales e institucionales que integren actores y capacidades distintas, tomando siempre el “desarrollo” como su punto de referencia.

- El riesgo y su gestión no son algo externo al desarrollo, sino un componente íntimo e intrínseco de él. Esto significa que la gestión del riesgo en su acepción más avanzada debería ser transformadora de realidades, buscando acoplarse para formar parte de los nuevos y más sostenibles procesos de desarrollo.
- La gestión no se encuentra plasmada en un proyecto con un producto concreto, sino en la continua aplicación de principios y acciones de gestión, y en la sostenibilidad de procesos. La sostenibilidad significa el paso de un proyecto concreto a un proceso continuo.
- La importancia de las dimensiones subjetivas del riesgo en su evaluación y análisis significa que el proceso de la gestión tiene que ser necesariamente participativo. La participación es un mecanismo de legitimación y de garantía de pertenencia y la piedra angular de la apropiación del proceso por parte de los actores sociales. La apropiación es, de hecho, el signo definitorio del proceso.
- Un principio básico que deriva de la integración de la gestión del riesgo con la gestión del desarrollo [...] es que no debe haber necesidad de crear una nueva institucionalidad o formas organizacionales que respondan a las necesidades particulares de la gestión del riesgo, dado que ésta puede lograrse en muchas de sus metas y áreas de preocupación a través de la incorporación de la problemática del riesgo en las instituciones de promoción del desarrollo sectorial, territorial, ambiental, entre otras. En esencia, lo que se requiere es un ente de mando y coordinación global de la gestión, que realice su trabajo sustantivo a través de organismos ya existentes dotados de funciones y roles en la promoción y planificación del desarrollo.
- Debe ser una práctica impulsada, coordinada y monitoreada particularmente desde lo local. No puede existir sin el establecimiento de relaciones, niveles de concertación y coordinación, negociación y acoplamiento con actores y procesos generados en territorios de mayor jerarquía, sean éstos sub-regionales, regionales, nacionales y hasta internacionales. Esto asume gran importancia porque se reconoce que el riesgo que se expresa en los niveles locales es producto de múltiples procesos, concatenados e interrelacionados, cuyos orígenes sociales y territoriales exceden los límites de lo local. Un proceso de gestión local pueda ser más eficaz si se liga y se desarrolla en el marco de una territorialidad mayor.

- La gestión del riesgo es una práctica transversal e integral que comprende actividades y enfoques tanto en lo que se ha llamado la prevención y mitigación, como en temas particulares relacionados con los preparativos, la respuesta, la rehabilitación y la reconstrucción. Su punto de referencia es un proceso continuo de riesgo en constante evolución y cambio y no el desastre y las formas de evolución de éste durante condiciones normales de vida y durante o después de la ocurrencia de desastres. O sea, desde el principio se acepta la continuidad como algo definitorio del riesgo y de las prácticas que se despliegan para reducirlo o preverlo.

La planificación de una política de gestión de riesgos y reducción de los desastres consiste en una estrategia global de preparación ante las catástrofes e incluye:

- Determinación del estado actual en que se encuentra el conjunto de instituciones que conforman el sistema de gestión de riesgos, para trabajar en la disminución de sus vulnerabilidades organizativas, materiales y financieras.
- Determinación de la peligrosidad, vulnerabilidad e identificación del riesgo y su distribución geográfica, es decir, zonificación del riesgo.
- Redacción de estrategias y planes de actuación para hacer frente al fenómeno en cuestión.
- Preparación y entrenamiento de grupos de intervención.
- Educación y divulgación al público en general y en especial al que está sometido al riesgo.
- Aplicación de medidas para reducir la vulnerabilidad actual y futura.
- Control y coordinación de todas las actuaciones que se realicen; así como, retroalimentación cíclica para mejorar continuamente la situación en cuestión.

Por otro lado, la gestión de riesgos no es un proceso fijo y estático, por el contrario, es dinámico y cambia con la situación que se genera día a día, por cuanto es un proceso cíclico en espiral; razón por la que requiere también de una mejora continua de las acciones realizadas para reducir las vulnerabilidades actuales y futuras.

#### *1.7.4. El rol de las comunidades y la prospectiva estratégica para la gestión integrada de riesgos*

La comunidad es un actor clave en la gestión de riesgos. Estas representan a un grupo humano que habita en un determinado territorio, con relaciones interpersonales, historias de vida, formas de expresión, y tradiciones y sobre todo con intereses comunes, (Catellanos et al, 2011). Las comunidades suelen ser el punto de aterrizaje de cualquier intervención social que demande la gestión del riesgo. Los individuos o grupos así como las instituciones y las empresas de producción, no son del todo expertos en el conocimiento técnico sobre el riesgo, para ello necesitan en muchas ocasiones de la educación y del análisis el contexto socio-cultural en el cual se habitan.

Aspectos tales como la equidad ante el riesgo, las circunstancias alrededor del proceso de generación del riesgo, la oportunidad para el manejo de la respuesta, entre otros aspectos, son descuidados por el análisis técnico del riesgo, principalmente por no considerar en su implementación el contexto social y cultural. Según Castellanos, 2009, educar para la gestión del riesgo significa también participar y, participar significa tener la capacidad de decidir, controlar, ejecutar y evaluar los procesos y proyectos en la gestión del territorio. La incorporación de la variable de participación pública en la gestión de riesgos incorpora los siguientes principios.

- Debe ser participativa e inclusiva de todos los actores sociales implicados.
- Debe basarse en un diálogo abierto y comprensivo durante el análisis de las pérdidas, daños y consecuencias relevantes para los implicados.
- Debe analizarse desde una perspectiva integral y compleja que incluya las categorías ecológicas, económicas, psicológicas, políticas y culturales.
- Debe fundamentarse en los impactos para sectores específicos, grupos e individuos desde la etapa de prevención.
- Debe responder a las necesidades reales de los implicados.
- Debe visualizar de conjunto las incertidumbres de lo comprendido y lo comprometido.

Varias son las ventajas de las contribuciones generales de la educación ambiental comunitaria sobre la gestión del riesgo ambiental, dentro de ellas destacan:

1. La comunidad está mejor formada e informada para participar en el proceso de gestión.
2. Se desarrolla el sentimiento de pertenencia y del bien común de la comunidad al ser incluida en el proceso de gestión.
3. Se aumenta la implicación de los individuos en las etapas de la gestión del riesgo, al abordar la esencia psicológica de la participación. La población se siente valorada en la medida en que sus opiniones se tomen en cuenta.
4. Se integra el conocimiento científico-técnico al tradicional cotidiano, cuyo resultado puede favorecer una toma de decisiones participativa, con mejor comprensión de la realidad.

La gestión del riesgo ambiental debe superar el reduccionismo técnico en su análisis mediante la incorporación de la dimensión sociocultural para facilitar una visión integral del problema y su solución en el contexto de ocurrencia de eventos extremos. Las redes sociales y el modelo de identidad cultural de una comunidad, se convierten en vías excelentes de educación en temas de riesgo ambiental, pues a través de ellos ocurren procesos de integración del conocimiento con expresión de sus significantes culturales, lo que promueve una participación comprometida y motivada, (Castellano, 2010). La inclusión de la comunidad educada, como actor clave en el proceso de gestión del riesgo ambiental, ofrece como resultado un reordenamiento de la priorización de los intereses estatales y del ciudadano en riesgo que deben ser salvaguardados.

La formación, educación de la población y la integración de los resultados de la ciencia a la toma de decisiones, es un elemento importante en la prospectiva estratégica para la gestión integrada de riesgos. Cuba como nación ha apostado por el desarrollo científico y tecnológico en función de la toma de decisiones, para lo cual cuenta con un alto potencial humano y de desarrollo científico técnico que le permite enfrentar con aciertos los retos del cambio climático y la gestión de riesgos frente a fenómenos naturales extremos.

El país presenta un conjunto de instituciones soportadas en un sistema de ciencia e innovación científica, organizado y estructurado en función de su desarrollo socioeconómico. Cuenta además con importantes bases de datos ambientales y de recursos naturales, con la particularidad de que los resultados científicos tributan a los decisores y ejecutores.

La complejidad del riesgo costero de desastres conlleva a la necesidad de que los países adopten visiones prospectivas de desarrollo, sustentadas en el enfoque sistémico de la Gestión y Administración de los Riesgos de Desastres (GARD). Guasch (2013) plantea que la GARD es el proceso a través del cual se puede transformar el riesgo pre-existente en un riesgo permisible, aceptable o manejable, que esté en correspondencia con las capacidades de respuesta de las diferentes naciones. La eficacia y eficiencia de la GARD depende del alcance del proceso considerando una *visión holística*, así como del uso de indicadores representativos que establezcan criterios de medidas para la oportuna gestión.

En el análisis prospectivo resulta clave considerar la percepción que tienen las comunidades sobre las diferentes amenazas o peligros, así como evaluar las vulnerabilidades intrínsecas del sistema y las probablemente adquiridas tras el paso de un fenómeno extremo. A su vez se deben analizar los escenarios críticos de riesgos generados por las diferentes amenazas, evaluando los impactos en sub-escenarios específicos.

El continuo monitoreo de los ecosistemas marino-costeros y la planificación y ejercitación de acciones para enfrentar la emergencia ante posibles desastres, constituyen elementos claves. Del mismo modo deben desarrollarse estrategias de adaptación y mitigación ante eventos como las inundaciones, los sismos y huracanes.

Especial atención requiere, como anteriormente vimos, la formulación de regulaciones urbanas con énfasis en ciudades costeras, las cuales deben estar contenidas en las actualizaciones de los planes generales, parciales y especiales de ordenamiento territorial. La oportuna vinculación de la información sobre el fenómeno extremo, emitido por los Sistemas de Alerta Temprana y el pronóstico del impacto, son variables imprescindibles en la prospectiva estratégica de los riesgos costeros.

## 1.8. Conclusiones del capítulo

La gestión de riesgos involucra de manera cíclica, dinámica y ascendente procesos concatenados e integrados relacionados con la evaluación de las amenazas o peligrosidades, las vulnerabilidades y los riesgos. La formulación de un conjunto de acciones y medidas, resultados de la aplicación de metodologías, procedimientos y herramientas de gestión, deben ser diseñadas e implementadas en el corto, mediano y largo plazo en pos de reducir riesgos y aumentar la resiliencia urbana.

En los ámbitos nacional e internacional crece la preocupación de los especialistas en temas relacionados con la gestión de riesgos para la reducción de desastres. Con el decursar de los años se han logrado avances científicos técnicos en distintas esferas de la economía y de la sociedad, sin embargo, a pesar de estos adelantos, en ocasiones persevera la gestión inadecuada del territorio, apuntando a un incremento de las vulnerabilidades en las zonas expuestas al impacto de las diferentes amenazas.

En Cuba y Colombia se han logrado significativos avances en el diagnóstico y evaluación de las amenazas, las vulnerabilidades y los riesgos, no obstante aún se precisa generar programas de reducción de riesgos donde se alcance un mayor nivel de detalle en la zonificación de los riesgos y multirisgos, contribuyendo a apoyar de manera más efectiva la toma de decisiones.

En ambos países actualmente existe una voluntad política en función de reducir los efectos de las amenazas naturales e inducidas para lograr el desarrollo económico y social. Los esfuerzos alcanzados están soportados en un conjunto de marcos legales, investigaciones, y acciones específicas. En otras naciones latinoamericanas no se aplican algunas de estas prácticas por razones distintas como el incumplimiento de las normas y regulaciones jurídicas, la ubicación de construcciones y obras de infraestructuras en sitios inadecuados, la falta de preparación y de percepción de riesgos, entre otros aspectos.

La introducción de los principios de la gestión por procesos para la gestión de riesgos constituye un paso de avance en la reducción de las deficiencias detectadas, así como una herramienta efectiva en pos de uniformar las acciones que se realizan en las escalas provinciales y municipales de los territorios.

### **PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS Y REDUCCIÓN DE DESASTRES BASADO EN PROCESOS**

Los problemas derivados de la doble interacción entre el medio natural y la actividad humana, hacen necesario el planteamiento de actuaciones encaminadas a conseguir el equilibrio entre las condiciones naturales y la ocupación de los territorios. En este sentido, el diseño y aplicación de herramientas de gestión de riesgos es una vía para proponer soluciones a la situación problemática planteada, por tal motivo en este capítulo se expone un procedimiento para gestionar el riesgo basado en los principios de la gestión por procesos.

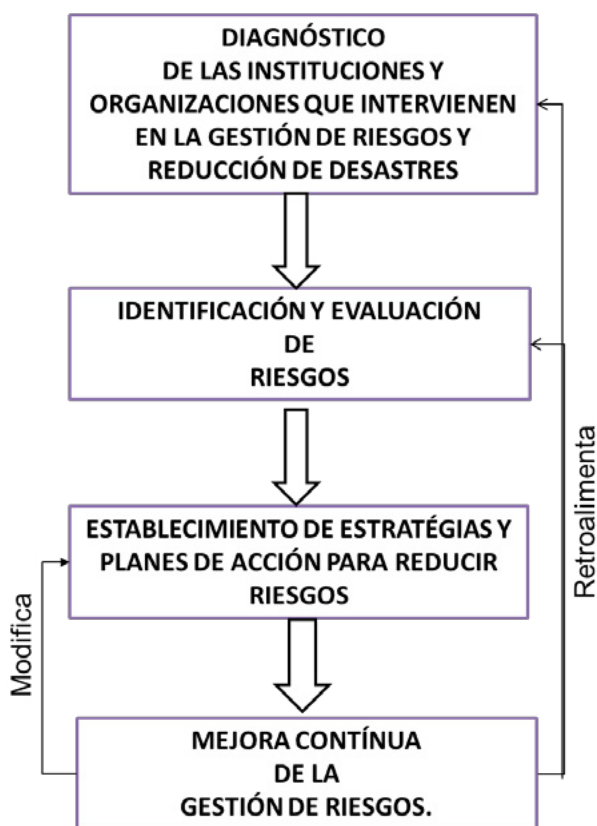
Desde el punto de vista conceptual, un *procedimiento* es la manera especificada de realizar una actividad o proceso, expresada mediante una secuencia de pasos que pueden incluir la preparación, la implementación y conclusión de la tarea. Cada paso puede ser una secuencia de actividades y cada actividad, una secuencia de acciones (Ross, 2009). Teniendo en cuenta estas consideraciones, el procedimiento que se propone para la gestión integral de riesgos tiene un carácter holístico y comprende los siguientes cuatro procesos generales:

1. Diagnóstico de las instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.
2. Identificación y evaluación de riesgos.
3. Establecimiento de estrategias y planes de acción para reducir riesgos.
4. Mejora continua de la gestión de riesgos.



Estos procesos se consideran claves y permiten identificar y diagnosticar los diferentes riesgos, definir acciones futuras para mejorar la situación estudiada, e introducir el análisis de los resultados basado en el principio de la mejora continua. La gestión de riesgos cumple con las indicaciones de la Defensa Civil Nacional de distintos países e integra el conjunto de regulaciones e indicaciones vigentes. Gráficamente el procedimiento representa la declaración de estos procesos y su interacción (Ver Figura 2.1).

#### PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS BASADO EN PROCESOS



**Figura 2.1** Esquema general del procedimiento,  
(Fuente: elaborado por los autores)

Teniendo en cuenta la necesidad de uniformar las informaciones de salidas de los informes y mapas que se generen, en este procedimiento se estandarizan los indicadores de peligro, vulnerabilidad y riesgos (PVR) de acuerdo a las recomendaciones de la UNDRP (2003), clasificándolos en una escala de cero a uno (0 -1) siguiendo los niveles planteados en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1**

Clasificación y valores para estandarización de PVR.

|                       | <b>1er. Nivel</b>            | <b>2do. Nivel</b>        | <b>3er. Nivel</b>     | <b>4to. Nivel</b>      |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>Peligro</b>        | Ninguno – Bajo<br>(0 – 0,25) | Moderado<br>(0,26 – 0,5) | Alto<br>(0,51 – 0,75) | Muy alto<br>(0,76 – 1) |
| <b>Vulnerabilidad</b> | Ninguna – Baja<br>(0 – 0,25) | Moderada<br>(0,26 – 0,5) | Alta<br>(0,51 – 0,75) | Muy alta<br>(0,76 – 1) |
| <b>Riesgo</b>         | Ninguno – Bajo<br>(0 – 0,25) | Moderado<br>(0,26 – 0,5) | Alto<br>(0,51 – 0,75) | Muy alto<br>(0,76 – 1) |

La propuesta integra en una escala numérica estandarizada las valoraciones de PVR que se realicen, procurando que todas las estimaciones probabilísticas sean más asequibles; acción que matemáticamente se realiza aplicando métodos de normalización e interpolación. La selección del método dependerá de los evaluadores y puede realizarse automáticamente con la ayuda de software profesionales (tabuladores) compatibles con los Sistemas de Información Geográficos (SIG). Estas estandarizaciones facilitan los siguientes aspectos:

- Confiabilidad para el trabajo con indicadores.
- La asignación de pesos más adecuados a los indicadores utilizados.
- Interpretaciones más factibles de los mapas de riesgos por los consejos populares a nivel de municipio y a nivel de provincia, y por tanto, la toma de decisiones más certeras.
- Uniformidad en las clasificaciones y la información de salida de los mapas e informes.

## **2.1. Proceso de diagnóstico de las instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres**

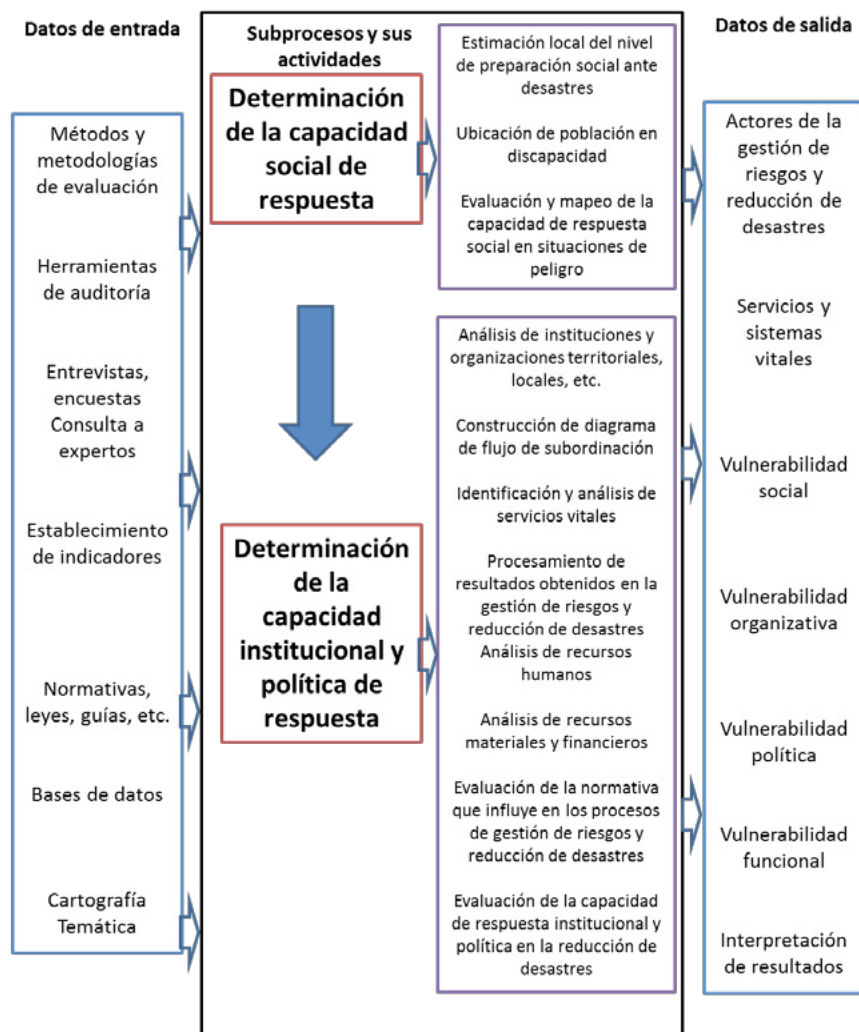
El objetivo del diagnóstico es determinar los recursos institucionales que expresan el conocimiento de la organización y su utilización para proponer proyectos o soluciones que permitan la representación del conocimiento organizacional, su aprovechamiento y uso en el mejoramiento cualitativo de la organización; o sea, determinar el estado en que se encuentran sus componentes y su posición estratégica actual respecto a la gestión de riesgos. Esta evaluación en su conjunto está dirigida a identificar cuáles son factores de vulnerabilidad interna y externa que presentan las instituciones y organizaciones, que le impiden o facilitan la realización eficiente, tanto de su actividad diaria como del proceso de gestión de riesgos, de manera que este conocimiento permita no solo trazar objetivos, acciones, metas, sino también la posibilidad de mejorar su actuación. Para ello se precisan los siguientes insumos básicos:

- Información sobre la dinámica de la sociedad en relación a instituciones, interacciones y sus resultados dentro de la gestión de riesgos.
- Recursos humanos, institucionales y financieros.
- Normativa legal, guías, metodologías.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este proceso se hace necesario ejecutar los siguientes subprocesos (Ver Figura 2.2):

1. Determinación de la capacidad social de respuesta (vulnerabilidad social).
2. Determinación de la capacidad institucional y política de respuesta (vulnerabilidad económica, institucional, política y organizativa).

# **DIAGNÓSTICO DE LAS INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES QUE INTERVIENEN EN LA GESTIÓN DE RIESGOS Y REDUCCIÓN DE DESASTRES**



**Figura 2.2** Mapa general del proceso de diagnóstico de las instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.

### *2.1.1 Determinación de la capacidad social de respuesta*

Para la determinación de la capacidad social de respuesta es preciso realizar distintas acciones, las fundamentales son: a) Estimación local del nivel de preparación social ante peligros y desastres y b) Evaluación y mapeo de la capacidad de respuesta social en situaciones de peligro.

Para estimar localmente del nivel de preparación social ante peligros y desastres es preciso analizar materiales históricos ubicados en archivos locales, bibliotecas, periódicos, iglesias, oficina de estadística, vivienda, planificación física y cualquier otra institución que se considere necesaria, con el fin de encontrar datos sobre el comportamiento histórico de la población en situaciones de desastres y su evolución en el tiempo; de manera que sean declaradas las acciones que históricamente han tenido éxito en su preparación cognoscitiva y para considerar experiencias positivas para intervenciones futuras.

Por otro lado, también es necesario aplicar las técnicas de entrevistas y encuestas para verificar el nivel de actualización de la población sobre las situaciones de peligro a que está sometida. Acciones que en su conjunto deberán planificarse y realizarse en cooperación con especialistas de la rama social (psicólogos, sociólogos, periodistas, comunicadores sociales, etc.) que dominan la proyección y aplicación de estas técnicas. Estos análisis deben ser realizados a través de indicadores, los que independientemente de su procedencia, constituyen elementos imprescindibles para realizar una valoración adecuada con resultados confiables; siendo recomendable que sean – en lo posible – cuantificables, ya que de su valor dependerá la existencia o no de un estado de vulnerabilidad social. En la tabla 2.2 se exponen algunos indicadores que pueden ser empleados con este propósito.

Un paso importante lo constituye la ubicación de población en discapacidad. Este ejercicio permite determinar la población que mayores dificultades tiene para actuar y dar respuesta ante situaciones de peligro eminente. En esta actividad los especialistas de la salud y los trabajadores sociales pueden jugar un rol importante, al igual que en la determinación y ubicación de niños y adultos mayores.

**Tabla 2.2**

Indicadores para determinar la capacidad social de respuesta.

| Indicador                                                                     | Grado de evaluación/valor promedio                                                                    |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                      |                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                               | Bajo<br>0.125                                                                                         | Moderado<br>0.375                                                                                                                                                       | Alto<br>0.625                                                                                                        | Muy alto<br>0.875                                                                                   |
| <b>Conocimiento de los peligros a que se está sometido</b>                    | Muy buen dominio de los peligros que afectan su comunidad                                             | Dominio medio de los peligros que afectan su comunidad, pues existen algunos elementos de los peligros que no están totalmente claros de su mecanismo de manifestación. | Dominio bajo de los peligros que afectan su comunidad, pues existen muchos elementos de los peligros que no conocen. | Ningún dominio de los peligros que afectan su comunidad.                                            |
| <b>Dominio de las medidas dirigidas a reducir la vulnerabilidad</b>           | Muy buen dominio de acciones de evaluación y medidas para reducir la vulnerabilidad en su entorno.    | Dominio medio de acciones de evaluación y medidas para reducir la vulnerabilidad en su entorno.                                                                         | Dominio bajo de acciones de evaluación y medidas para reducir la vulnerabilidad en su entorno.                       | Ningún dominio de acciones de evaluación y medidas para reducir la vulnerabilidad en su entorno.    |
| <b>Manejo de las acciones personales a realizar en situaciones de peligro</b> | Muy buen dominio de acciones de evacuación, kit de primeros auxilios, rutas de escape, refugios, etc. | Dominio medio de acciones de evacuación, kit de primeros auxilios, rutas de escape, refugios, etc.                                                                      | Dominio bajo de acciones de evacuación, kit de primeros auxilios, rutas de escape, refugios, etc.                    | Ningún dominio de acciones de evacuación, kit de primeros auxilios, rutas de escape, refugios, etc. |

Sigue...

Cont...

|                                                                                   |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Manejo de las acciones personales a realizar en situaciones de desastres</b>   | Muy buen dominio de acciones de rescate y salvamento, primeros auxilios, medidas higiénico sanitarias para la ingestión de agua, alimentos y limpieza personal, etc. | Dominio medio de acciones de rescate y salvamento, primeros auxilios, medidas higiénico sanitarias para la ingestión de agua, alimentos y limpieza personal, etc. | Dominio bajo de acciones de rescate y salvamento, primeros auxilios, medidas higiénico sanitarias para la ingestión de agua, alimentos y limpieza personal, etc. | Ningún dominio de acciones de rescate y salvamento, primeros auxilios, medidas higiénico sanitarias para la ingestión de agua, alimentos y limpieza personal, etc. |
| <b>Nivel de preparación cultural</b>                                              | Mayoritariamente universitario                                                                                                                                       | Mayoritariamente de nivel medio (bachillerato, obrero calificado, técnicos de nivel medio)                                                                        | Mayoritariamente con educación básica primaria, con poco entrenamiento en actividades especializadas                                                             | Bajo, con elevado analfabetismo                                                                                                                                    |
| <b>Nivel adquisitivo económico</b>                                                | Muy bueno                                                                                                                                                            | Bueno                                                                                                                                                             | Regular                                                                                                                                                          | Bajo                                                                                                                                                               |
| <b>Participación en actividades de preparación ante posibles desastres</b>        | Al menos dos cada año                                                                                                                                                | Al menos una cada año                                                                                                                                             | Al menos 4 en los últimos 5 años                                                                                                                                 | Ninguno o al menos 2 en los últimos 10 años                                                                                                                        |
| <b>Cantidad de adultos mayores de 60 años por manzana, consejo, condado, etc.</b> | Menos del 10 %                                                                                                                                                       | Entre 10 y 30 %                                                                                                                                                   | Entre 30 y 50 %                                                                                                                                                  | Más del 50 %                                                                                                                                                       |
| <b>Cantidad de niños y por manzana, consejo, condado, etc.</b>                    | Menos del 10 %                                                                                                                                                       | Entre 10 y 30 %                                                                                                                                                   | Entre 30 y 50 %                                                                                                                                                  | Más del 50 %                                                                                                                                                       |
| <b>Capacidad de autoevaluación en discapacitados físico-motores</b>               | Con buena habilidad para la autoevaluación.                                                                                                                          | Con habilidad limitada para la autoevaluación.                                                                                                                    | Con habilidad muy limitada para la autoevaluación.                                                                                                               | Sin habilidad para la autoevaluación. Personas postradas                                                                                                           |

Luego de obtener los datos anteriores, se precisa mapear de la capacidad de respuesta social en situaciones de peligro, lo cual permitirá en el futuro seleccionar zonas y segmentos sociales de mayor prioridad en la atención, capacitación y evacuación. Para realizar el mapeo se deberán obtener los indicadores anteriormente expresados empleando distintos métodos, entre ellos: la verificación de datos a partir de los censos de población y vivienda.

A los indicadores obtenidos, en dependencia del lugar que se trate, se les asignarán pesos. Estos pesos permiten determinar una vulnerabilidad social y por tanto su mapeo; aunque independientemente los resultados sirvan para análisis posteriores en la toma de decisiones de reducción de riesgos y desastres; por ejemplo:

$$Vs = \text{Indicador1 (peso)} + \text{Indicador2 (peso)} + \text{Indicador3 (peso)} + \dots \text{Indicador n (peso)}.$$

Donde Vs es la vulnerabilidad social y se corresponde con la capacidad de respuesta.

### *2.1.2 Determinación de la capacidad institucional y política de respuesta*

Determinar la capacidad institucional y política de respuesta significa estudiar el estado en que se encuentran sus componentes. Teniendo en cuenta este planteamiento, en este proceso se hace necesario ejecutar los siguientes subprocesos:

- a. Identificar y esquematizar jerárquicamente el conjunto de instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.
- b. Establecer los lineamientos de su funcionamiento, principales acciones y resultados en la gestión de riesgos y reducción de desastres.



- c. Identificar los recursos económicos (financieros y materiales), así como los humanos para gestionar riesgos y reducir desastres.
- d. Identificar y revisar la efectividad de la normativa legal, planes, guías y metodologías que influyen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.
- e. Identificación, análisis y mapeo de servicios vitales con sus rutas principales de acceso.
- f. Evaluación de la capacidad de respuesta institucional y política en la reducción de desastres.

#### *2.1.2.1 Identificar y mapear el conjunto de instituciones e instalaciones generadoras de peligro secundario*

Existen instituciones e instalaciones que son generadoras de peligros secundarios, sobre todas las que manejan sustancias peligrosas, combustibles, las presas, entre otras, que luego del impacto de las amenazas o peligros naturales o antrópicos pueden desencadenar su colapso y por tanto daños secundarios a la población, los ecosistemas, los suelos, las aguas, la atmosfera, la economía y la sociedad en general. Estas instalaciones deben ser identificadas y mapeadas, de manera que esto permita establecer en el futuro planes de evacuación y/o medidas de seguridad en las mismas; su mapeo deberá incluir elementos de análisis como la dirección predominante del viento, la concentración poblacional, dirección predominante de las corrientes de agua superficiales y subterráneas, pendientes del terreno, entre otros datos que determinen la aureola de dispersión y zonas más vulnerables al impacto.

A este tipo de vulnerabilidad se le denomina *vulnerabilidad de objetivos económicos estratégicos*. Su análisis brinda una idea de las áreas que mayormente pueden ser afectadas luego del impacto de un fenómeno natural si una de estas instalaciones colapsa. El inventario de estas instalaciones puede realizarse a través del uso de una tabla como la expuesta a continuación (Tabla 2.3) además de un informe más detallado en cada caso de estudios particulares. Posteriormente este análisis se procederá al mapeo físico:

**Tabla 2.3**

Inventario de instituciones e instalaciones generadoras de peligros secundarios.

| <b>Instituciones e instalaciones generadoras de peligro secundario</b> | <b>Ubicación cartográfica</b> | <b>Dirección</b>                                               | <b>Tipo de peligro secundario</b>                                        | <b>Área de afectación</b>           | <b>Daños secundarios</b>                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Institución 1</b><br>(Ejemplo: Refinería de petróleo)               | Coordenadas geográficas       | Calle, número, entre calles, reparto, condado, poblado, ciudad | Derrame de combustible, explosión, combustión. Fuego generalizado        | En km <sup>2</sup> , buffer en mapa | Población posible a afectar por muerte, heridos, quemaduras, otras pérdidas económicas potenciales                                                                        |
| <b>Institución 2</b><br>(Ejemplo: Planta de gases industriales)        | Coordenadas geográficas       | Calle, número, entre calles, reparto, condado, poblado, ciudad | Escape de gases, explosión, combustión. Fuego generalizado               | En km <sup>2</sup> , buffer en mapa | Población posible a afectar por muerte, heridos, quemaduras, otras pérdidas económicas potenciales                                                                        |
| <b>Institución 3</b><br>(Ejemplo: Fábrica de productos químicos)       | Coordenadas geográficas       | Calle, número, entre calles, reparto, condado, poblado, ciudad | Derrame de productos químicos, explosión, combustión. Fuego generalizado | En km <sup>2</sup> , buffer en mapa | Población posible a afectar por muerte, heridos, quemaduras, contaminación potencial directa de aguas y suelos, otras pérdidas económicas potenciales                     |
| <b>Institución 4</b><br>(Ejemplo: Laboratorio de productos biológicos) | Coordenadas geográficas       | Calle, número, entre calles, reparto, condado, poblado, ciudad | Derrame de combustible, explosión, combustión. Fuego generalizado        | En km <sup>2</sup> , buffer en mapa | Población posible a afectar por muerte, heridos, infectados, velocidad promedio de propagación de enfermedades infecto contagiosas, otras pérdidas económicas potenciales |
| <b>Institución n...</b>                                                | Coordenadas geográficas       | Calle, número, entre calles, reparto, condado, poblado, ciudad | Peligro secundario n                                                     | En km <sup>2</sup> , buffer en mapa | Afectación secundaria n                                                                                                                                                   |

### 2.1.2.2 Identificación y esquematización jerárquica del conjunto instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres

La identificación y esquematización jerárquica del conjunto instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres, se debe construir a partir del conocimiento de cuáles son las principales entidades o elementos que intervienen en la reducción y mitigación de los distintos riesgos; así como la revisión de sus relaciones y resultados de trabajo en los diferentes proyectos que se llevan a cabo, con la finalidad de conocer la existencia de mecanismos de integración multidisciplinaria o realizar proyecciones futuras para que se materialicen. (Figuras 2.3 y 2.4)



**Figura 2.3.** Esquema general de instituciones, sus actividades y resultados en proyectos, (Fuente: elaborado por los autores)

Los organigramas institucionales permiten conocer los niveles jerárquicos de actuación ante situaciones de desastres por tipos de peligros o amenazas, de ahí la importancia de su elaboración y conocimiento por parte de todos los entes de la sociedad.



**Figura 2.4.** Esquema general de instituciones, sus relaciones y nivel jerárquico de influencia sobre la población, (Fuente: elaborado por los autores).

### *2.1.2.3 Establecer los lineamientos de funcionamiento, principales acciones y resultados en la gestión de riesgos y reducción de desastres*

Estos análisis se realizan para investigar en términos generales qué factores están influenciando sobre el accionar del sistema, identificando el estado de los recursos, los resultados, y los efectos de la diaria gestión, aspecto que permite estudiar los mecanismos más adecuados de integración. Un ejemplo reducido puede encontrarse en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4**

Ejemplo de actores que pudieran intervenir en la gestión de riesgos y sus principales funciones en un país.

| Actores         | Funciones                                                                                | Clasificación            | Observaciones                                                                   |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Gobierno</b> | Orienta y controla el cumplimiento de la política del estado con respecto los desastres. | Organizador, controlador | Máximo responsable por la seguridad ciudadana y la preservación de los recursos |

Sigue...

Cont...

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Defensa Civil</b>                        | Control de la política estatal para situaciones de desastres. Máximo responsable de la implementación del Sistema de Gestión de riesgos.                                                                                                                                                                                                                               | Organizador, controlador                                    | Activa y dirige el Consejo de defensa civil nacional, municipal y provincial durante las etapas de desastres. Moviliza recursos para la protección de la población y la economía ante desastres. Organiza y dirige acciones de simulacro en situaciones de desastres |
| <b>Centros de gestión de riesgos</b>        | Es el asesor directo de la defensa civil y los gobiernos nacionales, municipales y provinciales para los estudios de riesgos ante posibles situaciones de desastres. Controla y asesora en conjunto a la defensa civil el funcionamiento del Sistema de Gestión de Riesgos y, el cumplimiento de la política del estado con respecto los desastres en los territorios. | Asesor                                                      | Crea el Grupo de asesores de riesgos, con reuniones planificadas para la creación y actualización continua de las bases de datos y planes de contingencia.                                                                                                           |
| <b>Direcciones de planificación física.</b> | Organiza y dirige los planes de ordenamiento territorial, Licencias ambientales, certificado de micro y macro localización, licencias de construcción, etc.                                                                                                                                                                                                            | Organizador, controlador, asesor                            | Participación directa en los controles y evaluaciones generales durante el proceso inversionista, así como en la elaboración de informes de riesgos.                                                                                                                 |
| <b>Ministerio de Ciencia y Tecnología</b>   | Investigaciones de peligro y riesgo geológicos, meteorológicas, de vigilancia y otras asociadas. Asesoría gubernamental en temas de riesgo. Estudios de peligrosidad geológica con el empleo de SIG y de la situación meteorológica provincial para su aplicación a los planes de ordenamiento, planificación física, alerta temprana y protección de recursos.        | Organizador, controlador, investigador, asesor, capacitador | Vigilancia sismológica, meteorológica e investigaciones aplicadas. Mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos, además de múltiples estudios de microzonificación.                                                                                                    |

Sigue...

Cont...

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Servicio geológico, meteorológico y empresas especializadas</b> | Investigaciones y proyectos de geología, geotecnia, geofísica, topografía e hidrogeología, sismológicas, meteorológicas; así como otros servicios ingenieros y ensayos estructurales. Confecciona y actualiza la cartografía de peligros del territorio, brinda servicios de asesoría, laboratorio de análisis geoquímico y petrográfico, etc. | Controlador, investigador, asesor              | Participa en durante la ejecución de proyectos, en las etapas iniciales y en la medición del comportamiento de fenómenos naturales, etc. Posee la información geológica y meteorológica más actualizada.                                                                          |
| <b>Recursos Hidráulicos y su sistema de empresas</b>               | Investigaciones y proyectos hidráulicos para agua potable y residual. Administra los embalses con incidencia en los fenómenos de inundación.                                                                                                                                                                                                   | Ejecutor, controlador, diseñador, asesor       | Estudios de comportamientos geoquímicos de aguas superficiales y subterráneas, modelación de avenidas, cuencas hidrográficas e inundaciones.                                                                                                                                      |
| <b>Empresas de la construcción</b>                                 | Diseño y ejecución de proyectos constructivos, así como otros servicios ingenieros. Ejecución de la mayoría de los proyectos de edificaciones e infraestructura con aplicación de normas técnicas establecidas.                                                                                                                                | Ejecutor, controlador, diseñador, asesor       | Son los principales actores en la reducción de riesgos, la mayoría de las pérdidas de recursos en los desastres se verifican dentro de las construcciones.                                                                                                                        |
| <b>Universidades</b>                                               | Docente e investigativa. Asesoría científica en la mitigación de riesgos. Capacitación de personal técnico y población en general. Estudios de vulnerabilidad estructural, social y de los sistemas.                                                                                                                                           | Controlador, investigador, asesor, capacitador | Aplicación de métodos avanzados empleando softwares profesionales. Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos. Investigación y asesoría para la intervención en el patrimonio construido. Proyectos de desarrollo local y educación ambiental en temas de riesgos, entre otros |
| <b>Sistema de Educación básica</b>                                 | Educativo – instructivas. Capacitación a niveles básicos según programas nacionales y territoriales.                                                                                                                                                                                                                                           | Investigador, asesor, capacitador              | Participación directamente en la formación de una conciencia de prevención en las generaciones más jóvenes.                                                                                                                                                                       |

Sigue...

Cont...

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Banco Central</b>                                                                                       | Controlador de la política financiera del estado. Asesor financiero para empleo y control de los presupuestos especiales para situaciones de desastre                                                                                                                      | Controlador, asesor, financista | Deberá promover la asignación de presupuestos especiales para la realización de proyectos de investigación-desarrollo encaminados a la reducción y mitigación de los, además de continuar facilitando la política crediticia encaminada a reducir la vulnerabilidad estructural y no estructural del territorio. |
| <b>Empresa de Seguros</b>                                                                                  | Controlador de la política de seguros del estado. Asesor para la contratación, empleo y control de los presupuestos especiales asegurados para situaciones de desastre.                                                                                                    | Controlador, asesor, financista | Deberá promover la contratación de seguros encaminados a la protección financiera de las instituciones y las personas ante posibles situaciones de desastre.                                                                                                                                                     |
| <b>Grupo de empresas de comunicación (radio, televisión, prensa escrita)</b>                               | Controlador de la política de difusión. Instrumento asesor para la programación de espacios radiales, televisivos, periodísticos relacionados con las acciones necesarias a cumplir en las diferentes etapas de los desastres, así como en la capacitación a la población. | Divulgador, capacitador         | Deberá continuar promoviendo la educación a la población sobre la preparación y respuesta ante la posible ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos, y reforzar los dirigidos a la reducción de la vulnerabilidad en el territorio.                                                                         |
| <b>Empresas poligráficas y otras imprentas pertenecientes a organismos y organizaciones del territorio</b> | Controlador de la política de difusión masiva de información en medios impresos. Instrumento asesor para la impresión y difusión de informaciones relacionadas con las acciones necesarias a cumplir en las diferentes etapas de los desastres.                            | Divulgador, capacitador         | Deberá continuar promoviendo la instrucción y educación de la población sobre la preparación y respuesta ante la posible ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos, y reforzar los dirigidos a la reducción de la vulnerabilidad en el territorio.                                                          |

Sigue...

Cont...

|                                                                                 |                                                                                                                                        |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unión eléctrica (UNE)</b>                                                    | Productor y comercializador de energía eléctrica. Instrumento asesor para la prestación de servicios eléctricos en caso de desastres.  | Generador de riesgos            | Generador de altos riesgos. Deberá continuar realizando actividades dirigidas a la reducción de la vulnerabilidad producto a las interrupciones del servicio eléctrico, incendios y la seguridad de las redes que afectan en su conjunto el funcionamiento de los sistemas de servicios básicos antes, durante y después del impacto de un evento natural |
| <b>Refinerías, distribuidoras y comercializadoras de derivados del petróleo</b> | Refinador y comercializador de derivados del petróleo. Instrumento asesor para el abastecimiento de combustibles en caso de desastres. | Generador de riesgos            | Generador de altos riesgos. Deberá continuar realizando actividades dirigidas a la reducción de la vulnerabilidad producto a las posibles explosiones, incendios, derrames de combustible que afectan en su conjunto el funcionamiento de los servicios básicos antes, durante y después del impacto de un evento natural, así como a la población.       |
| <b>Entidades de salud (hospitales, clínicas, consultorios)</b>                  | Prevención y tratamiento de la salud humana. Instrumento asesor para la prestación de servicios de salud pública en caso de desastres. | Servicios de salud, capacitador | Deberá continuar promoviendo la instrucción y educación de la población sobre la preparación y respuesta ante las posibles enfermedades que suelen aparecer o agudizarse cuando ocurre un desastre, así como su atención médica.                                                                                                                          |

Sigue...



Cont...

|                                                             |                                                                                                                                 |                        |                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empresas agrícolas, pecuarias y productores privados</b> | Productor y comercializador de productos agrícolas. Instrumento asesor para el abastecimiento alimenticio en caso de desastres. | Productor de alimentos | Deberá continuar promoviendo la instrucción y educación de los agricultores sobre la preparación y respuesta ante posibles desastres, el aseguramiento de sus producciones, etc. |
| <b>Otros según el país y la región de análisis</b>          | Funciones                                                                                                                       | Clasificación          | Observaciones                                                                                                                                                                    |

Los elementos expuestos con anterioridad son importantes para las proyecciones futuras, debido a que de acuerdo al resultado de este análisis podrá realizarse una selección adecuada de las instituciones que participen en los proyectos que se desarrollen, además de marcar la dinámica de los procesos institucionales, ya que las estructuras organizativas de las localidades y Estados en general pueden sufrir variaciones. Un aspecto significativo es el establecimiento de convenios de trabajo entre la Defensa Civil, los Centros de Gestión de Riesgos y las entidades, estableciendo su obligatoriedad de participación en el sistema.

*2.1.2.4 Identificar los recursos económicos (financieros y materiales), así como humanos para gestionar riesgos y reducir de desastres*

La identificación de recursos económicos y humanos es un paso crucial, pues de esto depende en gran medida las evaluaciones de respuesta institucional ante la necesaria organización de acciones del sistema para gestionar riesgos y reducir desastres. Por otro lado, permite tener una visión de cómo está el país y sus regiones preparados para enfrentar una situación de desastre, o sea es la

foto instantánea del momento. Identifica la vulnerabilidad política, institucional y organizativa. Esta no es una evaluación simple, requiere de mucho trabajo por parte de todos los actores del sistema de gestión de riesgos, por lo que son necesarias varias técnicas que incluyen auditorías bancarias, de recursos materiales, análisis de disponibilidad, entre otras. De forma simplificada puede llegarse a tener una idea llenando los datos de la tabla 2.5, pero es preciso acompañarlo de informes detallados.

**Tabla 2.5**

Principales recursos institucionales.

| <b>Actores</b>       | <b>Recursos materiales</b>                                                                                    | <b>Recursos financieros</b>                                                                                                      | <b>Recursos humanos</b>                                                          |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Institución 1</b> | Con qué se cuenta en almacén de forma regular, en equipamiento. Cuáles son sus principales producciones, etc. | Capital disponible para emergencias. Capital estimado de trabajo regular en condiciones normales. Otros fondos disponibles, etc. | Fuerza de trabajo disponible en tiempos normales y en condiciones de emergencia. |
| <b>Institución 2</b> |                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                  |
| <b>Institución 3</b> |                                                                                                               |                                                                                                                                  |                                                                                  |

Luego de identificados estos actores se deberán mapear los mismos para posicionar las posibles vías de evacuación, y empleo de los recursos disponibles en situaciones de peligro y desastres.

#### *2.1.2.5 Identificar y revisar la efectividad de la normativa legal, planes, guías y metodologías que influyen en la gestión de riesgos y reducción de desastres*

La normativa legal establecida juega un rol trascendental, pues es a través de este instrumento que el Estado obliga a los actores a realizar acciones encaminadas a gestionar riesgos. Esta debe realizarse de forma jerárquica según se establece en los principios del derecho.

Resulta imprescindible evaluar la manera en que la Constitución del Estado (conocida como Ley de leyes), impulsa las actividades de gestión de riesgos desde sus diferentes aristas y por consiguiente, el análisis del resto de las regulaciones y su correspondencia con lo planteado en la constitución. Esto puede realizarse de manera resumida completando los datos de la tabla 2.6. Esta plantilla debe igualmente acompañarse de un informe detallado de la manera en que la ley establece los mecanismos de gestión.

**Tabla 2.6**

Principales normativas que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.

| <b>Normativa</b>                                | <b>Aspectos que regula</b> | <b>Organismo</b> | <b>Nivel de alcance</b> |
|-------------------------------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|
| <b>Constitución</b>                             |                            |                  |                         |
| <b>Leyes</b>                                    |                            |                  |                         |
| <b>Decretos Leyes</b>                           |                            |                  |                         |
| <b>Otras normativas jurídicas de menor peso</b> |                            |                  |                         |
| <b>Plan de ordenamiento territorial</b>         |                            |                  |                         |
| <b>Planes de la defensa civil</b>               |                            |                  |                         |
| <b>Normas técnicas</b>                          |                            |                  |                         |
| <b>Reglamentos de construcción</b>              |                            |                  |                         |
| <b>Guías metodológicas</b>                      |                            |                  |                         |
| <b>Otros</b>                                    |                            |                  |                         |

En este proceso es necesario que cada institución u organización, identifique las normativas que les competen dentro de la gestión de riesgos y periódicamente realicen una evaluación de su cumplimiento, de modo que puedan establecer un nivel de autocontrol y proyección de su rectificación.

### *2.1.2.6 Identificación, análisis y mapeo de servicios vitales*

Los servicios vitales (hospitalarios, comunicaciones, electricidad, acueducto, alcantarillado, transportación y viales, servicio geológico, servicio

meteorológico) juegan un rol trascendental en situaciones de desastres, su identificación, análisis y mapeo constituye una herramienta importante en las acciones a realizar para su protección y funcionamiento antes y después de un desastre, por tanto, su caracterización es vital para el desarrollo de los procesos.

Para analizar este aspecto se deben completar los datos en el modelo de inventario recogido en la tabla 2.7. Este análisis igualmente debe acompañarse de un informe detallado de la manera en que la ley establece los mecanismos de gestión.

**Tabla 2.7**

Principales servicios vitales que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres.

| Servicios vitales        | Localización | Organismo que administra | Actividades que se realizan | Acciones planificadas en situación de desastre |
|--------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|
| Servicios hospitalarios, |              |                          |                             |                                                |
| Servicios comunicaciones |              |                          |                             |                                                |
| Servicios electricidad   |              |                          |                             |                                                |
| Servicios acueducto      |              |                          |                             |                                                |
| Servicios alcantarillado |              |                          |                             |                                                |
| Servicios transportación |              |                          |                             |                                                |
| Servicios geológicos     |              |                          |                             |                                                |
| Servicios meteorológicos |              |                          |                             |                                                |
| Servicios viales         |              |                          |                             |                                                |
| Otros                    |              |                          |                             |                                                |

### *2.1.2.7 Evaluación de la capacidad de respuesta institucional y política en la reducción de desastres*

El diagnóstico se debe realizar a partir del conocimiento de cuáles son las principales entidades o elementos que intervienen tanto en la generación, como en la reducción y mitigación riesgos; además de la revisión de sus relaciones con la finalidad de establecer mecanismos de integración multidisciplinaria. Estos análisis se realizan a través de distintos indicadores, entre ellos:

- Clasificación, (estatal, empresa privada, ONG, gobierno).
- Funciones que realiza.
- Factores que están influenciando sobre el accionar de las mismas que potencian o reducen su actividad en función de reducir riesgos y desastres.
- Estado de los recursos con que cuenta (humanos, materiales y financieros).
- Resultados en función de la gestión de riesgos hasta el momento de evaluación.

Con esta caracterización además se identifican cuáles son sus fortalezas, debilidades y oportunidades, los factores de vulnerabilidad institucional (económicos, ambientales, físicos, sociales, institucionales, políticos, cognoscitivos, etc.) que presenta la organización, que le impiden o facilitan la realización eficiente, tanto de su actividad diaria como su intervención en el proceso de gestión de riesgos y reducción de desastres (elementos que constituyen las salidas del proceso y entradas para procesos posteriores). Este conocimiento permite no solo trazar objetivos, acciones, metas, sino también la posibilidad de mejorar su actuación.

Los elementos expuestos con anterioridad son importantes para las proyecciones futuras, debido a que de acuerdo al resultado de este análisis podrá realizarse una selección adecuada de las instituciones que participen en los proyectos que se desarrollen, además de marcar la dinámica de los procesos institucionales, ya que las estructuras organizativas pueden sufrir variaciones.

Es necesario resaltar que si se tiene un buen resultado de este proceso, también se puede mapear con mayor exactitud la disponibilidad de actividades económicas, sociales y culturales de la región en cuestión. Con esto se brinda la posibilidad futura de trazar rutas críticas, sistemas de abastecimiento en función de la reducción de riesgos y la recuperación pos desastre, organizar los salvamentos, los sistemas de aviso, los sistemas de comunicación, de distribución de agua, identificación de posibles reservas no concebidas en los planes actuales, entre otros con criterios científicos.

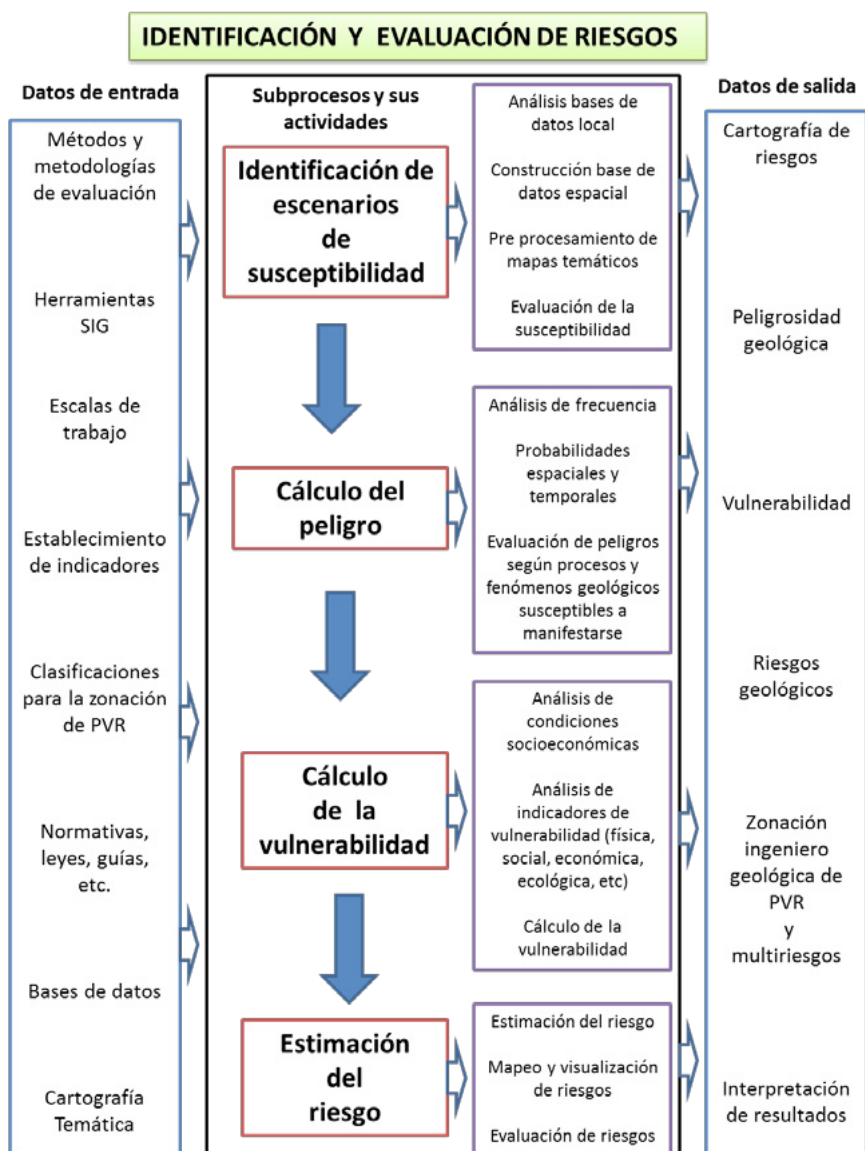
## **2.2 Proceso de identificación y evaluación de riesgos**

El objetivo del diagnóstico es identificar, clasificar, determinar, disponer y difundir datos, informaciones y conocimientos, que permitan y faciliten la caracterización de los distintos procesos y fenómenos conducentes a riesgos, se precisan obtener los siguientes datos básicos de entrada:

- a. Datos históricos sobre las ocurrencias de fenómenos potencialmente peligrosos, área de afectación, causales y condicionales, tipología, recurrencia, mecanismos de propagación y dinámica de comportamiento.
- b. Información sobre el uso, ocupación y transformación del territorio y sus recursos.
- c. Normas, regulaciones, metodologías, guías, entre otras.
- d. Herramientas de procesamiento de datos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario ejecutar los siguientes subprocesos (Ver figura 2.5):

- I. Identificación de escenarios de susceptibilidad (Primera fase).
- II. Cálculo del peligro (Segunda fase).
- III. Cálculo de la vulnerabilidad (Tercera fase).
- IV. Estimación del riesgo (Cuarta fase).



**Figura 2.5** Mapa del proceso de identificación y evaluación de riesgos.

### *2.2.1 Identificación de los escenarios de susceptibilidad (Primera fase)*

Para la realización de este subproceso se realizarán las siguientes actividades: a) Análisis de las bases de datos locales de desastres; b) Construcción de la base de datos espacial; c) Pre-procesamiento de mapas temáticos; d) Evaluación de la susceptibilidad.

#### *2.2.1.1 Análisis de las bases de datos locales de desastres*

Se identificarán los procesos y fenómenos conducentes a riesgos y desastres en la localidad. Teniendo en cuenta que estos aparecen muchas veces relacionados con otros fenómenos como intensas lluvias o huracanes, es necesario coleccionar toda la información posible sobre antiguos desastres en el territorio. Hay cuatro formas principales de formalizar esta base de datos:

- a. Colectando de materiales de archivos e históricos.
- b. Entrevistando a especialistas, población y líderes comunitarios.
- c. Empleando e interpretando fotos cósmicas y aéreas, etc.
- d. Realizando campañas ingeniero geológicas de campo y laboratorio.
- e. Realizando otras campañas de campo para recolectar información básica.

La base de datos de los riesgos y desastres ocurridos, así como de los pronosticados de conjunto con la realización de trabajo de campo permite:

- Analizar y organizar sus inventarios y bases de datos para la gestión de reducción de riesgos.
- El establecimiento del riesgo, es decir enmarcar un contexto, ya sea a nivel nacional, regional o local.
- El análisis de la historia evolutiva del riesgo.
- El análisis del entorno geológico, geomorfológico, físico-geográfico y demográfico actual y detallado de la zona.



**Tabla 2.8**

Datos primarios por fenómeno requeridos para la elaboración de la base de datos de desastres en la localidad.  
(Galbán, 2014)

| Sismos                                                                                                           | Tsunami                                                                                                                                 | Deslizamientos                                                                                | Erosión Costera                                             | Carso                                                                                                       | Intensas Lluvias                                                                                                                       | Huracanes                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sismicidad histórica, catálogos sísmicos.                                                                        | Registro de inundaciones, niveles máximos de agua en eventos pasados.                                                                   | Datos históricos del área y sitios con condiciones similares.                                 | Información histórica y registros de altura de agua.        | Identificación Histórica y sitios con condiciones de formación cárstica                                     | Información histórica: mapas de inundación de eventos pasados                                                                          | Estudios de frecuencia e intensidad de huracanes, histogramas.                                      |
| Estudios de tectónica y geología. Modelos de tasas de excedencia de magnitudes.                                  | Levantamientos de la zona: batimetría de la costa, mapas de curvas de nivel de la franja costera.                                       | Estudio de las características físicas y geológicas.                                          | Estudios de batimetría de la costa.                         | Estudio de las características de formación y desarrollo del carso, levantamiento ingeniero geológico.      | Registros de estaciones pluviométricas, precipitación máxima anual, precipitación diaria promedio                                      | Zonas ciclo génicas. Estudios de generación de huracanes, trayectorias probables.                   |
| Leyes de atenuación específica y adecuada a la región de análisis. Tasas de excedencia de aceleraciones máximas. | Información sísmica y tectónica de la zona circundante. Estudios de velocidad de propagación y tiempos de llegada de la ola a la costa. | Estudios del posible comportamiento de la masa deslizada: velocidad y distancia de recorrido. | Estudios de generación de ciclones.                         | Estudio del proceso de lixiviación de las rocas. Velocidad y tipología.                                     | Hidrogramas de avenidas, determinación de zonas propensas a inundares. Topografía, curvas de nivel, levantamiento de obras de drenaje. | Topografía de la zona costera. Mapas topográficos y levantamientos de zonas afectadas.              |
| Funciones de amplificación de aceleraciones, funciones de transferencia, cocientes espectrales                   | Identificación y estudio de las defensas naturales o construidas por el hombre para mitigar los efectos de los tsunamis.                | Estudios de frecuencia intensidad de evento desencadenante (lluvias intensa, sismo, etc.).    | Estudios teóricos y modelos de altura de marea de tormenta. | Estudios de los parámetros y cartografía, incidencia del clima. (Lluvia, aguas superficiales y subterránea. | Modelos de escorrentía y filtración adecuados para la zona de análisis: estudios de permeabilidad del suelo.                           | Datos de estaciones en observatorios meteorológicos. Modelos de distribuciones de valores extremos. |

- El tratamiento de los datos mediante métodos estadísticos, aplicación de modelos y técnicas de simulación.
- Representación gráfica o cartográfica de los resultados. Últimamente esta representación se lleva a cabo mediante sistemas de información geográfica (SIG).

Algunos datos primarios por fenómeno pueden verificarse en la tabla 2.8.

### *2.2.1.2 Construcción de la base de datos espacial*

Luego de obtenido el inventario organizado de riesgos y desastres en la localidad, se procede a la selección de los elementos espaciales que permiten construir una base de datos espacial para la realización sucesiva de los trabajos de peligrosidad de los procesos y fenómenos identificados. Entre los datos esenciales para la realización del estudio de peligrosidad se encuentran: modelo digital del terreno (MDT), mapa de la red fluvial, mapa geológico, mapa de fallas y alineamientos tectónicos, mapa de la red vial, mapa de uso de suelos, mapa de intensidad de la lluvia, mapa de aceleración o amenaza sísmica, entre otros.

### *2.2.1.3 Pre-procesamiento de los mapas temáticos*

Los datos obtenidos de los diferentes organismos se deben digitalizar, georeferenciar y editar según corresponda. Es necesario que todos los datos coincidan geográficamente y que tengan las mismas características en cuanto a resolución y límites geográficos. Es conveniente emplear un mismo límite y un mismo sistema de coordenadas geográficas para todos los mapas a fin de evitar diferencias.

### *2.2.1.4 Evaluación de la susceptibilidad*

Dependiendo del inventario de los distintos fenómenos ambientales identificados y teniendo la caracterización temática, se evaluara la susceptibilidad según los distintos componentes que intervienen en la peligrosidad del fenómeno. Sus indicadores tienen que ver con las condiciones de aparición y los factores dispa-

dores; teniendo en cuenta además el peso que le corresponderá para el fenómeno evaluado en el territorio que se investiga. Por ejemplo: La susceptibilidad al deslizamiento está dada por el tipo de roca y el valor de la pendiente (fundamentalmente). Se tiene como factor disparador a las precipitaciones y los sismos. Para calcular la susceptibilidad ante tales procesos se deberá emplear la siguiente fórmula:

$$Sp = \sum_{1-n} Ia \text{ (peso)} + Fd \text{ (peso)}$$

Dónde:

Sp- susceptibilidad al peligro, Ia- Indicadores de aparición, Fd- Factores disparadores, n- cantidad de indicadores más factores disparadores, peso- peso asignado al indicador o factor de 0-1 en la formulación.

Nota: La sumatoria de los pesos en la formulación completa siempre será igual a 1(unos).

Es preciso recordar que tanto factores disparadores como indicadores de aparición, deben ser estandarizados antes de ser empleados en la formulación de manera que la susceptibilidad al peligro siempre será también un valor entre cero y uno (0 - 1). La susceptibilidad es una variable importantísima en los estudios de peligro, de hecho es la más empleada para los planes maestros y otras acciones de planificación física y estratégica.

### *2.2.2 Cálculo del peligro (Segunda fase)*

Para la realización de este subproceso se realizarán las siguientes actividades:

1. Determinación de probabilidades espaciales y temporales
2. Evaluación de peligros según procesos y fenómenos susceptibles a manifestarse.

### 2.2.2.1. Determinación de probabilidades espaciales y temporales

Las probabilidades espaciales y temporales se determinan a partir a) del comportamiento de las magnitudes probables a manifestarse; b) la frecuencia de aparición en el tiempo por área geográfica según el proceso o fenómeno que se analice; los primeros igualmente forman parte de los indicadores de peligro. También existen teorías de diversos autores que podrían aplicarse, muchas de ellas descritas en la literatura científica publicada.

#### a) Análisis de magnitud probable de impacto

El análisis de magnitud está basado en el inventario de los diferentes peligros identificados en el área de análisis, en su defecto, en los factores disparadores. En caso de tener inventario con fecha de ocurrencia, se realizará un análisis estadístico de la relación magnitud/frecuencia por tipo de fenómeno. Estos datos se emplearán posteriormente en la evaluación del peligro (Tabla 2.9).

**Tabla 2.9**

Análisis de magnitud histórica de impacto

| Fenómenos / magnitud  | Grado de evaluación/valor promedio                                |                                                                        |                                                                                                                                                          |                                                                                                                        |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | Bajo<br>0.125                                                     | Moderado<br>0.375                                                      | Alto<br>0.625                                                                                                                                            | Muy Alto<br>0.875                                                                                                      |
| <b>Sismos</b>         | Sismos de baja magnitud (entre 0 y 3 grados en la escala Richter) | Sismos de mediana magnitud (entre 4 y 5 grados en la escala Richter)   | Sismos de alta magnitud (entre 6 y 7 grados en la escala Richter)                                                                                        | Sismos de gran magnitud (más de 8 grados en la escala Richter)                                                         |
| <b>Deslizamientos</b> | Corrimientos lentos y escasos de masas de terreno.                | Corrimientos moderados de masas de terreno. Escasos colapsos de rocas. | Corrimientos rápidos y abundantes de masas de terreno, colapsos, derrumbes, caída de bloques rocosos+ En forma de flujos durante los períodos lluviosos. | Corrimientos de grandes masas de terreno, lahares, colapsos, etc. En forma de flujos durante las tormentas tropicales. |

Sigue...

Cont...

| <b>Intensas Lluvias</b> | Menos de 600 mm al año.                                                                                                                                      | Entre 600 y 1700 mm al año.                                                                             | Entre 1700 y 2500 mm al año.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Más de 2500 mm al año.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Carso</b>            | Escaso desarrollo de formas cársicas, solo aparecen de forma aislada, formas endocársicas muy reducidas. Por cuanto se considera como prácticamente ausente. | Colapsos moderados, formación de dientes de perro, casimbas, cavernas, etc., de diámetro reducido, etc. | Colapsos, caída de bloques formación de casimbas, cavernas, dolinas, etc., de diámetros considerables , acantilados desplomados, carso típico de zonas tectónicas activas con áreas falladas o agrietadas favoreciendo la acción de las aguas subterráneas en su degradación, etc. Hundimientos diferenciales. Zonas cársicas desarrolladas. | Colapsos, caída de bloques , formación de casimbas, cavernas, socavones, dolinas, etc., de grandes dimensiones, Desarrollo de endocarso y exocarso típicos como mogotes, dientes de perro, lagunas cársicas producto al desplome de cavernas y erosión de formas de relieve superficial. Hundimientos de grandes extensiones de terreno, zonas cársicas bien desarrolladas. |
| <b>Erosión</b>          | Roca sana                                                                                                                                                    | Roca ligeramente erosionada con cárcavas lineales de pequeño formato                                    | Roca moderadamente erosionada con cárcavas lineales, dendríticas profundas de mediano formato.                                                                                                                                                                                                                                               | Roca completamente erosionada con cárcavas de distintos formatos y combinadas de gran profundidad en los valles.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Sequía</b>           | Zonas con buen desarrollo de la vegetación, más del 70 %                                                                                                     | Zonas con moderado desarrollo de la vegetación, entre el 70 - 40 %                                      | Zonas semiáridas con poco desarrollo de la vegetación, Entre el 40 - 20 %                                                                                                                                                                                                                                                                    | Zonas áridas con poco o ningún desarrollo de la vegetación, menos del 20 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Contaminación</b>    | Dureza < 14<br>Salinización de aguas (Sales disueltas totales mg/l) < 450                                                                                    | Dureza Entre 14 - 32<br>Salinización de aguas (Sales disueltas totales mg/l) 450 - 1350                 | Dureza Entre 32 - 54<br>Salinización de aguas (Sales disueltas totales mg/l) 1350 - 2000                                                                                                                                                                                                                                                     | Dureza > 54<br>Salinización de aguas (Sales disueltas totales mg/l) > 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## *b) Análisis de frecuencia*

El análisis de frecuencia está basado en el inventario de los diferentes procesos identificados, en su defecto, en los factores disparadores. En caso de tener inventario con fecha de ocurrencia, lo cual es muy escaso en muchas localidades, se realizará un análisis estadístico de frecuencia la relación magnitud/frecuencia por tipo de fenómeno. Estos datos se emplearán posteriormente en la evaluación del peligro. De no tener datos históricos suficientes, se emplearán los períodos de retorno de los factores disparadores. Igualmente podrían aplicarse otras consideraciones como la que se describe en la Tabla 2.10.

**Tabla 2.10**

Frecuencia probable de ocurrencia de forma general (Fuente: adaptado de Acevedo, 2002).

| <b>Frecuencia</b> | <b>Definición</b>                        | <b>Ocurrencia</b>           | <b>Valor</b>            |
|-------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>Remoto</b>     | Baja probabilidad de ocurrencia          | Una vez entre 40 y 100 años | $\geq 0 - \leq 0,25$    |
| <b>Ocasional</b>  | Limitada probabilidad de ocurrencia      | Una vez entre 5 y 40 años   | $\geq 0,26 - \leq 0,50$ |
| <b>Moderado</b>   | Mediana probabilidad de ocurrencia       | Una vez entre 1 y 5 años    | $\geq 0,51 - \leq 0,75$ |
| <b>Frecuente</b>  | Significativa probabilidad de ocurrencia | Entre 1 y 10 casos / año    | $\geq 0,76 - \leq 1$    |

A la hora de evaluar las probabilidades espaciales y temporales se deberá realizar una matriz donde se promedia la frecuencia y la magnitud mediante la fórmula:

$$\text{Ret} = (F+M) / 2$$

Dónde:

Ret- es la probabilidad espacio temporal de parición, F es la Frecuencia y M la magnitud. Su valor para cada fenómeno se analiza considerando la Tabla 2.11.

**Tabla 2.11**

Matriz de probabilidad espacio temporal por algunos fenómenos

| Frecuencia/<br>magnitud | Descripción general                                                                       |                |                     |           |           |           |               |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                         | Sismos                                                                                    | Deslizamientos | Intensas<br>lluvias | Sequía    | Erosión   | Carso     | Contaminación |
| <b>Bajo</b>             | Promedio de los valores establecidos para la matriz de frecuencia y la matriz de magnitud | $(F+M)/2$      | $(F+M)/2$           | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$     |
| <b>Moderado</b>         | $(F+M)/2$                                                                                 | $(F+M)/2$      | $(F+M)/2$           | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$     |
| <b>Alto</b>             | $(F+M)/2$                                                                                 | $(F+M)/2$      | $(F+M)/2$           | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$     |
| <b>Muy alto</b>         | $(F+M)/2$                                                                                 | $(F+M)/2$      | $(F+M)/2$           | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$ | $(F+M)/2$     |

Nota: los valores se dan de cero a uno. La Ret, también se mapea y sirve posteriormente para calcular el peligro.

### 2.2.2.2 Evaluación del peligro

La evaluación del peligro se realizará dependiendo del tipo de mapa de susceptibilidad que se generó, del análisis de frecuencia, las posibilidades espaciales y temporales de aparición y, los factores disparadores de los procesos y fenómenos identificados. Los resultados del cálculo de la peligrosidad están acompañados además de las diversas campañas de campo realizadas en diferentes puntos, zonas o territorios a fin de comprobar, detectar y conocer las distintas condiciones que inciden en los procesos ambientales ya identificados; esta es una forma de aclarar dudas e incertidumbres. De forma general el peligro ante un fenómeno dado se calcula por la siguiente fórmula:

$$Pf = Sp + Ret / 2$$

Donde: Pf- Peligro ante el fenómeno, Sp- susceptibilidad ante el peligro, Ret- Probabilidad espacio temporal de aparición.

El cálculo del peligro se debe realizar bajo distintas Ret (bajo, moderado, alto y muy alto), de manera que se tengan capas de ma-

pas representativas para cualquier situación que pueda presentarse. Estas situaciones en el futuro se combinan con los fenómenos peligrosos secundarios que pueden aparecer y que fueron mapeados y determinados anteriormente (explosiones, derrames de combustibles, fuegos, rupturas de presas, entre otros) o sea con los escenarios post desastre. A continuación se realiza una representación de los principales indicadores que pueden ser estimados básicamente para las distintas evaluaciones relacionadas a la determinación de peligro:

**Tabla 2.12**

Indicadores básicos para determinar el peligro sísmico de una región o área determinada. (Galbán et al, 2012)

| Elemento a evaluar | Indicador                                           | Grado de evaluación/valor promedio<br>$\geq 0 - \leq 1$            |                                                                                             |                                                                              |                                                               |
|--------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                    |                                                     | Bajo<br>0.125                                                      | Bajo<br>0.375                                                                               | Bajo<br>0.625                                                                | Bajo<br>0.875                                                 |
| <b>Peligro</b>     | Aceleración sísmica                                 | Menor que 150 m/s <sup>2</sup>                                     | Entre 150 y 200 m/s <sup>2</sup>                                                            | Entre 200 y 250 m/s <sup>2</sup>                                             | Mayor que 250 m/s <sup>2</sup>                                |
|                    | Tipo de suelo                                       | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras) | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas) | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas) |
|                    | Velocidad de propagación de las ondas transversales | Menor a 150 m/s                                                    | Entre 150 – 450 m/s                                                                         | Entre 450 – 800 m/s                                                          | Mayor de 800 m/s                                              |
|                    | Tiempo de recurrencia                               | Más de 1000 años                                                   | Entre 500 y 1000 años                                                                       | Entre 100 y 500 años                                                         | Menos de 100 años                                             |
|                    | Distancia al epicentro                              | Más de 500 km                                                      | Entre 500 y 250 km                                                                          | Entre 250 y 50 km                                                            | Menos de 50 kilómetros                                        |
|                    | Magnitud en la escala de Richter                    | De 1 - 4                                                           | De 4 - 5                                                                                    | De 5 - 7                                                                     | Mayores de 7                                                  |
|                    | Periodo de propagación de la onda                   | Menor a 0,5 s                                                      | Entre 0,5 – 0,8 s                                                                           | Entre 0,8 – 1,2 s                                                            | Mayor a 1,2 s                                                 |
|                    | Presencia de estructuras tectónicas activas         | En ubicaciones alejadas del área seleccionada                      | En las cercanías a la ubicación seleccionada                                                | En las proximidades a la ubicación seleccionada                              | En las inmediaciones de la ubicación seleccionada             |
|                    | Presencia de niveles freáticos                      | Más de 15 metros de profundidad                                    | Entre 10 y 15 metros de profundidad                                                         | Entre 3 y 10 metros de profundidad                                           | Menos de 3 metros de profundidad                              |

Sigue...



Cont...

|                                                     |                                                           |                                                     |                                                                                   |                                                                                                                       |                                                                                               |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Licuefacción                                              | Suelo en estado sólido                              | Suelo en estado húmedo pero todavía compacto.                                     | Suelo en estado semi licuado (saturado)                                                                               | Suelo licuado                                                                                 |
|                                                     | Apertura del terreno                                      | Menos de 1 centímetro                               | Entre 1 y 5 cm                                                                    | Entre 5 cm y 10 cm                                                                                                    | Aberturas de más de 10 cm                                                                     |
|                                                     | Movimientos en masa o Deslizamientos                      | Corrimientos lentos y escasos de masas de terreno.  | Corrimientos moderados de masas de terreno. Escasos colapsos de rocas.            | Corrimientos rápidos y abundantes de masas de terreno, colapsos, derrumbes, caída de bloques rocosos                  | Corrimientos de grandes masas de terreno, lahares, colapsos, etc.                             |
|                                                     | Inundaciones costeras producto al impacto de los tsunamis | Escasas, solo se manifiestan en las zonas más bajas | Moderadas en zonas de hasta 5 metros de altura topográfica sobre el nivel del mar | Rápidas y abundantes de masas de agua, alcanzan zonas de hasta 15 metros de altura topográfica sobre el nivel del mar | Grandes masas de agua, alcanzan más de 15 metros de altura topográfica sobre el nivel del mar |

#### Notas:

- Los valores de aceleración sísmica, velocidad de las ondas transversales y período de propagación de la onda fueron tomados de la Norma Cubana para Construcciones Sismoresistentes NC: 49/1999.
- La presencia de estructuras tectónicas activas es un factor que incrementa la susceptibilidad del terreno. Actualmente se considera a través de su área de influencia como buffers en los SIG.
- Para determinar la susceptibilidad de un suelo a la licuefacción uno de los elementos a evaluar es la profundidad de los niveles freáticos (metros). Sus valores tienen correspondencia con los establecidos por The japanese geotechnical society (1999).
- Las evaluaciones realizadas sobre las aperturas de grietas en el terreno e inundaciones producto al impacto de los tsunamis, se realizan a partir de las experiencias recientes de daños provocados en el terreno de terremotos a nivel internacional (Haití-2010, Chile-2010, Japón-2011, entre otros.). En el caso de las inundaciones ocurridas producto al tsunami de Japón con el terremoto de la costa del Pacífico en la región de Tōhoku en 2011, la columna de agua sobrepasó los 15 metros y llegó hasta los 20 (veinte) kilómetros tierra adentro (USGS, 2011).

**Tabla 2.13**

Indicadores básicos para determinar el peligro a movimientos en masa o deslizamientos de tierra en una región o área determinada, (Galbán et al, 2012).

| Elemento a evaluar | Indicador                                          | Grado de evaluación/valor promedio<br>≥ 0 - ≤1                     |                                                                                             |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                               |
|--------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                                    | Bajo<br>0.125                                                      | Bajo<br>0.375                                                                               | Bajo<br>0.625                                                                                                                                         | Bajo<br>0.875                                                                                                                                                 |
| <b>Peligro</b>     | Pendiente topográfica (%)                          | Entre 0 y 15 por ciento                                            | Entre 15 al 25 por ciento                                                                   | Entre 25 y 45 por ciento                                                                                                                              | Más del 45 por ciento                                                                                                                                         |
|                    | Tipo de suelo                                      | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras) | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas)                                                                          | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas)                                                                                                 |
|                    | Presencia de humedad en suelos y rocas             | Entre 0 – 10 %                                                     | Entre 10 – 25 %                                                                             | Entre 25 – 40 %                                                                                                                                       | Mayor del 40 %                                                                                                                                                |
|                    | Desarrollo de la vegetación                        | Más del 70 % Cobertura arbórea bien desarrollada (bosques)         | Entre el 70 – 40 % Cobertura arbórea medianamente desarrollada                              | Entre el 40 – 20 % . Cobertura arbórea pobremente desarrollada con intercalaciones constantes de cobertura herbácea, cultivos y plantaciones frutales | Menos del 20 %. Áreas denudadas con escasa cobertura herbácea y arbustiva (matorrales y comunidades herbáceas secundarias) y cultivos y plantaciones frutales |
|                    | Niveles freáticos medios cercanos a pie de taludes | Más de 15 metros de profundidad                                    | Entre 15 y 10 metros de profundidad                                                         | Entre 10 y 3 metros de profundidad                                                                                                                    | Menos de 3 metros de profundidad o en las inmediaciones del talud.                                                                                            |
|                    | Aceleración sísmica (m/s <sup>2</sup> )            | Menor que 150                                                      | Entre 150 y 200                                                                             | Entre 200 y 250                                                                                                                                       | Mayor que 250                                                                                                                                                 |
|                    | Precipitaciones históricas                         | Menos de 600 mm al año                                             | Entre 600 y 1700 mm al año                                                                  | Entre 1700 y 2500 mm al año                                                                                                                           | Más de 2500 mm al año                                                                                                                                         |
|                    | Grado de meteorización                             | Roca sana (1/10)                                                   | Roca ligeramente meteorizada con predominio de roca sana en el área(Entre 1/10 y 1/6)       | Roca moderadamente meteorizada, con algunas intercalaciones de roca sana(Entre 1/6 y 1/3)                                                             | Roca completamente meteorizada o suelo residual prácticamente sin intercalaciones de roca sana(mayor que 1/3)                                                 |

Sigue...

| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Sismos inducidos                                                       | De 0 - 3 grados escala Richter                                                                     | De 3 - 5 grados escala Richter                                                                            | De 5 - 7 grados escala Richter                                                                                      | Mayores de 7 grados escala Richter                                                                           |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | Enterramiento o desplazamiento de estructuras y/o terrenos subyacentes | Enterramientos o desplazamientos locales sin daño a las infraestructuras construidas               | Enterramientos o desplazamientos locales con daños leves a las infraestructuras construidas               | Enterramientos o desplazamientos masivos con daños considerables a las infraestructuras construidas                 | Enterramientos o desplazamientos masivos causantes daños severos a las infraestructuras construidas          |
|                                                     | Inundaciones inducidas                                                 | Locales sin daño a las infraestructuras construidas y la actividad agrícola y económica en general | Locales con daños leves a las infraestructuras construidas y la actividad agrícola y económica en general | Regionales con daños considerables a las infraestructuras construidas, la actividad agrícola y económica en general | Regionales con daños graves a las infraestructuras construidas, la actividad agrícola y económica en general |
|                                                     | Tsunamis inducidos                                                     | Locales sin daño a las infraestructuras construidas y la actividad costera                         | Locales con daños leves a las infraestructuras construidas y la actividad costera                         | Regionales con daños considerables a las infraestructuras construidas, la actividad costera y económica en general  | Regionales con daños graves a las infraestructuras construidas, la actividad costera y económica en general  |

### Notas:

- La pendiente topográfica es el principal factor disparador de los deslizamientos, sus valoraciones corresponden con las asumidas por Castellanos *et al* (2009), adaptadas a los niveles propuestos.
- La meteorización es un proceso que puede tener lugar según dos mecanismos principales: La destrucción mecánica de las rocas, que produce fragmentos de diferentes tamaños, denominados clastos, y la destrucción química, en la que el agua disuelve el material en sus iones constitutivos y los incorpora a su masa. Las evaluaciones sobre el grado de meteorización parten de las experiencias de estudios internacionales y nacionales, fundamentalmente en la formación de suelos lateríticos donde puede observarse con mayor claridad estas transiciones. En función del grado de avance de ese proceso, la comunidad técnica ha convenido en clasificar la alteración de las rocas de acuerdo con la nomenclatura que se indica anteriormente, para más detalles consultar: Bell (2007).
- Las discontinuidades litológicas se constituyen en plano de superficies de deslizamiento, sobre todo cuando existen cambios bruscos en la compactación de las rocas. Otras discontinuidades las constituyen los planos de fallas existentes y las grietas.
- Las evaluaciones sobre las precipitaciones históricas parten de las experiencias de estudios internacionales y nacionales, y se corresponden con las interpretaciones realizadas por el INRH en Cuba, los cuales han sido adaptados a los niveles propuestos.

Para su determinación pueden emplearse NC 48-35 1984 Ingeniería hidráulica (Lluvias máximas), NC 48-26 1984 Ingeniería hidráulica (Drenaje pluvial urbano), entre otras fuentes.

- Por la naturaleza de los movimientos en masa y su focalización alrededor de las infraestructuras construidas por el hombre, poblados y ciudades, su estudio requiere la mayoría de las veces de escalas detalladas y modelaciones dinámicas con la ayuda de softwares profesionales, los cuales ayudan a tener una idea más acabada del daño que estos puedan producir.
- Las consideraciones relativas al nivel freático están en correspondencia con el alcance de sus niveles máximos en tiempo de lluvias intensas y del grosor de la capa de roca que lo contiene.
- Los tsunamis inducidos por los deslizamientos de tierra en taludes sumergidos son raros en la naturaleza, pero atendiendo a las características del límite sur de la Placa Norteamericana, formada por taludes profundos en una estructura tectónica regional activa en forma de fosa, no se descarta la posibilidad de que puedan ocurrir.
- Las inundaciones inducidas por los deslizamientos de tierra pueden manifestarse en los límites de los embalses y lagunas naturales, donde existan taludes formados por rocas susceptibles a deslizarse y donde además, la infiltración del agua en las proximidades a la cota correspondiente al nivel del agua del embalse provoque la saturación de los estratos de rocas subyacentes.
- La humedad del suelo es un elemento que influye en el mayor o menor peso de la capa de suelo que se desliza. Existen varios métodos para calcular la humedad, uno de ellos está descrito en la Norma Cubana NC-184: 2002. Arena; también a través del método gravimétrico descrito en la Norma Cubana NC- 110:2001, Calidad del suelo; o a través de la NC 67:2000 Geotecnia. Determinación del contenido de humedad de los suelos y rocas en el laboratorio.
- La vegetación es un elemento que puede detener los procesos erosivos y de deslizamientos de tierra, sus consideraciones se basan en la clasificación general dada por el CITMA para el mapa de desarrollo de vegetación nacional adaptado a los niveles propuestos.
- Los enterramientos o desplazamientos de estructuras y/o terrenos subyacentes son fenómenos secundarios comunes en los deslizamientos de tierra, sus consideraciones se basan en las experiencias nacionales e internacionales, las cuales han sido adaptadas a los niveles propuestos.

**Tabla 2.14**

Indicadores básicos para determinar el peligro ante la erosión fluvial de una región o área determinada. (Galbán et al, 2012)

| Elemento a evaluar | Indicador                           | Grado de evaluación/valor promedio<br>$\geq 0 - \leq 1$            |                                                                                             |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                     | Bajo<br>0.125                                                      | Bajo<br>0.375                                                                               | Bajo<br>0.625                                                                                                                                        | Bajo<br>0.875                                                                                                                                                 |
| <b>Peligro</b>     | Tipo de suelo                       | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras) | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas)                                                                         | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas)                                                                                                 |
|                    | Pendiente topográfica               | Entre 0 y 15 %                                                     | Entre 15 al 25 %                                                                            | Entre 25 y 45 %                                                                                                                                      | Más del 45 %                                                                                                                                                  |
|                    | Precipitaciones                     | Menos de 600 mm al año                                             | Entre 600 y 1700 mm al año                                                                  | Entre 1700 y 2500 mm al año                                                                                                                          | Más de 2500 mm al año                                                                                                                                         |
|                    | Coeficiente de permeabilidad (cm/s) | Menor que $10^{-8}$                                                | Entre $10^{-8}$ Y $10^{-5}$                                                                 | Entre $10^{-2}$ Y $10^{-5}$                                                                                                                          | Menor que $10^{-2}$                                                                                                                                           |
|                    | Grado de meteorización              | Roca sana (1/10)                                                   | Roca ligeramente meteorizada con predominio de roca sana en el área (Entre 1/10 y 1/6)      | Roca moderadamente meteorizada, con algunas intercalaciones de roca sana (Entre 1/6 y 1/3)                                                           | Roca completamente meteorizada o suelo residual prácticamente sin intercalaciones de roca sana (mayor que 1/3)                                                |
|                    | Desarrollo de la Vegetación         | Más del 70 %. Cobertura arbórea bien desarrollada (bosques)        | Entre el 70 - 40 %. Cobertura arbórea medianamente desarrollada                             | Entre el 40 - 20 %. Cobertura arbórea pobremente desarrollada con intercalaciones constantes de cobertura herbácea, cultivos y plantaciones frutales | Menos del 20 %. Áreas denudadas con escasa cobertura herbácea y arbustiva (matorrales y comunidades herbáceas secundarias) y cultivos y plantaciones frutales |
|                    | Índice de poros                     | Menor que 0,15                                                     | 0,15 - 0,25                                                                                 | Entre 0,25 y 0,50                                                                                                                                    | Mayor de 0,50                                                                                                                                                 |

Sigue...

Cont...

|                                                     |                          |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Deslizamientos de tierra | No se manifiestan                                                                                                                           | Corrimientos de rocas moderados en taludes de baja pendiente de forma irregular, con predominio de arrastre de sedimentos                          | Movimientos en masa frecuentes en zonas de pendientes medias a altas, sobre todo donde predominan rocas sedimentarias de baja permeabilidad           | Movimientos en masa frecuentes en zonas de pendientes altas, suelos permeables, con precipitaciones abundantes, y en cortes de taludes artificiales sin medidas de protección. |
|                                                     | Sedimentación            | Acumulación lenta de sedimentos en zonas bajas de laderas pobladas y en los fondos de los embalses (menos de 0,03 metros de altura por año) | Acumulación media de sedimentos en zonas bajas de laderas pobladas y en los fondos de los embalses (entre 0,03 y de 0,06 metros de altura por año) | Acumulación considerable de sedimentos en zonas bajas de laderas pobladas y en los fondos de los embalses (entre 0,06 y 0,1 metros de altura por año) | Acumulación acelerada de sedimentos en zonas bajas de laderas pobladas y en los fondos de los embalses (más de 0,1 metros de altura por año)                                   |
|                                                     | Formación de cárcavas    | Roca sana                                                                                                                                   | Roca ligeramente erosionada con cárcavas lineales de pequeño formato                                                                               | Roca moderadamente erosionada con cárcavas lineales, dendríticas profundas de mediano formato                                                         | Roca completamente erosionada con cárcavas de distintos formatos y combinadas de gran profundidad en los valles                                                                |

Notas:

- Los sedimentos tienen una gran influencia sobre la factibilidad técnica y económica, y sobre la operación de proyectos de recursos hídricos y estructuras hidráulicas. La evaluación precisa que esta influencia se hace difícil porque normalmente existen limitaciones significativas en la información básica disponible. De hecho, los sedimentos influyen sobre los embalses en varias formas, es por esto que atendiendo a la dificultad de estos elementos, se toma como referencia la norma el cálculo establecida de las alturas medias requeridas para la ubicación de las obras de tomas en las presas cubanas entre 50 a 75 años de vida útil, establecidos en la norma vigente para el cálculo de volumen muerto de los embalses.
- Los valores correspondientes a propiedades físico mecánicas de las rocas fueron tomados y adaptados de varias fuentes, entre ellas varias normas geotécnicas cubanas e internacionales, libros de mecánica de suelos e ingeniería geológica.

Pueden consultarse: NC 67:2000, NC 59:2000, NC 58:2000, Jiménez *et al* (1975), Eurocódigo EC7: Proyecto Geotécnico, Bell (2007); Aguilar (2009), entre otros.

- Las precipitaciones son el principal factor disparador de la erosión fluvial, sobre todo durante las tormentas tropicales, sus evaluaciones parten de las experiencias de estudios internacionales y nacionales, y se corresponden con las interpretaciones realizadas por el INRH en Cuba, los cuales han sido adaptados a los niveles propuestos. Para su determinación puede emplearse NC 48-35 1984 Ingeniería hidráulica (Lluvias máximas), entre otras fuentes.
- La formación de cárcavas es un fenómeno geológico secundario típico de la erosión fluvial, sus consideraciones parten de la experiencia nacional e internacional, adaptadas por el investigador a los niveles propuestos. Pueden consultarse además varios libros con títulos relativos a: Geología general, Geología para ingenieros, Geología física, Geología aplicada, etc.

**Tabla 2.15**

Indicadores básicos para determinar el riesgo ante la erosión costera de una región o área determinada. (Galbán et al, 2012)

| Elemento a evaluar | Indicador                           | Grado de evaluación/valor promedio<br>$\geq 0 - \leq 1$            |                                                                                             |                                                                              |                                                               |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                    |                                     | Bajo<br>0.125                                                      | Bajo<br>0.375                                                                               | Bajo<br>0.625                                                                | Bajo<br>0.875                                                 |
| Peligro            | Tipo de suelo                       | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras) | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas) | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas) |
|                    | Pendiente topográfica               | Más del 45 %                                                       | Entre 25 y 45 %                                                                             | Entre 15 al 25 %                                                             | Menor del 15 %                                                |
|                    | Velocidad de las corrientes marinas | Menores de 10 cm/s <sup>-1</sup>                                   | Entre 10 – 20 cm/s <sup>-1</sup>                                                            | Entre 20 y 40 cm/s <sup>-1</sup>                                             | Mayores de 40 cm/s <sup>-1</sup>                              |
|                    | Velocidad media del viento          | Menores a 50 km/h                                                  | Entre 50 y 120 km/h                                                                         | Entre 120 y 240 km/h                                                         | Más de 240 km/h                                               |

Sigue...

Cont...

|                                                     |                                                                           |                                                                                                            |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Peligro</b>                                      | Vegetación costera                                                        | Más del 70 %. Cobertura arbórea bien desarrollada (bosques de manglares y otros bien desarrollados)        | Entre el 70 – 40 %. Cobertura arbórea medianamente desarrollada                                                                                | Entre el 40 – 20 %. Cobertura arbórea pobremente desarrollada con intercalaciones constantes de cobertura herbácea, cultivos y plantaciones       | Menos del 20 %. Áreas denudadas con escasa cobertura herbácea y arbustiva                                                                                                                                   |
|                                                     | Coefficiente de permeabilidad (cm/s)                                      | Menor que $10^{-8}$                                                                                        | Entre $10^{-8}$ Y $10^{-5}$                                                                                                                    | Entre $10^{-2}$ Y $10^{-5}$                                                                                                                       | Menor que $10^{-2}$                                                                                                                                                                                         |
|                                                     | Índice de poros                                                           | Menor que 0,15                                                                                             | 0,15 – 0,25                                                                                                                                    | Entre 0,25 y 0,50                                                                                                                                 | Mayor de 0,50                                                                                                                                                                                               |
|                                                     | Desarrollo de arrecifes coralinos                                         | Arrecifes coralinos bien desarrollados a lo largo de la costa                                              | Arrecifes coralinos medianamente desarrollados a lo largo de la costa                                                                          | Arrecifes coralinos poco desarrollados a lo largo de la costa                                                                                     | Ausencia de arrecifes coralinos                                                                                                                                                                             |
| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Desarrollo de distintas formas de carso costero y otras formas geológicas | Aparición de dientes de perro, farallones, barrancos en zonas de rocas cristalinas y de elevada pendiente. | Colapsos moderados, formación de casimbas, cavernas, etc. , de diámetro reducido, acantilados desplomados, aparición de ensenadas, calas, etc. | Colapsos, caída de bloques formación de casimbas, cavernas, etc., de diámetros considerables , formación de playas, plataformas de abrasión, etc. | Colapsos, caída de bloques, formación de casimbas, cavernas, socavones, etc., de grandes dimensiones, manifestación de barras y flechas litorales, estuarios, playas bien desarrolladas y lagunas costeras. |
|                                                     | Lanzamiento de rocas hacia la costa                                       | Bloques menores de $3 \text{ m}^3$                                                                         | Bloques entre 1 y $3 \text{ m}^3$                                                                                                              | Bloques entre 3 y $10 \text{ m}^3$                                                                                                                | Bloques mayores de $10 \text{ m}^3$                                                                                                                                                                         |

#### Notas:

- El desarrollo de los arrecifes coralinos es un elemento que retrasa los procesos erosivos costeros debido a su incidencia en la disminución de la velocidad de las corrientes marinas y del oleaje. A partir de estos criterios se realiza una adaptación de su consideración según los niveles propuestos.



- En las zonas costeras se desarrollan distintas formas geológicas las cuales dependen de factores relacionados con la susceptibilidad del terreno y sus condiciones geomorfológicas, éstas están ampliamente desarrolladas en la literatura básica de geología por cuanto una explicación más profunda no es objetivo de este trabajo. Atendiendo a estos criterios se realiza una adaptación a los 4 niveles propuestos.

**Tabla 2.16**

Indicadores básicos para determinar el peligro ante la erosión eólica de una región o área determinada. (Galbán et al, 2012)

|                | Indicador                              | Grado de evaluación/valor promedio<br>≥ 0 - ≤1                     |                                                                                             |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
|----------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                        | Bajo<br>0.125                                                      | Bajo<br>0.375                                                                               | Bajo<br>0.625                                                                                                                                        | Bajo<br>0.875                                                                                                                                                 |
| <b>Peligro</b> | Tipo de suelo                          | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras) | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas)                                                                         | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas)                                                                                                 |
|                | Velocidad media del viento             | Menor a 50 km/h                                                    | Entre 50 y 120 km/h                                                                         | Entre 120 y 240 km/h                                                                                                                                 | Más de 240 km/h                                                                                                                                               |
|                | Vegetación                             | Más del 70 %. Cobertura arbórea bien desarrollada (bosques)        | Entre el 70 – 40 por ciento. Cobertura arbórea medianamente desarrollada                    | Entre el 40 – 20 %. Cobertura arbórea pobremente desarrollada con intercalaciones constantes de cobertura herbácea, cultivos y plantaciones frutales | Menos del 20 %. Áreas denudadas con escasa cobertura herbácea y arbustiva (matorrales y comunidades herbáceas secundarias) y cultivos y plantaciones frutales |
|                | Precipitaciones                        | Más de 1700 mm al año                                              | Entre 600 y 1700 mm al año                                                                  | Entre 400 y 600 mm al año                                                                                                                            | Menos de 400 mm al año                                                                                                                                        |
|                | Índice de poros                        | Menor que 0,15                                                     | 0,15 – 0,25                                                                                 | Entre 0,25 y 0,50                                                                                                                                    | Mayor de 0,50                                                                                                                                                 |
|                | Coefficiente de permeabilidad (cm/s)   | Menor que 10 <sup>-8</sup>                                         | Entre 10 <sup>-8</sup> Y 10 <sup>-5</sup>                                                   | Entre 10 <sup>-2</sup> Y 10 <sup>-5</sup>                                                                                                            | Menor que 10 <sup>-2</sup>                                                                                                                                    |
|                | Presencia de humedad en suelos y rocas | Mayor del 40 %                                                     | Entre 25 – 40 %                                                                             | Entre 10 – 25 %                                                                                                                                      | Entre 0 – 10 %                                                                                                                                                |

Sigue...

Cont...

|                                                     |                                                                                   |                                                          |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Desarrollo de distintas formas de relieve geológico producto de la erosión eólica | Sin desarrollo                                           | Aparición puntual de rocas moldeadas por la acción del viento, sobre todo en rocas cristalinas por efecto de la abrasión leve | Manifestaciones continuas de rocas moldeadas por la acción del viento, sobre todo en rocas cristalinas, intercaladas con espacios arenosos por efecto de la abrasión, formación de algunos ripples y dunas intercalados en plataformas de abrasión, etc. Característicos de zonas semi-áridas | Manifestaciones continuas de espacios arenosos por efecto de la deflación eólica, formación de algunos ripples, dunas y mega dunas intercalados en plataformas de abrasión, etc. Característicos de zonas áridas |
|                                                     | Incremento de la desertificación                                                  | Zonas con buen desarrollo de la vegetación, más del 70 % | Zonas con moderado desarrollo de la vegetación, entre el 70 - 40 %                                                            | Zonas semi-áridas con poco desarrollo de la vegetación, Entre el 40 - 20 %                                                                                                                                                                                                                    | Zonas áridas con poco o ningún desarrollo de la vegetación, menos del 20 %                                                                                                                                       |

#### Notas:

- La velocidad básica del viento se toma con respecto a las velocidades máximas declaradas para los ciclones tropicales, y su combinación con las velocidades medias anuales registradas en un período de 50 años, que es el tiempo considerado para el cálculo de las cargas de viento en las construcciones según Norma Cubana NC- 285:2003, Carga de viento. Método de cálculo.
- Los granos de suelo o roca con gravedad específica de 2.65, tales como la arena de cuarzo, son más susceptibles a la erosión del viento cuando sus diámetros oscilan entre 0.1 a 0.15 mm (Lombadze, 1977).

**Tabla 2.17**

Indicadores básicos para determinar el peligro ante la presencia del carso de una región o área determinada. (Galbán et al, 2012)

| Elemento a evaluar                                  | Indicador                                                   | Grado de evaluación/valor promedio<br>≥ 0 - ≤1                                                                                                               |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     |                                                             | Bajo<br>0.125                                                                                                                                                | Bajo<br>0.375                                                                                            | Bajo<br>0.625                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Bajo<br>0.875                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Peligro</b>                                      | Tipo de roca                                                | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos)                                                                                           | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras)              | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas)                                                                                                                                                                                                                                                                | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas)                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                     | Nivel de acidez o basicidad de las aguas del manto freático | PH mayor o igual a 8                                                                                                                                         | PH entre 6 y 8                                                                                           | PH entre 4 y 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | PH menor que 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                     | Índice de poros                                             | Menor que 0,15                                                                                                                                               | 0,15 – 0,25                                                                                              | Entre 0,25 y 0,50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mayor de 0,50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                     | Coeficiente de permeabilidad (cm/s)                         | Menor que 10 <sup>-8</sup>                                                                                                                                   | Entre 10 <sup>-8</sup> Y 10 <sup>-5</sup>                                                                | Entre 10 <sup>-2</sup> Y 10 <sup>-5</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Menor que 10 <sup>-2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                     | Presencia de humedad en suelos y rocas                      | Entre 0 – 10 %                                                                                                                                               | Entre 10 – 25 %                                                                                          | Entre 25 – 40 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Mayor del 40 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                     | Velocidad de infiltración en cm/h                           | Menos de 0.8 cm/h<br>Lenta                                                                                                                                   | Entre 0.8 y 2.5 cm/h<br>Moderada                                                                         | Entre 2.5 y 5 cm-h<br>Rápida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Más de 5 cm/h<br>Muy rápida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Desarrollo de distintas formas de carso                     | Escaso desarrollo de formas cársicas, solo aparecen de forma aislada, formas endocársicas muy reducidas. Por cuanto se considera como prácticamente ausente. | Colapsos moderados, formación de dientes de perro, casimbas, cavernas, etc. , de diámetro reducido, etc. | Colapsos, caída de bloques formación de casimbas, cavernas, dolinas, etc., de diámetros considerables , acantilados desplomados, carso típico de zonas tectónicas activas con áreas falladas o agrietadas favoreciendo la acción de las aguas subterráneas en su degradación, etc. Hundimientos diferenciales. Zonas cársicas desarrolladas | Colapsos, caída de bloques , formación de casimbas, cavernas, socavones, dolinas, etc., de grandes dimensiones, Desarrollo de endocarso y exocarso típicos como mogotes, dientes de perro, lagunas cársicas producto al desplome de cavernas y erosión de formas de relieve superficial. Hundimientos de grandes extensiones de terreno, zonas cársicas bien desarrolladas. |

## Notas:

- La velocidad de infiltración del agua es un elemento que incide en el desarrollo del carso, sobre todo en formaciones calcáreas, donde la disolución de las rocas que subyacen es mayor, para su determinación pueden consultarse varias normas y documentos nacionales e internacionales, entre ellos: NC 48-10: 1983, NC 48-18: 1983 (Ingeniería hidráulica. Presa), NC 48-31 1984 (Ingeniería hidráulica. Drenaje pluvial urbano), entre otras.
- El nivel de acidez o basicidad del agua también es un elemento que incide en la disolución de las rocas subyacentes, su determinación puede realizarse a través de métodos geoquímicos y químicos tradicionales descritos ampliamente en la literatura.

**Tabla 2.18**

Indicadores básicos para determinar el peligro hundimiento y licuefacción ante la presencia de suelos expansivos de una región o área determinada. (Galbán et al, 2012)

| Elemento a evaluar | Indicador                                | Grado de evaluación/valor promedio $\geq 0 - \leq 1$               |                                                                                             |                                                                              |                                                               |
|--------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                    |                                          | Bajo 0.125                                                         | Bajo 0.375                                                                                  | Bajo 0.625                                                                   | Bajo 0.875                                                    |
| <b>Peligro</b>     | Tipo de suelo                            | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras) | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas) | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas) |
|                    | Deformabilidad del suelo (Mpa)           | Mayor de 20.000                                                    | Entre 20.000 y 10.000                                                                       | Entre 10.000 y 5.000                                                         | Menos de 5.000                                                |
|                    | Índice de plasticidad                    | Menor que 30                                                       | Entre 30 y 50                                                                               | Entre 50 y 70                                                                | Mayor que 70                                                  |
|                    | Presencia de humedad en suelos y rocas   | Entre 0 – 10 %                                                     | Entre 10 – 25 %                                                                             | Entre 25 – 40 %                                                              | Mayor del 40 %                                                |
|                    | Índice de poros                          | Menor que 0,15                                                     | 0,15 – 0,25                                                                                 | Entre 0,25 y 0,50                                                            | Mayor de 0,50                                                 |
|                    | Precipitaciones                          | Menos de 600 mm al año                                             | Entre 600 y 1700 mm al año                                                                  | Entre 1700 y 2500 mm al año                                                  | Más de 2500 mm al año                                         |
|                    | Coefficiente de permeabilidad (cm/s)     | Menor que $10^{-8}$                                                | Entre $10^{-8}$ Y $10^{-5}$                                                                 | Entre $10^{-2}$ Y $10^{-5}$                                                  | Menor que $10^{-2}$                                           |
|                    | Presencia de nivel freático              | Más de 15 metros de profundidad                                    | Entre 15 y 10 metros de profundidad                                                         | Entre 5 y 10 metros de profundidad                                           | Menos de 3 metros de profundidad                              |
|                    | Resistencia a la compresión simple (Mpa) | Mayor que 80                                                       | Entre 80 y 50                                                                               | Entre 50 y 20                                                                | Menos de 20                                                   |

Sigue...

Cont...

|                                                     |                                                                                       |        |                                                                                                                  |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Hinchamiento, incremento de la plasticidad, deformabilidad y expansividad del terreno | No hay | Hinchamientos y deformaciones moderadas puntuales de suelos arcillosos, arcilloso-arenoso o de composición mixta | Hinchamientos y deformaciones diferenciales locales de suelos arcillosos, arcilloso-arenoso o de composición mixta | Hinchamientos y deformaciones diferenciales regionales de suelos de suelos arcillosos, arcilloso-arenoso o de composición mixta muy susceptibles a la licuefacción |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Notas:

- En caso de las arcillas expansivas, su manifestación viene dada fundamentalmente por las condiciones de deformabilidad, plasticidad y humedad de las mismas, por cuanto es preciso en los estudios de peligros asignarle los mayores pesos a estos indicadores, de los cuales su valor promedio internacionalmente y nacionalmente han sido introducidos según los niveles propuestos. Para la determinación de las propiedades físico mecánicas de los suelos pueden consultarse varios métodos descritos en las normas y literatura de mecánica de suelos e ingeniería geológica ampliamente difundidas, entre ellas: NC 58:2000 Geotecnia. Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos; Crespo (2004), entre otros.

**Tabla 2.19**

Indicadores básicos para determinar el peligro ante inundaciones fluviales de una región o área determinada. (Galbán et al, 2012)

| Elemento a evaluar | Indicador                                          | Grado de evaluación/valor promedio |                            |                             |                         |
|--------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
|                    |                                                    | Bajo 0.125                         | Bajo 0.375                 | Bajo 0.625                  | Bajo 0.875              |
| <b>Peligro</b>     | Valor histórico de la altura de la columna de agua | Entre 0 y 50 cm                    | Entre 50 cm y 1 metro      | Entre 1 y 3 metros          | Más de 3 metros         |
|                    | Velocidad de flujo de los ríos                     | Más de 5 m/s                       | Entre 3 y 5 m/s            | Entre 1 y 3 m/s             | Menos de 1 m/s          |
|                    | Pendiente topográfica (%)                          | Más del 20 por ciento              | Entre 15 y 205 por ciento  | Entre 10 al 15 por ciento   | Entre 0 y 10 por ciento |
|                    | Precipitaciones históricas                         | Menos de 600 mm al año             | Entre 600 y 1700 mm al año | Entre 1700 y 2500 mm al año | Más de 2500 mm al año   |

Sigue...

Cont...

|  |                                               |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                         |                                                                    |
|--|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|  | Profundidad relativa de los niveles freáticos | Más de 15 metros de profundidad                                      | Entre 15 y 10 metros de profundidad                                                                                                                                                                            | Entre 3 y 10 metros de profundidad                                                                                                                                                                      | Menos de 3 metros de profundidad                                   |
|  | Tipo de suelo                                 | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas)        | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas)                                                                                                                                   | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras)                                                                                                             | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) |
|  | Coefficiente de permeabilidad (cm/s)          | Menor que $10^{-2}$                                                  | Entre $10^{-2}$ Y $10^{-5}$                                                                                                                                                                                    | Entre $10^{-8}$ Y $10^{-5}$                                                                                                                                                                             | Mayor que $10^{-8}$                                                |
|  | Presencia de estructuras de contención        | Estructuras de contención por encima de la cota máxima de inundación | Estructuras de contención rasantes a la cota máxima de inundación                                                                                                                                              | Estructuras de contención por bajo de la cota máxima de inundación                                                                                                                                      | Ausencia de estructuras de contención                              |
|  | Coefficiente de escorrentía                   | Menos del 1 %                                                        | Entre el 1 y el 20 %                                                                                                                                                                                           | Entre el 20 y el 60 %                                                                                                                                                                                   | Más del 60 %                                                       |
|  | Presencia de morfología cársica               | Carso descubierto y semi descubierto                                 | Carso cubierto por una delgada capa de suelos, también puede asumirse para zonas con inminente desarrollo cársico cuando se determina un alto nivel de porosidad y permeabilidad en formaciones sedimentarias. | Carso cubierto por depósitos de potencia cuando hay suelos muy profundos (> 1 m. y a veces de más de 10 metros de profundidad) y que generalmente no poseen asociación genética directa con las calizas | No carso                                                           |

#### Notas:

- La contaminación por sólidos en suspensión se estima a partir de los límites establecidos en la Norma Cubana NC- 25:1999. Calidad de aguas.
- Las consideraciones relativas a la presencia de morfología cársica se toman de las recomendaciones sugeridas por los lineamientos para la evaluación de peligro, vulnerabilidad y riesgos del Grupo Nacional de Evaluación de Riesgo de la Agencia Nacional de Medioambiente.

- Los coeficientes de escorrentía, la velocidad de flujo de los ríos y el valor histórico de la altura de la columna de agua se estiman teniendo en cuenta la experiencia cubana en los estudios hidrológicos. Su determinación puede realizarse a través de los métodos descritos en distintas normas, para ello pueden consultarse: NC 48-10 1983, NC 48-26 1984, NC 48-31 1984, NC 48-35 1984 (Ingeniería hidráulica).
- Las consideraciones relativas al desarrollo de la red de drenaje parten de las evaluaciones hidrológicas nacionales e internacionales, fundamentalmente en zonas urbanas; las mismas son adaptadas a los niveles propuestos.

**Tabla 2.20**

Elementos necesarios básicos para determinar el peligro a la contaminación de suelos de una región o área determinada.  
(Galbán et al, 2012)

| Elemento a evaluar | Indicador                                              | Grado de evaluación/valor promedio<br>$\geq 0 - \leq 1$            |                                                                                             |                                                                              |                                                               |
|--------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                    |                                                        | Bajo<br>0.125                                                      | Bajo<br>0.375                                                                               | Bajo<br>0.625                                                                | Bajo<br>0.875                                                 |
| <b>Peligro</b>     | Capacidad de intercambio catiónico total del suelo (T) | Más de 100 (mol/L)                                                 | Entre 100 y 60 (mol/L)                                                                      | Entre 60 y 40 (mol/L)                                                        | Menos de 40 (mol/L)                                           |
|                    | Tipo de suelo                                          | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras) | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas) | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas) |
|                    | Velocidad de infiltración en cm/h                      | Menos de 0.8 cm/h<br>Lenta                                         | Entre 0.8 y 2.5 cm/h<br>Moderada                                                            | Entre 2.5 y 5 cm-h<br>Rápida                                                 | Más de 5 cm/h<br>Muy rápida                                   |
|                    | Coefficiente de permeabilidad (cm/s)                   | Menor que $10^{-2}$                                                | Entre $10^{-2}$ Y $10^{-5}$                                                                 | Entre $10^{-8}$ Y $10^{-5}$                                                  | Menor que $10^{-8}$                                           |
|                    | Precipitaciones promedio                               | Menos de 600 mm al año                                             | Entre 600 y 1700 mm al año                                                                  | Entre 1700 y 2500 mm al año                                                  | Más de 2500 mm al año                                         |

Sigue...

Cont...

| Peligro                                      | Nivel de acidez de los residuales líquidos            | PH mayor o igual a 8                                                                                                                                           | PH entre 6 y 8                                                                                                                                                                                                                                             | PH entre 4 y 6                                                                                                                                                                                                                                                    | PH menor que 4                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | Presencia de humedad en suelos y rocas                | Entre 0 – 10 %                                                                                                                                                 | Entre 10 – 25 %                                                                                                                                                                                                                                            | Entre 25 – 40 %                                                                                                                                                                                                                                                   | Mayor del 40 %                                                                                                                                                     |
| Fenómenos geológicos secundarios o inducidos | Salinización de suelos (Sales disueltas totales mg/l) | < 450                                                                                                                                                          | 450 - 1350                                                                                                                                                                                                                                                 | 1350 - 2000                                                                                                                                                                                                                                                       | > 2000                                                                                                                                                             |
|                                              | Contaminación de suelos por hidrocarburos             | Menos de 60 mg * Kg-1                                                                                                                                          | Entre 60 y 200 mg * Kg-1                                                                                                                                                                                                                                   | Entre 200 y 600 mg * Kg-1                                                                                                                                                                                                                                         | Más de 600 mg * Kg-1                                                                                                                                               |
|                                              | Contaminación de suelos por grasas y aceites mg/L     | De cero a 30                                                                                                                                                   | Entre 30 y 50                                                                                                                                                                                                                                              | Entre 50 y 70                                                                                                                                                                                                                                                     | >70                                                                                                                                                                |
|                                              | Contaminación de suelos por metales pesados           | Aluminio<5.0<br>Arsénico <0,1<br>Cadmio entre 0 y 0,1<br>Cianuro<0,1<br>Cobre<1<br>Cromo total <1<br>Mercurio <0,0035<br>Plomo < 0,3<br>Zinc <1<br>Sulfuros <1 | Aluminio entre 5 y 8<br>Arsénico entre 0,1 y 0,3<br>Cadmio entre 0,1 y 0,2<br>Cianuro entre 0,1 y 0,3<br>Cobre entre 1 y 3<br>Cromo total entre 1,0 y 1,5<br>Mercurio entre 0,0035 y 0,0075<br>Plomo entre 0,3 y 0,7<br>Zinc entre 1 y 3<br>Sulfuros 1 y 3 | Aluminio entre 8 y 10.0<br>Arsénico entre 0,3 y 0,5<br>Cadmio entre 0,2 y 0,3<br>Cianuro entre 0,3 y 0,5<br>Cobre entre 3 y 5<br>Cromo total entre 1,5 y 2,0<br>Mercurio entre 0,0075 y 0,01<br>Plomo entre 0,7 y 1,0<br>Zinc entre 3 y 5<br>Sulfuros entre 3 y 5 | Aluminio > 10<br>Arsénico >0,5<br>Cadmio >0,3<br>Cianuro >0,5<br>Cobre >5,0<br>Cromo total > 2,0<br>Mercurio > 0,01<br>Plomo > 1,0<br>Zinc > 5,0<br>Sulfuros > 5,0 |

Notas:

- El suelo se contamina fundamentalmente por causas relacionadas al uso indiscriminado de fertilizantes inorgánicos explotación de fuentes de hidrocarburos en áreas cercanas a poblaciones o zonas agrícolas, por efecto de la intrusión salina producidas por las inundaciones costeras, o por otras actividades industriales. Todas estas acusas cambian la composición geológica natural del suelo e incrementan la susceptibilidad del mismo ante los procesos de contaminación.



- El suelo actúa como un depósito, filtro y bio-reactor de los contaminantes; sus características físicas, químicas y biológicas influyen en el destino de éstos. La permeabilidad, el pH y las condiciones oxido-reductoras afectan el comportamiento de los contaminantes en el suelo; un alto contenido de materia orgánica y arcillas tiende a una mayor capacidad de adsorción de compuestos contaminantes.
- La degradación del suelo se entiende como el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas aislada o en forma combinada, que impiden o limitan el buen desarrollo de cultivos y de buenas cosechas. (A. Brack y C. Mendiola; 2000). Los tipos de degradación son muy variados, los principales son:
  - Degradación química; lixiviando nutrientes, elevando la toxicidad de elementos incorporados al suelo, alcalinizando y salinizando los suelos.
  - Degradación física; como consecuencia de la compactación producida por la maquinaria pesada o el laboreo del terreno húmedo.
  - Degradación Biológica; descenso de la actividad biológica o mineralización y pérdida de materia orgánica.
  - Erosión hídrica y eólica.
- La capacidad de intercambio catiónico del suelo (T) se determina a través de la aplicación del Método Mehlich modificado, descrito en la Norma Cubana 65:2000. Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables del suelo.
- Los elementos relativos a las evaluaciones realizadas de los límites máximos permisibles promedio (LMPP) para los parámetros de los residuales líquidos, se establecen en la Norma cubana NC-27:1999, Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.

- Los elementos referidos a las profundidades ideales para la toma de muestras así como otros requerimientos exigidos en este apartado están descritos en la Norma Cubana NC- 37:1999 Calidad del suelo. Requisitos generales para la toma de muestras.
- Los valores asumidos para la contaminación por metales pesados y la Salinización de suelos (Sales disueltas totales mg/l) fueron tomados de varias fuentes nacionales e internacionales, los mismos fueron adaptados a los niveles propuestos. Para su determinación pueden aplicarse varios métodos descritos de forma general en la literatura publicada sobre el tema, entre ellos, Alexander, 1980; Canter, 1998; Waksman, 1997; Cervantes, 2011, etc.
- Las consideraciones relacionadas con las afectaciones a la población parten de las experiencias internacionales de afectaciones en poblaciones producto al consumo de productos contaminados, pueden consultarse:
- Para la determinación de la contaminación por hidrocarburos, grasas y aceites igualmente pueden consultarse varias fuentes nacionales e internacionales (Alexander, 1980; Canter, 1998; CARIPOL: Manual of Petroleum Pollution Monitoring, 1980; Fassbender, 1987, entre otras). Los valores fueron adaptados a los niveles propuestos
- Otros componentes tóxicos y metales presentes en los residuos industriales pueden verificarse en la siguiente tabla:

**Tabla 2.21**

Metales y otros componentes tóxicos presentes en los residuos industriales (Fuente: Water and Sewage Works, 1997)

| Industria                  | Arsénico | Cadmio | Hidrocarburos Clorados | Cromo | Cobre | Cianuro | Plomo | Mercurio | Orgánicos | Zinc |
|----------------------------|----------|--------|------------------------|-------|-------|---------|-------|----------|-----------|------|
| Minería y metalúrgica      | X        | X      |                        | X     | X     | X       | X     | X        |           | X    |
| Pintura y Colorantes       |          | X      |                        | X     | X     | X       | X     | X        | X         |      |
| Pesticidas                 | X        |        | X                      |       |       | X       | X     | X        | X         | X    |
| Eléctrica y Electrónica    |          |        | X                      |       | X     | X       | X     | X        |           |      |
| Impresión y Reproducción   | X        |        |                        | X     | X     |         | X     |          | X         |      |
| Electroplatinado y acabado |          | X      |                        | X     | X     | X       |       |          |           | X    |
| Industria Química          |          |        | X                      | X     | X     |         |       | X        | X         |      |
| Explosivos                 | X        |        |                        |       | X     |         | X     | X        | X         |      |
| Gomas y plásticos          |          |        | X                      |       |       | X       |       | X        | X         | X    |
| Baterías                   |          | X      |                        |       |       |         | X     | X        |           | X    |
| Farmacéutica               | X        |        |                        |       |       |         |       | X        | X         |      |
| Textil                     |          |        |                        | X     | X     |         |       |          | X         |      |
| Petróleo y carbón          | X        |        | X                      |       |       |         | X     |          |           |      |
| Pulpa y Papel              |          |        |                        |       |       |         |       | X        | X         |      |
| Cuero                      |          |        |                        | X     |       |         |       |          | X         |      |

\* Incluye bifenilos policlorados

\*\* Por ejemplo: acroelin, dimetil-sulfato, dinitrofenol, dinitrobenzeno, dinitrofenol, nitroanilina, pentaclorofenol

**Tabla 2.22**

Elementos básicos para determinar el peligro a la contaminación de acuíferos de una región o área determinada. (Galbán et al, 2012)

| Elemento a evaluar                                  | Indicador                                                        | Grado de evaluación/valor promedio<br>≥ 0 - ≤1                |                                                                              |                                                                                             |                                                                    |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                     |                                                                  | Bajo<br>0.125                                                 | Bajo<br>0.375                                                                | Bajo<br>0.625                                                                               | Bajo<br>0.875                                                      |
| <b>Peligro</b>                                      | Tipo de suelo                                                    | Sedimentos cuaternarios de reciente formación (rocas blandas) | Rocas de baja compactación (Depósitos de arcillas blandas o medias y arenas) | Rocas medianamente compactadas (Depósitos estables de suelos no cohesivos o arcillas duras) | Roca de cualquier tipo, sedimentaria o cristalina (Suelos rígidos) |
|                                                     | Cercanía a la fuente generadora                                  | Más de 200 kilómetros                                         | Entre 50 y 200 kilómetros                                                    | Entre 10 y 50 kilómetros                                                                    | De 0 a 10 kilómetros                                               |
|                                                     | Nivel de acidez de las aguas residuales                          | PH mayor o igual a 8                                          | PH entre 6 y 8                                                               | PH entre 4 y 6                                                                              | PH menor que 4                                                     |
|                                                     | Coefficiente de permeabilidad (cm/s)                             | Menor que $10^{-8}$                                           | Entre $10^{-8}$ Y $10^{-5}$                                                  | Entre $10^{-2}$ Y $10^{-5}$                                                                 | Menor que $10^{-2}$                                                |
|                                                     | Presencia de humedad en suelos y rocas                           | Entre 0 - 10 %                                                | Entre 10 - 25 %                                                              | Entre 25 - 40 %                                                                             | Mayor del 40 %                                                     |
|                                                     | Índice de poros                                                  | Menor que 0,15                                                | 0,15 - 0,25                                                                  | Entre 0,25 y 0,50                                                                           | Mayor de 0,50                                                      |
|                                                     | Dureza (Grados Franceses)                                        | < 14                                                          | Entre 14 - 32                                                                | Entre 32 - 54                                                                               | > 54                                                               |
| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Salinización de aguas subterráneas(Sales disueltas totales mg/l) | < 450                                                         | 450 - 1350                                                                   | 1350 - 2000                                                                                 | > 2000                                                             |
|                                                     | Contaminación por grasas y aceites mg/L                          | De cero a 30                                                  | Entre 30 y 50                                                                | Entre 50 y 70                                                                               | >70                                                                |
|                                                     | Contaminación por hidrocarburos                                  | Menos de 60 mg * Kg-1                                         | Entre 60 y 200 mg * Kg-1                                                     | Entre 200 y 600 mg * Kg-1                                                                   | Más de 600 mg * Kg-1                                               |

Sigue...

Cont...

|                                                     |                                                                                                           |                                                                                  |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fenómenos geológicos secundarios o inducidos</b> | Contaminación por metales pesados                                                                         | Contaminación por metales pesados.<br>Factor de contaminación (FC)               | Aluminio < 5,0<br>Arsénico < 0,1<br>Cadmio entre 0 y 0,1<br>Cianuro < 0,1<br>Cobre < 1<br>Cromo total < 1<br>Mercurio < 0,0035<br>Plomo < 0,3<br>Zinc < 1<br>Sulfuros < 1 | Aluminio entre 5 y 8<br>Arsénico entre 0,1 y 0,3<br>Cadmio entre 0,1 y 0,2<br>Cianuro entre 0,1 y 0,3<br>Cobre entre 1 y 3<br>Cromo total entre 1,0 y 1,5<br>Mercurio entre 0,0035 y 0,0075<br>Plomo entre 0,3 y 0,7<br>Zinc entre 1 y 3<br>Sulfuros 1 y 3 | Aluminio entre 8 y 10,0<br>Arsénico entre 0,3 y 0,5<br>Cadmio entre 0,2 y 0,3<br>Cianuro entre 0,3 y 0,5<br>Cobre entre 3 y 5<br>Cromo total entre 1,5 y 2,0<br>Mercurio entre 0,0075 y 0,01<br>Plomo entre 0,7 y 1,0<br>Zinc entre 3 y 5<br>Sulfuros entre 3 y 5 |
|                                                     | Contaminación microbiológica<br><br>Concentración bacteriana (máximo número/ml)<br><br>Coliformes fecales | Concentración de O <sub>2</sub> disuelto normal<br><br>< 500<br><br>≤ 200/100 ml | Concentración de O <sub>2</sub> disuelto moderadamente disminuida<br><br>Entre 500 -10000<br><br>Entre 200/100 ml y 500/100 ml                                            | Concentración de O <sub>2</sub> disuelto altamente disminuida<br><br>Entre 10000-50000<br><br>Entre 500/100 ml y 1000/100 ml                                                                                                                               | Concentración de O <sub>2</sub> disuelto excesivamente disminuida<br><br>> 50000<br><br>>1000/100 ml                                                                                                                                                              |
|                                                     | Contaminación por nitrito                                                                                 | Menos de 40 y 70 mg l <sup>-5</sup>                                              | Entre 40 y 50 mg l <sup>-5</sup>                                                                                                                                          | Entre 50 y 70 mg l <sup>-5</sup>                                                                                                                                                                                                                           | Más de 70 mg l <sup>-5</sup>                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                     | Afectaciones a la población                                                                               | De 0 a 5 % de la población fallece o queda afectada por otras causas             | Entre el 5 y 10 % de la población fallece y más del 5 % queda afectado por otras causas                                                                                   | De 10 a 30 % de la población fallece y más del 10 % queda afectado por otras causas                                                                                                                                                                        | Más del 30 % de la población fallece y más del 15 % queda afectado por otras causas                                                                                                                                                                               |

Notas:

- Los procesos de contaminación que pueden alterar la composición de las aguas subterráneas son:
  - Residuos líquidos urbanos (RLU).** Se trata de una contaminación puntual, por el vertido de RLU sobre la superficie aflorante de los acuíferos, que incorpora a las aguas subterráneas, concentraciones relativamente elevadas en cloruro, nitrato o amonio y en materia orgánica.

- **Actividades agrícolas.** Se trata de una contaminación areal, generalmente permanente, causada por los fertilizantes utilizados en cultivos de regadío situados en la superficie permeable de los acuíferos. Las aguas así contaminadas poseen elevadas concentraciones en sulfato y fundamentalmente, en nitrato.
- **Rocas orgánicas.** Se trata de una contaminación de origen natural, y generalmente areal, se produce por rocas inter-estratificadas en los materiales permeables del acuífero que contienen materia orgánica, sulfuro, óxidos e hidróxidos de hierro e incluso aceites minerales e hidrocarburos. Las aguas presentan elevadas concentraciones en amonio, hierro e incluso nitrito, sulfuro de hidrógeno, aceites minerales e hidrocarburos.
- **Salinización por intrusión marina.** Este fenómeno se da en acuíferos costeros interconectados con el mar. La extracción de agua del acuífero lleva asociado un progresivo avance de la cuña de agua salada. Estas aguas contienen elevadas concentraciones en cloruro, sulfato, sodio, magnesio, calcio y potasio.
- **Salinización por roca evaporítica.** Se trata de una contaminación natural, areal y permanente, causada por la disolución de yeso, anhidrita o sal común presentes en las rocas que limitan ciertos acuíferos. Las aguas así contaminadas contienen elevadas concentraciones en sulfato, cloruro, calcio, sodio e incluso magnesio.
- Los valores asumidos para los límites en la contaminación de grasas, metales y Coliformes parten de lo establecido en la norma cubana NC 25:1999. Sobre calidad de aguas. Igualmente pueden consultarse otras fuentes internacionales y nacionales referidas a la temática, una de ellas es la metodología propuesta por la Agencia de Medio Ambiente del CITMA, donde se refieren, por ejemplo, los tipos de sustancias que pueden contener las aguas residuales, según su procedencia y que se expresan en las siguientes tablas:

**Tabla 2.23**

Tipos de sustancias que pueden contener las aguas residuales, según su procedencia (Fuente: Metodología AMA)

| Origen del agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Urbano                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Industrial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Agrícola                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glúcidos 50 %</li> <li>• Proteínas 40 %</li> <li>• Grasas 10 %</li> <li>• Detergentes</li> <li>• Hidrocarburos</li> <li>• Materias sólidas en suspensión</li> <li>• Gérmenes, virus y parásitos</li> <li>• Productos complejos de descomposición</li> <li>• etc.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materias en suspensión</li> <li>• Materia orgánica fermentable</li> <li>• Detergentes sintéticos (LAS, etc.)</li> <li>• Alquitrantes</li> <li>• Hidrocarburos</li> <li>• Resinas</li> <li>• Lignina</li> <li>• Fosfatos</li> <li>• Cromo hexavalente</li> <li>• Cianuros</li> <li>• Colorantes</li> <li>• Metales (Cd, As, Se, Cu, Zn, Pb, etc.)</li> <li>• Elementos radiactivos</li> <li>• etc.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abonos (nitratos, fosfatos)</li> <li>• Insecticidas (clorados, fosfatados)</li> <li>• Detergentes, humectantes</li> <li>• Metales (Cu, As, Zn)</li> <li>• Materias orgánicas fermentables</li> <li>• etc.</li> </ul> |

**Tabla 2.24**

Principales parámetros a determinar y técnicas analíticas a utilizar en análisis de aguas. (Fuente: Metodología AMA, 2005)

| Parámetro                        | Técnica analítica o método analítico |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| pH                               | Electrometría                        |
| Conductividad eléctrica          | Conductimetría                       |
| Potencial redox                  | Electrometría                        |
| Turbidez                         | Turbidimetría                        |
| Sólidos en suspensión            | Gravimetría                          |
| Cloruro ( $\text{Cl}^-$ )        | Volumetría o Potenciometría          |
| Sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ )   | Gravimetría o Turbidimetría          |
| Carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) | Volumetría                           |
| Bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) | Volumetría                           |
| Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )      | Edtometría o Espectroscopía AA       |
| Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ )    | Edtometría o Espectroscopía AA       |
| Sodio ( $\text{Na}^+$ )          | Espectrometría de emisión            |

Sigue...

Cont...

|                                                                                              |                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Potasio ( $K^+$ )                                                                            | Espectrometría de emisión                                                                                                                  |
| Boro (B)                                                                                     | Espectrofotometría de absorción V-UV                                                                                                       |
| Fósforo total ( $PO_4^{3-}$ )                                                                | Espectrofotometría de absorción V-UV                                                                                                       |
| Nitrógeno total Kjeldahl                                                                     | Volumetría                                                                                                                                 |
| Amonio ( $NH_4^+$ )                                                                          | Volumetría                                                                                                                                 |
| Nitrato ( $NO_3^-$ )                                                                         | Espectrofotometría de absorción o Potenciometría                                                                                           |
| Nitrito ( $NO_2^-$ )                                                                         | Espectrofotometría visible-ultravioleta                                                                                                    |
| Dureza                                                                                       | Complexometría                                                                                                                             |
| Sílice ( $SiO_2$ )                                                                           | Espectrofotometría de absorción V-UV                                                                                                       |
| Metales ( $M^{n+}$ ):<br>Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Al, Co,<br>Cr, Ni, Cd, Pb, Sb, As, Hg, etc. | Espectrometría de AA de llama<br>Espectrometría de AA electrotérmica<br>Espectrometría de AA por GH<br>Espectroscopía de emisión de plasma |
| Demanda bioquímica de oxígeno<br>( $DBO_5$ )                                                 | Oximetría                                                                                                                                  |
| Demanda química de oxígeno<br>(DQO)                                                          | Volumetría                                                                                                                                 |
| Coliformes totales                                                                           | Método de filtro de membrana                                                                                                               |
| Coliformes fecales                                                                           | Método de filtro de membrana                                                                                                               |
| V-UV = visible-ultravioleta;<br>AA = absorción atómica; GH =<br>generación de hidruros.      |                                                                                                                                            |

Finalmente, un elemento esencial para la determinación de muchos peligros, tiene que ver con la respuesta del suelo y las rocas ante los esfuerzos externos. La obtención de las propiedades físico-mecánicas de los suelos y las rocas para estudios de peligro regionales es muy costoso, por lo que para su consideración se realiza la proposición de una sistematización de las propiedades físicas, mecánicas y acuíferas que presentan según los rangos conocidos de su comportamiento a nivel nacional e internacional, y su consideración en las evaluaciones de peligro, vulnerabilidad y riesgos geológicos a través del índice de susceptibilidad litológica presentado en la Tabla 2.25.



**Tabla 2.25**

Influencia litológica de acuerdo a las condiciones generales de susceptibilidad para procesos geológicos (Galbán, 2014).

| GRUPO DE ROCAS                                                                                                                                                                               | Tipos litológicos representativos                                                                                                                                       | SL                      | VPS  | Propiedades físico mecánicas                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                         |                         |      | Físicas                                                                                                                                                              | Acuíferas                                                                                                                                                                                                                     | Mecánicas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Grupo 1. Duras y estables.<br><br>Rocas duras recrystalizadas y marmolizadas impermeables, bajo grado de intemperismo, poco agrietado, rocas con alta resistencia al corte, rocas elásticas. | Granitoides y granodioritas, gabros, Dioritas porfíricas                                                                                                                | Baja<br>0 - 0.25        | 0.08 | Densidad alta (2,65-3,10 gr/cm³) Porosidad insignificantes (menos de la décima de por ciento, raramente mayor) RQD muy bueno 90-100.                                 | Baja calidad higroscópica, poca humedad, prácticamente no solubles, permeabilidad por grietas, Coeficiente de filtración no mayor de 10 m/d, higroscopicidad específica q ≤ 5 l/min.                                          | Solidez y elasticidad alta, resistentes, resistencia a la compresión (500 – 4 000 Kg/cm²) rigidez (200 - 1000 Kg/cm²), tracción (20 – 150 Kg/cm²) incompresibles y estables en taludes y laderas. Módulo de deformación general ≥ 100 000 Kg/cm²) Coeficiente al corte del hormigón con la roca alcanza de 0,65 – 0,70. La dureza es alta F <sub>i</sub> ≥ 8. Se laboreo con métodos de perforación de diamante y explosivos. Se caracteriza por sus propiedades anisotrópicas en el macizo rocoso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                              | Porfiritas cuarzosas Basaltos, diabasas, gabro Andesita, diorita, pórfidos.                                                                                             |                         | 0.16 |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                              | Tobas inalteradas no agrietadas. Calizas compactas mármoles                                                                                                             |                         | 0.24 |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Grupo II. Rocas semiduras, semi estables.<br><br>Rocas alteradas, meteorizadas, agrietadas del primer grupo, disminuye las propiedades físico mecánicas.                                     | Granitoides y granodioritas, gabros, Dioritas porfíricas, agrietados y meteorizados                                                                                     | Moderada<br>0.26 - 0.50 | 0.28 | Densidad media (2.20 – 2.65 gr/cm³) Porosidad de 10 -15 %, algunas veces mayor. RQD Buena a mala en dependencia de. Grado de agrietamiento y alteración, de 50-90 %. | La permeabilidad estará en dependencia del grado de agrietamiento y alteración. El coeficiente de permeabilidad varia de 0.5 hasta 30 m/d. (q – hasta 15 l/min) en débil y medio débil ≥ 15 l/min) en fuertemente permeables. | Sólidas, con resistencia a la compresión de 150 – 500 kg/cm². Resistencia media de 25 a 150 Kg/cm² Poco resistente menor de 25 Kg/cm² Resistencia al esfuerzo tangencial ≥ 50 Kg/cm² en las rocas resistentes alta a media ≤ 10 Kg/cm² en las rocas débiles. La resistencia a la tracción de 1-2 hasta 20 – 30 Kg/cm². Rocas débilmente compresibles o prácticamente incompresibles. Módulo de deformación general de las rocas menos débiles desde 20 000 Kg/cm² hasta 100 000 Kg/cm². El coeficiente cortante con el hormigón en estas rocas varia desde 0.3 hasta 0.55. La estabilidad de los taludes depende del grado de agrietamiento y la alteración por la meteorización de las rocas. La dureza media es de F <sub>d</sub> = 2 a F <sub>d</sub> = 8. Se laboreo con instrumentos de perforación y explosivos- Muchas variedades de rocas tienen propiedades reológicas. |
|                                                                                                                                                                                              | Porfiritas cuarzosas Basaltos, diabasas, gabro Andesita, diorita, pórfidos. Meteorizados y agrietados.                                                                  |                         | 0.36 |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                              | Rocas vulcanógeno-sedimentarias Tobas, tuftas, rocas piroclásticas, calizas, margas y conglomerados compactos, areniscas cementadas todas muy agrietadas y meteorizadas |                         | 0.48 |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Sigue...

Cont...

| GRUPO DE ROCAS                               | Tipos litológicos representativos                                                              | SL                  | VPS  | Propiedades físico mecánicas                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                                                                                                |                     |      | Físicas                                                                                                                                                                                                                         | Acuíferas                                                                                                                                                                                                                   | Mecánicas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Grupo III.<br>Suelos arenosos, no cohesivos. | Conglomerados.<br>Arenas limos                                                                 | Alta<br>0.51 - 0.75 | 0.62 | Densidad (1.40 – 1.90 gr/cm <sup>3</sup> )<br>porosidad (25-40 %). Sus propiedades físicas pueden variar en amplios límites                                                                                                     | Poca capacidad de adsorción o muy poca, en clastos muy finos. Prácticamente insolubles y permeables. El coeficiente de permeabilidad hasta 30 m/d en débiles y medio permeables, mayor de 50 m/d en fuertemente permeables. | Su solidez, resistencia y estabilidad dependerá de la densidad de sus granos. La dureza es baja $F_d \leq 2$ . Generalmente compresible. Módulo de deformación general varía desde 50 – 100 hasta 1 000 Kg/cm <sup>2</sup> . El coeficiente de fricción interna $f = \tan \phi = 0.25 - 6.60$ La estabilidad en la base de las obras y taludes varía en función de la magnitud de la fricción interna y la intensidad de carga dinámicas. En taludes son fácilmente de laborear con maquinarias.                                                     |
| Grupo IV.<br>Suelos arcillosos cohesivos     | Arcillas<br>Suelos arcillosos                                                                  |                     | 0.72 | Densidad (1.10-1.20 hasta 1.90 – 2.10 gr/cm <sup>3</sup> ), porosidad alta en dependencia del tipo de arcilla, (25-30 hasta 75-84 %), Plásticas, su humedad varía en amplios límites según su variedad. (12- 15 hasta 74 – 80 % | Capacidad de adsorción y absorción. Poco permeable a impermeables. Coeficiente de permeabilidad muy bajo menor de 0.1 m/d.                                                                                                  | La resistencia varía en amplios límites e intervalos en función de su humedad, densidad, plasticidad. Su dureza es baja $F_d \leq 2$ . De compresible a fuertemente compresible. El Modulo de deformación general varía desde 25-50 hasta 1000 Kg/cm <sup>2</sup> . El coeficiente de fricción interna es muy bajo $f = \tan \phi = 0,15 - 0.35$ , son rocas cohesivas. La estabilidad de los taludes depende de su humedad, de sus cargas hidrostáticas. Se laborean con métodos manuales y mecánicos. Se caracteriza por su propiedades reológicas |
| Grupo V.<br>Suelos blandos                   | Suelos arcilloso arenoso,                                                                      | Muy Alta<br>0.76-1  | 0.88 | Las rocas de este grupo se caracterizan por sus propiedades específicas que exigen métodos especiales de investigación y de una valoración individual.                                                                          |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                              | Suelos con características y condiciones especiales. Limo cienoso. Suelos arcillosos y turbas. |                     | 0.96 |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Nota: SL: Susceptibilidad Litológica,

VPS: Valores promedios de la susceptibilidad litológica por grupo de roca.

### *2.2.3 Cálculo de la vulnerabilidad (Tercera fase)*

Una vez estimada la susceptibilidad y el peligro, se determina la vulnerabilidad, la que puede tener varias dimensiones en dependencia del aspecto que se esté analizando. Para su cálculo se pueden emplear distintas metodologías y métodos, se citan entre estos: la Metodología ERAD (Álvarez et al, 2000), el Método del índice de vulnerabilidad (Benedetti- Petrini, 1984), Método de Scarlat (Scarlat, 1996), Método de Cardona (Cardona, 1991), Método de Hirosawa (Hirosawa, 1992), la metodología propuesta por la Defensa Civil de Cuba (Directiva 1, 2005; 2010; AMA, 2014), entre otras. Otros métodos o metodologías se encuentran recogidos en normas técnicas ya elaboradas, como por ejemplo, las normas que establecen los procedimientos y análisis de las cargas que inciden en las estructuras, los códigos sísmicos, etc. La selección del método depende de las condiciones del escenario y el tipo de vulnerabilidad que se requiere determinar.

La vulnerabilidad también puede calcularse a partir de las valoraciones cualitativas y cuantitativas que se realizan con el empleo de indicadores de vulnerabilidad. Su análisis se incluye dentro de las metodologías antes mencionadas a partir de la asignación de valores y pesos a estos indicadores, los cuales en su conjunto darán como resultado la vulnerabilidad total del territorio u obra ingeniera en cuestión.

La selección y evaluación de indicadores de vulnerabilidad es un tema aún en investigación a nivel mundial y cualquier acercamiento estará sujeto a mejoras continuas. Un ejemplo del empleo de indicadores de vulnerabilidad y sus pesos organizados de manera jerárquica puede consultarse en la tabla 2.26. Los detalles de los estudios regionales de vulnerabilidad están dados por el nivel de información que se obtenga y en función de las escalas de trabajo (provincia, municipio, comunidades, Consejos Populares, Circunscripciones, entre otras).

**Tabla 2.26**

Indicadores de vulnerabilidad y su peso para los deslizamientos.  
(Fuente: Grupo multidisciplinario, 2011).

| Nivel 1 | Nivel 2      | Nivel 3                         | Nivel 4                                |
|---------|--------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| Total   | Social       | Población (0.61)                | Relación de población en riesgo (0.61) |
|         | (0.46)       |                                 | Relación de discapacitados (0.28)      |
|         |              |                                 | Relación de dependencia de edad (0.11) |
|         |              | Percepción (0.28)               |                                        |
|         |              | Barrios insalubres (0.11)       |                                        |
|         | Física       | Edificaciones (0.33)            | Edificaciones residenciales (0.75)     |
|         | (0.26)       |                                 | Edificaciones no residenciales (0.25)  |
|         |              | Instalaciones (0.50)            | Instalaciones esenciales (0.33)        |
|         |              |                                 | Instalaciones APP (0.66)               |
|         |              | Líneas vitales (0.17)           | Sistemas de transporte (0.25)          |
|         |              |                                 | Redes técnicas (0.75)                  |
|         | Económica    | Presupuesto de reducción (0.10) |                                        |
|         | (0.16)       | Zonas industriales (0.40)       |                                        |
|         |              | <b>Áreas cultivadas (0.20)</b>  |                                        |
|         |              | Cantidad de animales (0.30)     |                                        |
|         | Ecológica    | Zonas sensibles (0.25)          |                                        |
|         | (0.09)       | <b>Áreas protegidas (0.75)</b>  |                                        |
|         | Capacidad de | Preparación (0.20)              |                                        |
|         | respuesta    | Grupo electrógeno (0.20)        |                                        |
|         | (0.04)       | Sistema de salud (0.20)         |                                        |
|         |              | Capacidad de alberges (0.10)    |                                        |
|         |              | Acceso a zonas aisladas (0.10)  |                                        |
|         |              | Reserva de suministros (0.20)   |                                        |

Existen otros indicadores específicos que pueden evaluarse por tipo el de evento que se presente en un área determinada, a continuación se ofrecen algunos de ellos:

**Tabla 2.27**

Indicadores básicos para determinar la vulnerabilidad física de una región o área determinada.

| Indicador                                                                          | Grado de evaluación/valor promedio<br>≥ 0 - ≤1                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | Bajo<br>0.125                                                                                                                                                                 | Bajo<br>0.375                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Bajo<br>0.625                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Bajo<br>0.875                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Estado técnico constructivo de las edificaciones y obras de infraestructura</b> | Viviendas, edificaciones y obras de infraestructura recientes en buen estado constructivo. Buena resistencia estructural                                                      | Viviendas, edificaciones y obras de infraestructura con distintas patologías constructivas. Moderada resistencia estructural                                                                                                                                                                                                                         | Viviendas, edificaciones y obras de infraestructura con materiales diversos deteriorados. Mala resistencia estructural                                                                                                                                                                                                                                        | Predominio de bohíos, ranchos, construcciones temporales con materiales de bajo costo, etc. No resistentes estructuralmente                                                                                                                                                                                  |
| <b>Estado técnico constructivo de las carreteras</b>                               | Carreteras en buen estado constructivo. Buena resistencia estructural de la base y la pavimentación, en suelos generalmente estables                                          | Carreteras con distintas patologías constructivas. Superficie pavimentada en algunos casos con hundimientos o asentamientos ligeros, presencia de baches ocasionales. Terraplenes mejorados                                                                                                                                                          | Carreteras con patologías diversas, erosionadas en algunos de sus tramos, con baches frecuentes, mala resistencia estructural. Terraplenes no mejorados.                                                                                                                                                                                                      | Carreteras con distintas patologías constructivas bien marcadas. Superficie pavimentada en la mayoría de los casos con hundimientos o asentamientos, presencia de baches, en suelos generalmente inestables o ambientes agresivos. No resistentes estructuralmente. Trillos, caminos vecinales, entre otros. |
| <b>Estado técnico constructivo de las instalaciones del sistema de acueducto</b>   | En buen estado constructivo. Buena resistencia estructural de las edificaciones, casas de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías, etc. Presas resistentes estructuralmente. | Instalaciones con distintas patologías constructivas. Resistencia estructural media de las edificaciones, casas de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías, etc. En algunos casos con rotura de redes o afectaciones ligeras al servicio de agua. Presas con leves afectaciones estructurales (agrietamientos ligeros, filtraciones ligeras, etc.). | Instalaciones con distintas patologías constructivas. Resistencia estructural mala de las edificaciones, casas de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías, etc. En varios casos con rotura de redes o afectaciones reiteradas al servicio de agua. Presas con moderadas afectaciones estructurales (agrietamientos moderados, filtraciones moderadas, etc.). | Instalaciones con distintas patologías constructivas. Resistencia estructural muy mala de las edificaciones, casas de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías, etc. En muchos casos con rotura de redes y afectaciones prolongadas al servicio de agua. Presas con serias afectaciones estructurales        |

Sigue...

Cont...

|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estado técnico Constructivo de las instalaciones del sistema de alcantarillado</b> | En buen estado constructivo. Buena resistencia estructural de las edificaciones, casas de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías, etc.                                                                                                                                              | Instalaciones con distintas patologías constructivas. Resistencia estructural media de las edificaciones, casas de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías, etc. En algunos casos con rotura de redes o afectaciones ligeras al servicio de agua.                                                                     | Instalaciones con distintas patologías constructivas. Resistencia estructural mala de las edificaciones, casas de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías, etc. En varios casos con rotura de redes o afectaciones reiteradas al servicio de agua.                                                            | Instalaciones con distintas patologías constructivas. Resistencia estructural muy mala de las edificaciones, casas de bombeo, plantas de tratamiento, tuberías, etc. En muchos casos con rotura de redes y afectaciones prolongadas al servicio de agua.                                                     |
| <b>Estado técnico constructivo de las vía férreas e infraestructura ferroviaria</b>   | Carreteras en buen estado constructivo. Buena resistencia estructural de la base y la pavimentación, en suelos generalmente estables                                                                                                                                                  | Carreteras con distintas patologías constructivas. Superficie pavimentada en algunos casos con hundimientos o asentamientos ligeros, presencia de baches ocasionales. Terraplenes mejorados                                                                                                                            | Carreteras con patologías diversas, erosionadas en algunos de sus tramos, con baches frecuentes, mala resistencia estructural. Terraplenes no mejorados.                                                                                                                                                       | Carreteras con distintas patologías constructivas bien marcadas. Superficie pavimentada en la mayoría de los casos con hundimientos o asentamientos, presencia de baches, en suelos generalmente inestables o ambientes agresivos. No resistentes estructuralmente. Trillos, caminos vecinales, entre otros. |
| <b>Grado de concentración de habitantes por km<sup>2</sup></b>                        | Menos de 1000 habitantes<br>Zona rurales, poco pobladas                                                                                                                                                                                                                               | Entre 1000 y 3000 habitantes<br>Poblados, villas, etc.                                                                                                                                                                                                                                                                 | Entre 3000 y 10000 habitantes<br>Ciudades medianas                                                                                                                                                                                                                                                             | Más de 10000 habitantes<br>Grandes ciudades                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Desarrollo de las actividades agrícolas</b>                                        | Agricultura escasamente desarrollada con predominio de bosques, matorrales u otro tipo de vegetación no agrícola                                                                                                                                                                      | Agricultura poco desarrollada generalmente realizada por agricultores pequeños, de baja concentración de cultivos                                                                                                                                                                                                      | Agricultura medianamente desarrollada y concentrada                                                                                                                                                                                                                                                            | Agricultura altamente concentrada y desarrollada                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Desarrollo de la red de drenaje</b>                                                | Áreas urbanas bien configuradas y con una red de alcantarillados eficiente con capacidades de evacuación muy por encima a las necesidades de diseño. Zona o cuenca con alto poder de asimilación de avenidas, tales como las zonas de alta montaña, las de elevado desarrollo cársico | Áreas urbanas bien configuradas y con una red de alcantarillados medianamente eficiente con capacidades de evacuación levemente por encima a las necesidades de Zona o cuenca con moderado poder de asimilación de avenidas, tales como las zonas de medianas elevaciones, las de moderado desarrollo cársico. Diseño. | Zona o cuenca con bajo poder de asimilación de avenidas, tales como las zonas cercanas a las llanuras de inundación de ríos, las de bajo desarrollo cársico. Áreas urbanas poco configuradas y con una red de alcantarillados deficiente con capacidades de evacuación por debajo a las necesidades de diseño. | Zona de llanura o cuencas llanas susceptibles a inundaciones constantes. Áreas urbanas poco configuradas sin red aparente de alcantarillado                                                                                                                                                                  |

## Notas:

- Consideraciones referentes el por ciento de afectaciones a las construcciones, etc., son interpretaciones realizadas por el autor a partir de las experiencias prácticas internacionales y nacionales, así como de distintas metodologías que se emplean actualmente.
- La proposición realizada de los estados técnico-constructivos para las edificaciones y obras de infraestructura (ETC), ha sido propuesta a partir de las clasificaciones de obras de edificaciones y viales generalmente aceptadas.
- La vulnerabilidad sísmica estructural de las carreteras está dada por elementos relacionados a los estados técnicos constructivos de las mismas y se evalúa, teniendo en cuenta las diferentes patologías que estas presentan desde la base rocosa hasta la superficie asfáltica, las cuales corresponden con la clasificación empleada por Geocuba en Santiago de Cuba para su mapeo.
- El crecimiento poblacional y el incremento de su concentración, según varios autores (Cardona, 2003; Ayala, 2002; Bieri, 2005, Galbán *et al*, 2010, entre otros), es directamente proporcional con el incremento de la vulnerabilidad y por tanto del riesgo debido al incremento del nivel de exposición en un área determinada ante los peligros ambientales. A partir de estas consideraciones se realiza una proposición de su consideración en los niveles propuestos.
- El mayor desastre de la historia moderna en el Caribe insular (últimos 100 años) fue ocasionado por el impacto de un terremoto, sucedió en la ciudad de Puerto Príncipe, Haití, el 12 de enero del 2010. Allí fallecieron alrededor de 200 000 personas, además de otras afectadas por distintas patologías médicas y enfermedades que típicamente aparecen luego de los desastres; lo que significa que de una población inicial de alrededor de 704.776 habitantes, falleció el 30% y otro 15% sufrió los efectos secundarios. Finalmente se conoció que en el país entero fallecieron 316.000 personas, 350.000 más quedaron heridas, y más de 1,5 millones de personas se quedaron sin hogar, con lo cual, es una de las catástrofes humanas más graves de la historia. Las valoraciones realizadas sobre las afectaciones a

la población, las redes y servicios vitales parten en primer lugar de las experiencias dejadas por este suceso y otros acaecidos en los últimos 100 años, igualmente se realizan adaptaciones a los 4 niveles que se proponen. El investigador considera que estas evaluaciones deberán actualizarse dentro de cierto tiempo debido a la cada vez creciente percepción del riesgo en los pobladores, y por tanto incremento de acciones dirigidas a reducir las vulnerabilidades. (Ver: Informe post terremoto Haití, 2011)

- El crecimiento desarrollo de la actividad agrícola y el incremento de su concentración, es directamente proporcional con el incremento de la vulnerabilidad y por tanto del riesgo debido al incremento del nivel de exposición en un área determinada ante los peligros ambientales. A partir de estas consideraciones se realiza una proposición de su consideración en los niveles propuestos.
- Las consideraciones relativas al desarrollo de la red de drenaje parten de las evaluaciones hidrológicas nacionales e internacionales, fundamentalmente en zonas urbanas; las mismas son adaptadas a los niveles propuestos.

Existen diversas estimaciones de vulnerabilidad, las cuales en muchas ocasiones dependen del objeto que se evalúa, así por ejemplo es posible desde distintas ramas de la ciencia determinar vulnerabilidad para:

- Estado de especies vegetales y animales
- Estado de zonas de desarrollo específico (Ejemplo: las zonas costeras, que por sus características se realizan estudios particulares)
- Estado de obras civiles, arquitectónicas e hidráulicas (presas, edificios, viales, etc.).

#### *2.2.4 Estimación del riesgo (Cuarta fase)*

La experiencia práctica ha demostrado que existen determinados elementos que permiten tener una idea general a la hora de evaluar los peligros, vulnerabilidades y riesgos. Para la estimación del riesgo pueden emplearse distintas formulaciones, muchas de las cuales aparecen en la bibliografía. Se sugiere emplear la ecuación general ya planteada en el Capítulo 1.



Donde:

$$R = \sum_{i=1}^n V_i * P_i$$

Vi: Vulnerabilidad de los bienes expuestos ante un peligro de intensidad i ésima;

Pi: Peligro de intensidad i ésima;

n: Cantidad de intervalos de intensidades analizadas

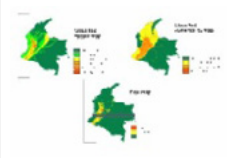
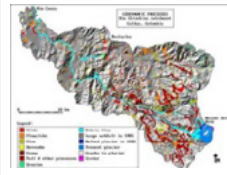
Por otro lado, la experiencia práctica, ha demostrado que existen determinados elementos que permiten tener una idea general a la hora de evaluar peligro, vulnerabilidad y riesgos, entre estos se encuentran los siguientes:

- *Mapeo y visualización del riesgo*

La cartografía de riesgos constituye una herramienta de vital importancia, supone la delimitación de zonas para las que se expresa la posibilidad de que una serie de sectores o elementos de la sociedad se vean afectados por la ocurrencia de un evento determinado. Para la confección de los diferentes mapas se tomaran en consideración cinco tipos de cartografía según su escala de trabajo (Tabla 2.28).

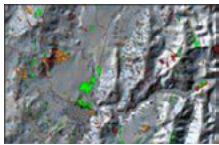
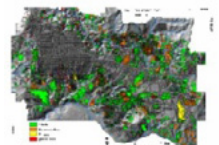
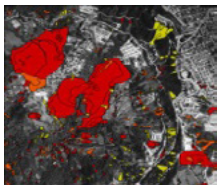
**Tabla 2.28**

Tipos de cartografía para el mapeo de peligro, vulnerabilidad y riesgos según escalas de análisis. (Fuente: Galbán, 2014)

| ESCALA                  | EJEMPLO                                                                             | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Escala nacional.</b> |  | Menos de 1:1.000.000, cubre la totalidad del país, el objetivo principal es el de llamar la atención de los tomadores de decisiones y público en general. A menudo mapas en estas escalas se diseñan con el propósito de ser incluidos en atlas nacionales |
| <b>Escala regional.</b> |  | Entre 1:100.000 y 1:1.000.000, cubre una cuenca grande o una entidad político-administrativa de un país. Mapas en esta escala diseñados en la fase de reconocimiento para la planificación de proyectos de infraestructura de gran dimensión.              |

Sigue...

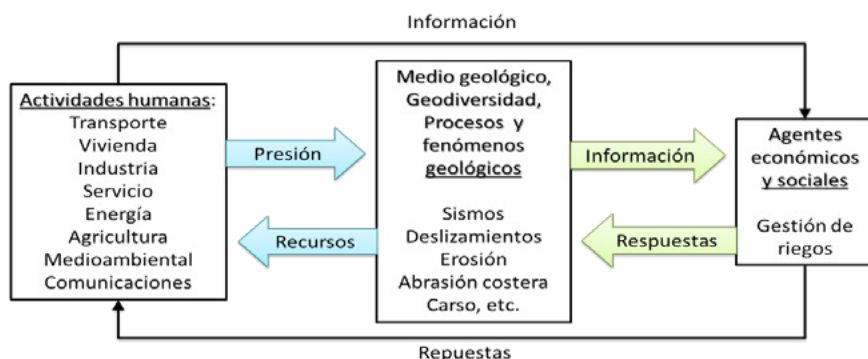
Cont...

|                                |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Escala media.</b>           |  | Entre 1:25.000 y 1:100.000, cubre una provincia, municipalidad o una cuenca pequeña. Orientado a la planificación detallada en el desarrollo de proyectos de infraestructura, estudios de impacto ambiental, planificación Municipal.                               |
| <b>Escala detallada.</b>       |  | Entre 1:2.000 y 1:25.000, cubre una municipalidad o parte de una ciudad. Usados en la generación de mapas de riesgo detallados.                                                                                                                                     |
| <b>Investigación de sitio.</b> |  | Entre 1:200 y 1:2.000, cubriendo las áreas donde los trabajos ingenieriles serán ejecutados, o un solo sector problema. Usados en diseño detallado de trabajos de ingeniería tales como vías, puentes, túneles, represas, y la ejecución de trabajos de mitigación. |

El mapeo y la visualización de riesgos son importantes, ya que a partir de los mapas de riesgos las autoridades deben realizar el plan de reducción de desastres del municipio-provincia o nación, y tomar acciones concretas encaminadas a reducir el riesgo. Se recomienda emplear el sistema de colores tipo semáforo, según el fenómeno estudiado y las características que mejor representen las diferencias entre las zonas de riesgo, esto debe especificarse bien en el informe y en el mapa.

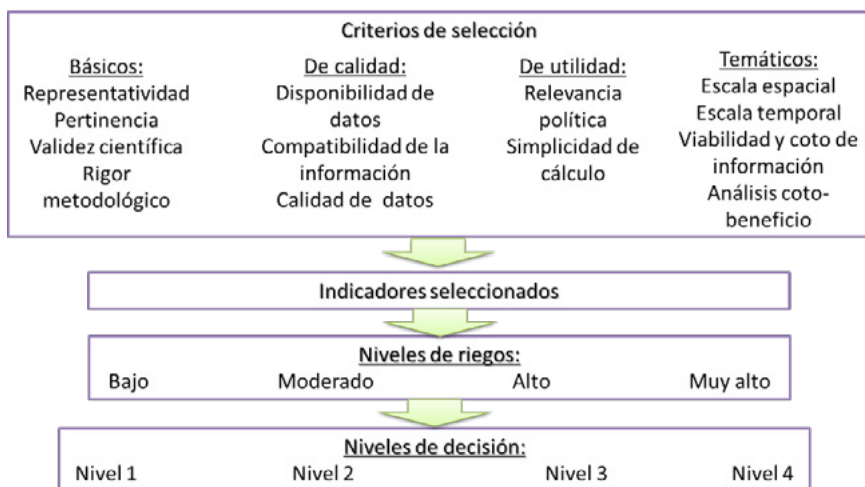
- *Evaluación del riesgo*

La identificación de los indicadores de riesgos ayuda a analizar, valorar y decidir un adecuado ordenamiento territorial, así como otras medidas de reducción de riesgos que toman en consideración la distribución y desarrollo de las actividades productivas, constructivas y de servicios de la zona evaluada. En este sentido, la definición del marco contextual para el diseño de los indicadores de riesgos, es un paso importante para precisar cuáles son los que verdaderamente ejercen presión sobre el medio, según los tipos de peligros que se traten y las características económico-sociales de la localidad que se evalúe, lo cual tiene una estrecha relación con las repuestas y los recursos que se asignarán para gestionar estos riesgos (Ver Figura 2.6)



**Figura 2.6.** Esquema del marco contextual de diseño de los indicadores de riesgos geológicos, (Fuente: Galbán, 2014).

Los indicadores de riesgos obtenidos, deben depurarse según distintos criterios (básico, calidad, utilidad, temático) que permiten asignar pesos en la evaluación final de riesgos (Ver Figura 2.7).



**Figura 2.7.** Esquema de relación entre los criterios de selección de indicadores de riesgos y los niveles de decisión en función de su gestión, (Fuente: Galbán, 2014).

Actualmente se manejan distintos indicadores de riesgos que permiten reajustar y aplicar a situaciones reales la medición en términos cualitativos y cuantitativos el grado de riesgo y la posible afectación a la comunidad, localidad o territorio; algunos de ellos se relacionan a continuación.

**Tabla 2.29**

Indicadores básicos para determinar el riesgo de una región o área determinada.

| Indicador                                                                                                                                                     | Grado de evaluación                                                   |                                                                                          |                                                                                      |                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                               | Bajo<br>0.125                                                         | Moderado<br>0.375                                                                        | Alto<br>0.625                                                                        | Muy alto<br>0.875                                                                    |
| <b>Afectaciones a la población</b>                                                                                                                            |                                                                       |                                                                                          |                                                                                      |                                                                                      |
| <b>Afectaciones a la salud humana por golpes, contusiones, traumas físicos, colapso abrupto de estructuras.</b>                                               |                                                                       |                                                                                          |                                                                                      |                                                                                      |
| <b>Afectaciones a la salud humana por el consumo de productos agrícolas y alimentos contaminados o por el consumo directo de aguas contaminadas.</b>          | De 0 a 5 % de la población fallece o queda afectada por otras causas. | Entre el 5 y 10 % de la población fallece y más del 5 % queda afectado por otras causas. | De 10 a 30 % de la población fallece y más del 10 % queda afectado por otras causas. | Más del 30 % de la población fallece y más del 15 % queda afectado por otras causas. |
| <b>Afectaciones a la salud humana, por la generación y propagación de enfermedades virales e infecto-contagiosas típicas de las etapas post desastre, etc</b> |                                                                       |                                                                                          |                                                                                      |                                                                                      |

Sigue...

Cont...

| <b>Afectaciones a las redes de servicios</b>            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Afectaciones generales a las redes de servicios.</b> | De 0 a 10 %<br>Sin daños                                                                                                                         | Entre el 10 y 30 %<br>Daños leves                                                                                                                                                          | De 30 a 50 %<br>Daños considerables pero reparable                                                                                                                                         | Más del 50 %<br>Daños graves, irreparable                                                                                                                                                  |
| <b>Afectaciones a las redes comunicaciones.</b>         | Casos aislados de caída de líneas, postes o rotura de equipos.                                                                                   | Caída de líneas, postes, rotura de equipos, interrupción parcial del servicio recuperable a corto plazo.                                                                                   | Caída de líneas, postes, rotura de equipos, interrupción total del servicio recuperable a mediano plazo.                                                                                   | Caída de líneas, postes, rotura de equipos, interrupción total del servicio solo recuperable a largo plazo.                                                                                |
| <b>Afectaciones al servicio eléctrico</b>               | Casos aislados de caída de líneas, postes o rotura de equipos.                                                                                   | Caída de líneas, postes, rotura de equipos, paralización de plantas generadoras, subestaciones, incendios, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo.            | Caída de líneas, postes, rotura de equipos, paralización de plantas generadoras, subestaciones, incendios, interrupción parcial o total del servicio recuperable a mediano plazo.          | Caída de líneas, postes, rotura de equipos, paralización de plantas generadoras, subestaciones, incendios, interrupción parcial o total del servicio solo recuperable a largo plazo.       |
| <b>Afectaciones al sistema de acueductos</b>            | Rotura de tuberías, conductoras, obras de fábrica, afectaciones a las plantas potabilizadoras, fugas, interrupción parcial o total del servicio. | Rotura de tuberías, conductoras, obras de fábrica, afectaciones a las plantas potabilizadoras, fugas, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo.                 | Rotura de tuberías, conductoras, obras de fábrica, afectaciones a las plantas potabilizadoras, fugas, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo.                 | Rotura de tuberías, conductoras, obras de fábrica, afectaciones a las plantas potabilizadoras, fugas, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo.                 |
| <b>Afectaciones al sistema de alcantarillado</b>        | Casos aislados de rotura de tuberías, accesorios y obras de fábrica, derrames, obstrucción de canales, tanques de sedimentación y galerías, etc. | Rotura de tuberías y túneles, obras de fábrica, derrames, obstrucción de canales, tanques de sedimentación y galerías, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo | Rotura de tuberías y túneles, obras de fábrica, derrames, obstrucción de canales, tanques de sedimentación y galerías, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo | Rotura de tuberías y túneles, obras de fábrica, derrames, obstrucción de canales, tanques de sedimentación y galerías, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo |

Sigue...

Cont...

| Afectaciones a servicios vitales                              |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Interrupción parcial o total del servicio hospitalario</b> | Casos aislados de roturas de sistemas interiores de climatización, electricidad y comunicaciones, Daños imperceptibles al equipamiento hospitalario y la infraestructura construida, etc. | Rotura de tuberías y túneles, obras de fábrica, derrames, obstrucción de canales, tanques de sedimentación y galerías, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo. | Rotura de tuberías y túneles, obras de fábrica, derrames, obstrucción de canales, tanques de sedimentación y galerías, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo | Rotura de tuberías y túneles, obras de fábrica, derrames, obstrucción de canales, tanques de sedimentación y galerías, interrupción parcial o total del servicio recuperable a corto plazo |
| <b>Interrupción parcial o total del tránsito</b>              | Casos aislados de rotura de sistema de electrónico de señalizaciones, calles, puentes, u obstrucción en las vías públicas.                                                                | Entre el 10 y 20 % de afectaciones al de sistema de electrónico de señalizaciones, calles, puentes, u obstrucción en las vías públicas.                                                     | Entre el 20 y el 50 % de afectaciones al de sistema de electrónico de señalizaciones, calles, puentes, u obstrucción en las vías públicas. Vías poco transitables                          | Más del 50 % de afectaciones al sistema de electrónico de señalizaciones, calles, puentes, u obstrucción en las vías públicas. Vías casi intrasitables, necesidad de uso de medios aéreos. |

| Afectaciones a las construcciones y obras de infraestructura                                                |                                                                                                               |                                                                                       |                                                                                                                |                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Daños generales a construcciones y obras de infraestructura</b>                                          | Sin daños De 0 a 10 % (Intensidades menores que 6 en la escala MSK)                                           | Daños leves Entre el 10 y 30 % (Intensidades entre 6 y 7 en la escala MSK )           | Daños considerables pero reparables<br><br>De 30 a 50 % (Intensidades entre 7 y 8 en la escala MSK)            | Daños graves, irreparables Más del 50 % (Intensidades mayores que 8 en la escala MSK )<br>Enterramiento o desplazamiento de estructuras, derumbes totales |
| <b>Corrosión y carbonatación de hormigones</b>                                                              | Estructuras de hormigón y acero resistentes (generalmente construcciones modernas con hormigones especiales). | Estructuras de hormigón y acero medianamente resistentes.                             | Estructuras de hormigón y acero poco resistentes.                                                              | Estructuras de hormigón y acero no resistentes (fundamentalmente a base de carbonatos de calcio, construcciones antiguas, temporales, etc).               |
| <b>Asentamientos y hundimientos diferenciales en las construcciones</b>                                     | No hay asentamientos significativos.                                                                          | Asentamientos moderados, generalmente locales en rangos entre 0.1 y 0.5 m en 50 años. | Asentamientos diferenciales entre distintas partes de las edificaciones, oscilan entre 0.5 y 1.0 m en 50 años. | Asentamientos masivos, pueden ser momentáneos, repentinos. Generalmente sobrepasa 1.0m en 50 años.                                                        |
| <b>Agrietamiento en cimentaciones y estructura de las edificaciones (No. Fracturas/ metro <sup>3</sup>)</b> | Sin agrietamientos significativos                                                                             | Menor que 3                                                                           | Entre el 3 y 10                                                                                                | Entre el 10 y 30                                                                                                                                          |

Sigue...

Cont...

| <b>Afectaciones a la actividad agrícola (Pérdida parcial o total de la cosecha, de animales de cría, degradación de suelos por efecto de la erosión, salinización de suelos, contaminación de suelos por hidrocarburos, grasas y aceites, etc.)</b> |                          |                                                                                                                   |                                                                                                                       |                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Daños generales a la actividad agrícola</b>                                                                                                                                                                                                      | De 0 a 10 %<br>Sin daños | Entre el 10 y 30 %<br>Daños leves al desarrollo de la agricultura                                                 | De 30 a 70 %<br>Daños considerables, desarrollo de la agricultura                                                     | Más del 70 %<br>Daños graves, suelos desnudos, sin cobertura vegetal, pobres en nutrientes       |
| <b>Degradación de suelos</b>                                                                                                                                                                                                                        | De 0 a 10 %<br>Sin daños | Entre el 10 y 30 %<br>Daños leves al desarrollo de la agricultura, pérdida recuperable de cultivos a corto plazo. | De 30 a 70 %<br>Daños considerables al desarrollo de la agricultura, Pérdida recuperable de cultivos a mediano plazo. | Más del 70 %<br>Daños graves al desarrollo de la agricultura perdida recuperable de largo plazo. |

| <b>Afectaciones a las fuentes de agua superficial</b> |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Contaminación</b>                                  | (Contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica, contaminación por exceso de sólidos en suspensión, grasas, aceites, hidrocarburos, etc.) | (Contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica, contaminación por exceso de sólidos en suspensión, grasas, aceites, hidrocarburos, etc.) | (Contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica, contaminación por exceso de sólidos en suspensión, grasas, aceites, hidrocarburos, etc.) | (Contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica, contaminación por exceso de sólidos en suspensión, grasas, aceites, hidrocarburos, etc.) |

| <b>Afectaciones a las fuentes de agua subterránea</b> |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Contaminación</b>                                  | (Contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica, contaminación por exceso de sólidos en suspensión, grasas, aceites, hidrocarburos, etc.) | (Contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica, contaminación por exceso de sólidos en suspensión, grasas, aceites, hidrocarburos, etc.) | (Contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica, contaminación por exceso de sólidos en suspensión, grasas, aceites, hidrocarburos, etc.) | (Contaminación por metales pesados, contaminación microbiológica, contaminación por exceso de sólidos en suspensión, grasas, aceites, hidrocarburos, etc.) |

Sigue...

Cont...

| Afectaciones en las presas                        |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contaminación por exceso de sólidos en suspensión | De cero a 8 mg/L de sólidos sedimentables                                                                                                                                                                                                                                  | De 8 a 10 mg/L de sólidos sedimentables                                                                                                                                                                                                                                                   | Entre 10 y 15 mg/L de sólidos sedimentables                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <15 mg/L de sólidos sedimentables                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Daños a los componentes de las presas</b>      | Pérdida insignificante de volumen por efecto de infiltraciones, bajo azolve por sedimentación de suelos erosionados aguas arriba en los ríos alimentadores, Asumidos por proyecto                                                                                          | Pérdida moderada de volumen por efecto de infiltraciones, Azolve moderado por sedimentación de suelos erosionados aguas arriba en los ríos alimentadores, daños moderados asociados al impacto de los deslizamientos en los taludes laterales naturales, etc.) Asumidos en la explotación | Pérdida elevada de volumen por efecto de infiltraciones, azolve altos por sedimentación de suelos erosionados aguas arriba en los ríos alimentadores en corto tiempo de explotación, derrumbes en la cortina, diques laterales o aliviaderos, daños asociados al impacto de los deslizamientos en los taludes laterales, etc.) | Pérdida excesiva de volumen por efecto de infiltraciones, azolve por sedimentación de suelos erosionados aguas arriba en los ríos alimentadores, vuelco o derrumbes en la cortina, diques laterales o aliviaderos, daños asociados al impacto de los deslizamientos en los taludes laterales, etc.) |
| <b>Afectaciones a instalaciones industriales</b>  | Derrumbes parciales o totales, asentamientos y hundimientos diferenciales, enterramiento o desplazamiento de estructuras, rotura de equipos, incendios, escapes de gases peligrosos, paralización parcial o total de la producción, pérdidas económicas y materiales, etc. | Derrumbes parciales o totales, asentamientos y hundimientos diferenciales, enterramiento o desplazamiento de estructuras, rotura de equipos, incendios, escapes de gases peligrosos, paralización parcial o total de la producción, pérdidas económicas y materiales, etc.                | Derrumbes parciales o totales, asentamientos y hundimientos diferenciales, enterramiento o desplazamiento de estructuras, rotura de equipos, incendios, escapes de gases peligrosos, paralización parcial o total de la producción, pérdidas económicas y materiales, etc.                                                     | Derrumbes parciales o totales, asentamientos y hundimientos diferenciales, enterramiento o desplazamiento de estructuras, rotura de equipos, incendios, escapes de gases peligrosos, paralización parcial o total de la producción, pérdidas económicas y materiales, etc.                          |

Sigue...



Cont...

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Afectaciones a la economía en general (pérdidas materiales y financieras)</b>                            | <p>Los daños que pueden presentarse en las construcciones luego del impacto de un evento son leves y pueden ser asimilados con facilidad pueden llegar a alcanzar el 35% de producto interno bruto de un país,</p> | <p>Los daños que pueden presentarse en las construcciones luego del impacto de un evento son moderados y pueden ser asimilados realizando inversiones preventivas Las pérdidas ocasionadas por el impacto de un evento geológico pueden llegar a alcanzar el 45% de producto interno bruto de un país</p> | <p>Los daños que pueden presentarse en las construcciones luego del impacto de un evento son altos y sólo pueden ser asimilados realizando intervenciones tanto preventivas como correctivas de reconstrucción y/o rehabilitación de las estructuras dañadas Las pérdidas ocasionadas por el impacto de un evento geológico pueden llegar a alcanzar el 65% de producto interno bruto de un país.</p> | <p>Los daños que pueden presentarse en las construcciones luego del impacto de un evento son severos. El costo de rehabilitación de la construcción es tan alto que hace impracticable su realización. Las pérdidas a las edificaciones pueden llegar hasta un 100 % del valor de la inversión. La destrucción en su conjunto puede llegar a costar varias veces el producto interno bruto de un país, región o comunidad.</p> |
| <b>Pérdida de la biodiversidad (muerte total o parcial de especies endémicas, animales de corral, etc.)</b> | <p>Biodiversidad en condiciones aceptables</p>                                                                                                                                                                     | <p>Moderada extinción de la biodiversidad</p>                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Elevada extinción de la biodiversidad</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Biodiversidad extinguida, colapso total de las especies</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Notas:

- Las consideraciones referentes el por ciento de afectaciones a las construcciones, son interpretaciones realizadas por los autores a partir de las experiencias prácticas internacionales y nacionales, así como de distintas metodologías que se emplean actualmente.
- El mayor desastre de la historia moderna en el Caribe insular (últimos 100 años) fue ocasionado por el impacto de un terremoto, sucedió en la ciudad de Puerto Príncipe, Haití, el 12 de enero del 2010. Allí fallecieron alrededor de 200 000 personas, además de otras afectadas por distintas patologías médicas y enfermedades

que típicamente aparecen luego de los desastres; lo que significa que de una población inicial de alrededor de 704.776 habitantes, falleció el 30% y otro 15% sufrió los efectos secundarios. Finalmente se conoció que en el país entero fallecieron 316.000 personas, 350.000 más quedaron heridas, y más de 1,5 millones de personas se quedaron sin hogar, con lo cual, es una de las catástrofes humanas más graves de la historia. Las valoraciones realizadas sobre las afectaciones a la población, las redes y servicios vitales parten en primer lugar de las experiencias dejadas por este suceso y otros acaecidos en los últimos 100 años, igualmente se realizan adaptaciones a los 4 niveles que se proponen. El investigador considera que estas evaluaciones deberán actualizarse dentro de cierto tiempo debido a la cada vez creciente percepción del riesgo en los pobladores, y por tanto incremento de acciones dirigidas a reducir las vulnerabilidades. (Ver: Informe post terremoto Haití, 2011)

- La degradación de suelos es un elemento que puede aparecer como consecuencia de los procesos erosivos, sus consideraciones se basan en la clasificación general dada por el CITMA (2002) para el mapa de desarrollo de suelos nacional adaptado a los niveles propuestos.
- La carbonatación de los hormigones expuestos al efecto del salitre es un fenómeno típico en las construcciones ubicadas en zonas costeras, su determinación puede realizarse a través de la NC 355:2004: Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicios.
- Las consideraciones sobre los riesgos relacionados a la desertificación están basados en los estudios regionales realizados internacionalmente y en Cuba, pueden consultarse los realizados por Lescaille (2009), para la provincia Guantánamo.
- La contaminación por sólidos en suspensión se estima a partir de los límites establecidos en la Norma Cubana NC- 25:1999. Calidad de aguas.
- El suelo se contamina fundamentalmente por causas relacionadas al uso indiscriminado de fertilizantes inorgánicos explotación de fuentes de hidrocarburos en áreas cercanas a poblaciones o zonas agrícolas, por efecto de la intrusión salina producidas por las inundaciones costeras, o por otras activida-

des industriales. Todas estas acusas cambian la composición geológica natural del suelo e incrementan la susceptibilidad del mismo ante los procesos de contaminación.

- El suelo actúa como un depósito, filtro y bío-reactor de los contaminantes; sus características físicas, químicas y biológicas influyen en el destino de éstos. La permeabilidad, el pH y las condiciones oxido-reductoras afectan el comportamiento de los contaminantes en el suelo; un alto contenido de materia orgánica en las arcillas tiende a una mayor capacidad de adsorción de compuestos contaminantes.
- La degradación del suelo se entiende como el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas aisladamente o en forma combinada, que impiden o limitan el buen desarrollo de cultivos y de buenas cosechas. (A. Brack y C. Mendiola; 2000). Los tipos de degradación son muy variados, los principales son:
  - Degradación química; lixiviando nutrientes, elevando la toxicidad de elementos incorporados al suelo, alcalinizando y salinizando los suelos.
  - Degradación física; como consecuencia de la compactación producida por la maquinaria pesada o el laboreo del terreno húmedo.
  - Degradación Biológica; descenso de la actividad biológica o mineralización y pérdida de materia orgánica.
  - Erosión hídrica y eólica.
- La capacidad de intercambio catiónico del suelo (T) se determina a través de la aplicación del Método Mehlich modificado, descrito en la Norma Cubana 65:2000. Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables del suelo.
- Las consideraciones relacionadas con las afectaciones a la población parten de las experiencias internacionales de afectaciones en poblaciones producto al consumo de productos contaminados.

Como puede observarse existe una relación directa entre los indicadores de riesgos, el medio geológico y el entorno social en la localidad o región que se trate, lo que reafirma el carácter social de las concepciones de riesgos y desastres (Figura 2.8).

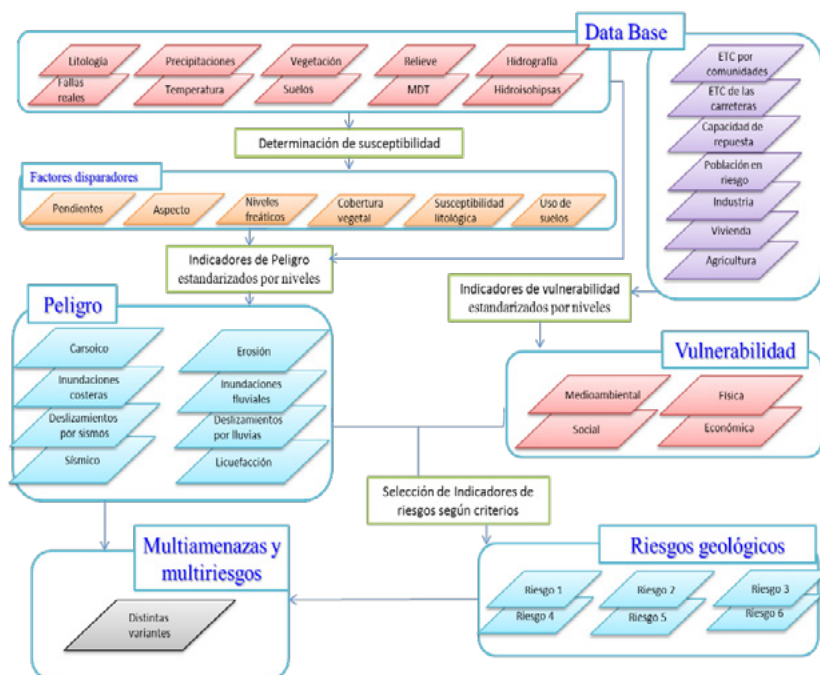


**Figura 2.8.** Esquema que muestra la interrelación de los indicadores de riesgos geológicos con el entorno social y el medio geológico.

(Fuente: Galbán, 2014)

Por otro lado, actualmente y debido precisamente a esta relación entre el medio y la sociedad, así como por lo complejo de los procesos sociales, en la determinación de riesgos se emplean además, técnicas de modelación que se ajustan cada vez más a estas características, entre ellas, redes neuronales, lógica Fuzzy, etc., las cuales combinadas ayudan a tener una mejor visión de los indicadores a emplear y los riesgos según los niveles de aceptabilidad de estos por la sociedad.

El empleo de los SIG, ha venido a cubrir el vacío que suponía la carencia de los mapas de riesgos debido a la gran cantidad de información que debe procesarse. Actualmente pueden obtenerse distintos mapas temáticos de peligro, vulnerabilidad y riesgos a través de la confección de proyectos montados sobre los SIG, una proposición de su estructura según las actividades propuestas anteriormente se realiza en la Figura 2.9.



**Figura 2.9** Esquema de un Proyecto de SIG conformado por mapas temáticos según la metodología de trabajo descrita.  
(Fuente: Galbán, 2014)

A partir de los elementos enunciados y cumpliendo con lo propuesto los sistemas de indicadores para la evaluación riesgos se sistematizan y clasifican dentro de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo planteados anteriormente, obteniéndose un sistema cartográfico compuesto por distintos mapas temáticos, entre ellos:

Relieve:

1. Mapa de relieve
2. Modelo de rango de alturas
3. Modelo digital del terreno
4. Modelo de pendientes
5. Modelo de aspecto

#### Clima:

6. Mapa de precipitaciones medias anuales
7. Modelo de temperaturas medias anuales

#### Hidrografía:

8. Mapa de la red hidrográfica

#### Vegetación:

9. Mapa de vegetación
10. Modelo de porcentaje de cobertura vegetal

#### Geología:

11. Mapa geológico actualizado
12. Mapa de fallas o alineamientos tectónicos

#### Procesos geológicos:

13. Modelo de erosión
14. Modelo de peligro sísmico
15. Mapa de zonación del peligro sísmico
16. Mapa de desarrollo cársico o amenaza cársica
17. Mapa de inundaciones fluviales
18. Mapa de inundaciones costeras

#### Geotecnia:

19. Modelo de susceptibilidad litológica
20. Mapa de hidroisohipsas
21. Modelo de niveles freáticos

#### Antrópicos:

22. Asentamientos urbanos y rurales
23. Carreteras, terraplenes y caminos

- 24. Modelo población en riesgo
- 25. Modelo de estados técnico-constructivo por comunidades
- 26. Modelo de estados técnico-constructivo de las carreteras
- 27. Mapa de suelos agrícolas
- 28. Mapa de uso de suelos.

Modelos de riesgos:

- 29. Mapa de riesgo a la licuefacción
- 30. Modelo de riesgo a deslizamientos por sismos
- 31. Modelo de riesgo a deslizamientos por intensas lluvias
- 32. Modelo de riesgo sísmico
- 33. Modelo de riesgo por inundaciones
- 34. Modelo de riesgo por erosión

Multizonación:

- 35. Mapa de zonación ingeniero geológica de multiamenazas
- 36. Mapa de zonación ingeniero meteorológica de multiamenazas
- 37. Mapa de zonación ingeniero-ambiental de vulnerabilidades.

Una vez concluido los mapas de riesgos y aprovechando las ventajas de los SIG, se debe realizar una evaluación de estos en las diferentes localidades, así como tabularlos y graficarlos para analizar aquellas zonas que tienen mayor riesgo, ya sea por un tipo de proceso o fenómeno específico o por varios. La zonación de multipeligros y multiriesgos es una herramienta importante debido a que refleja la incidencia de varios procesos y fenómenos, así como, sus efectos en las distintas áreas. Algunos elementos para la interpretación general a considerar en los estudios de PVR son expuestos en la tabla 2.30.

**Tabla 2.30**

Elementos generales a considerar en los estudios de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos (PVR). (Galbán, 2014)

| GRADO | Peligrosidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vulnerabilidad                                                                                                                                                                     | Riesgos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bajo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las valoraciones de posible manifestación de un evento geológico son nulas o poco probables.</li> <li>- Los eventos geológicos que se manifiestan generalmente pueden durar muchos años en alcanzar un nivel de madurez adecuado como para constituir una amenaza considerable para determinadas construcciones, comunidades u obras de infraestructura.</li> </ul> | <p>Construcciones que presentan un buen estado técnico constructivo o con afectaciones leves en su estructura que pueden ser resueltos con mantenimientos de poca envergadura.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los daños que pueden presentarse en las construcciones luego del impacto de un evento son leves y pueden ser asimilados con facilidad y resueltos con mantenimientos simples la mayoría de las veces. Generalmente se observan grietas finas en las cubiertas y muros de las edificaciones, manifestaciones leves de humedad en los muros y losas y en algunos casos caída de pequeños fragmentos de repello, entre otras afectaciones leves.</li> <li>• El terreno prácticamente no sufriría trasformaciones, es capaz de asimilar y/o adaptarse con facilidad a los impactos de los eventos geológicos. Estos constituyen zonas ideales para usos urbanos de alta densidad y ubicación de infraestructuras vitales como hospitales, centros educativos, industrias regulares o de tratamiento de sustancias peligrosas (preferiblemente fuera del perímetro urbano), etc.</li> <li>• La mayoría de las acciones para contrarrestar los impactos deben estar concentradas en disminuir la acción antrópica que puede acelerarlos y la educación ambiental.</li> <li>• Las afectaciones tanto a la estructura del terreno como a las edificaciones pueden llegar hasta un 25 %. (Intensidades de hasta 5 MSK)</li> <li>• Las pérdidas ocasionadas por el impacto de un evento geológico pueden llegar a alcanzar el 35% de producto interno bruto de un país, región o comunidad, o del valor de la inversión en estado de no daño.</li> </ul> |
|       | <p>Terrenos adecuados para el emplazamiento de infraestructuras por poseer características apropiadas con el tipo de obra o conjunto de edificaciones que se emplazan o pretenden emplazar en el mismo, generalmente son compactos y secos con una alta capacidad portante y muy baja incidencia de eventos geológicos severos.</p>                                                                          |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Sigue...



Cont...

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Moderado</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las valoraciones de posible manifestación de un evento geológico son moderadas.</li> <li>- Los eventos geológicos se manifiestan de forma esporádica permitiendo la actividad básica de las comunidades y los individuos, y sólo en condiciones extremas alcanzan grandes magnitudes.</li> </ul> | <p>Construcciones que presentan un estado técnico constructivo regular con afectaciones moderadas en su estructura que pueden ser resueltas con mantenimientos regulares.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los daños que pueden presentarse en las construcciones luego del impacto de un evento son moderados y pueden ser asimilados realizando inversiones preventivas y/o mantenimientos regulares. Generalmente se observan grietas que oscilan entre 0.5 y 1 centímetro de amplitud en las cubiertas y muros llegando en ocasiones a afectar también las columnas y vigas de las edificaciones, manifestaciones visibles de humedad en los muros y losas y en algunos casos caída de fragmentos medianos de repello y elementos de los muros en construcciones de materiales de baja resistencia, hundimientos leves de las estructuras, entre otras afectaciones moderadas.</li> <li>- El terreno puede sufrir trasformaciones moderadas, es capaz de asimilar y/o adaptarse a los impactos de los eventos geológicos realizando acciones preventivas, entre las que se encuentran el cumplimiento de códigos, normas geotécnicas y sismoresistentes, obras de contención y contra la erosión empleando elementos naturales, señalizaciones preventivas, entre otras. Estos constituyen zonas adecuadas para usos urbanos de mediana densidad.</li> <li>- La mayoría de las acciones para contrarrestar los impactos deben estar compartidas entre la educación ambiental, la disminución de la acción antrópica que puede acelerarlos y el incremento de la resistencia estructural bajo requisitos normales de ejecución.</li> <li>- Las afectaciones a las edificaciones pueden llegar hasta un 50 %.(Intensidades entre 5 y 7 MSK)</li> <li>- Las pérdidas ocasionadas por el impacto de un evento geológico pueden llegar a alcanzar el 45% de producto interno bruto de un país, región o comunidad, o del valor de la inversión en estado de no daño.</li> </ul> |
|                        | <p>Terrenos medianamente adecuados para el emplazamiento de infraestructuras; presentan suelos de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas, zonas donde ocurren inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad.</p>                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Sigue...

Cont...

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alto | Las valoraciones de posible manifestación de un evento geológico son altas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <p>Construcciones que presentan un mal estado técnico constructivo o importantes en su estructura que pueden ser resueltas con mantenimientos y/o reconstrucciones de envergadura.</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Los daños que pueden presentarse en las construcciones luego del impacto de un evento son altos y sólo pueden ser asimilados realizando intervenciones tanto preventivas como correctivas de reconstrucción y/o rehabilitación de las estructuras dañadas. Generalmente se observan grietas que oscilan entre 1 y 5 centímetros de grosor en las cubiertas y muros llegando a afectar también las columnas y vigas de las edificaciones, manifestaciones intensas de humedad en los muros y losas, en muchos casos caída parcial o total de los muros en construcciones de materiales de baja resistencia, hundimientos considerables de las estructuras, entre otras afectaciones.</li><li>- El terreno puede sufrir transformaciones significativas, es capaz de asimilar y/o adaptarse a los impactos de los eventos geológicos realizando acciones preventivas y de conformación, entre las que se encuentran obras de contención con hormigón o aceros, perfilado de terrenos, canalizaciones, refuerzos estructurales de acero y hormigón especial, señalizaciones preventivas, entre otras. Se permite su uso urbano después de estudios detallados por especialistas con experiencia, para calificar el grado de peligro y fijar los límites con el sector anterior.</li><li>- Es preciso aplicar códigos, normas geotécnicas y sismoresistentes estrictos.</li><li>- Se recomienda el uso de estos terrenos sólo para usos urbanos de baja densidad y alta resistencia técnico constructiva.</li><li>- La mayoría de las acciones para contrarrestar los impactos deben estar compartidas entre la educación ambiental, la disminución de la acción antrópica que puede acelerarlos y el incremento de la resistencia estructural bajo requisitos normales de ejecución siguiendo indicaciones planteadas en normas y códigos sismoresistentes, geotécnicos, contra inundaciones, entre otros. (Intensidades entre 7 y 8 MSK)</li><li>- Las pérdidas ocasionadas por el impacto de un evento geológico pueden llegar a alcanzar el 65% de producto interno bruto de un país, región o comunidad, o del valor de la inversión.</li></ul> |
|      | Los eventos geológicos se manifiestan constantemente y de forma irregular alcanzan grandes magnitudes, pero se pueden tomar medidas efectivas de reducción de daños a costos aceptables, utilizando técnicas y materiales constructivos adecuados.                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|      | Terrenos no adecuados para el emplazamiento de infraestructuras por presentar un alto nivel de exposición ante el impacto de eventos geológicos, entre los que se destacan las franjas contiguas a los sectores altamente peligrosos; sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, o que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días, susceptibles a la licuación y suelos expansivos. |  |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

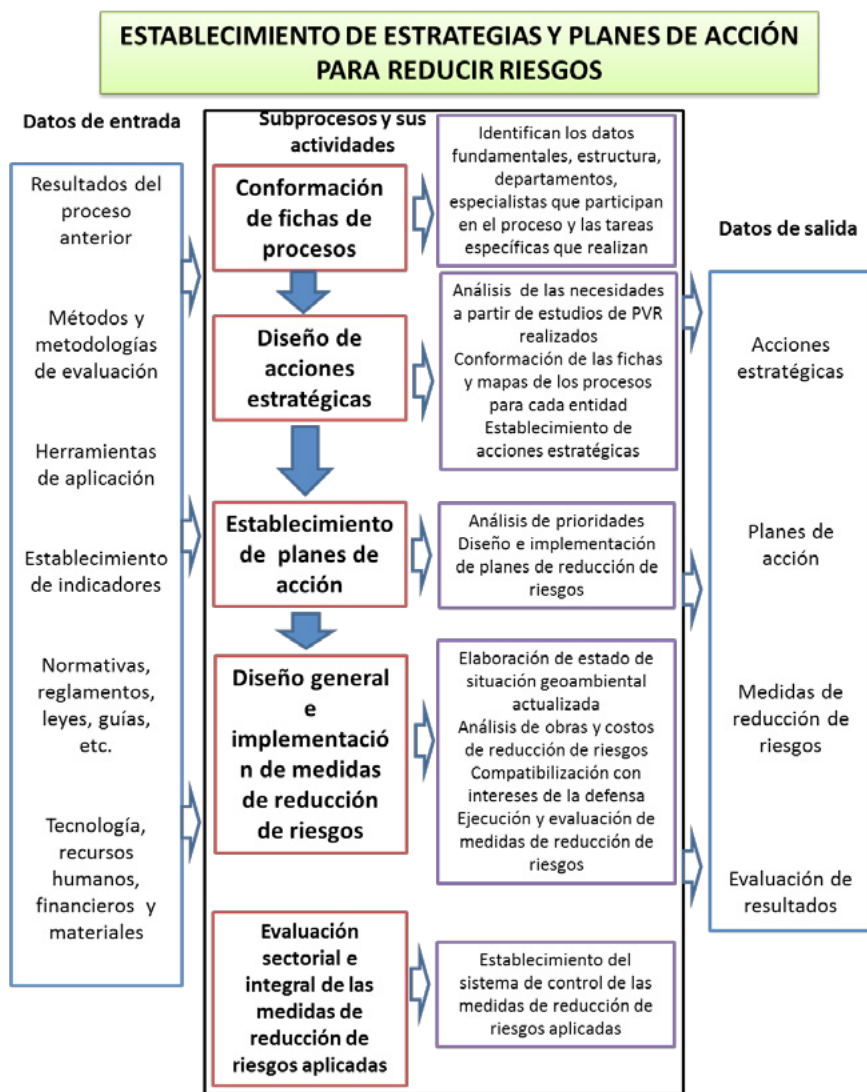
Sigue...

Cont...

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muy alto | <p>Las valoraciones de posible manifestación de un evento geológico son muy altas o inminentes A estas zonas se les llama: zonas activas.</p> <p>La fuerza de los eventos geológicos naturales o sus efectos son tan grandes que las construcciones afectuadas por el hombre generalmente no las pueden resistir.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El terreno presenta deformaciones considerables y/o no es capaz de asimilar los impactos de un evento geológico de gran magnitud. En dependencia del fenómeno geológico, se pueden citar, sectores fuertemente amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo, áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava, fondos de quebradas que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo.</li> <li>- Se presentan sectores amenazados por deslizamientos. Zonas amenazadas por inundaciones con gran fuerza hidrodinámica, velocidad y poder erosivo, así como sectores contiguos a las vértices de bahías en forma de V o U amenazados por tsunamis.</li> <li>- Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones.</li> </ul> | <p>Las construcciones se presentan en un estado técnico constructivo de deterioro avanzado que compromete su seguridad estructural, con afectaciones estructurales severas que no pueden ser resueltas con procesos de reconstrucción compleja, por cuanto los costos aconsejan demoler y construir una obra nueva a partir de los códigos de construcción vigentes en correspondencia con el posible impacto de eventos geológicos a que estará sometida.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los daños que pueden presentarse en las construcciones luego del impacto de un evento son severos. El costo de rehabilitación de la construcción es tan alto que hace impracticable su realización. Generalmente se observa agrietamiento generalizado en las edificaciones, pérdida de estabilidad de estructuras, socavación intensa de las cimentaciones, en muchos casos fallo o desplome parcial o total de las construcciones y obras de infraestructura (puentes, carreteras, etc.), hundimientos y corrimientos considerables de las estructuras, destrucción total, entre otras afectaciones.</li> <li>- El terreno puede sufrir grandes transformaciones presentando, en dependencia del fenómeno que impacta: agrietamientos intensos, porosidad elevada, hundimientos y colapsos; apertura, volcamientos, cambios en el relieve, etc. O sea, no asimilar impactos de los eventos geológicos. En algunos casos es aconsejable realizar acciones preventivas y de conformación, entre las que se encuentran obras de contención con hormigón o aceros, perfilado de terrenos, canalizaciones, refuerzos estructurales de acero y hormigones especiales de alta resistencia, señalizaciones preventivas, entre otras.</li> <li>- No se recomienda el uso de estos terrenos con fines urbanos. Solamente se admiten excepciones de carácter estratégico o histórico para una comunidad, empleando criterios de alta resistividad estructural y no estructural, elemento que solamente se logra con altos costos de inversión.</li> <li>- Podría utilizarse como reservas ecológicas, recreación abierta, parques o para el cultivo de plantas de ciclo corto, compatibles con la frecuencia de la amenaza.</li> <li>- Estos terrenos son aceptados solo para usos urbanos de baja densidad y alta resistencia técnico constructiva. Su uso urbano deberá estar condicionado a la realización de estudios detallados por especialistas con experiencia, para calificar el grado de peligro y fijar los límites con el sector anterior.</li> <li>- La mayoría de las acciones para contrarrestar los impactos de los eventos geológicos deben estar compartidas entre la educación ambiental, la disminución de la acción antrópica que puede acelerar el impacto, la reubicación de infraestructuras y el incremento de la resistencia estructural bajo requisitos estrictos de control de la ejecución de obras aplicando principios de gestión total de calidad. (Intensidades mayores que 8 MSK)</li> <li>- Las pérdidas a las edificaciones pueden llegar hasta un 100 % del valor de la inversión. La destrucción en su conjunto puede llegar a costar varias veces el producto interno bruto de un país, región o comunidad.</li> </ul> |
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**Nota:** Las estimaciones realizadas parten del análisis de la bibliografía nacional e internacional sobre el tema y los reportes de distintos desastres causados por fenómenos geológicos.

## 2.3 Establecimiento de estrategias y planes de acción para reducir riesgos



**Figura 2.10** Mapa general del proceso de establecimiento de estrategias y planes de acción para reducir los riesgos.

Este proceso está dirigido a la planificación de acciones progresivas que permitan ir del estado actual al estado deseado, estableciendo los planes de desarrollo y dirección de los distintos elementos relacionados a la reducción de los desastres causados por el impacto de eventos ambientales en una región de estudio. Para los datos de entrada del proceso se deben considerar:

- Resultados del proceso anterior.
- Herramientas e instrumentos de planificación del desarrollo, territorial y sectorial.
- Medidas ingenieras para la reducción de riesgos.
- Normas, regulaciones, metodologías, guías, etc.
- Recursos humanos, institucionales y financieros.

Los procesos que deberán realizarse son (Ver figura 2.10):

- a. Conformación de las fichas de los procesos para cada entidad que interviene en la gestión de riesgos y reducción de desastres.
- b. Diseño de acciones estratégicas.
- c. Establecimiento de planes de reducción de riesgos.
- d. Diseño general e implementación de medidas de reducción de riesgos.
- e. Evaluación sectorial e integral de las medidas de reducción de riesgos aplicadas.

### *2.3.1 Conformación de las fichas de los procesos para cada entidad que interviene en la gestión de riesgos y reducción de desastres*

La conformación de las fichas de los procesos para cada entidad es un elemento esencial ya que introduce este nuevo modo de trabajo. En estas se identifican los datos fundamentales, estructura, departamentos, especialistas que participan en el proceso y las tareas específicas que realizan; así como, los controles de la calidad de lo que se realiza, asegurando la integración multidisciplinaria.

Estas fichas incluirán además los resultados históricos durante la ejecución de proyectos, así como los recursos (humanos, económicos) con que cuenta la organización y su nivel de calificación o actualización, de manera que este conocimiento permita mejorar y aplicar las medidas de mitigación más adecuadas según sea el caso.

### *2.3.2 Diseño de acciones estratégicas*

El diseño de acciones estrategias se realiza a partir de los siguientes elementos: a) Análisis de las necesidades a partir de estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos realizados; b) Establecimiento de acciones estratégicas.

#### *a) Análisis de las necesidades a partir de estudios de PVR realizados*

Con base del conocimiento de los riesgos determinados y evaluados en el proceso de identificación y diagnóstico, se verifican las necesidades fundamentales que deberán ser atendidas para mejorar la situación estudiada. Los mapas de multipeligros, multiriesgos y las determinaciones de las vulnerabilidades, ayudan al logro de este objetivo. Se recomienda que esta actividad sea realizada por un grupo multidisciplinario de expertos del territorio.

Las necesidades indican acciones de intervención que tendrán un nivel de prioridad a corto (5 años), mediano (10 años) o largo plazo (más de 10 años). Estos plazos son entendidos según la necesidad que tiene el hombre de ver y disfrutar durante su vida sus aspiraciones.

#### *b) Establecimiento de acciones estratégicas*

Luego de revisadas las necesidades, se establecen las líneas principales de trabajo, las cuales están encaminadas a la preparación y entrenamiento de grupos de intervención, educación y divulgación al público en general de los riesgos a que está sometido el territorio, así como otras acciones de reducción de riesgos. El establecimiento de acciones estratégicas debe estar dirigido a lograr transformaciones que favorezcan la mejora progresiva, permitiendo

medir el éxito en el logro de los objetivos planteados y enunciando los recursos que se tienen o se invertirán para obtener los resultados. Su enunciado deberá realizarse desde las distintas esferas del desarrollo.

El asumir nuevas acciones estratégicas requiere también cambios y nuevos retos, ver el problema que se presenta desde una óptica diferente a la que hasta la fecha se ha visto, por tanto, demanda que su implementación gane en concientización en los participantes.

En el de análisis resultados del proceso de diagnóstico, se observa la necesaria transformación de estrategias con enfoques hacia los aspectos relacionados con la gestión de riesgos. A partir de esto se proponen las siguientes acciones por áreas de actuación:

#### Educativas

- Incrementar progresivamente la capacitación en temas relacionados con la gestión de riesgos en comunidades (sobre todo costeras y en las riberas de los principales ríos), en centros de trabajo (principalmente generadores de riesgo como las refinerías de petróleo, planta de gas licuado, planta de gases industriales, entre otros), estableciendo sistemas de evaluación individual y colectiva.
- Informar a la población sobre los riesgos a que están sometidos por zonas: especialmente de las áreas costeras sujetas a riesgos asociados a erosión e inundación costera; zonas de montaña expuestas a riesgos asociados a la erosión fluvial y deslizamientos de tierra; poblados costeros y otros ubicados en las cercanías de las cuencas de ríos con peligro a sismos y licuefacción alta y moderada.
- Realizar ejercicios de simulacro en centros y comunidades, independientes de los ejercicios convocados por la Defensa Civil, considerando cada amenaza que puede afectar a las comunidades.
- Trabajar por vincular a los especialistas a los centros de educación básica para el incremento de la educación frente al riesgo y respuestas en situaciones de desastres, en coordinación con los trabajadores y asesores de los centros de gestión y reducción de riesgos.

## Jurídicas

- Establecer mecanismos que favorezcan un seguimiento más efectivo de las regulaciones vigentes en materia de riesgos y prevención de desastres.
- Estimular progresivamente la incorporación de los principios de procesos en actividades específicas ligadas a la gestión de riesgos.
- Proponer una instrucción legal del Gobierno estableciendo la obligatoriedad de las instituciones involucradas a participar de forma integrada en la gestión de riesgos a través de convenios y contratos de trabajo.
- Elaborar territorialmente una normativa que permita a todos los integrantes de los grupos multidisciplinarios realizar inspecciones de la aplicación de sus resultados en la práctica, en función de incrementar los controles, mejorar las capacidades de respuesta y calidad de los sistemas ante el impacto de los eventos.

## Económicas

- Planificar inversiones para mejorar el equipamiento tecnológico que permita acometer los planes de gestión de riesgos y lograr mayores detalles en las investigaciones.
- Proponer la inclusión de un presupuesto anual como apoyo económico a las actividades que se deberán realizar, tanto por los Centros de Gestión y Reducción de Riesgos, como sus asesores, en función de la capacitación, visitas técnicas e impresión de materiales.
- Dirigir acciones encaminadas a promover una política de seguros ante riesgos ambientales.
- Trabajar por incluir un presupuesto especial adicional para garantizar la seguridad estructural de las obras ubicadas en zonas de alta peligrosidad según las consideraciones de su costo-seguridad.



## Organizativas

- Garantizar mecanismos que favorezcan la oferta de datos actualizados para las evaluaciones de PVR a escalas más detalladas en la provincia.
- Establecer mecanismos que aseguren que la selección y capacitación continua de los expertos pertinentes para la evaluación de peligros, vulnerabilidades y riesgos en las diferentes instituciones, de manera que puedan asistir directamente en la toma de decisiones en las distintas circunstancias.
- Elaborar planes para la integración de las instituciones que intervienen en la gestión de riesgos ambientales del territorio, promoviendo la transformación de su sistema de trabajo hacia enfoques más eficientes.
- Impulsar el trabajo por el mapeo de riesgos a escalas más detalladas en los proyectos que se ejecuten.
- La creación y legalización del grupo de asesores de los centros de gestión de riesgos permite la participación multidisciplinaria de especialistas en el proceso, su inserción en la planificación de reuniones periódicas, visitas a emplazamientos, entidades, realización de controles y demás actividades.

## Tecnológicas

- Instalar sistemas de monitoreo y alertas tempranas, especialmente para fenómenos sísmicos, deslizamientos e inundaciones.
- Planificar inversiones progresivas para mejorar el equipamiento para ensayos de laboratorio in situ, así como de maquinaria en general que permita asumir las tareas en mejores condiciones técnicas.

## Investigativas

- Promoción de proyectos de investigación-desarrollo con financiamiento local, para apoyar las evaluaciones de PVR (Evaluación del desarrollo exigiendo entrega de informe parcial semestral y anual; así como la discusión de resultados con comunidades, entidades financiadoras y defensa civil para generalizar experiencias).

La particularidad de estas proposiciones radica en que, aunque muchas de ellas ya se están aplicando de alguna manera en el contexto nacional e internacional, las aquí propuestas responden específicamente a los resultados de las investigaciones realizadas para la evaluación.

#### *2.3.4 Establecimiento de planes de reducción de riesgos*

Para realizar este proceso se deberán realizar las siguientes actividades: a) Análisis de prioridades y b) Diseño e implementación de planes de reducción riesgos.

##### *a) Análisis de prioridades*

El análisis de prioridades es un elemento vital, permite ir resolviendo los problemas de vulnerabilidad y riesgos estudiados según sus mayores potencialidades de manifestación espacial y temporal, o sea, permite priorizar cuáles van a ser las comunidades, consejos populares y circunscripciones que precisan ser atendidas con mayor urgencia, y así sucesivamente hasta llegar a atender todos los problemas de riesgos diagnosticados. En este análisis también deberán incluirse las prioridades establecidas por el gobierno y la Defensa Civil a nivel de país, provincia y municipios.

##### *b) Diseño e implementación de planes de reducción riesgos*

Los planes de reducción de riesgos deberán estar diseñados de manera que en ellos se inserte el cumplimiento de lo legalmente establecido en el país. Un plan puede llevarse a cabo, por ejemplo, a través de un programa para la capacitación permanente de la población, profesionales, especialistas y decisores. Una proposición para el diseño de un Plan institucional puede verse en la Tabla 2.31.



## *I. Elaboración de estado de situación actualizada (ESA)*

Un proceso importante en el ordenamiento territorial, radica en la combinación que debe realizarse de la situación de riesgos diagnosticada y las posibilidades del territorio en la ubicación de las infraestructuras en áreas donde las inversiones en redes de servicios y servicios vitales se garanticen con los menores costos posibles. El ESA es un informe que comprenderá una base documental de riesgos y de ordenamiento territorial del área de interés para la ejecución de un proyecto y su ubicación en el territorio, de manera que facilite la fundamentación y sustentabilidad del proceso de toma de decisiones y diseño de medidas de reducción de riesgos.

La inserción de un ESA para los distintos proyectos que se ejecuten, comprende los aspectos relativos a la Geología-Geotecnia: 1- Geología de detalle, 2- Relieve y su geomorfología, 3- Detalles geoestructurales y sismo tectónicos, detallando estructuras geológicas activas, 4- Propiedades geotécnicas de los suelos y rocas (propiedades físico mecánicas) y su comportamiento con las cimentaciones, 5- Caracterización geotécnica de macizos rocosos, 6- Procesos y fenómenos ambientales que constituyen amenazas y riesgos potenciales, 7-Síntesis de la exploración geofísica, 8- Hidrogeología: presencia de agua en rocas y estructuras principales, sus niveles y principales características, entre otros.

Los documentos que acompañan el ESA deberán comprender además los estudios de vulnerabilidad específicos realizados para estas obras, así como la argumentación de las medidas de reducción de riesgos que necesiten. El equipo de proyecto deberá tener en cuenta las particularidades de cada región en el momento de decidir cuáles son las medidas de reducción de riesgos que se van a aplicar, las cuales aparecerán descritas en el ESA, para evitar generalizaciones inadecuadas, como por ejemplo, la de orientar el uso de hormigones y aceros de igual resistencia en construcciones ubicadas en áreas de diferente zonación sísmica o estructuras geométricas de baja resistividad sísmica sin adecuaciones de diseño acorde a lo planteado en la norma. Estos factores incrementan la vulnerabilidad, por esto se hace necesario realizar previamente un estudio de vulnerabilidad a través de los distintos métodos descritos en la literatura, normas a fines, o utilizando softwares especiales que modelan el comportamiento del suelo, las aguas superficiales y subterráneas, las sustancias, las estructuras y otros materiales ante diferentes sollicitaciones.

Las medidas de reducción de riesgos geológicos consideradas por el equipo multidisciplinario que hayan sido rechazadas en este proceso, deben ser documentadas en los anexos del ESA, debido a que pueden ser consultadas posteriormente en caso de cambios en el diseño del proyecto, de las condiciones ambientales u, otro elemento que constituya una causa para realizar una nueva evaluación de riesgos. El ESA traerá los siguientes beneficios:

- Una base única de datos e información geológica actualizada del área de interés donde se va a ejecutar la obra a partir de una “mirada” multidisciplinaria, coherente y compatible sobre la naturaleza, características y funcionamiento del sitio.
- La posibilidad de disponer de elementos predictivos y proyectivos sobre la evolución natural del sitio con relación a los riesgos, activos y potenciales.
- Elementos concretos para justificar y sustentar el proceso de toma de decisiones en las distintas etapas relativas al diseño e implementación de medidas de reducción de riesgos.

## *II) Análisis de correspondencia entre obras ingenieras y costos de reducción de riesgos*

Muchas veces, debido al daño potencial que puede causar en los sitios expuestos determinados peligros, el costo de inversión por la aplicación de distintas medidas de reducción de riesgos supera los beneficios básicos que se esperan, comparados con su costo en sitios con menores peligros; además, también existen construcciones u obras de infraestructura que resultan vitales por sus funciones o por los daños sucesivos que puedan causar a la sociedad, por ejemplo, los hospitales, las presas, entre otras. En estos casos se hace necesario garantizar el mayor nivel de seguridad posible en el diseño y construcción, para lo cual se requieren estudios ingenieros detallados, de manera que las probabilidades de fallo sean mínimas; estos estudios, así como la propia ejecución de la obra según su complejidad y medidas de reducción que requieran, generalmente son costosos, por lo que se hace necesario establecer una relación entre los verdaderos beneficios, los detalles de las investigaciones y la clasificación de la obra. Por las razones antes expuestas se realiza una proposición en la Tabla 2.32.

**Tabla 2.32**

Relación entre la clasificación de la obras, los detalles de las evaluaciones de riesgos y los costos de mitigación.

(Fuente: Galbán, 2014)

| Categorías de obras constructivas | Obras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Escalas de estudios de riesgos geológicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Categoría A</b>                | <p><b>1. Edificios y obras de excepcional importancia</b><br/>Las construcciones cuya rotura tengan consecuencias catastróficas tales como las instalaciones termoeléctricas, refinerías, plantas de gases industriales y construcciones relacionadas con sustancias de gran toxicidad y similares.</p> <p><b>2. Edificios y obras de especial importancia.</b><br/>Los edificios cuyas roturas tienen gran trascendencia tales como edificios monumentales, edificios que guardan obras artístico culturales de gran valor y similares.<br/>Los edificios y obras cuya indestructibilidad es indispensable para garantizar las medidas mínimas destinadas a erradicar las consecuencias de terremotos intensos, tales como: hospitales policlínicos y obras relacionadas con la salud, la educación, así como algunas obras energéticas y similares.<br/>Muros de contención grandes que soportan estructuras u obras importantes o instalaciones, donde la falla podría tener consecuencias desastrosas destruyendo instalaciones vitales, de servicio o causar pérdidas de vida, tales como las presas.</p> | <p>Se propone utilizar escalas inferiores a 1: 5000 para los detalles de la evaluación PVR que se realice. Recomendándose escalas de entre 1: 1:1000 y 1:200 o inferiores para los objetos de obra más significativos.<br/>Se deberá además la ubicación de pozos de control geotécnico a distancias inferiores a los 500 metros uno de otro, para mediciones durante la ejecución y el funcionamiento de la obra de elementos relacionados a asentamientos, filtraciones, comportamiento de los niveles freáticos, etc.; además de sistemas de monitoreo y alerta temprana especiales ante posibles eventos geológicos de gran magnitud.</p> | <p>Estas son obras estratégicas y de excepcional importancia social y económica, por cuanto independientemente a que se encuentren ubicadas en zonas de bajo o moderado riesgo requieren de monitoreo constante. Se sugiere la realización de estudios especiales, la consulta a especialistas e instituciones en aspectos tecnológicos y de riesgo, así como la necesaria capacitación constante de especialistas, técnicos y obreros en estos temas.<br/>Las consideraciones relacionadas a los costos de inversión deberán regirse por el criterio de la alta seguridad que estas requieren ante el impacto de un evento geológico severo, independientemente a que encarezca el proceso inversionista. Estos son costos que a largo plazo disminuyen las constantes rehabilitaciones y reconstrucciones luego del impacto de sucesos periódicos, alargan la vida útil de las instalaciones, disminuyen de forma general todos los daños globales que puedan causarse y sustentan el funcionamiento de las mismas en situaciones de desastre.</p> |

Sigue...

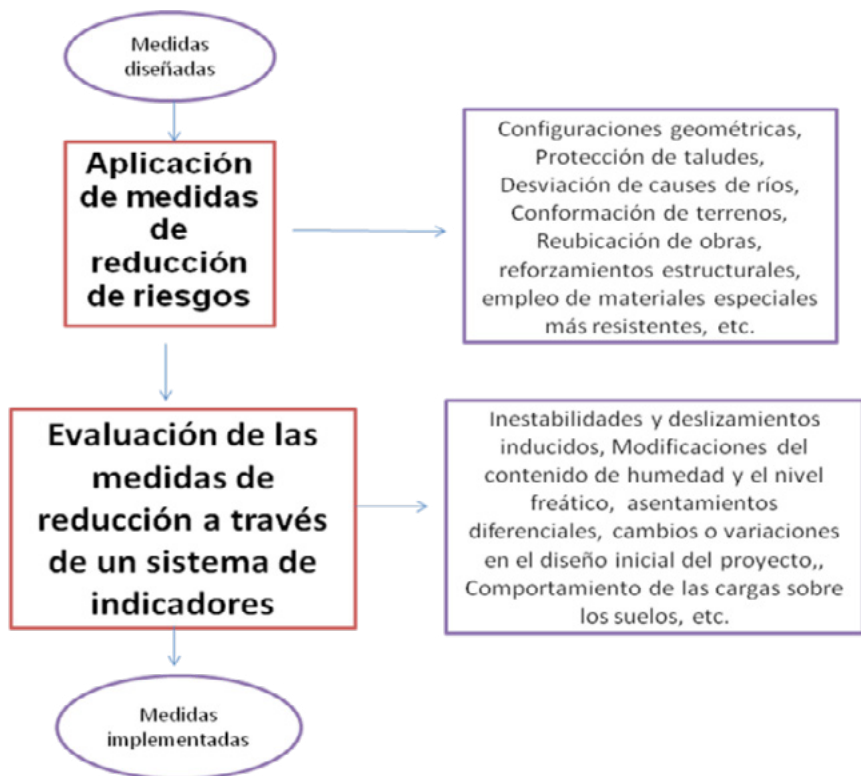
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Categoría B</b> | <p><b>3. Edificios y obras de importancia primaria.</b><br/>Edificios y obras residenciales, escolares, públicas e industriales. Construcciones agropecuarias de larga permanencia del personal. Muros de contención de por lo menos 6 m de altura no ubicados en localidades como las consideradas en el grupo 2, pero donde su reemplazo podría ser difícil o costoso, y donde otras consecuencias podrían ser serias</p>       | <p>Se propone utilizar escalas inferiores a 1: 10 000 para los detalles de la evaluación PVR que se realice. Recomendándose escalas de entre 1: 5 000 y 1:2 000 o inferiores para los objetos de obra más significativos. Instalación de sistemas de alerta temprana ante posibles eventos geológicos de gran magnitud.</p> | <p>Estas son obras de gran importancia social y económica, por cuanto independientemente a que se encuentren ubicadas en zonas de bajo o moderado riesgo se sugiere la realización de estudios especiales, la consulta a especialistas e instituciones en aspectos tecnológicos y de riesgo, así como la necesaria capacitación constante de especialistas, técnicos y obreros en estos temas. Las consideraciones relacionadas a los costos de inversión deberán regirse igualmente por el criterio de la seguridad que estas requieren ante el impacto de un evento geológico severo. Estos son costos que a largo plazo disminuyen las constantes rehabilitaciones y reconstrucciones luego del impacto de sucesos periódicos y, aseguran significativamente la integridad física de las personas y los recursos materiales.</p> |
| <b>Categoría C</b> | <p><b>4. Edificios y obras de importancia secundaria.</b><br/>Los edificios y obras cuya rotura presente poco peligro para la vida y salud de las personas y ocasionen pequeños daños materiales. Edificios industriales de una planta con un número de trabajadores no mayor de 50 y que no contengan instalaciones muy costosas, pequeños talleres y otros. Construcciones agropecuarias de corta permanencia del personal.</p> | <p>Se propone utilizar escalas inferiores a 1: 25 000 para los detalles de la evaluación PVR que se realice. Recomendándose escalas de entre 1: 10 000 y 1: 5 000 o inferiores para los objetos de obra más significativos.</p>                                                                                             | <p>Estas son obras de mediana importancia social, por cuanto su diseño y ejecución deben regirse por las normas técnicas normalmente establecidas para estas construcciones, sin costos adicionales de inversión por la aplicación de medidas de reducción de riesgos; aunque deberá establecerse un sistema periódico de mantenimiento.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Categoría D</b> | <p><b>5. Edificios y obras no importantes</b><br/>Los edificios provisionales de bajo costo cuya rotura no presente peligrosidad para la vida y salud de las personas, Estructuras para abrigo provisional de animales. Muros de contención no incluidos en los grupos 1, 2 y 3</p>                                                                                                                                               | <p>Se propone utilizar escalas inferiores a 1: 50 000 para los detalles de la evaluación PVR que se realice.</p>                                                                                                                                                                                                            | <p>Las consideraciones relacionadas a los costos de inversión deberán regirse por las normas técnicas normalmente establecidas para estas construcciones, sin costos adicionales de inversión por la aplicación de medidas de reducción de riesgos.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

### *III) Compatibilización con intereses de la defensa*

La compatibilización con los intereses de la defensa se realizará según las indicaciones vigentes establecidas por la Defensa Civil de cada país en particular.

### *IV) Ejecución y evaluación de medidas de reducción según los tipos de riesgos*

La ejecución y evaluación de las medidas de reducción de riesgos deberá realizarse siguiendo lo propuesto en el esquema representado en la Figura 2.11.



**Figura 2.11** Esquema para aplicación y evaluación de medidas de reducción de riesgos,  
(Fuente: Galbán, 2014)



La evaluación a través de indicadores es importante para medir la efectividad de las medidas de reducción de riesgos. Pueden emplearse varios tipos de indicadores que estarán relacionados, entre otros aspectos, con la preparación del terreno, habilitación correcta de rellenos y rehíncos, cortes en taludes artificiales y naturales, el diseño y ejecución de las excavaciones, el diseño y ejecución de las cimentaciones, los sistemas que estarán soterrados, la realización de obras de protección, observación in situ del comportamiento de las cargas proyectadas sobre los suelos, de la influencia de eventos geo-ambientales sobre las obras durante el proceso de ejecución, análisis de las condiciones del suelo para construcciones en procesos diversos (referidos a obras que son objeto de rehabilitación, remodelación o mantenimientos, a las variaciones de usos de obras u objetos de obra, y a las variaciones en las condiciones del entorno), entre otros aspectos. También con otros elementos económicos, tecnológicos, culturales, educativos y organizativos a nivel social.

No existe un límite determinado en cuanto a la evaluación de indicadores, ya que estos pueden constituir factores de riesgo si no se tienen en cuenta; por ejemplo, los cambios en el diseño inicial de una obra, no deben ejecutarse sin antes haber realizado un nuevo cálculo de resistividad geométrica de las estructuras resultantes ante el posible impacto de los sismos. Lo mismo sucede con las variaciones imprevistas de los tipos de materiales, entre ellos, los tipos de hormigón y acero. Esta situación cambia también los parámetros de resistividad y puede hacer la obra más vulnerable ante los sismos. Una descripción más acabada de estos aspectos no es objetivo de esta investigación, esta es una tarea que los especialistas tienen por delante a resolver.

### *2.3.6 Evaluación sectorial e integral de las medidas de reducción de riesgos aplicadas*

Cada estado, territorio o localidad deberá establecer el sistema de control de las medidas de reducción de riesgos aplicadas en este, lo que generalmente se le asigna a cuerpos de inspectores, asesores, etc., de distintas instituciones, según sea la medida a evaluar. Esta organización generalmente es dinámica y cambia con el desarrollo de la sociedad, por lo que igualmente deberá ser revisada cada 5 años y reestructurada cada vez que cambien las estructuras organizacionales de las instituciones.

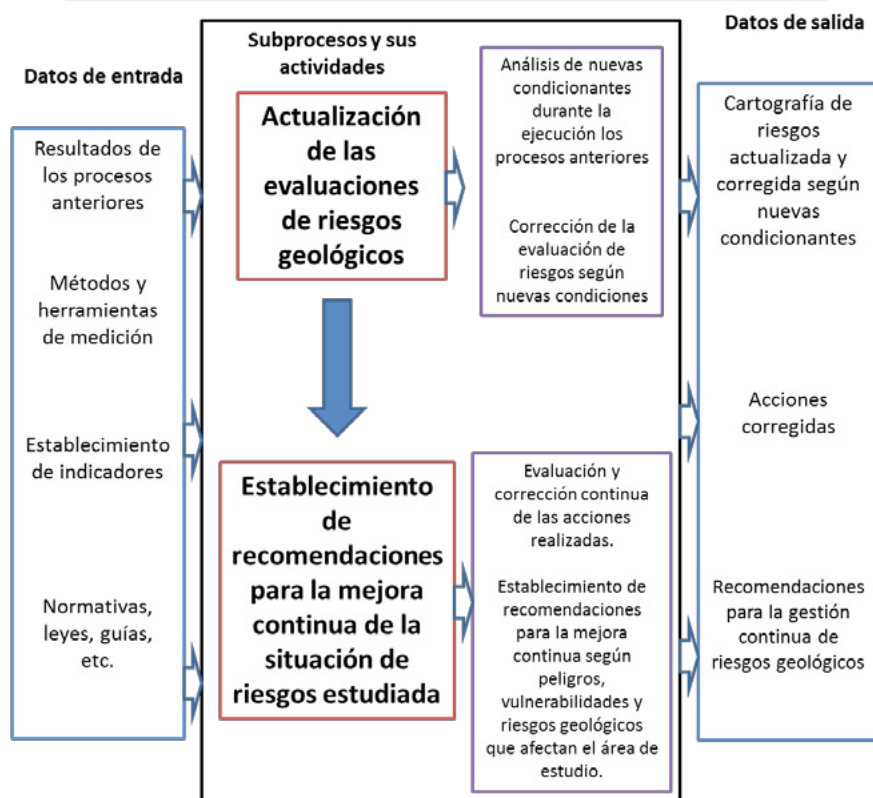
Los mecanismos de control son diversos, desde inspecciones simples de cumplimiento de determinado aspecto, hasta auditorías integrales, todos con un plan de medidas adjunto al cumplimiento de las deficiencias detectadas, que requerirán análisis de mejora continua, (Ver Figura 2.6).

## **2.4 Proceso de mejora continua de la gestión de riesgos**

En este proceso la gestión de riesgos tiene relación directa con el control y evaluación de las actividades realizadas en los procesos anteriormente expuestos y su retroalimentación. Se requieren como datos de entrada: a) Resultados de los procesos anteriores; b) Herramientas e instrumentos para la identificación de opciones de planificación y rectificación que consideren la no reproducción del riesgo pre-existente; c) Normas, regulaciones y metodologías; d) Recursos humanos, institucionales y financieros. Se definen para ello los siguientes sub-procesos (Ver figura 2.12):

- Actualización de las evaluaciones de riesgos
- Establecimiento de recomendaciones para la mejora continua de la situación de riesgos estudiada

## MEJORA CONTINUA DE LA GESTIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS



**Figura 2.12.** Mapa general del proceso de mejora continua de la gestión de riesgos.

### *2.4.1 Actualización de las evaluaciones de riesgos*

Un paso importante en las evaluaciones de riesgos realizadas son las actualizaciones, por ende las correcciones necesarias, para esto se realizan las siguientes actividades: 1) Análisis de nuevas condicionantes durante la ejecución los procesos anteriores y 2) Corrección de la evaluación de riesgos según nuevas condiciones.

### *1) Análisis de nuevas condicionantes durante la ejecución los procesos anteriores.*

La naturaleza del desarrollo de la sociedad, la economía y el ambiente, dicta necesarios cambios de las condiciones geodinámicas de las diversas localidades y sus escenarios, y por ende, cambio en las condiciones de peligro, vulnerabilidad y riesgos con énfasis en los geológicos. Esta evolución natural hace inevitable el análisis de esas nuevas condicionantes y su incorporación en los diagnósticos de riesgos.

### *2) Corrección de la evaluación de riesgos según nuevas condiciones.*

Para las correcciones en el diagnóstico de riesgos según las nuevas condicionantes, se sugiere que estas sean realizadas cada 10 años, máximo período asumido por distintos países para realizar acciones de actualización de censos de población entre otros referentes a la medición del nivel de desarrollo alcanzado hasta la fecha.

### *2.4.2 Establecimiento de recomendaciones para la mejora continua de la situación de riesgos estudiada*

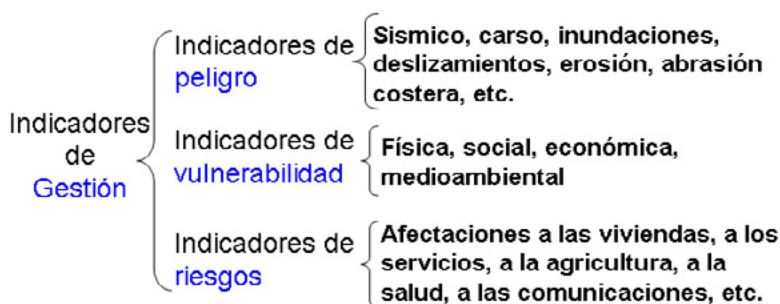
Un paso importante en la gestión de riesgos lo constituye la corrección continua de las acciones realizadas, para ello se requiere: 1) Evaluación y corrección continua de las acciones realizadas y 2) Establecimiento de recomendaciones para la mejora continua según peligros, vulnerabilidades y riesgos geológicos que afectan el área de estudio.

#### *1) Evaluación y corrección continua de las acciones realizadas*

Este es un proceso consistente en evaluar posibles errores e implementar mejoras a los métodos, técnicas o tecnologías utilizadas para gestionar riesgos geológicos en los procesos precedentes, de manera que puedan orientarse y ejecutarse actividades de corrección. Las experiencias pueden ser empleadas en los proyectos futuros, estableciendo que una vez realizado el diagnóstico y la implementación de estrategias, planes y medidas de reducción de riesgos, estos deberán evaluarse por medio de cierto número de indicadores, lo que permitirá mostrar los resultados obtenidos. Entre los indicadores a evaluar pueden estar:

- El nivel de percepción del riesgo alcanzado por los especialistas, decisores y población en general a partir de la realización de los procesos anteriores.
- Calidad general de las acciones realizadas en función de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos.
- Calidad general en el diseño, aplicación y evaluación de medidas de reducción de riesgos.
- Influencia de las acciones realizadas en la reducción de los riesgos y desastres en las localidades, municipios y provincia, Estados, países.

Los métodos de medición de la percepción del riesgo generalmente aparecen descritos en la literatura técnica publicada, muchos parten de la comprobación de la aplicación de normas técnicas. Otras formas de medir es través del análisis de resultados de las auditorías y la aplicación de acciones correctivas y preventivas, analizando el funcionamiento de los procesos y conformidad de sus salidas, entre otros. La interpretación de sus resultados permite determinar si efectivamente fue gestionado correctamente el tipo de riesgo para el que se ha trabajado.



**Figura 2.13.** Relación de los indicadores de gestión de riesgos,  
(Fuente: Galbán, 2014)

Los indicadores anteriormente expuestos son indicadores de gestión y tienen relación directa con los indicadores expues-

tos en los procesos anteriores (Figura 2.12). La participación multidisciplinaria de los especialistas asesores de las distintas organizaciones de la sociedad en estas tareas es de fundamental importancia.

Cada proyecto terminado constituye un laboratorio virtual para las organizaciones que intervienen en el mismo, por cuanto la mejora continua influye finalmente en la evaluación comparativa con otras acciones ejecutadas anteriormente en la región de estudio y con las que se ejecutan en otras regiones nacionales e internacionales. Las comparaciones internas permiten mostrar los avances desde el punto de vista histórico de la gestión de riesgos realizada; sin embargo, una comparación con el exterior permitirá mostrar el impacto real de los avances, debido a que promueve comparar efectividades relativas en la gestión de los riesgos con otros territorios nacionales e internacionales.

## *2) Establecimiento de recomendaciones para la mejora continua según peligros, vulnerabilidades y riesgos que afectan el área de estudio*

El establecimiento de recomendaciones para la mejora continua de la gestión de riesgos es una actividad practicada internacionalmente; se trata de, a partir del conocimiento de los posibles daños que puede causar la consideración inadecuada de los peligros, las vulnerabilidades presentes en los territorios y sus riesgos; establecer recomendaciones para la reducción de los mismos. El reconocerlas y adecuarlas al territorio en cuestión, las particulariza y contribuye a que continuamente se consideren en el difícil proceso de toma de decisiones y a que finalmente se logre el ansiado desarrollo sostenible. A continuación se ofrecen algunas recomendaciones por peligro, vulnerabilidad o riesgo ejemplificadas para el caso específico del municipio de Santiago de Cuba en Cuba, (Ver tablas 2.33-2.42).

**Tabla 2.33**

Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro sísmico para municipio Santiago de Cuba. (Galbán, 2014)

| PELIGRO SÍSMICO                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro sísmico | <ul style="list-style-type: none"> <li>- En relación a la estructura de las edificaciones y obras de infraestructura: control del cumplimiento del código sismoresistente cubano (NC 49:1999) en los proyectos de construcción estatales y privados.</li> <li>- Refuerzos en el estado constructivo de edificaciones vulnerables y aquellas partes de las edificaciones que primero se pueden desprender, como aleros o balcones, así como de las instalaciones que puedan romperse (tendido eléctrico, conducciones de agua, gas y saneamientos).</li> <li>- Fijación al suelo o paredes de las conducciones y bombas del gas, los objetos de gran tamaño y peso, estanterías, etc., y los cuadros a la menor altura posible.</li> <li>- La instalación de sensores de alerta temprana en instituciones.</li> <li>- Reubicación de viviendas y otras construcciones importantes hacia áreas más seguras, además de la promoción de incremento urbano hacia zonas identificadas de menor peligro sísmico.</li> <li>- En el caso de las áreas identificadas de mayor peligro sísmico               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ubicadas generalmente sobre rocas de baja resistencia y alta deformación y niveles freáticos cercanos a la superficie, promover la sustitución progresiva del uso de suelos y urbanismo intensivo por usos menos agresivos y de mejor recuperación de daños causados por los sismos.</li> </ul> </li> </ul> |

**Tabla 2.34**

Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por erosión para municipio Santiago de Cuba. (Galbán, 2014)

| PELIGRO POR EROSIÓN                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por erosión | <p>A partir de estudios locales de erosión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de programas de uso y manejo de territorios peligrosos.</li> <li>- Reforestación y aplicación de técnicas agrícolas de barbecho.</li> <li>- Regulación de la escorrentía superficial mediante canalizaciones, sistemas de drenaje, terraceo, etc.</li> <li>- Tratamiento artificial de suelos para mejorar su productividad empleando diferentes métodos.</li> <li>- Disminución paulatina de áreas de cultivos y ganadería extensiva en zonas de laderas de montañas, reservadas solo para cultivos selectivos preferiblemente perennes (frutales, café, cacao, entre otros)</li> <li>- Observación de la dinámica de los agentes erosivos y la evolución del proceso.</li> <li>- Creación de zonas de protección y sus señalizaciones.</li> <li>- Creación bancos de semillas de especies adaptables a condiciones climáticas y del suelo.</li> <li>- Contención de la erosión a través del abancalamiento y otros medios.</li> <li>- Planificación de actividades ganaderas y agrícolas menos agresivas.</li> <li>- Trabajo de educación en las comunidades para la reforestación de zonas erosionadas y promoción de actividades encaminadas a su reducción en general.</li> </ul> |

**Tabla 2.35**

Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por desarrollo cársico para municipio Santiago de Cuba. (Galbán, 2014)

| PELIGRO POR DESARROLLO CÁRSICO                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por desarrollo cársico | <p>La existencia del carso en una u otras zonas y aún más dentro de los límites de una obra siempre anuncia la posibilidad de riesgos por carso. La posible alteración de la estabilidad de las rocas, el aumento de la permeabilidad, etc. Por esto al diseñar y construir en estas zonas se deben tomar como medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al construir obras en zonas cársicas no se recomienda ubicar las obras capitales en los lugares donde aparecen zonas cársicas antiguas (embudos, hondonadas, etc.).</li> <li>- Las medidas anticársicas se eligen en función de las particularidades ingeniero geológicas del terreno, (carbonatado, salino, sulfatado) grado y profundidad de carsificación, y tipo de obra.</li> <li>- La planificación del territorio acompañada de las reglamentaciones de drenaje superficial y la construcción de alcantarillas de derivación de derivación de las aguas industriales.</li> <li>- Captación de las subterráneas y el drenaje de las rocas inundadas.</li> <li>- Preparación del terreno para su cimentación.</li> <li>- La construcción de arroyos de desagüe profundo.</li> <li>- Compactación artificial y el reforzamiento de las rocas cársicas.</li> <li>- La construcción de cortinas anti filtrantes.</li> <li>- Distintas medidas constructivas.</li> </ul> |

**Tabla 2.36**

Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por inundaciones fluviales para municipio Santiago de Cuba. (Galbán, 2014)

| PELIGRO POR INUNDACIONES FLUVIALES                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por inundaciones fluviales | <p>A partir de estudios locales de dinámica fluvial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la actividad económica y social en las márgenes de las llanuras de inundación de los ríos.</li> <li>- Construir defensas ribereñas en áreas propensas a inundarse (diques, terraplenes o muros de contención).</li> <li>- Mejoramiento de canales y cauces de ríos existentes (dragado y limpieza) para incrementar su caudal.</li> <li>- Construir edificaciones y obras de infraestructura en terraplenes o explanaciones por encima del nivel máximo de inundación.</li> <li>- Refuerzos en taludes naturales y artificiales próximos a los ríos.</li> <li>- Construcción de sistemas de canales (o causes de alivio) y tuberías para evacuar el agua en áreas económico - sociales propensas a las inundaciones.</li> <li>- Construcción, remodelación y/o ampliación de los sistemas de alcantarillados.</li> <li>- Reubicación de viviendas y otras construcciones importantes tales como hospitales, industrias claves, etc., hacia áreas más elevadas topográficamente.</li> <li>- La instalación de sensores de alerta temprana (estaciones hidrométricas automáticas) en distintas localidades para medir el comportamiento de las avenidas y sistemas de alerta sonora en localidades más vulnerables.</li> <li>- En el caso de las áreas identificadas de mayor peligro ante inundaciones fluviales ubicadas generalmente cerca de los ríos y en zonas bajas, promover la sustitución progresiva del uso de suelos y urbanismo intensivo por usos menos agresivos y de mejor recuperación de daños causados por las inundaciones.</li> <li>- Legislación territorial sobre limitaciones y contravenciones de uso para las zonas de inundación identificadas.</li> </ul> |



**Tabla 2.37**

Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por inundaciones y abrasión costeras para municipio Santiago de Cuba. (Galbán, 2014)

| PELIGROS POR INUNDACIÓN Y ABRASION/EROSION COSTERAS                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante el peligro por inundaciones costeras | <p>A partir de estudios locales de dinámica costera, aplicar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las Normas geotécnicas para cálculo de estabilidad y revestimiento de taludes para construcciones y obras de infraestructura ubicadas en zonas costeras.</li> <li>- Evitar la actividad económica y social en las márgenes de las llanuras de inundación de los ríos cercanos a la costa (deltas o estuarios).</li> <li>- Construir defensas costeras (diques, terraplenes o muros de contención).</li> <li>- Mejoramiento de canales y cauces de ríos existentes (dragado y limpieza) para incrementar su caudal y con esto disminuir el efecto de las marismas.</li> <li>- Construir edificaciones y obras de infraestructura por encima del nivel máximo de inundación costera.</li> <li>- Refuerzos en taludes próximos a las costas de obras, tales como pantallas de hormigón, escolleras, gaviones, entre otras.</li> <li>- Reubicación de viviendas y otras construcciones importantes tales como hospitales, industrias claves, etc., hacia áreas más alejadas de las costas.</li> <li>- Instalar de sensores de alerta temprana (estaciones hidrométricas automáticas) en distintas localidades para medir el comportamiento de la elevación del nivel del mar y sistemas de alerta sonora en localidades más vulnerables.</li> </ul> |

**Tabla 2.38**

Recomendaciones para la mejora continua ante la vulnerabilidad de la población para municipio Santiago de Cuba. (Galbán, 2014)

| POBLACIÓN                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante la vulnerabilidad de la población | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con las medidas dictadas por la defensa civil para situaciones de desastres.</li> <li>- Cumplir los trámites necesarios para la ejecución de viviendas, construcciones y otras infraestructuras destinadas a implementar medidas estructurales y no estructurales de mitigación y reducción de riesgos geológicos.</li> <li>- Crear grupos de observación para la alerta temprana en instituciones y comunidades.</li> <li>- Desarrollar distintas acciones multidisciplinarias destinadas a educar a la comunidad y los decisores en las distintas acciones que se deben realizar en el proceso de gestión de riesgos geológicos a través de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción en programas de radio y televisión de los peligros a que están sometidos.</li> <li>• Empleo de la prensa escrita, blogs de internet, sitios oficiales de la defensa civil y otras instituciones con incidencia en el proceso, para la promoción de actividades relacionadas al conocimiento de los riesgos y las medidas de mitigación y reducción de los mismos.</li> <li>• Impresión y distribución de manuales, boletines, pancartas y otros, para uso en las comunidades en riesgo.</li> <li>• Promoción y realización de proyectos locales de educación ambiental y desarrollo local.</li> <li>• Promoción de cursos y entrenamientos dictados por especialistas de las instituciones de educación superior y otras, destinados al conocimiento de los peligros, vulnerabilidades y riesgos geológicos; así como las diferentes medidas para su mitigación y reducción.</li> </ul> </li> <li>- Brindar opciones de ayuda financiera y material a la población que sea imprescindible su traslado hacia zonas más seguras de residencia.</li> </ul> |

**Tabla 2.39**

Recomendaciones para la mejora continua ante la vulnerabilidad de las comunidades representada por el estado técnico constructivo para municipio Santiago de Cuba. (Galbán, 2014)

| ESTADO TÉCNICO CONSTRUCTIVO DE LAS COMUNIDADES                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante la vulnerabilidad de las comunidades | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas geotécnicas para cálculo de estabilidad y revestimiento de taludes, norma sísmica, otras normas y regulaciones de la construcción relacionadas a los refuerzos estructurales, muros de contención, diseño de cimentaciones, entre otras.</li> <li>- En relación a la estructura de las edificaciones y obras de infraestructura: control de las medidas de protección en los proyectos de construcción estatales y privados, así como de los mantenimientos constructivos periódicos requeridos.</li> <li>- Actualización continua de los estados técnico constructivos según diseño arquitectónico, materiales de construcción empleados y patologías presentes, para planificar las medidas de intervención en zonas más afectadas.</li> <li>- Promover la educación, venta de materiales, acceso a créditos, etc., para las acciones de refuerzos estructurales a instalaciones y viviendas en estado regular y malo previa consulta con las entidades y especialistas competentes (Arquitectos de la comunidad y empresas proyectistas).</li> <li>- Promover la demolición y/o rehabilitación de viviendas y otras construcciones en estado crítico.</li> <li>- Reubicación de viviendas y otras construcciones importantes hacia áreas y locales más seguros.</li> <li>- Actualizar y cumplir el Plan de ordenamiento territorial según peligros geológicos y estados técnico constructivos identificados; promoviendo en todo momento la actualización y modernización arquitectónica y urbanística de los espacios.</li> </ul> |

**Tabla 2.40**

Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a licuefacción para municipio Santiago de Cuba. (Galbán, 2014)

| RIESGO A LICUEFACCIÓN DEL TERRENO                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a licuefacción | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de la Norma sísmica cubana y otras geotécnicas relacionadas con la estabilidad de los suelos y las cimentaciones.</li> <li>- En relación a la estructura de las edificaciones y obras de infraestructura: control de las medidas de protección en los proyectos de construcción estatales y privados previa consulta con las entidades y especialistas competentes (Arquitectos de la comunidad y empresas proyectistas).</li> <li>- La instalación de sensores de alerta temprana en instituciones.</li> <li>- Actualización continua de los estados técnico- constructivo según diseño arquitectónico, materiales de construcción empleados y patologías presentes, para planificar las medidas de intervención en zonas más afectadas.</li> <li>- Promover las acciones de refuerzos estructurales en cimentaciones y superestructura a instalaciones y viviendas en estado regular y malo previa consulta con las entidades y especialistas competentes (Arquitectos de la comunidad y empresas proyectistas).</li> <li>- Promover la demolición y/o reubicación de viviendas y otras construcciones importantes tales como hospitales, industrias claves, etc., hacia áreas más seguras, promoviendo actividades e infraestructura de menor importancia económico-social y más fácil recuperación en las mismas.</li> </ul> |

**Tabla 2.41**

Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a deslizamientos por intensas lluvias para municipio Santiago de Cuba.  
(Galbán, 2014)

| RIESGO A DESLIZAMIENTOS POR INTENSAS LLUVIAS                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a deslizamientos por intensas lluvias | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las Normas geotécnicas para cálculo de estabilidad y revestimiento de taludes naturales y artificiales.</li> <li>- Regulación de la escorrentía superficial mediante canalizaciones, sistemas de drenaje, terraceo, etc.</li> <li>- Fijación de masas de rocas mediante muros de apoyo y obras de anclaje.</li> <li>- Mejoramiento artificial de las propiedades de las rocas que conforman el talud.</li> <li>- Construcción de pantallas (Trabajos de forestación, tablestacas, gaviones y pantallas dinámicas)</li> <li>- Drenaje de rocas irrigadas empleando diferentes métodos.</li> <li>- Evitar las construcciones en taludes laterales donde predominan rocas de baja cohesión.</li> <li>- Creación de zonas de protección y señalizaciones en las áreas peligrosas.</li> <li>- Reubicación de viviendas y otras construcciones importantes hacia áreas más seguras, además de la promoción de incremento urbano hacia zonas identificadas de menor peligro.</li> <li>- Creación de grupos de agentes de observación para la alerta temprana en instituciones y comunidades.</li> <li>- Ejecución de medidas complementarias. Puestos de observación, puntos de medición, hidrómetros, tensores, etc.</li> <li>- Observación de la dinámica de las fallas de deslizamientos, integridad y estabilidad de las instalaciones.</li> <li>- Aplicar las medidas enunciadas anteriormente de acuerdo con las causas y su eficacia solo se garantiza cuando queda clara: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los indicadores de evaluación básicos.</li> <li>• La estructura del posible deslizamiento.</li> <li>• Forma y condiciones de la superficie de resbalamiento.</li> <li>• Presencia de fallas u otras estructuras tectónicas</li> <li>• Posición de los acuíferos y zonas de cargas.</li> </ul> </li> <li>- Como regla una sola medida no estabiliza el deslizamiento, o lo evita. Es necesario un complejo de ellas. Para que sean rentables las medidas es necesario diseñar varias variantes y hacer su estudio de costo beneficio.</li> </ul> |

**Tabla 2.42**

Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a deslizamientos por sismos para municipio Santiago de Cuba.  
(Galbán, 2014)

| RIESGO A DESLIZAMIENTOS POR SISMOS                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recomendaciones para la mejora continua ante el riesgo a deslizamientos por sismos | <p>Se deberán realizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las Normas geotécnicas para cálculo de estabilidad y revestimiento de taludes.</li> <li>- Fijación de las rocas.</li> <li>- Recubrimientos con mayas.</li> <li>- Construcción de pantallas (tablestacas, gaviones y pantallas dinámicas)</li> <li>- Creación de grupos de agentes de observación para la alerta temprana en instituciones y comunidades.</li> <li>- Ejecución de medidas complementarias. Puestos de observación, puntos de medición, hidrómetros, tensores, etc.</li> <li>- Observación de la dinámica de las fallas de deslizamientos, integridad y estabilidad de las instalaciones.</li> <li>- Creación de zonas de protección y señalizaciones en las áreas peligrosas.</li> <li>- Evitar construcciones en zonas de taludes fallados, agrietados o con presencia de rocas de baja cohesión.</li> <li>- Reubicación de viviendas y otras construcciones importantes hacia áreas más seguras. Además de la promoción de incremento urbano hacia zonas identificadas de menor peligro.</li> <li>- La aplicación de las medidas enunciadas anteriormente, de acuerdo con las causas y su eficacia, solo se garantiza cuando queda claro: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los indicadores de evaluación básicos.</li> <li>• La estructura del posible deslizamiento.</li> <li>• La forma y condiciones de la superficie de resbalamiento.</li> <li>• La presencia de fallas u otras estructuras tectónicas</li> <li>• La posición de los acuíferos y zonas de cargas.</li> </ul> </li> <li>- Como regla, una sola medida no estabiliza el deslizamiento, o la evita. Es necesario un complejo de ellas.</li> <li>- Para hacer rentable las medidas es necesario diseñar varias variantes y hacer su estudio de costo beneficio.</li> </ul> |

Existen otras recomendaciones recogidas en la literatura internacional que parten de experiencias prácticas, es preciso también identificarlas y adaptarlas a las condiciones, económicas, sociales y ambientales de la región que se trate. Por otro lado, existen también diferentes herramientas que mejoran las evaluaciones continuas para mejorar procesos, entre estas, una de amplio uso es el método de expertos, emplearlas es también una sabia decisión en los procesos de gestión de riesgos.

Existen diferentes acciones para minimizar los principales impactos geoambientales. Entre ellas se encuentran las siguientes:

*1.- Para la contaminación de las aguas terrestres y marinas:*

- Lograr un efectivo funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de los residuales construidos en los principales objetivos económicos y sociales.
- Concretar la realización de proyectos para el tratamiento de los residuales, lograr el funcionamiento efectivo de estas instalaciones.
- Aprovechamiento de los residuales industriales, agrícolas y domésticos en la alimentación animal, mejoramiento de suelo y producción de energía alternativa.

*2.- Para el deterioro del saneamiento de las condiciones ambientales:*

- Priorizar las inversiones necesarias en la rehabilitación, ampliación, reconstrucción y modernización de las redes de acueducto y alcantarillado, y sus correspondiente sistema de tratamiento, con el fin de brindar agua en la cantidad y calidad necesaria a la población.
- Lograr una disposición efectiva de los residuales líquidos ya tratados para coadyuvar a una disminución de la morbilidad por enfermedades de origen hídrico.
- Realizar el adecuado financiamiento, localización y mejoramiento organizativo de la recolección y disposición de los residuales sólidos para disminuir la aparición de vectores y problemas higiénico - sanitarios.
- Incrementar las áreas verdes urbanas.
- Mantener un monitoreo sistemático de la calidad del agua.

### *3.- Para la degradación de los suelos:*

- Ejecutar proyectos de conservación de suelo para la prevención o detección de los efectos de la erosión.
- Orientar planes de medidas de conservación de suelos a los productores para que atenúen los efectos erosivos.
- Fortalecer el manejo integrado de plagas, el control de éstas y las enfermedades, con productos naturales alternativos, disminuyendo paulatinamente el uso de plaguicidas.
- Controlar de forma estricta la cantidad y calidad del agua utilizada para el riego y el estado de las fuentes.
- Aplicar de forma consecuente el poli-cultivo y una adecuada rotación de los mismos que logre enriquecer el suelo.
- Adecuada utilización de las labores aerotecnia y la aplicación de cambios en los modelos de labranza y cultivo.
- El ordenamiento de los suelos por su fertilidad o agro productividad, con un adecuado balance de la fertilización inorgánica y orgánica en la cantidad y calidad necesaria.

### *4.- Para la deforestación:*

- Reforestar la franja hidro-reguladora de ríos y sus tributarios según lo establecido en las normas actuales.
- Mantener en los proyectos de desarrollo agrícola y forestal, la conservación de los lugares donde se desarrollan las distintas especies de plantas, por los valores que estas plantas tienen para la naturaleza y la agricultura.
- Reforestar las áreas que no tienen vocación para los cultivos con especies que se desarrollen según las características del suelo.
- Utilizar el desarrollo de prácticas forestales integrales.
- Brindarle especial protección a las zonas menos degradadas. Dedicándole medidas especiales a la protección especies de flora y fauna por su singularidad en el territorio de estudio.

### *5.- Para los daños estéticos:*

- Impulsar el obligatorio cumplimiento de la restauración de las áreas afectadas por explotaciones mineras, canteras y otras que provoquen la degradación de los suelos.

### *6.-Para la protección del medio marino:*

- Ubicar los desagües de las aguas negras a distancias prudentiales de manera que los criaderos, la toma de agua, las zonas de baño, etc., no estén en contacto con los agentes patógenos.
- Promover el tratamiento primario de las aguas industriales y municipales que se descargan en los ríos, estuarios y en el océano; adoptar soluciones adecuadas para cada lugar concreto.
- Promover el uso de abonos y plaguicidas menos perjudiciales para el medio ambiente.
- Establecer programas reguladores con el fin de controlar las descargas de aguas residuales teniendo en cuenta el volumen y tipo de contaminantes que éstas contienen.
- Exigir el cumplimiento de los compromisos contraídos en los Tratados Internacionales.
- Cooperar en la vigilancia de la contaminación marina proveniente de buques y revisar y actualizar los códigos de seguridad para buques mercantes de todo tipo.
- Tomar medidas para reducir la contaminación por actividades en los puertos, especialmente en lo que tiene que ver con pinturas, hidrocarburos, desechos de los buques, etc.
- Trabajar por un correcto ordenamiento integrado de las zonas marinas y costeras para su mejor preservación.

A pesar de que los científicos y especialistas determinan cada vez con mayor precisión los impactos ambientales de fenómenos y procesos diversos, se dificulta mucho tomar acciones para mini-

mizar los diferentes impactos. Casi siempre las decisiones fundamentales no dependen de los investigadores, sino de los gobiernos locales, regionales o nacionales, que en la mayoría de los casos mueven sus intereses en función de la obtención de plusvalía ilimitada y no en función del cuidado de la naturaleza, la vida del hombre y los recursos materiales creados por este. La Figura 2.8 muestra el mapa general del proceso de mejora continua de la gestión de riesgos.

## **2.5 Consideraciones generales del procedimiento de gestión y reducción de riesgos y desastres propuesto**

El procedimiento presentado es dinámico; el éxito de su aplicación no solo radica en el conocimiento de los procesos que lo conforman, sino también en la interpretación eficiente de la situación geodinámica descrita y aportada por los diversos documentos, información contenida en los SIG, tabulaciones y otras que sean capaces de obtener los especialistas del territorio; además, por la correcta aplicación de las normas, regulaciones y medidas de reducción de riesgos. Todos estos elementos constituyen entradas de los procesos y son determinantes en su aplicación.

Los procesos del procedimiento no constituyen sistemas cerrados, sino que se enriquecen con las ideas, según las necesidades propias donde se emplee, pero siempre en consideración a que los instrumentos que se apliquen y las acciones que se planifiquen respondan a los objetivos que se buscan en cada una de ellas. Su aplicación tiene un carácter sistémico y cíclico. Esto quiere decir que siempre se estarán gestionando riesgos.

La aplicación efectiva del procedimiento podría implicar posibles incertidumbres y limitaciones que se reflejan en la aplicación final de las medidas de reducción de riesgos, las cuales dependen de factores subjetivos que tienen que ver con los conocimientos del personal para enfrentar la tarea planteada, su integración y con el control efectivo de los actores que intervienen en la gestión de riesgos. Esta es la clave del éxito final y de la garantía de la calidad en la aplicación del procedimiento.



## 2.6. Conclusiones del Capítulo

La aplicación de los fundamentos teóricos de la gestión por procesos a la gestión de riesgos costeros constituye un paso de avance que contribuye a mejorar las acciones dirigidas a reducir las vulnerabilidades, la integración multidisciplinaria, la eficiencia de las instituciones que intervienen el proceso, y por tanto la calidad de la gestión en general.

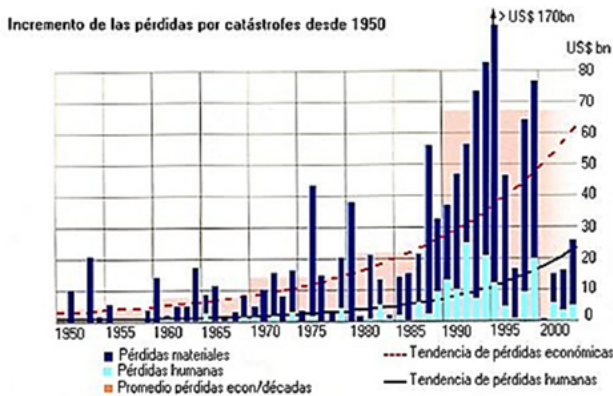
La evaluación de riesgos, la introducción de acciones estratégicas, el ERCA, así como la aplicación de la mejora continua refuerzan la gestión de riesgos costeros y por tanto reduce la vulnerabilidad ante posibles desastres.

El modelo propuesto atiende todas las etapas de los desastres introduciendo mecanismos tales como: la estandarización en las evaluaciones de PVR, relaciones entre las escalas de investigación, la evaluación de distintos indicadores de PVR, entre otros que permiten la participación multidisciplinaria.

## DESASTRES: UN RECUENTO DE LOS HECHOS

### 3.1 Desastres más grandes de la historia de la humanidad y sus principales datos

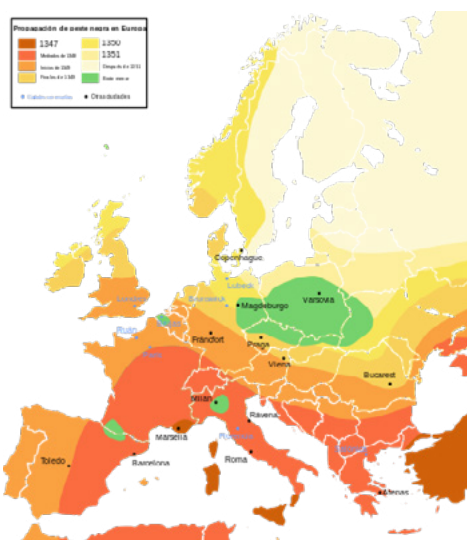
La humanidad lleva siglos tratando de protegerse contra la acción de la naturaleza. Muchas han sido las pérdidas materiales y humanas ocurridas luego de grandes desastres. La Figura 3.1 muestra la relación entre pérdidas causadas por fenómenos naturales entre 1950-2000. La mayoría de las veces estas ocurren por falta de conocimiento de la manera en que se comportan los fenómenos naturales; sin embargo, a pesar de que hoy se conoce mucho de sus características de manifestación, los desastres continúan sucediendo. La realidad es que los peores desastres se deben a la acción transformadora del hombre sobre el espacio natural y cultural, pues es la acción antrópica del hombre la que muchas veces genera vulnerabilidades y peligros para sí misma.



**Figura 3.1.** Pérdidas materiales y humanas calculadas luego de grandes desastres causados por fenómenos naturales entre 1950-2000, (Fuente: UNDRO, 2003).

Tal y como se expuso en el primer capítulo de este texto, los desastres son generados por distintos peligros naturales y antrópicos. Para los autores de este libro, la evaluación de los desastres recogidos en este capítulo se realiza, no por el orden cronológico en el que los mismos han ocurridos, sino considerando el mayor número de pérdidas de vidas humanas que ha registrado el evento en cuestión, ya que el daño social constituye el principal indicador para medir la magnitud de un desastre. Es también el hombre el único capaz de recuperar las pérdidas materiales y de realizar acciones conscientes para mejorar la cultura de los pueblos en función de la preservación de la especie humana, en armonía con la naturaleza.

Las mayores tragedias de la humanidad han sido causadas por la falta de inmunidad biológica ante bacterias y virus de rápida propagación y transmisión, como es el caso de la introducción de la peste bubónica (plaga de Justiniano), peste negra o muerte negra. La pandemia de peste más devastadora en la historia de la humanidad, afectó a Europa en el siglo XIV y alcanzó un punto máximo entre 1346 y 1361, matando a un tercio de la población continental desde África a Europa en el siglo VII. Este evento fue recurrente hasta el siglo XIX, (Hunter, 2003), (Ver Figura 3.2).



**Figura 3.2.** Difusión de la peste negra durante el siglo XIV en Europa sobre las fronteras nacionales actuales. En verde, las áreas de menor incidencia.

(Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bubonic\\_plague-es.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bubonic_plague-es.svg) )

Los desastres causados por el impacto generado por las guerras, son también de los más mortíferos. Dentro de ella la Segunda Guerra Mundial ha sido la más catastrófica. Para el conflicto de 1939-1945, tanto en Europa como en Asia, las cifras de pérdidas humanas son impresionante, las mayores que una guerra haya producido en toda la historia. En total se calculan 55 millones, 25 millones de los cuales era militares y el resto civiles, sin contar 5 millones de judíos asesinado en el Holocausto ocasionado por los Nazis, (Ver para más detalles la tabla 3.1). Los datos son sólo una estimación aproximada pues las destrucciones de registros civiles por bombardeos aéreos, la confusión provocada por los traslados de población –que imposibilitó distinguir entre fallecidos y desaparecidos- y la pérdida de parte de la documentación, han limitado el real acercamiento a la cifra exacta de fallecidos (Spielvogel, 2014).

**Tabla 3.1.**

Víctimas mortales en la Segunda Guerra Mundial  
(Fuente: Eichmann, 1982)

| PÉRDIDAS HUMANAS<br>DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL |           |            |                                    |
|--------------------------------------------------|-----------|------------|------------------------------------|
| Países                                           | Militares | Civiles    | En % de la<br>población<br>de 1939 |
| URSS                                             | 7.500.000 | 10.000.000 | 12                                 |
| Polonia                                          | 320.000   | 5.500.000  | 14                                 |
| Yugoslavia                                       | 410.000   | 1.400.000  | 10                                 |
| Grecia                                           | 74.000    | 500.000    | 2,4                                |
| Alemania                                         | 3.850.000 | 3.810.000  | 7                                  |
| Italia                                           | 230.000   | 150.000    | 1                                  |
| Países Bajos                                     | 10.000    | 200.000    | 2,5                                |
| Francia                                          | 211.000   | 330.000    | 1,5                                |
| Gran Bretaña                                     | 245.000   | 150.000    | 1                                  |
| Estados Unidos                                   | 298.000   | -          | 0,2                                |
| Canadá                                           | 42.000    | -          | 0,4                                |
| China                                            | 3.500.000 | 10.000.000 | 2,2                                |
| Japón                                            | 1.220.000 | 700.000    | 3                                  |

| CIFRAS RELATIVAS AL EXTERMINIO DE LOS JUDÍOS EN EL TERCER REICH |                            |                  |                                                              |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|
| Países                                                          | Estimaciones de Reitlinger |                  | Estimaciones del<br>comité angloamericano<br>(abril de 1946) |
|                                                                 | Número<br>mínimo           | Número<br>máximo |                                                              |
| Alemania                                                        | 160.000                    | 180.000          | 195.000                                                      |
| Austria                                                         | 58.000                     | 60.000           | 53.000                                                       |
| Checoslovaquia                                                  | 233.000                    | 243.000          | 255.000                                                      |
| Dinamarca                                                       | 100                        | 1.500            | -                                                            |
| Francia                                                         | 60.000                     | 65.000           | 140.000                                                      |
| Bélgica                                                         | 25.000                     | 28.000           | 57.000                                                       |
| Holanda                                                         | 104.000                    | 104.000          | 120.000                                                      |
| Luxemburgo                                                      | 3.000                      | 3.000            | 3.000                                                        |
| Noruega                                                         | 700                        | 700              | 1.000                                                        |
| Italia                                                          | 8.500                      | 9.500            | 20.000                                                       |
| Yugoslavia                                                      | 55.000                     | 58.000           | 64.000                                                       |
| Grecia                                                          | 57.000                     | 60.000           | 64.000                                                       |
| Bulgaria                                                        | -                          | -                | 5.000                                                        |
| Rumania                                                         | 200.000                    | 220.000*         | 530.000                                                      |
| Hungría                                                         | 180.000                    | 200.000          | 200.000                                                      |
| Polonia                                                         | 2.350.000*                 | 2.600.000*       | 3.271.000                                                    |
| Unión Soviética                                                 | 700.000                    | 750.000          | 1.050.000                                                    |
| Total afectados                                                 |                            |                  | 6.029.500                                                    |
| Deportados                                                      |                            |                  | 308.000                                                      |
| Total exterminados                                              | 4.194.200*                 | 4.851.200*       | 5.721.500                                                    |

Dentro de los desastres potenciados por peligros naturales, hasta la fecha los más mortíferos son las inundaciones, le siguen los terremotos y los ciclones tropicales. A continuación se ofrece de manera resumida algunos de los desastres más impactantes de la historia de la humanidad catalizados por fenómenos naturales y en orden de pérdida de vidas humanas (Ver Tabla 3.2).

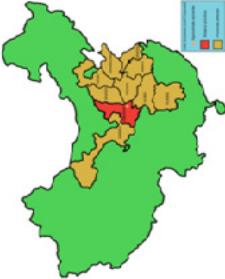
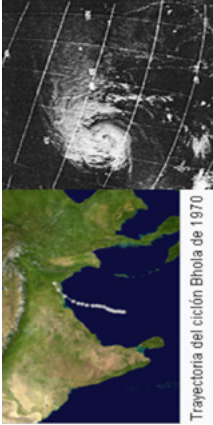
**Tabla 3.2.**

Resumen algunos de los desastres más impactantes de la historia. (Fuente: Elaborado por los autores considerando material publicado)

| Fenómeno y lugar                                       | Pérdidas ocasionadas y otros datos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Imágenes y recreaciones gráficas de los hechos ocurridos                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inundación del Río Amarillo o Hwang-he. China, (1931). | <p>El Río Amarillo o <i>Hwang-he</i> es un largo río de Asia Oriental que discurre íntegramente por China. Este desastre causó entre 1 000 000 a 4 000 000 número de fallecidos.</p> <p>Es considerado como el desastre natural más devastador que se haya registrado en toda la historia. Con 5.464 km, es el sexto río más largo de la Tierra y el segundo de China, sólo superado por el Yangtsé. Históricamente, es el río más importante de China y en su cuenca se han descubierto numerosos yacimientos arqueológicos que demuestran la presencia humana ininterrumpida desde la prehistoria. Considerado «la cuna de la civilización china», ya que su cuenca —en concreto, el valle del río Wei que corta a través del largo bucle de Ordos— fue cuna de las antiguas civilizaciones chinas.</p> <p>Las frecuentes y devastadoras inundaciones y los cambios de rumbo producidos por la elevación continua del lecho del río, a veces por encima del nivel de los campos circundantes, también le han servido para ser llamado la «Tristeza de China» y «Azote de los hijos de Han», (Baxter and Sagart, 2011).</p> |  <p><a href="http://listas.20minutos.es/lista/desastres-naturales-mas-mortiferos-de-la-historia-353068/">http://listas.20minutos.es/lista/desastres-naturales-mas-mortiferos-de-la-historia-353068/</a></p> |
| Inundación del Río Amarillo o Hwang-he. China, (1887). | <p>Un poco más atrás en la historia el mismo río causó la muerte de 900,000 a 2, 000,000 de personas.</p> <p>Antes de la construcción de las presas modernas, el río Amarillo era muy propenso a las inundaciones.</p> <p>La causa de las inundaciones es la gran cantidad de loess que transporta el río desde la meseta de Loes, que luego se deposita en la parte inferior de su curso. La sedimentación provoca que se creen presas naturales. Finalmente, la enorme cantidad de agua tiene que encontrar una manera nueva de alcanzar el mar y se desborda el río, a veces encontrando un curso nuevo. Otra fuente histórica de inundaciones devastadoras fue el colapso repentino de presas de hielo que se localizaban en su curso alto, en Mongolia Interior, con la liberación brusca de grandes cantidades de agua embalsada, (Baxter and Sagart, 2011).</p>                                                                                                                                                                                                                                                       |  <p><a href="http://listas.20minutos.es/lista/desastres-naturales-mas-mortiferos-de-la-historia-353068/">http://listas.20minutos.es/lista/desastres-naturales-mas-mortiferos-de-la-historia-353068/</a></p> |

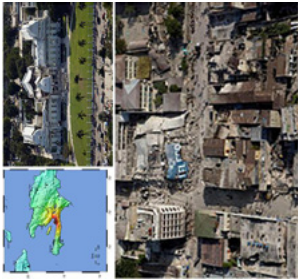
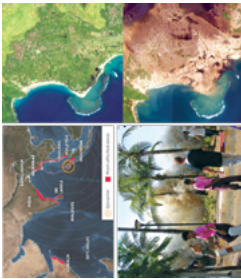
Sigue...

Cont...

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Terremoto del Shaanxi, China, (1556).</b> | <p>Reportado como el terremoto más mortífero del que se tiene constancia, en el cual murieron aproximadamente 830 000 personas.</p> <p>El epicentro se registró en el condado de Hua cerca del Monte Hua en Shaanxi (latitud 34, 5, longitud 109, 7).</p> <p>Ocurrió en la mañana del 23 de enero de 1556 en Shaanxi, China. Más de noventa y siete condados en las provincias de Shaanxi, Shanxi, Henan, Gansu, Hebei, Shandong, Hubei, Hunan, Jiangsu y Anhui fueron afectados.</p> <p>Un área de 836 km de ancho fue destruida y en algunos condados murió el 60% de la población. Hasta ese momento, la población vivía mayormente en cuevas artificiales en acantilados de loes, que se derrumbaron durante el desastre.</p> <p>Según actuales estimaciones, basadas en datos geológicos, se ofrece una magnitud aproximada del terremoto de 8° en la escala de Richter.</p> <p>Aunque ha sido el terremoto más mortífero y el quinto desastre natural con más muertes de la historia, se reportan en el mundo terremotos con magnitudes mayores pero no con ese número de muertes, (López, 2010).</p>                         |  <p>Mapa de China mostrando la provincia de Shaanxi (en rojo) y las otras provincias afectadas por el terremoto (en naranja).</p> <p><a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/70/Shaanxi_1556_earthquake_map_of_provinces.PNG/280px-Shaanxi_1556_earthquake_map_of_provinces.PNG">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/70/Shaanxi_1556_earthquake_map_of_provinces.PNG/280px-Shaanxi_1556_earthquake_map_of_provinces.PNG</a></p> |
| <b>Ciclón Bhola Bangladesh, India (1970)</b> | <p>El ciclón Bhola de 1970 fue un devastador. Cinstuyó un ciclón tropical que golpeó el antiguo Pakistán Oriental (actual Bangladés) y el estado de Bengala Occidental, India, el 12 de noviembre de 1970. Fue el más mortal jamás registrado y uno de los desastres naturales más destructores en tiempos modernos.</p> <p>Se calcula que hasta 500 000 personas perdieron su vida en la tormenta, principalmente debido a la marejada ciclónica que inundó gran parte de las tierras bajas del delta del Ganges.</p> <p>Este temporal alcanzó una fuerza equivalente a la categoría 3 de la Escala de huracanes de Saffir-Simpson.</p> <p>Alrededor de 3.6 millones de personas se vieron afectadas directamente por el ciclón y el daño total de la tormenta fue estimado en \$86.4 millones de dólares americanos de 1970 (\$450 millones de 2006).</p> <p>El 90% de los pescadores marinos de la región sufrieron pérdidas, incluyendo la destrucción de 9.000 barcos de pesca.</p> <p>Los daños agrícolas fueron semejantemente severos con pérdidas de \$63 millones, 280.000 cabezas de ganado murieron. (Moisés, 2010)</p> |  <p>Traectoria del ciclón Bhola de 1970</p> <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Cicl%C3%B3n_Bhola">https://es.wikipedia.org/wiki/Cicl%C3%B3n_Bhola</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Sigue...

Cont...

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Terremoto en Haití, (2010)</b>                    | <p>Registrado el martes 12 de enero de 2010 a las 16:53:09 hora local (21:53:09 UTC) con epicentro a 15 km de Puerto Príncipe, la capital de Haití.</p> <p>Según el Servicio Geológico de Estados Unidos, el sismo tuvo una magnitud de 7,0 Mw y se generó a una profundidad de 13 kilómetros. También se registraron una serie de réplicas, siendo las más fuertes las de 5, 9, 5, 5 y 5, 1 grados.</p> <p>El sismo fue perceptible en países cercanos como Cuba, Jamaica y República Dominicana, donde provocó temor y evacuaciones preventivas. Los efectos causados sobre este país, el más pobre de América en ese momento, fueron devastadores.</p> <p>En el sismo fallecieron 316 000 personas, 350 000 más quedaron heridas, y más de 1, 5 millones de personas se quedaron sin hogar. Estos datos reafirman que el evento ha sido una de las catástrofes humanas más graves de la historia de la humanidad, (Durán, 2010).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Hait%C3%AD_de_2010">https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Hait%C3%AD_de_2010</a></p>                                                                   |
| <b>Terremoto y Tsunami del Océano Índico. (2004)</b> | <p>Conocido por la comunidad científica como el terremoto de Sumatra-Andamán. El desastre es conocido en Asia y en los medios internacionales como el tsunami asiático; se le llama boxing tsunami.</p> <p>Fue un terremoto submarino con epicentro en la costa de Ao Nang, Indonesia. Ocasiónó una serie de tsunamis devastadores a lo largo de las costas de la mayoría de los países que bordean el océano Índico.</p> <p>Las estimaciones iniciales habían determinado el número de muertes en más de 275 000, sin contar millares de personas desaparecidas.</p> <p>La magnitud del terremoto fue registrada originalmente como de 9, 0 en la escala de Magnitud de Momento, pero luego se ha aumentado a 9, 3. En Banda Aceh formó una pared de agua de 20 o 30 m de altura penetrando en la isla 5 o 6 km desde la costa al interior.</p> <p>Solo en la isla de Sumatra murieron 228.440 personas o más, todas las infraestructuras desaparecieron en las áreas más afectadas dejando a la gente sin agua, comida o refugio.</p> <p>Dicha tragedia llegó también a las costas de países como Sri Lanka (30.000 muertos), India (10.000 muertos), Kenya, Tailandia, Malasia, las Islas maldivas, entre otros lugares, dando verdadera dimensión del desastre. El monto total de daños materiales causados por este desastre natural, se calcula que llegó a los más 20.000 millones de dólares. (Mills, 2014)</p> |  <p><a href="https://www.earthmagazine.org/article/benchmarks-december-26-2004-indian-ocean-tsunami-strikes">https://www.earthmagazine.org/article/benchmarks-december-26-2004-indian-ocean-tsunami-strikes</a></p> |

Sigue...

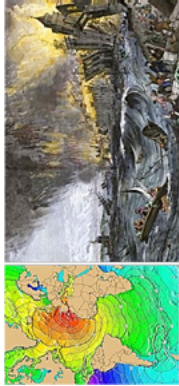
Cont...

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Terremoto de Tangshan en China, (1976)</b></p>                     | <p>Fue el segundo terremoto más desastroso de la historia china y provocó la muerte de unas 250.000 personas. La magnitud del temblor fue de 7, 5 grados. Todo quedó reducido a escombros en un área de máxima destrucción de 47 kilómetros cuadrados. Las autoridades chinas reconocieron 242.000 víctimas, aunque la cifra pudo ser más del doble, algunas estimaciones las sitúan alrededor de 750.000. De los 352 edificios de ladrillos, de varios pisos, en Tangshan, 117 se desplomaron por completo; 85 se vinieron abajo parcialmente y 99 sufrieron severos daños. Solamente cuatro no fueron afectados. Las fotografías muestran pisos de cemento amontonados capa sobre capa, como si las paredes se hubieran evaporado. Muchos de estos desplomes impidieron que se pudiera prestar ayuda a los damnificados. (Vervaeck and James, 2012)</p>                                                                                                                                                                                                             |  <p><a href="http://travel.smart-guide.net/wp-content/uploads/2010/11/The-Tangshan-Earthquake.jpg">http://travel.smart-guide.net/wp-content/uploads/2010/11/The-Tangshan-Earthquake.jpg</a></p> |
| <p><b>Terremoto de Cachemira India, Pakistán y Afganistán (2005)</b></p> | <p>También conocido como terremoto del subcontinente Indio, terremoto del norte de Pakistán y terremoto del sur de Asia). El epicentro del terremoto tuvo lugar en las coordenadas 34° 26' 35"N 73° 34' 52"E, a 22 km al noreste de Muzaffarabad, y a aproximadamente 95 km al noreste de Islamabad. El violento movimiento telúrico tuvo lugar a las 03:50:38 UTC, sacudiendo el norte de Pakistán y afectando además a sectores de la India y Afganistán. El mismo se extendió por aproximadamente 2 minutos, mientras que otras réplicas afectaron el área poco después, siendo la mayor de ellas otro movimiento telúrico que alcanzó los 6, 3 grados en la escala de Richter. Dejó el triste saldo de más de 120.000 muertos y otra tanta cantidad de heridos. Según la ONU, se estima que alrededor de 3.000.000 de personas perdieron sus hogares, mientras que 4 millones de hogares fueron dañados severamente en sus estructuras, con pérdidas materiales superiores a los 1.000 millones de dólares, (Earthquake Engineering Research Institute, 2006)</p> |  <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Cachemira_de_2005">https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Cachemira_de_2005</a></p>                                                 |
| <p><b>Tifón Nina. China. 1975.</b></p>                                   | <p>Es hasta ahora el quinto tifón más mortal de la historia y el más devastador de China y provocó la rotura de la presa de Banqiao. Produjo 229.000 fallecidos. Se trató de un huracán de baja intensidad que tras atravesar las montañas de Taiwán, llegó debilitado a las costas de China. Los vientos no fueron excesivamente fuertes, pero las torrenciales lluvias provocaron el colapso de la presa, lo que desembocó en una gran catástrofe con miles de muertos. Las inundaciones que llegaron después, que a su vez supondrían el colapso de otras presas –hasta un total de 62–, elevó el número total de muertos hasta los 229.000, (Prieto, 2013).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  <p><a href="http://www.geografainfinita.com/2013/11/los-10-tifones-mas-mortales-de-la-historia/">http://www.geografainfinita.com/2013/11/los-10-tifones-mas-mortales-de-la-historia/</a></p>   |

Sigue...

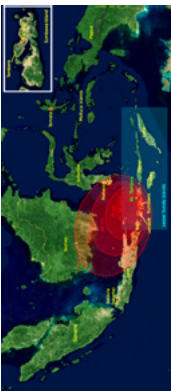


Cont...

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ciclón de la India (1839)</b>                       | <p>El 25 de noviembre de 1839, una marejada ciclónica de unos 14 metros de altura llegó a la ciudad india de Coringa, anegando por completo el puerto y gran parte de la ciudad. Murieron 300 000 personas y naufragaron más de veinte mil navíos. La ciudad nunca fue reconstruida por completo, (Prieto, 2013).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | No se encontraron imágenes.                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Gran ciclón de Backerganj. Bangladesh. (1876)</b>   | <p>Fue uno de los ciclones más mortales de la historia, de hecho algunas fuentes hablan de 400.000 muertos.</p> <p>La mayoría de las referencias de este desastre sitúan la mortalidad por él causada en unos 200.000 fallecidos. La mitad fueron ahogados por las riadas que provocó la tormenta mientras que el resto murió en la hambruna resultante.</p> <p>Golpeó la costa de la región de Backerganj en la actual Barisal.</p> <p>El ciclón se formó sobre la Bahía de Bengala el 27 de octubre y se intensificó en una tormenta ciclónica el 30 de octubre. El día siguiente, el ciclón tocó tierra en Backerganj. El viento máximo se estima en 220 kilómetros por hora y la altura del oleaje era de hasta casi 14 metros.</p> <p>La tormenta también causó epidemias y hambre, así como grandes daños materiales. (Prieto, 2013)</p>                                                               | No se encontraron imágenes.                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Terremoto y maremoto de Lisboa, Portugal (1755)</b> | <p>Terremoto que se sintió en Portugal, España y norte de África: (no comprobada ya que no existían sismógrafos en la época).</p> <p>Alrededor de 9 grados en la escala de Richter, tuvo su epicentro en la falla Azores-Gibraltar (a 800 km al suroeste de la punta sur de Portugal).</p> <p>Caracterizado por su profunda violencia y por la elevada cantidad de muertes que dejó, alrededor de 200.000 personas.</p> <p>Además de destruir Lisboa y hacer temblar el suelo hasta de Alemania, el sismo fue seguido por un maremoto y un incendio, causando la destrucción casi total de la ciudad de Lisboa.</p> <p>Maremotos con alturas de olas de hasta 20 metros de altura barrieron la costa del Norte de África, y golpearon las islas de Martinica y Barbados al otro lado del Atlántico.</p> <p>Un maremoto de 3 metros golpeó también la costa meridional inglesa, (Kozak, and James, 1998).</p> |  <p><a href="http://www.elmundo.es/elmundo/2011/03/19/ciencia/1300490608.html">http://www.elmundo.es/elmundo/2011/03/19/ciencia/1300490608.html</a></p> |
| <b>Ciclón Nargis, Birmania. (2008)</b>                 | <p>Conocida como la tormenta más mortal que ha azotado el sur de Asia, en concreto a las costas de Birmania.</p> <p>Categoría 4, con vientos máximos sostenidos de 215 km/h y olas gigantes que avanzaron hasta 35 kilómetros en tierra firme.</p> <p>Dejó <b>más de 140.000 víctimas mortales</b> a su paso. Esta cifra puede ser incluso mucho más alta, ya que muchos cuerpos se perdieron en el mar y nunca fueron encontrados.</p> <p>Los daños materiales fueron cuantiosos, con un total de 450.000 casas destruidas, cientos de miles con daños importantes, 4.000 colegios destruidos y un 75% de los centros médicos más importantes, y todo esto en uno de los países más pobres del sur de Asia, (Prieto, 2013) .</p>                                                                                                                                                                            |  <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Cicl%C3%B3n_Nargis">https://es.wikipedia.org/wiki/Cicl%C3%B3n_Nargis</a></p>                                |

Sigue...

Cont...

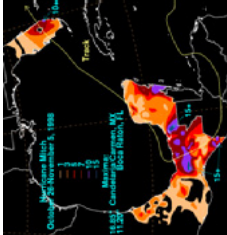
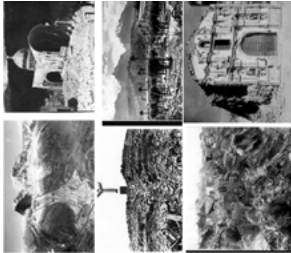
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Terremoto en Gran Kanto, Tokio, Japón, (1923)</b></p> | <p>El 1 de septiembre de 1923 la región de Kanto en la isla japonesa de Honshu, se estremeció por un fuerte sismo de 7.8 grados en la escala de Richter. Entre 105.000 y 200.000 personas murieron - sepultadas, ahogadas o quemadas -, 37.000 desaparecieron, dos millones se quedaron sin hogar y otros tantos sufrieron hambre o tuvieron que enfrentarse a enfermedades como la disentería o la fiebre tifoidea. Muchas de las víctimas salieron de los 88 incendios que ocurrieron de manera separada y que se extendieron rápidamente debido a los fuertes vientos de un tifón cerca de la península de Noto. Alrededor de 570.000 hogares fueron destruidos, dejando un estimado de 1, 9 millones de damnificados o refugiados, (Clancey, 2006).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <p><a href="http://www.elmundo.es/elmundo/2011/03/18/internacional/1300435605.html">http://www.elmundo.es/elmundo/2011/03/18/internacional/1300435605.html</a></p>                                                                         |
| <p><b>Terremoto de Sichuan. China. (2008)</b></p>           | <p>Situada al norte de Beijing, fue sacudida en mayo de 2008 por un fuerte terremoto de 7.5 grados en la escala de Richter. Causó la muerte de más de 90.000 personas. Las pérdidas en Sichuan fueron las segundas más altas de todos los terremotos de la historia, muy cerca al terremoto en Tohoku, Japón en 2011. Sus sacudidas se dejaron sentir incluso en Pekín, Shanghai, llegando incluso a sentirse en la capital vietnamita, Hanói. El terremoto dejó sin viviendas a por lo menos 4.800.000 personas obligándolas a buscar refugio después del hecho, la cifra más alta en la historia de China. Más de cinco millones de habitaciones -en 1.5 millones de casas- quedaron destruidas y por lo menos 21 millones de habitaciones -en seis millones de casas- quedaron averiadas. Esta cifra supera todas las casas que hay en Australia. El total de personas sin hogar empujó los números de Haití y otros terremotos históricos. La destrucción de las casas por el temblor y los deslizamientos de tierra contribuyeron a una de las más altas tasas de muerte en los últimos 100 años, ocupando el séptimo lugar. Fue el segundo terremoto más desastroso de la historia china tras el terremoto de Tangshan de 1976, (Chen Ji and Hayes, 2008)</p> |  <p><a href="http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130510_sichuan_china_terremoto_aniversario_finde_explosion_B.png">http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130510_sichuan_china_terremoto_aniversario_finde_explosion_B.png</a></p> |
| <p><b>Erupción del Tambora Indonesia. (1815)</b></p>        | <p>Más de 90.000 víctimas. Entre el 10 y el 11 de abril, el volcán Tambora, de la isla de Sumbawa, explotó, lanzando a la atmósfera 50 kilómetros cúbicos de magma y cenizas. Los estruendos se oyeron a 1.400 kilómetros: la erupción más letal de la historia. La cultura local, el pueblo de Tambora, desapareció sepultada entre ceniza. Y esa misma ceniza hizo que la temperatura de la Tierra bajara tres grados. En 1816 Europa conoció un "año sin verano", llamado "el invierno sin fin". Los problemas comenzaron a principios de mayo, cuando una helada mató a numerosos cultivos provocando escasez de alimentos especialmente en Europa, (Ariza, 2010).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  <p><a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1815_tambora_explosion_B.png">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1815_tambora_explosion_B.png</a></p>                                                                               |

Sigue...

Cont...

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Terremoto en San Francisco y posterior incendio. (1906)</b> | <p>Fue un poderoso sismo que sacudió principalmente a la ciudad de San Francisco (Estados Unidos) la mañana del 18 de abril de 1906.</p> <p>El terremoto fue de una magnitud de entre 7, 9 y 8,6 grados Mw y su epicentro estuvo según los expertos del Servicio Geológico de los Estados Unidos, sobre la costa de Daly City y al suroeste de San Francisco.</p> <p>Los temblores principales empezaron a las 05:12 de la mañana a lo largo de la falla de San Andrés.</p> <p>Se dejó sentir sobre la costa del Pacífico desde Oregón hasta Los Ángeles y hacia el interior se sintió hasta Nevada.</p> <p>Después de eso se produjo un incendio que junto al sismo se considera la catástrofe más importante de los Estados Unidos.</p> <p>En un principio se dio la cifra de 478 fallecidos, pero en la actualidad se sabe que el desastre fue más catastrófico (más de 3.000 muertos), y que las autoridades de la época lo subestimaron.</p> <p>Se calcula que entre 225.000 y 300.000 personas perdieron sus casas de un total de 400.000 habitantes. (Gardiner, 2008.)</p> |  <p><a href="http://www.windows2universe.org/earth/geology/images/sfo_5.gif">http://www.windows2universe.org/earth/geology/images/sfo_5.gif</a></p> |
| <b>Ciclones de Backerganj en 1582-1584</b>                     | <p>Tomó tierra en la antigua región de Backergunje (actualmente en su mayor parte en Bangladesh) entre 1582 y 1584 (el año varía según las fuentes tomadas).</p> <p>Según la Banglapedia, la enciclopedia oficial de Bangladesh, un total de 200.000 personas murieron y los distritos de Barisal y Patuakhali quedaron arrasados, quedando únicamente en pie los templos hindúes de la época.</p> <p>Recordar que luego de 300 años, en 1876, la misma región fue devastada por el paso de otro ciclón descrito anteriormente.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>No se encontraron imágenes.</p>                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Terremoto y Tsunami de Mesina (1908), Italia</b>            | <p>En la madrugada del 28 de diciembre de 1908 se produjo un terrible terremoto en las regiones de Sicilia y de Calabria, en el sur de Italia. Fue acompañado de un maremoto que arrasó completamente la ciudad de Mesina, en Sicilia.</p> <p>La ciudad quedó totalmente destruida y tuvo que ser levantada de nuevo en el mismo lugar.</p> <p>Se calcula que murieron cerca de 70.000 personas en la catástrofe (200.000 según estimaciones de la época).</p> <p>La ciudad contaba entonces con unos 150.000 habitantes. También la ciudad de Regino de Calabria, situada al otro lado del estrecho de Mesina, sufrió importantes consecuencias. Fallecieron unas 15.000 personas, sobre una población total de 45.000 habitantes, (Squillaci, 2004)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <p><a href="http://cronologia.leonardo.it/storia/a1908b.htm">http://cronologia.leonardo.it/storia/a1908b.htm</a></p>                               |

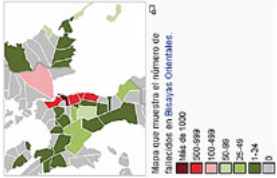
Sigue...

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Erupción volcánica en el pueblo Pompeya. Año 79</b></p>     | <p>En la mañana del 24 de agosto del 79, una columna de humo comenzó a ascender del volcán Vesubio. La población pensó que se trataba de un escape más de humo, pues ya había pasado en años anteriores. Pero esta vez la erupción se manifestó de dos maneras: en Herculano, una especie de fango, mezcla.</p> <p>La catastrófica erupción del volcán del Vesubio en el año 79 a.C dejó atrapados a los 25.000 habitantes que por aquel entonces vivían en la ciudad de Pompeya.</p> <p>La ciudad que quedó sepultada bajo las cenizas, con algunos de los edificios más maravillosos de la antigua Roma.</p> <p>Los asentamientos preromanos ya vivían en esta zona del valle bajo del Vesubio durante muchos siglos antes de la llegada del gra imperio. Sin embargo, en el año 79 a.C., el Vesubio estalló en medio de grandes temblores de tierra, enterrando Pompeya y Herculano bajo un espeso manto de ceniza durate más de 1700 años, (CERAM C. W, 1949)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  <p><a href="http://historiageneral.com/2009/03/01/pompeya-y-la-erupcion-del-vesubio/">http://historiageneral.com/2009/03/01/pompeya-y-la-erupcion-del-vesubio/</a></p>                                                                               |
| <p><b>Huracán Mitch a su paso por América Central. (1998)</b></p> | <p>Atravesó América Central del 22 de octubre al 5 de noviembre en la temporada de huracanes en el Atlántico.</p> <p>Se formó en el oeste del mar Caribe y, alcanzó rápidamente la categoría 5, el nivel más alto posible en la escala de huracanes de Saffir-Simpson, teniendo una velocidad máxima de vientos sostenidos de 290 km/h.</p> <p>Fue uno de los ciclones tropicales más poderosos y mortales que se han visto en la era moderna, dejó cantidades históricas de precipitaciones en Honduras y Nicaragua, de hasta 1900 mm.</p> <p>Las muertes ocasionadas por las catastróficas inundaciones estuvieron cerca de 11 000 y alrededor de 8 000 permanecían desaparecidas a finales de 1998.</p> <p>Se estima en 6 mil millones 2006 USD los daños.</p> <p>Provocó deslizamientos de barro en Honduras, matando a 18.000 personas y cambiando tanto el aspecto del terreno que fue preciso realizar nuevos mapas del país, (National Hurricane Center, 1998).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <p><a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c8/Mitch_1998_rainfall.gif/300px-Mitch_1998_rainfall.gif">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c8/Mitch_1998_rainfall.gif/300px-Mitch_1998_rainfall.gif</a></p> |
| <p><b>Terremoto y aluvión de Ancash, Perú. (1970)</b></p>         | <p>El 31 de mayo un formidable sismo de 7,9 grados se produjo a unos 35 kilómetros al oeste de Chimbite, un pueblo pesquero.</p> <p>El terremoto desencadenó una formidable avalancha de hielo desprendida de la cumbre del nevado Huescarán; millones de toneladas de hielo y rocas siguieron el cauce de la quebrada y sepultaron el pueblo de Yungay.</p> <p>Los testigos afirman que la ola de barro alcanzó los 60 metros de altura.</p> <p>De 20.000 habitantes, apenas se salvaron 400. Las muertes se calcularon en 70.000 y hubo aproximadamente 20.000 desaparecidos; algunas fuentes elevan las víctimas mucho más alto. Los heridos hospitalizados se contabilizaron en 143.331, si bien en lugares como Recuay, Aija, Casma, Huarmey, Carhuaz y Chimbote la destrucción de edificios osciló entre 80% y 90%. Se calculó el número de afectados en 3.000.000.</p> <p>La magnitud destructiva del terremoto también causó grandes daños a la infraestructura que proporciona los servicios básicos a la población, tales como agua y saneamiento, educación, salud y comunicaciones.</p> <p>Dos años antes del desastre, un informe del Instituto Geofísico del Perú arrojó que la zona entre Lima y Nazca no había sido lugar de epicentros de movimientos sísmicos, lo cual daba la posibilidad de un gran movimiento telúrico en esa zona en cualquier momento y debía realizarse un plan en caso de emergencia, pero el informe no fue tomado en cuenta por el Instituto de Defensa Civil del Perú, (SA, 2017).</p> |  <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_%C3%81ncash_de_1970">https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_%C3%81ncash_de_1970</a></p>                                                                                                  |

Cont...

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>El tsunami Sanriku: el 15 de junio de 1896</b> | <p>Un fuerte tsunami azota a las costas de Japón. Una oleada de más de 23 metros de altura alcanza a una multitud reunida para celebrar un festival religioso, matando a más de 26.000 personas. Es un desastre natural que asombró a la sociedad de su época por la fiereza y rabia de la naturaleza.</p> <p>Ha sido el más mortal de toda la historia de Japón, y pilló por sorpresa a las autoridades, (Nishimura <i>et al</i>, 2000)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <br><a href="https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sanriku_Great_Tsunami.JPG">https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sanriku_Great_Tsunami.JPG</a>                                                                                                           |
| <b>Mega-tsunami en Alaska, (1958)</b>             | <p>El 9 de julio de 1958, en la bahía Lituya, al noreste del golfo de Alaska, un fuerte sismo, de 8,3 grados en la escala de Richter.</p> <p>Este evento hizo que se derrumbara prácticamente una montaña entera, generando una pared de agua que se elevó sobre los 580 metros, convirtiéndose en la ola más grande de la que se tenga registro, llegando a calificarse el suceso de <i>megatsunami</i>.</p> <p>La bahía Lituya es un fiordo localizado en la bahía de los Glaciares, en la costa del océano Pacífico de Alaska, en los Estados Unidos. Tiene 14, 5 km de largo y 3,2 km en su punto más ancho. Su profundidad media es de 220 metros. Esta misma topografía propició se produjera el megatsunami tras el sismo.</p> <p>Se derrumbó gran parte del glaciar Lituya, generándose la inmensa ola que provocó la muerte de 2 pescadores, (Pegaso, 2015).</p>                                                                                                                                                            | <br><a href="http://www.alpoma.net/tecob/7p=4109">http://www.alpoma.net/tecob/7p=4109</a>                                                                                                                                                             |
| <b>Terremoto de Alaska, Estados Unido. 1964</b>   | <p>El 27 de marzo de 1964, un terremoto de 9.2 grados en la escala de Richter, sacudió las costas de Alaska, produciendo un gran Tsunami que devastó gran parte del territorio, llegando a las costas de Canadá y Hawaii.</p> <p>Gracias a que a esa hora gran parte de locales comerciales y escuelas ya estaban cerradas y por ser una zona de poca densidad geográfica dejó un saldo de víctimas de 131 muertos y el daño total fue de entre 400 y 500 millones de dólares, aunque fue el peor registrado en EE.UU.</p> <p>Fue considerado el terremoto más poderoso registrado en Norte América, y el segundo más fuerte en la historia de la humanidad, que genero el tsunami más devastador de la historia de la región. Su duración fue de 240 segundos (4 minutos).</p> <p>Los efectos del terremoto fueron graves en muchas ciudades, incluyendo Anchorage, Chitina, Glennallen, Homero, Esperanza, Kasilof, Kenai, Kodiak, Moose Pass, Portage, Seldovia, Seward, Sterling, Valdez, Wasilla, y Whittier, (USGS, 2004).</p> | <br><a href="http://www.alertacatastrofes.com/recordando-el-gran-terremoto-de-alaska-de-1964-el-mayor-en-la-historia-de-ee-uu/">http://www.alertacatastrofes.com/recordando-el-gran-terremoto-de-alaska-de-1964-el-mayor-en-la-historia-de-ee-uu/</a> |

Sigue...

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>El huracán Katrina, Estados Unidos (2005)</b>      | <p>Se formó en las aguas del Océano Atlántico específicamente sobre las Bahamas. Cruzó el sur de la Florida como un huracán de categoría 1 moderado, siendo esta la tercera tormenta más poderosa de la temporada, causando algunas muertes e inundaciones antes de fortalecerse rápidamente en el golfo de México.</p> <p>Este huracán fue uno de los ciclones tropicales más mortíferos, destructivos y costosos que haya impactado a Estados Unidos en décadas.</p> <p>El 29 de agosto llega a Luisiana devastando las costas del golfo de México y teniendo en New Orleans el mayor número de muertes de la zona, debido al mal funcionamiento y violación por parte de los vientos al sistema de diques, colapsándose muchos de ellos después que el huracán continuara tierra adentro.</p> <p>Ante la magnitud del desastre, los equipos de rescate no daban abasto para localizar y poner a salvo cientos de personas que pedían ayuda desde sus casas, perdiendo la vida miles de ellos.</p> <p>Causó 2.541 muertes y un costo económico en pérdidas de \$89.600 millones (Las mayores registradas por un huracán en la historia hasta el momento de ocurrido). Se convirtió en el huracán más desastroso después del huracán Okeechobee de 1928, (Blake et al, 2011).</p> |  <p><a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KatrinaNewOrleansFlooded_edit2.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KatrinaNewOrleansFlooded_edit2.jpg</a></p>                              |
| <b>Terremoto y tsunamis en Valdivia, Chile (1960)</b> | <p>El terremoto de Valdivia de 1960, conocido también como el Gran Terremoto de Chile, fue un sismo registrado el domingo 22 de mayo de 1960 a las 15:11 hora local.</p> <p>Su epicentro se localizó en las cercanías de la ciudad de Valdivia, Chile, y tuvo una magnitud de 9, 5 en la escala sísmológica de magnitud del momento, siendo el mayor registrado en la historia de la humanidad.</p> <p>Casi quince horas tras el evento en Valdivia, un maremoto de 10 m de altura azotó la isla de Hilo, en el archipiélago de Hawái, a más de 10.000 km de distancia del epicentro. Similares eventos se registraron en Japón, las Filipinas, Rapa Nui, en el estado de California, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Samoa y las islas Marquesas,(USGS, 2014)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Valdivia_de_1960">https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Valdivia_de_1960</a></p>                                                            |
| <b>Tifón Haiyan, Filipinas (2013)</b>                 | <p>Conocido en Filipinas como: tifón Yolanda. Estuvo activo entre el 3 y el 11 de noviembre del 2013.</p> <p>Es el más mortífero en la historia de Filipinas, matando a aproximadamente 6.300 personas.</p> <p>También, es el ciclón más intenso en tocar tierra y el segundo más intenso en términos de velocidad de vientos sostenidos en un minuto, superado por el huracán superado por el huracán Patricia en 2015.</p> <p>La Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de la Organización de Naciones Unidas afirmó que 11 millones de personas quedaron damnificadas y muchas más se quedaron sin hogar.</p> <p>Afectó principalmente a Filipinas, pero también causó daños en Estados Federados de Micronesia y Palaos, Taiwán, China y Vietnam.</p> <p>Los daños totales en Filipinas se calcularon en más de dos mil millones de dólares, (National Disaster Risk Reduction and Management Council, 2014)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  <p><a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typhoon_Haiyan_deaths_in_Eastern_Visayas_map.png">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typhoon_Haiyan_deaths_in_Eastern_Visayas_map.png</a></p> |



Cont...

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Huracan San Calixto de las Antillas del mar Caribe (1780)</b> | <p>El Gran Huracán San Calixto o Huracán de las Antillas es considerado como el primer huracán con mayor número de víctimas mortales de los que se tienen datos. Alrededor de 22 mil personas murieron cuando la tormenta azotó Martinica, Sint Eustatius y Barbados entre el 10 de octubre y el 16 de octubre de 1780. Miles de muertes ocurrieron también en el mar, entre las flotas británicas, francesas que se disputaban el área por la Revolución americana, holandesa y Española, (Mújica, 2014)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>No se encontraron imagenes</p>                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Terremoto y maremoto en Tohoku, Japón, 2011</b>               | <p>El terremoto y tsunami de Japón de 2011, denominado oficialmente por la Agencia Meteorológica de Japón como el terremoto de la costa del Pacífico en la región de Tōhoku.</p> <p>De magnitud 9, produjo un <i>tsunami</i> con olas de hasta 10 metros que derive una crisis nuclear en la central de Fukushima.</p> <p>El balance de víctimas, a 10 de abril del 2011 era de más de 12.000 fallecidos y más de 15.000 desaparecidos.</p> <p>A esas cifras, enormes para un país desarrollado, hay que sumar otras no menos impresionantes: 165.000 personas viviendo en refugios, 260.000 hogares sin agua corriente, 170.000 viviendas sin electricidad (sin contar los efectos de la réplica del 8 de abril, de magnitud 7,1) y 70.000 personas evacuadas del perímetro de 20 km alrededor de la central de Fukushima.</p> <p>Hay que comparar las cifras de personas fallecidas con las 6.000 muertes del terremoto de Kobe en enero de 1995. Están, sin embargo, muy alejadas de las víctimas mortales del terremoto de Sichuán (China) en 2008, que alcanzaron las 70.000, y, sobre todo, del terremoto de Haití en 2010 (más de 310.000 personas fallecidas). Esa diferencia es indicativa del alto grado de preparación ante las catástrofes y del elevado desarrollo económico de Japón.</p> <p>Desde el punto de vista económico, parece claro que se ha tratado de la tragedia natural más costosa de la historia. A finales de marzo, el gobierno japonés estimó la destrucción de capital físico (infraestructuras, fábricas y viviendas) en una cifra situada entre 16 y 25 billones de yenes (entre 198.000 y 308.000 millones de dólares), equivalentes a entre el 3,3% y el 5,2% del PIB.</p> <p>En comparación, los terremotos de Northridge (California) en 1994 y de Kobe en 1995 tuvieron un coste de 205.000 millones y 175.000 millones de dólares (actuales), respectivamente, mientras que el coste del huracán Katrina en 2005 rondó los 120.000 millones de dólares (actuales). El coste del terremoto de Kobe representó el 2% del PIB de Japón, proporción que se duplicará seguramente con creces en el de Tohoku, (JMA. 2011).</p> |  <p><a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_y_tsunami_de_Jap%C3%B3n_de_2011">https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_y_tsunami_de_Jap%C3%B3n_de_2011</a></p> |

Sigue...

Cont...

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>La Tragedia de Vargas, o Deslave de Vargas, Venezuela (1999)</b> | <p>Es como se le conoce al conjunto de deslaves, cortamientos de tierras e inundaciones ocurridas en las costas caribeñas de Venezuela el 15 de diciembre del año 1999. Es considerado el peor desastre natural ocurrido en el país después del Terremoto de Venezuela de 1812.</p> <p>Las cifras de fallecidos aunque sin carácter oficial se calculan desde centenares hasta miles (van de menos de 7001 hasta 30 000 muertos dependiendo de la fuente), mientras que los damnificados tampoco confirmadas oficialmente se cuentan en decenas de miles.</p> <p>Este hecho aparece en el libro Guinness de los récords como el mayor número de víctimas mortales por un alud de barro, (López, 2009).</p> <p>Las zonas más afectadas por el desastre natural fueron los estados Vargas, Miranda y Falcón. Miles de personas fueron desplazadas y pueblos enteros quedaron devastados, entre la infraestructura perdida por el desastre se cuentan universidades, grandes hoteles, clubes, importantes comunidades, vitalidad, entre otros.</p> <p>Históricamente se reportaron varios acontecimientos similares al ocurrido en diciembre de 1999 en la misma zona, entre los cuales se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1798: El río Osorio aumenta su caudal entre el 11 y el 13 de febrero de dicho año debido a fuertes precipitaciones que se extienden por 60 h; el centro de La Guaira se ve afectado siendo destruidas algunas casas, (Monteavía editores, 1985)</li><li>• 1951: Un fenómeno meteorológico similar sucede en la misma zona del 15 al 17 de febrero de 1951 cuando el río Naiguatá cambia de cauce, mientras que otros ríos como el Osorio y el Caracas también crecen por las precipitaciones afectando a la ciudad de La Guaira. Estas precipitaciones se calcularon en cerca de 530 mm de agua en tan sólo 60 horas.</li></ul> |  <p><a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caraballeda_1999_Deposits_and_Damage.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caraballeda_1999_Deposits_and_Damage.jpg</a></p>  <p><a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e1/Los_Corales_%28Vargas_%2000%29.JPG/250px-Los_Corales_%28Vargas_%2000%29.JPG">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e1/Los_Corales_%28Vargas_%2000%29.JPG/250px-Los_Corales_%28Vargas_%2000%29.JPG</a></p> |
| <b>Tornado de los tres estados Unidos 1925.</b>                     | <p>Atravesó tres estados de EU.</p> <p>El tornado recorrió más de 350 kilómetros y fue uno de los más fuertes jamás registrados, estableciendo el estándar para un nivel 5 en la escala Fujita-Pearson. En "teoría" los tornados y las tormentas eléctricas no pueden extenderse por tanta distancia, pero los informes confirman que este tornado, que atravesó tres estados diferentes sin detenerse (Missouri, Illinois e Indiana), produjo la muerte a casi 700 personas, hiriendo a más de 2000 y produciendo daños en las propiedades por \$ 16,5 millones de dólares.</p> <p>El Tornado Tri-estatal era con mucho el peor en la historia estadounidense. Esto causó estragos durante más de tres horas. Los registros fueron puestos tanto para la longitud de camino como para la velocidad. Daño de tornado estrado de Reynolds, Hierro, Madison, Bollinger, Cabo Girardeau y condados de Sidra de peras en Missouri, por Jackson, Williamson, Franklin, Hamilton, y condados Blancos en Illinois y Posey, Gibson y condados de Lucio en Indiana. La peor devastación estaba en Illinois, donde la ciudad de Gorham fue destruida, (Henry, 1925).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  <p><a href="http://4.bp.blogspot.com/-8DrzFGWOFa/UO69Q6oABXI/AAAAAAAAAEY/aLcAGuq66c/s1600/tristat1.jpg">http://4.bp.blogspot.com/-8DrzFGWOFa/UO69Q6oABXI/AAAAAAAAAEY/aLcAGuq66c/s1600/tristat1.jpg</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Sigue...



Cont...

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Huracán Sandy, Atlántico occidental, Cuba y Estados Unidos. 2012</b> | <p>Huracán que afectó a países del área caribeña como Jamaica, Dominicana, Haití, Cuba, Bahamas, y Estados Unidos.</p> <p>Asociado a una baja presión que se adentra en el Mar Caribe el 18 de octubre de 2012. Tras abandonar las aguas del Mar Caribe, Sandy dejó 44 muertos y una estela de destrucción en la región caribeña.</p> <p>En Haití dejó a su paso el mayor número de muertos (29), y fué necesaria la evacuación de más de cinco mil personas</p> <p>En Estados Unidos dejó ciudades anegadas, olas gigantes y fuertes ráfagas de viento de hasta 150 kilómetros por hora, causando la muerte de al menos 106 personas.</p> <p>Se estima que Sandy dejó pérdidas de hasta 20.000 millones de dólares (unos 15.500 millones de euros) en seguros y 50.000 millones de dólares más en pérdidas económicas; quedaría así como la cuarta catástrofe más costosa en la historia de Estados Unidos, (Hurricane solution , 2016.)</p> <p>En Cuba dejó cuantiosas pérdidas a su paso, fundamentalmente por la provincia de Santiago de Cuba. Los principales daños ocasionados están en los sectores de la vivienda, en la generación y transmisión de energía eléctrica, y en las comunicaciones, y también en pequeños establecimientos, industria alimenticia, entre otros. Se conoce como el peor desastre d ela historia de la ciudad de Santiago de Cuba, (Chávez, 2012)</p> | <br><a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sandy_2012_track.png">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sandy_2012_track.png</a><br><br><a href="http://www.eluniversal.com.co/sites/default/files/2012/01/imagen/huracan_sandy_11.jpg">http://www.eluniversal.com.co/sites/default/files/2012/01/imagen/huracan_sandy_11.jpg</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Mocoa, Colombia, 2017</b>                                            | <p>Desastre natural que ocurrió en el municipio colombiano de Mocoa capital del Departamento del Putumayo, durante la noche del 31 de marzo y la madrugada del 1 de abril de 2017.</p> <p>Fuertes lluvias provocaron los desbordamientos de los ríos Mocoa, Muiato y Sancoyaco, generando deslizaves y flujos de lodo en varios sectores de la cabecera municipal que causaron la destrucción de viviendas, puentes y arrastraron vehículos a su paso.</p> <p>Fueron arrasados 17 barrios de la ciudad, de los cuales cinco barrios quedaron destruidos totalmente.</p> <p>Se reportaron al menos 323 personas fallecidas y más de 400 heridas, con un número oficial de 300 desaparecidos y más de 20.000 damnificados, (EUROPA-PRESS, 2017).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <br><a href="http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/cifra-de-muerto-s-por-avalanchia-en-mocoa-74038">http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/cifra-de-muerto-s-por-avalanchia-en-mocoa-74038</a><br><a href="http://www.elespectador.com/sites/default/files/mocoa_1_0.jpeg">http://www.elespectador.com/sites/default/files/mocoa_1_0.jpeg</a><br><a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/21/Colombia_Putumayo_location_map_%28%2Blocator_map%29.svg/300px-Colombia_Putumayo_location_map_%28%2Blocator_map%29.svg.png">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/21/Colombia_Putumayo_location_map_%28%2Blocator_map%29.svg/300px-Colombia_Putumayo_location_map_%28%2Blocator_map%29.svg.png</a> |

### 3.2. Análisis crítico de los desastres ocurridos desde la perspectiva metodológica del enfoque de procesos

En muchos de los desastres explicados en la Tabla 3.2, que acontecieron en épocas anteriores y actuales, se adolecía de un análisis prospectivo de la gestión del riesgo, así como de estudios previos de peligros, vulnerabilidades y riesgos (PVR). Tampoco era considerando el enfoque de procesos. Estos procesos son elementos claves que permiten diseñar acciones futuras para mejorar situaciones de emergencias basado en el principio de la mejora continua. Para evitar desastres en los distintos países, era necesario atender las indicaciones de la Defensa Civil Nacional integrando en su devenir histórico el conjunto de regulaciones e indicaciones vigentes por esta institución.

Un análisis de la perspectiva metodológica del enfoque de procesos descrito en el segundo capítulo de este texto, se evalúa de manera sintetizada ante algunos de los eventos ocurridos. En el caso del huracán Sandy ocontecido en Santiago de Cuba, los pasos uno y dos de la gestión por procesos (*1. Diagnóstico de las instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos* y *2. Reducción de desastres e identificación y evaluación de riesgos*) ya habían sido analizados y eran dominado por los tomadores de decisiones, sin embargo, referido al tercer paso de *Establecimiento de estrategias y planes de acción para reducir riesgos*, a pesar de que los planes habían sido diseñados, se falló en el aspecto referido a la mala determinación de la capacidad social de respuesta de la población ante la amenazas natural ocurrida. Esto derivó en que, el plan trazado para atender las acciones referidas a minimizar la vulnerabilidad social, no fue bien estructurado, todo lo cual condicionó la pérdida de siete vidas. Referido al cuarto paso de *Mejora continua de la gestión de riesgos*, no es hasta el pasado año que se concluyó esta etapa, luego de los re-análisis de los estudios de PVR, ejecutados inmediatamente tras el paso del evento.

A pesar de que en la mayoría de los desastres ocurridos (inundación del río Amarillo, terremotos y ciclones en China, maremotos en Japón, por solo citar algunos), se cuenta con datos históricos sobre las ocurrencias de fenómenos potencialmente peligrosos y sus áreas de afectación, causas, condiciones de los eventos, periodos de recurrencia y dinámica de comportamiento, aún se precisa identificar con mayor nivel de detalles los diferentes escenarios de

susceptibilidad, así como evaluar y mapear los peligros según sus grados de intensidad. Estimar los riesgos considerando las actuales tasas de ocupación y transformación de los territorios, es otra de las acciones que contempla el procedimiento y que no ha sido incorporado en las agendas políticas de naciones como Haití y la India.

En la formulación de estrategias y planes de acción para reducir los riesgos, se deben planificar acciones progresivas. Hay que articular las herramientas e instrumentos de planificación del desarrollo, territorial y sectorial. Hoy, naciones como las citadas anteriormente, adolecen del desarrollo de medidas ingenieras para la reducción de riesgos, así como de la actualización de las normas técnico constructivas para el desarrollo de nuevos asentamientos en zonas vulnerables. En este caso varias instituciones de Cuba, específicamente de la provincia de Santiago de Cuba, comienzan a trabajar en el perfeccionamiento de normas técnico-constructivas antisísmicas, ya que la ciudad se ubica en una zona de alto riesgo ante este tipo de amenaza<sup>5</sup>.

Una recomendación dada a partir del uso de este procedimiento en algunas instituciones colombianas y cubanas, es comenzar a conformar las fichas de los procesos para cada entidad que interviene en la gestión de riesgos y reducción de desastres, donde se esbozocen acciones estratégicas en los planes de reducción de riesgos según las diferentes escalas de actuación. El diseño e implementación de las medidas de reducción de riesgos debe considerar el nivel de actuación de menor escala, (comunidad o consejo popular).

Referido al último paso del proceso, nombrado de *mejora continua de la gestión de riesgos*, tiene relación directa con el control y evaluación de las actividades realizadas en los procesos anteriormente expuestos y su retroalimentación. A partir de la incorporación de este resultado en la gestión de riesgo de los territorios analizados, se podrán actualizar los datos de entrada como: a) la evaluación de los resultados de los procesos anteriores; b) actualización de herramientas e instrumentos para la identificación de opciones de planificación y rectificación que consideren la no re-

---

<sup>5</sup> Dentro de estas instituciones se encuentra el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (CENAIIS), quien de conjunto con las direcciones de planificación física y la Universidad de Oriente laboran en el perfeccionamiento de normas técnicas para zonas vulnerables.

producción del riesgo pre-existente; c) la actualización de normas, regulaciones y metodologías, y por último; d) el análisis de disponibilidad de recursos humanos, institucionales y financieros ante emergencias.

En lo adelante, la aplicación del enfoque por procesos en las naciones consultadas, podrá ser exitoso si en su diligencia se interpreta de forma eficiente las diferentes situaciones descritas. Si se emplean los Sistemas de Información Geográficas para caracterizar de forma actualizada los diferentes peligros y vulnerabilidades. Si se aplican de forma correcta las normas, regulaciones y medidas de reducción de riesgos así como se estima a escala local el nivel de preparación social ante peligros y desastres, para encontrar datos sobre el comportamiento histórico de la población en situaciones de catástrofes naturales o inducidas y su evolución en el tiempo. Solo de esta manera podrán ser declaradas las acciones que históricamente han tenido éxito en la preparación cognoscitiva, considerando las experiencias positivas para intervenciones futuras. Todos estos elementos constituyen entradas de los procesos y son determinantes en su aplicación.

### **3.3. Lecciones aprendidas post desastres**

Cada uno de los desastres que han afectado la historia de la humanidad deja lecciones a considerar que permiten, de ser entendidas y analizadas por los gobiernos y la sociedad, mejorar la gestión del riesgo. Estas transmiten un mensaje a través del cual las experiencias que se obtengan deben ser sistematizadas por el hombre. También permiten estimular las relaciones entre instituciones académicas, los gobiernos a distintos niveles, los centros de investigación y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, garantizando el entendimiento y mayor conocimiento de las causas que provocaron los desastres. El transmitir estas experiencias y divulgarlas ante los gestores y población se promuebe un mayor acceso de información relevante en temas de riesgos.

Las lecciones aprendidas permiten identificar las necesidades de apoyo o ayudas necesarias en lo relacionado con las diferentes vulnerabilidades ante desastre dando muestras del carácter multi-sectorial y multidisciplinario de la gestión de riesgos para fortalecer alianzas estratégicas por diferentes áreas de intervención.

Mediante las lecciones aprendidas se eleva la conciencia de la población. Para ello se necesitan de los medios de comunicación y los programas de educación ambiental en temas de riesgos. También se requiere, que posterior a se análisis, ocurra un proceso de información y capacitación permanente de los profesionales, comunidades y tomadores de decisiones a todos los niveles, con el fin de gestar la investigación científica y el desarrollo e intercambio de conocimientos y tecnologías. Lo que se maneja en las lecciones aprendidas son conocimientos y experiencias. La importancia de que estos se expliquen y apliquen a través de redes sociales o en cualquier formato, es vital para el desarrollo social y económico de los continentes, (Céspedes, 2003).

La práctica ha demostrado que para obtener las lecciones aprendidas tras el paso de un evento determinado, se debe lograr la participación de los damnificados, tanto en la identificación de estas lecciones como en las posibles soluciones parciales de minimización de vulnerabilidades. El propósito de este ejercicio es dar la oportunidad de establecer programas de actuación en el corto, mediano y largo plazo, donde los afectados participen en el diseño de los futuros planes de gestión de riesgos.

La fehaciente necesidad de contribuir a la prevención de las catástrofes naturales e inducidas así como la reducción de sus efectos, reclama de servicios de monitoreo de información y disponibilidad de datos cada vez más exactos. En materia de desastres resulta de vital importancia el uso de métodos, metodologías, tecnologías y experiencias a niveles locales e institucionales, que permitan el flujo de información en aras de compartir, analizar y sistematizar experiencias y adquirir nuevos conocimientos que garantice una mejor organización y gestión de la información mediante el conocimiento exhaustivo del comportamiento de los diversos fenómenos.

Según Céspedes (2003), la ocurrencia de un desastre deja siempre lecciones aprendidas y estas ayudan a identificar indicadores adecuados para un determinado contexto que pueden ser aplicables a otros. Su generalización puede basarse en el desarrollo de métodos activos como juegos de roles, simulaciones y estudios de caso.

La experiencia acumulada por los hombres en el enfrentamiento a los desastres es valiosa y en ocasiones muy amplia. El reto consiste en traducir ese conocimiento en acciones de mejora y en que las lecciones aprendidas en una región sean también aplicables a

otras. Una solución puede ser la correcta gestión y transferencia del conocimientos hacia todos los grupos sociales que juegan un rol importante ante la ocurrencia de un desastre, ya que todos demandan de una preparación que les permita reconocer los tipos de amenazas, vulnerabilidades y riesgos y en base a estos capacitarse para manejar el cómo poder enfrentarlos de manera resiliente.

Para determinar las lecciones aprendidas de índole psico-sociales, algunas entrevistas y encuestas fueron aplicadas en las regiones de Santiago de Cuba, Cuba y Mocoa, Colombia. Dentro de las lecciones aprendidas en los varios desastres ocurridos recogidos en este libro se obtienen las siguientes:

1. Baja percepción del riesgo de las poblaciones afectadas, así como de las instituciones públicas y privadas y de los gobiernos locales de los territorios afectados. Este aspecto es uno de los más repetitivos por tipos de desastres, sin embargo, existen casos donde los eventos se han repetido en más de una ocasión como es el caso del Río amarillo en la región noreste de China, los tifones y terremotos en Bangladesh, la India, los sismos de Los Ángeles y San Francisco en California, EU y en Tokio, Japón, entre otros ejemplos. En todos estos casos, a pesar de si haber existido referentes similares de estos eventos en la historia de las generaciones de habitantes, las medidas de reducción de riesgos y de planificación del territorio fallaron. En la mayoría de los desastres ocurridos faltó el trabajo conjunto por parte de los gobiernos locales con la población implicada en los eventos.
2. Los grupos más vulnerables de las ciudades impactadas se corresponden con los de más bajos ingresos, los cuales vivían en viviendas con materiales no totalmente resistentes al impacto de los sismos y de los fuertes vientos. La capacidad de recuperación de estos grupos sociales fue baja siendo también los más afectados.
3. En el caso del huracán Sandy en Cuba, la capacidad de respuesta de la Defensa Civil junto a la solidaridad de los propios habitantes de la ciudad de Santiago de Cuba y de toda Cuba, así como el alto grado de protección social del estado con las personas y familias afectadas, impidió la pérdida de mayores vidas humanas (solo 7 fallecidos) permitiendo la rápida respuesta y recuperación de la sociedad.

4. El paso nocturno de algunos fenómenos meteorológicos y su cambio de categoría a la entrada de la ciudad, como ocurrió en el caso del mismo huracán Sandy en las primeras horas de la madrugada, encontró a muchos de sus habitantes dormidos. Los medios masivos de comunicación transmitieron las medidas de la Defensa Civil y los partes meteorológicos en un horario pasado a la medianoche (horario de menor audiencia) lo cual impidió que la población vislumbrase el cambio tan rápido de categoría del evento (Categoría I a III) y por consiguiente del escenario a enfrentar.
5. La gestión del riesgo frente a las amenazas extremas no estuvo integrada en su totalidad en el proceso de ordenamiento y de planificación territorial de las ciudades afectadas. Esto, junto con la ausencia de los marcos jurídicos normativos adecuados y, de la preparación de la sociedad para enfrentar emergencias, afectaron la resiliencia urbana y generaron nuevas vulnerabilidades.
6. El cambio del clima impacta en la dinámica de los fenómenos meteorológicos, encontrando condiciones favorables que inciden en que estos sean más intensos cada vez. Se encontraron vacíos del conocimiento sobre las incertidumbres y probabilidades de ocurrencias de los peligros y amenazas naturales extremos en algunas naciones afectadas.
7. Las afectaciones producidas por los huracanes no se manifestaron de igual manera en todas las regiones de los diferentes países. Las zonas costeras fueron una de las áreas más afectadas. Dependiendo de las características geomorfológicas y topográficas del lugar, de la ubicación del ojo del huracán y su sentido de traslación, así serán los impactos y daños, lo que conlleva a determinar distintos escenarios para un mejor análisis de posibles amenazas futuras.
8. A partir de los datos de inundación aportados por cada evento, se necesita actualizar de manera continua las líneas de peligro ante penetraciones del mar, inundaciones por fuertes lluvias y desbordes de ríos para cada territorio, así como incorporar la hipótesis de los escenarios futuros atendiendo a los escenarios permanentes de elevación del nivel del mar por efectos del cambio climático.

9. Se deben potenciar acciones dirigidas a la protección, cuidado y conservación de los ecosistemas frágiles como los manglares, ya que constituyen la primera defensa natural frente a la amenaza de inundación por penetración del mar.
10. Dada la complejidad de los desastres ocurridos, se requiere de niveles más elevados de integración interinstitucional y multidisciplinaria en el orden, económico, social y ambiental.
11. En cada caso se demostró la necesidad de integrar estudios de riesgos multiamenazas o de peligros combinados, así como desarrollar estudios y planes de acción para la gestión del riesgo, que fomenten la toma oportuna de decisiones. Paralelamente se manifiesta la necesidad de integrar las metodologías de manejo integrado y de riesgos en zonas costeras.
12. Se manifestaron serios trastornos de estrés postraumático en las poblaciones afectadas ante el paso de los eventos extremos, lo cual provocó en las comunidades reacciones fisiológicas, psicológicas y de conducta que aún, en algunos casos, persisten.
13. Variables genéticas, de salud y personalidad, producto de las afectaciones sufridas ante las características de los diferentes desastres, provocaron traumas adicionales que influenciaron las reacciones de los sobrevivientes.
14. Emociones negativas que aún se mantienen en la memoria del ciudadano afectado, amenazan el equilibrio psicológico de algunos de ellos, contribuyendo al daño de sus funciones cognitivas.
15. En regiones vulnerables existe un continuo estrés y ansiedad en habitantes que viven todavía en las mismas zonas bajo riesgo. Esto, agudizado con la genética individual de cada sobreviviente, ha derivado en la alteración de la memoria de los ciudadanos, en sus esquemas cognitivos disfuncionales y en las relaciones sociales distorsionadas, generando miedo condicionado y pensamientos obsesivos, entre otros aspectos.
16. Reafirmación de creencias religiosas y de las variables culturales que expresan dimensiones de la respuesta ante los diferentes traumas.



17. Colapso parcial o total de infraestructuras, lo cual demanda elaborar nuevos proyectos constructivos sociales ecológicos, que sean capaces de reactivar culturas y comunidades locales, utilizando estructuras resistentes y poco vulnerables ante riesgos, con empleo de materiales alternativos como el bambú y paredes de caña guadua. Los damnificados de zonas afectadas ante sismos se dieron cuenta que las viviendas construidas con esa estructura generalmente no se afectaron ni se destruyeron y, que las familias que vivían en esas edificaciones no fallecieron. Estos materiales son recursos renovables, sismo-resistentes, duros, flexibles, livianos y amigables con el ambiente. La mayoría de ellos se producen en varias de las localidades afectadas requiriéndose distancias cortas de transportación.
18. Se adoleció de una mapificación acertada de las zonas de alto riesgo. Hoy el reto ha sido construir en algunas localidades viviendas resilientes ante los desastres, lo cual implica fortaleza estructural y socio-comunitaria. Todas estas acciones deben ser recogidas y gestionadas en los planes de ordenamiento del territorio, sin embargo, en algunos casos se determinó la ausencia del plan maestro.
19. Inexistencia de sistemas de monitoreo y de alertas tempranas que hagan posible un aviso previo a la población como sucedió en el desastre de Vargas, Venezuela, en 1999 y más recientemente en Mocoa, Colombia, en 2017. Estos sistemas deben instrumentarse ya que su aplicación representa minutos que marcan la diferencia entre la vida y la muerte de las poblaciones bajo riesgo.
20. Debilidades del Estado en los procesos de planificación y diseño de ciudades resilientes. Nulos reordenamientos urbanos para intentar mitigar el impacto de futuros desastres de naturalezas similares a otros eventos catastróficos ocurridos.

### **3.4. Conclusiones del capítulo**

Más de 30 desastres derivados de la ocurrencia de diferentes amenazas han golpeado numerosas naciones del mundo. En muchos casos algunos de ellos se han vuelto a repetir generando daños económicos y cuantiosas pérdidas de vida.

Para minimizar los desastres, la gestión del riesgo de los países analizados debe estar sustentada en las siguientes tres dimensiones: 1) la organización política y social de la sociedad; 2) la percepción del riesgo por las comunidades y; 3) la capacitación, formación, educación y entrenamiento de la población en temas de gestión de riesgos.

La integración de los resultados científicos en la toma oportuna de decisiones, la aplicación de efectivas medidas de seguridad, protección y prevención, antes, durante y después de una amenaza y la existencia de una Defensa Civil estructurada y organizada en todos los niveles de dirección en las naciones bajo riesgo, así como la participación de los ciudadanos en los procesos de minimización de amenazas, constituyen acciones prioritarias para la adecuada gestión del riesgo y la disminución de los desastres.

A pesar de los avances obtenidos en en materia de gestión de riesgos de desastres en Cuba y Colombia, así como en otras naciones asiáticas y latinoamericanas, aún se precisa la introducción de nuevas variables que perfeccionen los procesos de identificación y minimización de vulnerabilidades. La preservación de la vida del hombre y de los recursos materiales y contruidos debe constituir su principal objetivo.

Cuba afronta frecuentemente de manera exitosa eventos hidrometeorológicos de gran intensidad con un limitado número de pérdida de vidas humanas, tal es el caso del destructivo huracán Sandy. Es por esto que la nación ha sido reconocida por la Organización de Naciones Unidas como uno de los países que tiene los más eficientes sistemas de enfrentamiento y gestión de riesgos de desastres. Los éxitos alcanzados por el Sistema de Defensa Civil cubano pueden servir de referencia a otros países de Latinoamérica y el Caribe.

## Acrónimos

|           |                                                                      |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|
| AMA -     | Agencia de Medio Ambiente                                            |
| BCD -     | Base Cartográfica Digital                                            |
| BCPR -    | Buró para la Prevención y Recuperación de Crisis                     |
| CAP -     | Consejo de Administración Provincial                                 |
| CAM -     | Consejo de administracion municipal                                  |
| CDM -     | Consejo de Defensa Municipal                                         |
| CDR -     | Comités de Defensa de la Revolución                                  |
| CDZ -     | Consejo de Defensa de Zona                                           |
| CGRR -    | Centro de Gestión para la Reducción de Riesgo                        |
| CEMZOC -  | Centro de Estudios Multidisciplinario de Zonas Costeras              |
| CENAIIS - | Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas                      |
| CPAP -    | Plan de Acción del Programa de País                                  |
| CPD -     | Documento de Programa de País                                        |
| CRMI -    | Iniciativa para el Manejo de Riesgo en el Caribe                     |
| CT -      | Ciclones tropicales                                                  |
| CUJAE -   | Cuidad universitaria José Antonio Hecheverría                        |
| CUPET -   | Unión de Empresas Comercializadoras del Petróleo                     |
| CGRR -    | Centros de Gestión para la Reducción de Riegos                       |
| CITMA -   | Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente                    |
| EMNDC -   | Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil                            |
| ERCA -    | Estado de Riesgos Costeros Actualizado                               |
| FMC -     | Federación de Mujeres Cubanas                                        |
| GRD -     | Gestión del Riesgo de Desastres                                      |
| IDERC -   | Infraestructura Nacional de Datos Espaciales de la República de Cuba |

|          |                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| MANUD -  | Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo                       |
| MINCEX - | Ministerio del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera                          |
| MTD -    | Mapa Topográfico Digital                                                            |
| ODM -    | Objetivos de Desarrollo del Milenio                                                 |
| OMM -    | Organización Mundial de Meteorología                                                |
| SAT -    | Sistema de Alerta Temprana                                                          |
| PAT -    | Puntos de Alertas Tempranas                                                         |
| PMA -    | Programa Mundial de Alimentos                                                       |
| PNUD -   | Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo                                      |
| PRODESA- | Empresa de Proyectos contra Desastres                                               |
| SIG -    | Sistema de Información Geográfico                                                   |
| UO -     | Universidad de Oriente                                                              |
| UNDRO -  | United Nations Disasters Office (Oficina de las Naciones Unidas para los Desastres) |
| UNISDR - | Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres      |
| ZOT -    | Zonas de Origen de Terremotos                                                       |

## Glosario de términos y definiciones

Los términos empleados en este libro han sido extraídos de las siguientes publicaciones:

Terminología de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). 2009, Viera Jorge. Lo Vedado del Vedado, 2009 así como de la Directiva 1 del 2005 y de la Defensa Civil de Cuba, 2007.

**Análisis de vulnerabilidad:** Técnica que con base en el estudio de la situación física y geográfica, biológica y socioeconómica de un lugar, detecta la sensibilidad del mismo ante el impacto de un fenómeno destructivo.

**Carso:** no es más que la modelación realizada sobre el paisaje superficial o subterráneo por las aguas subterráneas. Muchas veces esta acción se combina con las aguas superficiales, pero siempre dominan las primeras. Este fenómeno se desarrolla en las regiones constituidas por geología de rocas altamente solubles y que poseen porosidad secundaria (porosidad que ocurre por disolución del material diferencial luego de formada la roca o por su elevado agrietamiento debido a la actividad sísmica) bien desarrollada y aprovechada por los fluidos, (Galbán, 2012).

**Desastre:** Generalmente se denomina así a un acontecimiento o serie de sucesos de gran magnitud, que afectan gravemente las estructuras básicas y el funcionamiento normal de una sociedad, comunidad o territorio, ocasionando víctimas y daños o pérdidas de bienes materiales, infraestructura, servicios esenciales o medios de sustento a escala o dimensión más allá de la capacidad normal de las comunidades o instituciones afectadas para enfrentarlas sin ayuda. Es una situación extrema en que los patrones normales de vida han sido interrumpidos y se requieren acciones extraordinarias de emergencia para salvar y preservar vidas humanas, sus medios de sustentos, los recursos económicos y el medio ambiente. Puede considerarse como

el resultado o manifestación del impacto de uno o diversos peligros de desastre sobre uno o varios elementos vulnerables a ellos. Pueden clasificarse de acuerdo a la causa que los origina en naturales y tecnológicos aunque es creciente la opinión de especialistas de las Naciones Unidas y diferentes países en incluir la clasificación de sanitarios o epidémicos.

**Efectos de los desastres:** Es el resultado del impacto de uno o varios peligros sobre los elementos vulnerables de un territorio, sociedad, comunidad o sistema, que se manifieste en el ámbito económico-social y medioambiental por un tiempo más o menos prolongado, incidiendo negativamente en la situación y el desarrollo socioeconómico.

**Gestión de riesgos geológicos:** actividad que se encarga de los estudios que deben realizarse de los fenómenos o procesos relacionados con la geodinámica terrestre y los procesos o fenómenos inducidos por la actividad humana que afectan proyectos y/o las obras de ingeniería, civiles o de infraestructura, situados o que en un futuro estarán situadas en el terreno; de forma tal que estos contribuyan a planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar las medidas organizativas, técnicas o tecnológicas que sean dictadas a favor de estos proyectos u obras; dirigidas a prevenir o mitigar los efectos de los desastres provocados por eventos geológicos de carácter natural o antrópico". (Galbán, 2009).

**Gestión:** En la práctica se observa que el término "management" es utilizado en idioma inglés para denominar acepciones referidas a gerencia, administración y gestión; lo cual es muy común encontrar en la bibliografía que se publica internacionalmente. Lo esencial de estos conceptos está en que los tres se refieren a un proceso de "planear, organizar, dirigir, ejecutar, controlar y evaluar" (Koontz, 1998). Otros autores conceptualizan la gestión como el conjunto de diligencias que se realizan para desarrollar un proceso o para lograr un producto determinado (Romero, 2008), o como dirección y gobierno de actividades para hacer que las cosas funcionen, con capacidad para generar procesos de transformación de la realidad (Restrepo, 2006).

**Gestión de Riesgos de Desastres:** La Gestión de Riesgos constituye un proceso de análisis, identificación, caracterización, estudio y control de disímiles riesgos vinculados al desarrollo socioeconómico de un territorio, institución o actividad. Se relaciona directamente con el proceso inversionista y el planeamiento del desarrollo socioeconómico en general y comprende muchos campos de disímiles especialidades de la ciencia y la tecnología como son las técnicas de dirección en general, el análisis probabilístico, la economía, la estadística, la ingeniería en su acepción más amplia, la planificación física (uso de la tierra), la psicología, la comunicación social y otras muchas.

**Implementación:** es la realización de una aplicación, instalación o la ejecución de un plan, idea, modelo científico, diseño, especificación, estándar, algoritmo o política; desde el punto de vista de la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, puede referirse a la actualización de mejores prácticas de gestión relacionadas con nuevos objetivos (Laudon and Laudon, 2010).

**Indicador o indicadores:** son puntos de referencia que brindan información cualitativa o cuantitativa, conformada por uno o varios datos, constituidos por percepciones, números, hecho, opiniones o medidas, que permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso y su evaluación, y deben guardar relación con el mismo. Un indicador además permite el seguimiento y la evaluación periódica mediante comparaciones con sus correspondientes referentes internos y externos. (Gardner, 2007)

**Mapa de riesgo:** Se denomina así a los mapas (planos, esquemas) de escala diversa, en los que se representan mediante símbolos los tipos de riesgos a que se encuentra sometido el territorio, comunidad, entidad o institución, dejando clara su estratificación y destacando los elementos vulnerables a los diferentes peligros.

**Medidas estructurales:** forman parte de la estructura física de las obras y/o son obras de ingeniería empleadas para reducir o llevar a niveles "aceptables" los riesgos a que está expuesta una comunidad. Pueden ser catalogadas como preventivas, correctivas o de control. Su construcción requiere de diseños de ingeniería y optimización de los recursos (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

**Multidisciplinariedad:** o pluridisciplinariedad es percibida como una cooperación entre diferentes disciplinas hacia un objetivo común, sean éstas o no afines, donde puede existir colaboración coordinada, desde el intercambio de ideas hasta la mutua integración de conceptos y métodos básicos. (Rodríguez, 2005)

**Modelo:** Se considera a una descripción matemática de un sistema físico que puede obtenerse a partir de la evolución de su conducta basada en mediciones estimadas, observadas o realizadas directamente sobre el sistema que se pretende modelar. (Sánchez *et al*, 2005)

**Ordenamiento territorial:** es una normativa, con fuerza de ley, que regula el uso del territorio, definiendo los usos posibles para las diversas áreas en que se ha dividido el territorio, ya sea el país como un todo o una subdivisión político-administrativa del mismo. En general, se reserva el término ordenamiento territorial para definir la normativa; mientras que el proceso y la técnica para llegar a dicha normativa, se conocen como Ordenación del territorio. El ordenamiento territorial orientado a un área urbanizada o en proceso de urbanización, se puede denominar también ordenamiento urbano. También se define como un proceso político, en la medida que involucrada toma de decisiones concertadas de los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio. Asimismo, es un proceso técnico administrativo porque orienta la regulación y promoción de la localización y desarrollo de los asentamientos humanos, de las actividades económicas, sociales y el desarrollo físico espacial. (CONAM, 2006)

**Patología de la construcción:** aquella lesión o deterioro sufrido por algún elemento, material o estructura. Las diferentes lesiones patológicas habituales en la construcción se clasifican según su causa o agente causante. Estas lesiones pueden ser, según su origen: 1- *Lesiones Físicas*: causadas por la humedad, la suciedad, la erosión. *Lesiones Mecánicas*: sus causas se deben a un factor mecánico: grietas, fisuras, deformaciones, desprendimientos y erosión debida a esfuerzos mecánicos; 2- *Lesiones Químicas*: previamente a su aparición interviene un proceso químico (oxidación, corrosión, eflorescencias, organismos vivos, etc.). Según a qué área de la construcción afecten pueden clasificarse como: 1- Patologías de los acabados o lesiones menores;



2- Patologías de los suelos, en las que el comportamiento del suelo puede generar lesiones en el edificio; 3- Patología de los elementos estructurales del hormigón, que son las debidas a los esfuerzos no controlados. Para poder diagnosticar correctamente una patología primero debe conocerse el origen que causa la misma, de este modo podrá encontrarse la solución óptima para su reparación. (Tejera, 2003)

**Peligro x Vulnerabilidad = Riesgo de desastre:** Esto significa que si se acerca a "0" el peligro o la vulnerabilidad es muy poco probable que pueda producirse un desastre. Según los elementos expuestos al riesgo, éste se expresa en el número de personas afectadas o daños y pérdidas económicas esperadas y puede considerarse para un momento dado o para un período de tiempo determinado.

**Procedimiento:** Es la manera especificada de realizar una actividad o proceso, expresada mediante una secuencia de pasos que pueden incluir la preparación, la implementación y conclusión de la tarea. Cada paso puede ser una secuencia de actividades y cada actividad, una secuencia de acciones. (Ross, 2009).

**Prevención de desastres:** Medidas que forman parte del proceso de reducción de desastres, en particular de la gestión de riesgos de desastres y que deben realizarse en una etapa temprana del proceso del proceso inversionista y del planeamiento del desarrollo económico y social en general, con el fin de evitar que se produzcan daños y pérdidas que conlleven a situaciones potenciales de desastre lo que se debe lograr mediante la eliminación del riesgo. Se canaliza mediante programas y políticas a largo plazo para prevenir o eliminar los efectos de la ocurrencia de los desastres, reflejándose en las esferas jurídicas (legislativa), de planificación física, de obras públicas, de arquitectura y de investigación científico-técnica. El proceso de compatibilización del desarrollo económico y social con los intereses de la Defensa Civil aporta una gestión importante en la prevención de desastres. Puede considerarse como la forma más económica de la reducción de desastres, ya que por muy efectivas que sean el enfrentamiento y la recuperación, resultarán siempre mucho más costosas, tanto por las afectaciones que puedan ocasionar a la población como por el gasto de recursos materiales y humanos que se emplean y la incidencia en los indicadores económicos.

**Proyecto:** suele ser una serie de actividades encaminadas a la consecución de un objetivo, con un principio y final claramente definidos. La diferencia fundamental con los procesos y procedimientos estriba en la no repetitividad de los proyectos (Narváez et al, 2009).

**Riesgo de desastre:** Pérdidas esperadas, causadas por uno o varios peligros particulares que inciden simultáneamente o concatenadamente sobre uno o más elementos vulnerables en un tiempo, lugar y condiciones determinados. Puede expresarse como una relación entre la frecuencia (probabilidad) de manifestación de un peligro particular de desastre y las consecuencias (pérdidas) que pueden esperarse. Teóricamente el riesgo puede representarse mediante una sencilla ecuación matemática:

**Vulnerabilidad a los desastres:** Es la predisposición a sufrir pérdidas o daños, de los elementos bióticos o abióticos expuestos al impacto de un peligro de determinada severidad. Se relaciona directamente con las cualidades y propiedades del o de los elementos en cuestión en relación con el peligro o los peligros que podrían sobre ella. Incluye la vulnerabilidad física, estructural, no estructural, funcional y otras.

**Sismo, terremoto o temblor de tierra:** es un fenómeno geológico de carácter repentino que ocurre producto a una liberación súbita de energía en un punto de la corteza terrestre; este movimiento causa ondas de choque, también conocidas como *ondas sísmicas*, que se propagan desde el punto de origen y viajan a través de la Tierra. (Galbán, 2012)

**Suelos expansivos:** formaciones geológicas compuestas fundamentalmente por arcillas con un alto nivel de plasticidad, deformabilidad y porosidad. Su afectación se produce por el efecto de las cargas de las construcciones, que incide sobre éstas incrementando la cohesión del suelo debajo de la obra, además de mostrar un mal comportamiento ante sismos de gran magnitud al amplificarse las ondas sísmicas en la base de las edificaciones, razones por las cuales aparecen generalmente los agrietamientos y los hundimientos de las edificaciones, así como otras afectaciones en el terreno provocadas por el hinchamiento del mismo. (Galbán, 2012)

## **Términos asociados a las amenazas o peligros naturales:**

**Frentes fríos o Sistemas frontales:** Son sistemas de altas presiones clasificados según la velocidad de los vientos como: Débiles: velocidad de los vientos menor de 35 km/h; Mod-rados: velocidad de los vientos entre 36 y 55 km/h; Fuertes: velocidad de los vientos superior a 55 km/h.

**Baja extratropical:** También conocido como ciclón extratropical, es un centro de bajas presiones con circulación ciclónica, propios de latitudes medias y altas, al cual se asocian masas de aire con fuertes contrastes de temperatura, humedad y viento. Las fronteras entre estas masas son conocidas como líneas frontales o simplemente, frentes. En las cercanías del centro, los vientos son más intensos y se debilitan hacia la periferia.

**Depresión tropical:** Primer estadio o situación de inmadurez de un organismo ciclónico tropical, cuyos vientos no superan los 63 km/h y su centro se encuentra pobremente definido y organizado. En ellas no se manifiesta por lo general una caída significativa de la presión atmosférica. Generalmente es un fenómeno donde el factor de daño principal es el de las lluvias que lo acompañan.

**Tormenta tropical:** Fenómeno meteorológico que forma parte de la evolución de un ciclón tropical. Se denomina así este estadio de los ciclones tropicales, cuando la velocidad sostenida de los vientos máximos de superficie durante un minuto, es de 63 km/h a 118 km/h. En esta fase evolutiva se le asigna un nombre por orden de aparición anual y en términos del alfabeto, de acuerdo con la relación determinada para todo el año por el Comité de Huracanes de la Asociación Regional. Generalmente el factor destructivo más importante de las tormentas tropicales es de las lluvias intensas.

**Ciclón tropical:** Término genérico de un ciclón a escala sinóptica no acompañada de un sistema frontal sobre aguas tropicales o subtropicales y que tiene una convección organizada y una circulación de los vientos en superficie claramente ciclónica. En el Atlántico los ciclones tropicales se forman entre 5° y 35° N. El giro de los vientos es en dirección contraria a las ma-

necillas del reloj en el hemisferio norte. El ciclón tropical posee una extensa zona de influencia que puede alcanzar un diámetro de 800 km a 1000 km. Los ciclones tropicales tienen tres elementos peligrosos que hay que considerar: Fuertes vientos, Intensas lluvias, Mareas de tormenta o Surgencia. Se incluye dentro del término ciclón tropical a los estadios de depresión tropical, tormenta tropical y huracán. Según la velocidad de los vientos se clasifica en: "depresión tropical", cuando sus vientos máximos constantes alcanzan los 62 km/h; "tormenta tropical" cuando sus vientos máximos sostenidos se encuentran entre 63 km/h y 118 km/h y "huracán" cuando los vientos máximos sostenidos exceden los 118 km/h. El viento máximo siempre se observa en el sector derecho, donde su dirección coincide con la del movimiento de traslación del organismo.

**Huracán:** Estadio superior o etapa de madurez de un organismo ciclónico tropical, en el que se denota una circulación bien organizada de los vientos sobre un centro denominado ojo o vórtice, la velocidad de los vientos supera los 118 km/h y se aprecia una fuerte caída de la presión barométrica.

**Lluvias intensas:** Evento de carácter hidrometeorológico severo, cuya manifestación más destructiva está vinculada con las continuas, y fuertes lluvias en intervalo relativamente corto de tiempo sobre un territorio dado, que origina la salida de su cauce de los arroyos, cañadas y ríos, grandes avenidas y áreas de inundación. El nivel de estas precipitaciones es cuando mínimo del orden de los 100 milímetros en 24 horas.

**Sobre elevación del nivel medio del mar:** Aumento lento del nivel del mar, en plazos del orden de las centenas de años o más. Este término en el presente suele asociarse al incremento del nivel del mar con respecto a su valor medio actual a escala planetaria, debido al cambio climático previsto.

**Mar de leva:** Se define como la ola que su desplazamiento va más allá del frente de generación de oleaje, o como la ola residual que continúa su desplazamiento después de haber disminuido la velocidad del viento local. En ambos casos su altura es independiente de la velocidad y dirección del viento reinante.

**Surgencia:** Deformación de la superficie marina que acompaña a las circulaciones ciclónicas, sean tropicales o extra-

tropicales. Es una onda larga generada al paso de un ciclón, que provoca una elevación anormal del nivel del mar sobre la marea astronómica, y es causada por la combinación de la convergencia de los fuertes vientos con el efecto de barómetro invertido o disminución brusca de la presión atmosférica. Su máxima altura se observa en el sector derecho del ciclón. Al desplazarse hacia la costa, la altura de la onda se incrementa notablemente al sufrir el efecto de fondo (shoaling). Al sumarse a la marea de tormenta, la sobre elevación por la acción del oleaje, la resultante final es una sobre elevación de varios metros que puede generar peligrosas inundaciones costeras por penetración del mar en tierra.

**Penetración del mar:** Inundación costera por la acumulación de agua de mar sobre un terreno que habitualmente no sufre los efectos de la marea, por lo general en zonas bajas del litoral. El origen de las mismas se encuentra vinculado a un fenómeno meteorológico o sísmico que produce fuerte oleaje, sobre elevación del nivel del mar y la consecuente afectación a instalaciones, viviendas bienes de la población y recursos económicos en el litoral.

**Pérdidas:** Afectaciones sufridas por personas, animales, cultivos y otros recursos económicos y de la naturaleza vulnerables, expuestos al impacto de un determinado peligro (evento específico o múltiples). Se emplea frecuente como sinónimo el término “bajas” al referirse a las pérdidas humanas y “daños” respecto a los recursos económicos y del medio ambiente.

**Reducción de desastres:** Finalidad u objetivo de lograr evitar o disminuir el impacto y las consecuencias de los desastres en la sociedad y su desarrollo. Incluye el ciclo de actividades preventivas, de preparación, respuestas y recuperación, establecido con el fin de proteger a la población y la economía de los efectos destructivos de los desastres, empleando las herramientas de la gestión de riesgos de desastres. Internacionalmente se ha venido empleando el término “manejo de desastres” para referirse al total de actividades de distinta índole que se desarrollan con el objetivo de lograr la reducción de los desastres y que incluye las actividades de prevención y mitigación, preparativos, respuesta, rehabilitación y reconstrucción.

**Inundación:** Efecto generado por el flujo de una corriente cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva ordinariamente en daños que las aguas desbordadas ocasionan en zonas urbanas, tierras productivas y en general en valles y sitios bajos. Atendiendo a los lugares donde se producen las inundaciones pueden ser: costeras, fluviales, lacustres y pluviales según se registren en las costas marítimas, en las zonas aledañas a las márgenes de los ríos y lagos y en terrenos de topografía llana a causa de las lluvias excesivas y a la inexistencia o defecto del sistema de drenaje respectivamente. Los niveles de inundación dependen no sólo de las precipitaciones sino del grado de saturación que tiene el suelo y los días que lleva lloviendo.

**Inundación costera por penetración de mar:** Es la consecuencia de la elevación del nivel del mar y su penetración continua tierra adentro, producida por los efectos acumuladores de masa de la rompiente de oleaje, arrastre del viento, la combinación de ambos y por la surgencia asociada a los huracanes.

## **Términos asociados a la organización a la organización y estructura de la Gestión de Riesgo en Cuba.**

**Aviso de Defensa Civil:** Es la señal que advierte a la población o los órganos de dirección sobre la inminencia de que pueden resultar afectados por un fenómeno destructivo de origen natural o tecnológico, el cual puede dañar gravemente la actividad social y económica de una comunidad, región o país. Incluye, en relación con la agresión militar, la alarma aérea a la población, así como de otros tipos de peligros, además de la transmisión de diferentes situaciones a los Organismos de la Administración Central del Estado y las organizaciones de masas.

**Capacidad de afrontamiento:** La habilidad de la población, las organizaciones y los sistemas, mediante el uso de los recursos y las destrezas disponibles, de enfrentar y gestionar condiciones adversas, situaciones de emergencia o desastres. (Defensa Civil de Cuba, 2007).

**Capacidad:** La combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la consecución de los objetivos acordados. (Defensa Civil de Cuba, 2007).

**Concientización/sensibilización pública:** El grado de conocimiento común sobre el riesgo de desastres los factores que conducen a éstos y las acciones que pueden tomarse individual y colectivamente para reducir la exposición y la vulnerabilidad frente a las amenazas. (Defensa Civil de Cuba, 2007)

**Defensa Civil:** Es un sistema de medidas defensivas de carácter estatal llevadas a cabo en tiempo de paz y durante las situaciones excepcionales, con el propósito de proteger a la población y a la economía nacional contra los medios de destrucción del enemigo y en caso de desastres naturales u otros tipos de catástrofes, así como de las consecuencia del deterioro del medio ambiente. También comprende la realización de los trabajos de salvamento y reparación urgente de averías en los focos de destrucción o contaminación.

**Dirección de las medidas de Defensa Civil:** Es la influencia que se ejerce sobre los elementos del Sistema de Defensa de Civil mediante la planificación, organización, gestión y control,

así como una adecuada información, para garantizar el cumplimiento de las medidas de la Defensa Civil. Esta dirección se realiza en situación normal, en situaciones potenciales de desastre y al declararse situaciones excepcionales.

**Desarrollo de capacidades:** El proceso mediante el cual la población, las organizaciones y la sociedad estimulan y desarrollan sistemáticamente sus capacidades en el transcurso del tiempo, a fin de lograr sus objetivos sociales y económicos, a través de mejores conocimientos, habilidades, sistemas e instituciones, entre otras cosas. (Defensa Civil de Cuba, 2007)

**Desarrollo sostenible:** Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. (Defensa Civil de Cuba, 2007)

**Deslizamiento de tierra:** masa de rocas de baja consolidación o compactación que se ha movido o mueve cuesta abajo por la vertiente o talud (vertiente artificial) bajo el efecto de la gravedad, presión hidrodinámica (por efecto de sobresaturación), fuerzas sísmicas de diversos orígenes, etc. Estos agentes también pueden actuar en los deslizamientos de forma combinada. (Defensa Civil de Cuba, 2007)

**Evaluación del riesgo:** Una metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen. (Defensa Civil de Cuba, 2007)

**Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil:** Es el órgano principal de dirección y de control de Sistema de Defensa Civil, encargado de velar por el cumplimiento de las medidas de defensa civil para la protección de la población y la economía, las normas y convenios internacionales relativos a la protección civil, de los que la República de Cuba sea parte y de coordinar con el Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica, los programas de cooperación y ayuda Internacional en caso de catástrofes. Además tiene como atribuciones y



funciones las de organizar, coordinar y controlar el trabajo de los órganos y organismos estatales, entidades económicas e instituciones sociales en interés de proteger a la población y a la economía en relación con una agresión armada y cualquier tipo de situaciones de desastre.

**Plan para la reducción del riesgo de desastres:** Un documento que elabora una autoridad, un sector, una organización o una empresa para establecer metas y objetivos específicos para la reducción del riesgo de desastres, conjuntamente con las acciones afines para la consecución de los objetivos trazados. (Defensa Civil de Cuba, 2007).

**Sistema de alerta temprana:** El conjunto de capacidades necesarias para generar y difundir información de alerta que sea oportuna y significativa, con el fin de permitir que las personas, las comunidades y las organizaciones amenazadas por una amenaza se preparen y actúen de forma apropiada y con suficiente tiempo de anticipación para reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas o daños. (Defensa Civil de Cuba, 2007)

**Sistema de aviso a la población:** Conjunto de medidas y actividades de organización y medios técnicos de aviso, automatizados y manuales, relacionados entre sí, que forman parte del sistema de aviso del país y tiene como objetivo hacer llegar a la población las diferentes señales de alarma sobre posibles golpes del enemigo o por el peligro de la influencia de un fenómeno natural o las consecuencias de un accidente tecnológico u otras causas.

**Medidas de Defensa Civil:** Conjunto de actividades y tareas que se llevan a cabo por parte de los órganos y organismos estatales, entidades económicas e instituciones sociales, así como por los trabajadores y la población en general, con el fin de lograr su protección en relación con una agresión armada o ante la inminencia u ocurrencia de situaciones potenciales de desastre.

**Medidas preventivas de Defensa Civil:** Parte de una acepción popular y no técnica del término preventivo y se refiere a todas las actividades que se realizan antes del impacto de un fenómeno sobre los elementos vulnerables, tanto las de prevención (en su acepción técnica para la reducción de desastres)

como de preparativos para el enfrentamiento de situaciones de desastre, destinadas a reducir la magnitud y consecuencias de este tipo de fenómenos. Las que se adoptan ante la inminencia del impacto de un peligro se incluyen en los planes de medidas para caso de catástrofe y las que se desarrollan en situación normal (sin amenazas) deben formar parte de los programas socioeconómico y el proceso inversionista (las de prevención) o en la planificación corriente de actividades de los órganos y organismos estatales, entidades económicas e instituciones sociales.

**Mitigación:** La disminución o la limitación de los impactos adversos de las amenazas y los desastres afines. (Defensa Civil de Cuba, 2007)

**Preparación para la Defensa Civil:** Sistema de instrucción dirigido a todas las categorías de la población con el objetivo de capacitarlas lograr mayor eficiencia en el cumplimiento de las medidas y actividades de la Defensa Civil que corresponden a cada cual para enfrentar la inminencia u ocurrencia, tanto de una agresión armada como de diferentes situaciones de desastre y actuar durante la recuperación. Incluye la divulgación a la población a través de los medios de difusión masiva y el trabajo directo de las organizaciones de masas, de las normas de conducta, procedimientos de protección y acciones diversas que aseguren la mayor protección ante la amenaza de agresión y durante la misma, así como respecto a las situaciones potenciales de desastre.

**Preparativos para el enfrentamientos a los desastres:** Se denomina así a las actividades de organización que aseguren que ante la inminencia u ocurrencia de una situación de desastre, los sistemas apropiados, el procedimiento y los recursos, estén en el momento oportuno y en el lugar necesario para prestar ayuda a los afectados, a fin de disminuir al máximo los efectos adversos de un peligro mediante acciones de carácter preventivo, al mismo tiempo que contar con una organización apropiada y los suministros de materiales de emergencia después del impacto de un desastre, la creación y perfeccionamiento de la base legal y el sistema de dirección para casos de desastres.

**Plan de Medidas para Caso de Catástrofe:** Conjunto de documentos textuales y gráficos en los que se determina la planificación del cumplimiento de medidas para la protección de la población y la economía a partir de los peligros identificados, el grado de vulnerabilidad o susceptibilidad ante esos peligros de las fuerzas y medios existentes, previstos para actuar en situaciones potenciales de desastre. Se elabora partiendo de la documentación metodológica Correspondiente en las instituciones de base, territorios, las diferentes instancias de los órganos y organismos estatales, entidades económicas e instituciones sociales hasta el nivel nacional.

**Fase ciclónica:** Situación que se decreta para la adopción escalonada de medidas de protección de la población y la economía ante la inminencia de un organismo ciclónico, en presencia de éste o posterior a su paso. Las fases ciclónicas son:

**Fase informativa:** Se establece cuando el organismo se encuentra a no menos de 72 horas del territorio.

**Fase de alerta ciclónica:** Se establece cuando el organismo se encuentra a no menos de 48 horas de comenzar a afectar el territorio.

**Fase de alarma ciclónica:** Se establece cuando el organismo se encuentra a no menos de 24 horas de comenzar a afectar el territorio.

**Fase recuperativa:** Se establece cuando el organismo ciclónico deja de constituir un peligro para el territorio.

**Resiliencia:** La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. (Defensa Civil de Cuba, 2007)

1. Acosta, F. et al. 2007. "SIG y prevención de peligros naturales y antropogénicos. Implementación de una base de datos medio ambiental. Caso estudio: Atlas digital del municipio Centro Habana". VIII Taller Internacional "Informática y Geociencias" (GEOINFO'2007) GEOINF1-P4. Memorias en CD - ROM, ISBN: 978-959-7117-16.2.
2. AFP. 2017. "Tragedia en Mocoa sigue cobrando víctimas: número de muertos llegó a 301". Noticias Caracol. <http://noticias.caracoltv.com/colombia/tragedia-en-mocoa-sigue-cobrando-victimas-numero-de-muertos-llego-301>
3. Agudelo Tobon, L.; Escobar Bolívar, J. 2007. "Gestión por procesos". ICONTEC. 302 p. Medellín. Colombia.
4. Aguilar I.; Dante R. 2009. "Suelo". Monografías.com. <http://www.monografias.com/trabajos29/suelo/suelo.shtml>
5. Aguilar Martínez, M.; Méndez Calderón, I. 2007. "Base digital de pozos de la región Oriental, como patrimonio del conocimiento geológico". Segunda Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2007. Memorias en CD - ROM, ISBN: 978-959-7117-16.2
6. Alarcón Cárdenas, L.; Pellicer Armiñada, L. 2009. "Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas". Revista e Obras Públicas. 156 (3496): 45-52, ISSN, 0034-8619, España. [http://ropdigital.ciccp.es/public/detalle\\_articulo.php?registro=18732](http://ropdigital.ciccp.es/public/detalle_articulo.php?registro=18732).

7. Alcolea, Vivian et al. 2012. Plan general de Ordenamiento Urbano (PGOU ciudad Santiago de Cuba). Dirección Municipal de Planificación Física. Santiago de Cuba, 67 pp.
8. Almaguer Furnaguera, A. 2004. "Desarrollo local sostenible en la provincia de Santiago de Cuba posibilidades de cooperación internacional". Memorias del Taller Internacional de desarrollo local en municipios de ecosistemas frágiles. Proyecto Cauto Cuba – Canadá. Santiago de Cuba del 21 al 24 de Septiembre de 2004.
9. Álvarez, E.; Ruiz, J. M; Muñoz, S. 2000. "Metodología para la Evaluación Rápida por Análisis Dinámico de Sistemas Constructivos en Zonas Sísmicas, Ingeniería Estructural y Vial". Serie 3, ISPJAE, La Habana.
10. Álvarez, L.; Chuy, T.; Cotilla, M. 1991. "Peligrosidad Sísmica de Cuba. Una aproximación a la Regionalización Sísmica del Territorio Nacional". Revista Científica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Vol. 35.
11. AMA. (Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). 2014. *Cuba. Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte 1*. ISBN: 978-959-300-033-8. 110 p.
12. American Society for Testing and Materials. 1985. "Classification of Soils for Engineering Purposes" Annual Book of ASTM Standards. D 2487-83. 04.08. pp. 395-408. <http://www.astm.org/Standards/D2487.htm>
13. Anissimov, M. 2011. "What is Decision Theory?", wiseGEEK. <http://www.wisegeek.com/what-is-decision-theory.htm>.

14. Anónimo. 2009. Acción geológica del viento. Todo sobre geología. blogspot <http://todoacercadegeologia.blogspot.com/2009/03/accion-geologica-del-viento.html>Aparicio Florido, José Antonio. 2004. "Cálculo del riesgo aplicado a la protección civil". <http://www.proteccion-civil-andalucia.org/index.htm> . Consultado en Febrero 2009.
15. Anónimo. 2007. Desastre en la presa de tous. <http://www.alicantevivo.org/2007/06/desastre-en-la-presa-de-tous.html>
16. Anónimo. 2011. "Terremotos, maremotos, granizo muy pesado, relámpagos y truenos, el sol se pone oscuro y la luna como sangre: Datos sobre más de 40 desastres de esta naturaleza ocurridos a través de 2,500 años". Editorial La Paz, [http://www.editoriallapaz.org/apocalipsis\\_2\\_terremotos.htm](http://www.editoriallapaz.org/apocalipsis_2_terremotos.htm) .
17. Anónimo. 2007. Diagrama central geotermica. Tecnocampos calatrava. <http://tecnocamposcalatrava.files.wordpress.com/2009/01/diagrama-central-geotermica.png>
18. Anónimo. 2014. Dinámica fluvial. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Din%C3%A1mica\\_fluvial](https://es.wikipedia.org/wiki/Din%C3%A1mica_fluvial), consultado el 20 marzo de 2017.
19. Slovic, P. 1987. "Perception of risk.Science", 236, 280-285.
20. Arango Arias, E.; Del Pino Boytel, J. 2007. "Peligros geológicos relacionados con la geodinámica del norte caribeño: Peligro de Tsunami para Cuba". Segunda Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2007. Memorias en CD - ROM, ISBN: 978-959-7117-16.2
21. Arencibia Martínez, L. 2009. "Problemas sociales de la Ciencia, Tecnología, Derecho y su transcendencia en el medio

- ambiente". <http://www.monografias.com/trabajos76/problemas-sociales-ciencia-trascendencia-ambiente/problemas-sociales-ciencia-trascendencia-ambiente.shtml>
22. AIPCN. 1986. "Final Report of the International Commission for the Study of Locks". Bulletin nº 55.
  23. Ariza, Luis Miguel. 2010. Diez grandes catástrofes en la memoria. El país. 7 de febrero de 2010.
  24. Arriaza O.L. et al. 2008. "Contribución a la gestión ambiental del golfo de Batabanó, Cuba: Modelación numérica de las corrientes marinas". Revista de Investigaciones Marinas. 29 (2): 89-99. Cuba. <http://www.cim.uh.cu/rim/pdf/2008/2/2008-89.pdf>
  25. Sin autor. 2008. Avenida (hidrología). <http://es.wikipedia.org/wiki/Crecida>
  26. Ayala Carcedo, F.J. "Introducción a los riesgos geológicos". Instituto Geológico y Minero de España. Editorial Ríos Rosa, 23. 28003. Madrid. 1992.
  27. Ayala Carcedo, F.J.; Olcina Cantos, J. 2002. "Riesgos Naturales". Editorial Ariel, Barcelona.. ISBN 84-344-8034-4.
  28. Bahn, P. 1999. "Lost Cities". Ed. Welcome Rain. ISBN 1-56649-002-2, ISBN 978-1-56649-002-3.
  29. Batista Matos, R. 2006. "Cub@: Medio ambiente y Desarrollo", Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente, Año 6, No. 10, 2006 SSN: 1683-8904.
  30. Baxter, Wm. H. & Sagart, Laurent. 2011. "Old Chinese Reconstruction", p. 41. <http://web.archive.org/web/http://crlao.ehess.fr/docannexe.php?id=1207>
  31. Bayarri, Salvador. 2009. "Sistemas de información para la gestión del riesgo en la Comunidad Andina: Realidades y Propuestas". Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comu-

nidad Andina – PREDECAN. Primera Edición, Lima, Perú, [www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/SIST+INF.pdf](http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/SIST+INF.pdf)

32. Bebelagua, O.C, Viña N. B., Planas J. F. et al. 1991. "Atlas de Santiago de Cuba". Academia de Ciencias de Cuba, Santiago de Cuba.
33. Bell. F.B.; 2007. "Engineering Geology". Second Edition. Butterworth-Heinemann publications. ISBN-13: 978-0-7506-8077-6. Oxford. UK
34. Beltrán, A. L. 2010. "Premio de la Calidad a restauración de preuniversitario Rafael María de Mendive en Santiago de Cuba", Periódico Sierra Maestra digital, 13 de Marzo del 2010. ISSN 1681- 9969. <http://edicionesanteriores.sierramaestra.cu/esp/noticia/13calidadmendive0308130.html>
35. Benedetti D.; Petrini V. 1984. "Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: Proposte di un método di valutazione, L'industria delle Costruzioni". Vol. 149, pp. 66-78, Roma, Italia.
36. Bermúdez, González Fernando. 2012. "El desarrollo sostenible en Cuba: situación actual y perspectiva". 8vo Congreso Internacional de educación Superior, Universidad' 2012. Palacio de las convenciones, la Habana. ISBN. 978-959-1614-34-6.
37. Bieri, Stephan, 2005 "Disaster Risk Management and the Systems Approach". <http://www.drmonline.net./drmlibrary/pdfs/systemsapproach.pdf>. Consultado en Diciembre 2007.
38. Bingham, H. 2003. "Lost City of the Incas". Ed. Phoenix Press. ISBN 978-1-84212-585-4
39. Blake, Eric S; Landsea, Christopher W; Gibney, Ethan J; Centro de Datos Climáticos Nacional; Centro Nacional de Huracanes. 2011. "The deadliest, costliest and most intense United States tropical cyclones from 1851 to 2010 (and other frequently requested hurricane facts)". NOAA Technical Memorandum NWS NHC-6 (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica). p. 47.



40. Boardman, A. E. 2005. "Análisis de costes y beneficios: Conceptos y práctica". (2da edición). Editorial Amazon.
41. Botero, C. y Milanés Celene. 2015. (Edtrs). *APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros*. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
42. Brito A. Lourdes, Guasch G y machado L. 2010. "Climatología de los ciclones tropicales que han afectado a Santiago de Cuba en el período 1900-2010". Centro Provincial de Meteorología, Santiago de Cuba, 10 pp.
43. Brusi, D.; Roqué, C. 2003. "Los riesgos geológicos. Algunas consideraciones didácticas". Terceres Jornades del CRECIT. La didáctica dels riscos naturals. [http://www.cenma.ad/webcenma/3es%20jornades/4Riscos\\_Riesgos/2\\_Castellano/Riesgosgeologicos.pdf](http://www.cenma.ad/webcenma/3es%20jornades/4Riscos_Riesgos/2_Castellano/Riesgosgeologicos.pdf).
44. Bryan, T. Scott. 1995. "The geysers of Yellowstone. Niwot, Colorado". Prensa de la Universidad de Colorado. ISBN 0-87081-365-X.
45. Burj\_Al\_Arab. 2008. Wikipedia enciclopedia. [es.wikipedia.org/wiki/Burj\\_Al\\_Arab](http://es.wikipedia.org/wiki/Burj_Al_Arab)
46. Burton, I., R. W. Kates, and G. F. White. 1978. "Disaster Warning Systems". Chapter: The Environment as Hazard. . J. A. 1971. Disaster-Storm Ahead. The Hogg Foundation for Mental Health, Austin, Texas. [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-6093-6\\_6](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-6093-6_6)
47. Calderin Medina, Carmen; Salas Díaz Adalberto. 2016. "Las Regulaciones Urbanísticas y la Actualización de la Estrategia del Hábitat: Contribución a la resiliencia urbana de la ciudad Santiago de Cuba". Taller Final del Proyecto "Contribución a la Elevación de la Resiliencia de las Principales Ciudades de Cuba".

48. Calderín, F. 2002. "Evaluación de la seguridad sísmica de los edificios de hormigón armado". Tesis doctoral, Archivos Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
49. Camacho Casado, L. 2010. "Integrar, palabra de orden en la gestión empresarial". Opciones.CU, Semanario Económico y Financiero de Cuba, 11 de Febrero del 2010. <http://www.opciones.cu/leer.asp?idnuevo=4143>
50. Canadian environmental assessment agency. 1995. "Canadian Environmental Assessment Act". Government of Canada. [http://www.ceaa.gc.ca/013/0005/legal\\_text\\_e.htm](http://www.ceaa.gc.ca/013/0005/legal_text_e.htm).
51. Candebat, D y Chuy, T. 2012. "Estimación del Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo sísmico de las ciudades de Santiago de Cuba y Palma Soriano". Fondos del CENAIIS y AMA.
52. Candebat, D, Fagundo, K y Rivera, Z. 2012. "Un edificio colonial santiaguero. Estado técnico actual y propuestas para su rehabilitación". Revista Ciencia en su PC. ISBN: 1027-2887. 15 pp.
53. Canter W, L. 1998. "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". Mac Graw Hill, USA, 2da ed.,
54. Canadian environmental assessment agency. 1984. "Environmental Assessment and Review Process (EARP) Guidelines Order". Government of Canada. [http://www.ceaa.gc.ca/013/0002/earp\\_go\\_e.htm](http://www.ceaa.gc.ca/013/0002/earp_go_e.htm)
55. Cardona, O. D. 2003. "Gestión integral de riesgos y desastres". Doctorado en Ingeniería civil. Universidad Politécnica de Cataluña. Escuela Técnica Superior de Ingeniería en Caminos, Canales y Puertos. Barcelona. España.
56. Cardona, O. D. 1991. "Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones y centros urbanos", VII Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente - IX Jornadas Estructurales, SCI/AIS/MOPT, Bogotá, octubre 1991.

57. Cardona, O. D. 2001. "Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo: Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo". Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina. <http://www.desenredando.org/public/libros>.
58. CARIPOL: 1980. "Manual of Petroleum Pollution Monitoring". LAB (4301), Rickenbaker, Causing. Miami, Fla. 14 pp.
59. Carrillo, D.; Echavarría, B.; Castellanos, E.; Triff, J.; Núñez, K. 2009. "Léxico Estratigráfico de Cuba". Instituto de Geología y Paleontología.
60. Carta de Belgrado. 1975. Seminario Internacional de Educación Ambiental. (Belgrado, 13 - 22 de octubre de 1975). Una Estructura Global para la Educación Ambiental. 1975. <http://www.jmarcano.com/educa/docs/belgrado.html>.
61. Castañeda Herris, S; Guardado Lacaba, R. 2006. "Zonación ingeniero geológica de peligrosidad y riesgo por inundación del territorio de Sagua de Tánamo". Revista Minería y Geología V- 22, N- 2, ISSN 0258 5979.
62. Castellanos, E. *et al.* 2007. "Aplicación de técnicas geofísicas para la caracterización de deslizamientos en Cuba. Escala 1:250 000." Instituto de Geología y Paleontología. Segunda Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2007. Memorias en CD - ROM, ISBN: 978-959-7117-16.2
63. Castellanos, E., *et al.*, 2012. "Guía metodológica para el estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo por deslizamientos de terreno a nivel municipal". Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. Grupo Nacional de Evaluación de Riesgo. Cuba.

64. Castellanos, E; Suárez Leyva, Valia; Chang B, Jorge Luis; Stout Smith, Rubén; Prieto Castro, Fidel. 2007. "Aplicación de técnicas geofísicas para la caracterización de deslizamientos en Cuba. Escala 1:250 000." Instituto de Geología y Paleontología. Segunda Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2007. Memorias en CD - ROM, ISBN: 978-959-7117-16.2
65. Castellanos, María Elena; León, Ángel Raúl; Abrahantes, Maritza y Miranda, Clara Elisa. 2011. "La Educación Ambiental para la participación comunitaria en la Gestión del Riesgo Ambiental en la zona costera". Convención de medio ambiente y desarrollo. La Habana.
66. Cater, John. 2002. "The Study of Earth History: The Key to the Future". Published by Taylor & Francis. UK. ISBN 0-203-34564-9
67. CGACC. 2015. Ejercicio 3. Definición y medición de la vulnerabilidad ante el cambio climático. Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático (CGACC) del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de México en Taller Plataforma de Colaboración entre la República de Corea y la República Mexicana.
68. CENCREM. 2008. "Biografía de Don Francisco de Albear y Fernández de Lara (1816-1887)", [http://www.cencrem.co.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=123:francisco-de-albear-y-fernandez-de-lara-1816-1887&catid=29:monumentos&Itemid=76](http://www.cencrem.co.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=123:francisco-de-albear-y-fernandez-de-lara-1816-1887&catid=29:monumentos&Itemid=76).
69. CERAM C. W. 1949. Dioses, tumbas y sabios. Editorial Orbis, ISBN 84-7530-941-0.
70. Cervantes Guerra, Y. *et al.* 2011. "Metales traza en sedimentos de la bahía de Cayo Moa (Cuba): evaluación preliminar de la contaminación". Revista Minería y Geología. V.27 n.4, octubre-diciembre, p. 1-19, 2011. ISSN 1993 8012

71. Céspedes Mora, Vivian María. 2003. "Lecciones aprendidas en desastres y la gestión del conocimiento en salud y desastres". [http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol19\\_3\\_03/mgi08303.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol19_3_03/mgi08303.htm)
72. Chardon, A. & González, J. 2002. "Programa de Información e Indicadores de Gestión de Riesgos". Primer acercamiento a conceptos, características y metodologías de análisis y evaluación. Manizales – Colombia.
73. Chávez, Juan Carlos. 2012. "Huracán Sandy deja este la de destrucción en oriente de Cuba". El Nuevo Herald. Consultado el 25 de octubre de 2012. <http://www.elnuevoherald.com/2012/10/25/1329612/sandy-deja-estela-de-destrucci%C3%B3n.html>
74. Chen Ji and Gavin Hayes. 2008. "Finite Fault Model of the May 12, 2008 Mw 7.9 Eastern Sichuan, China Earthquake". United States Geological Survey - National Earthquake Information Center. [http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2008/us2008ryan/finite\\_fault.php](http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2008/us2008ryan/finite_fault.php)
75. Chichaco, E. 2007. "Caracterización del riesgo geológico del barrio Villa María, manzana 4, corregimiento Las Cumbres, Distrito de Panamá". Jornadas Internacionales sobre Gestión del Riesgo de Inundaciones y Deslizamientos de Laderas. Brasil. <http://www.igc.up.ac.pa>.
76. Chuy Rodríguez, T. J. 1999. "Macrosísmica de Cuba y su aplicación en los estimados de Peligrosidad y Microzonación Sísmica". Tesis en opción de Grado de Doctor en Ciencias Geofísicas. Fondos del CENAIIS e Instituto de Geofísica y Astronomía, 273pp.
77. Chuy Rodríguez, T. J.; Puente González, Guillermo. 2005. "Impacto de fenómenos naturales. Una valoración imprescindible para el desarrollo sostenible de zonas costeras de Santiago de Cuba". CD Memorias, Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras. "CARICOSTAS 2005". ISBN 959-207-195-0.

78. Chuy Rodríguez, T.J., 2010. "Experiencias obtenidas en la formación profesional de los de ingenieros y arquitectos utilizando el conocimiento de la sismicidad y el peligro sísmico de Cuba", CD.ROM, Memorias, II Convención de las ingenierías de la Geociencias y las Químicas. Editorial Obras. ISBN 978- 959-247-077-4. La Habana,
79. CITMA. 2010. "Estrategia Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica 2010-2014", Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Cuba. 2008.
80. Clancey, Gregory. 2006. "Earthquake Nation: The Cultural Politics of Japanese Seismicity". Berkeley: University of California Press. 10-ISBN 0-520-24607-1; 13-ISBN 978-0-520-24607-2 (tela) <http://books.google.com.sg/books?id=m0eUSUtm0iMC>
81. Clement, R. 1996. "Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis". 2nd edition. Belmont CA: Duxbury Press,
82. Colectivo de autores, 2008. Lineamientos metodológicos para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundación por penetraciones del mar, inundación por intensas lluvias y afectaciones por fuertes vientos.
83. Colectivo de autores, 2010. Generalidades sobre el proceso de reducción de desastres. Presentación de la defensa civil de Cuba.
84. Colectivo de Autores. 2000. "Derecho Ambiental Cubano". Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
85. Colectivo de autores. 2005. "Por qué la gestión por procesos". Excelencia Empresarial, España. <http://web.jet.es/amozarrain/index.html>.
86. Colectivo de autores. 1999. "Tecnología y sociedad". Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología (GEST). Editorial Félix Varela, La Habana. Cuba.
87. Colectivo de autores. 2009. "Gestión de riesgos", Wikipedia. [http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n\\_de\\_riesgos](http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_riesgos) .

88. CONAM. 2006 "Aprueban la Directiva Metodología para la Zonificación Ecológica y Económica". (28 de abril de 2006). <http://sinia.minam.gob.pe/admElemento.php?accion=bajar&idDocAdjunto=161>
89. Colectivo de autores. 2007. "Consenso Científico sobre la Biodiversidad y Bienestar Humano". Green facts. <http://www.greenfacts.org/es/biodiversidad/index.htm>
90. Colectivo de autores. 2007. "Consenso Científico sobre la Desertificación". <http://www.greenfacts.org/es/desertificacion/l-2/6-prevencion-sostenibilidad.htm>
91. Cordis, 2011. "Todos los Estados miembros al unísono en un proyecto contra los peligros geológicos: Proyecto PANGEO". [http://www.fecyt.es/fecyt/detalle.do?strRutaNivel2=;SalaPrensa;noticias32cientificas&strRutaNivel1=;SalaPrensa&tc=noticias\\_cientificas&id=180600](http://www.fecyt.es/fecyt/detalle.do?strRutaNivel2=;SalaPrensa;noticias32cientificas&strRutaNivel1=;SalaPrensa&tc=noticias_cientificas&id=180600)
92. Corominas, J.; García Yagüe, A. 1997. "Terminología de los movimientos de ladera". IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Vol. 3: 1051-1072, España.
93. Corpas Toledo, A. 2009. "Paquete tecnológico para las investigaciones ingenieras". 3ra. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2009. Memorias en CD-ROM, ISBN: 978-959-7117-19-3.
94. Corriente fluvial. [http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente\\_fluvial](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_fluvial)
95. Coulaud, P. 2010. "El Esquema de Ordenamiento Territorial, Zona de Influencia Nueva Troncal de Occidente 1990- 2010". Corporación para el Desarrollo de Caldas, Manizales, Colombia.
96. Crespo Villalaz, Carlos. 2004. "Mecánica de suelos y cimentaciones". 5ta. Edición. Editorial Limusa, Noriega editores. España. ISBN: 9681864891, 9789681864897.
97. Cris. 2008. Los 10 desastres naturales más extraños de la historia. La Reserva. Mar, 28/10/2008. <http://www.lareserva.com/home/trackback/457>

98. Dario, B.: 2009. "DATA WAREHOUSING: Investigación y Sistematización de Conceptos - HEFESTO: Metodología propia para la Construcción de un Data Warehouse", Licencia de Documentación Libre de GNU, Versión 1.2. Argentina, <https://sourceforge.net/projects/bihefesto/files/Hefesto/>
99. De Bureau Veritas, D.R. "La gestión tradicional y la gestión por procesos: Producción, procesos y operaciones". 2005. <http://www.gestiopolis.com/recursos4/archivo/deger/gestitra.zip>
100. De Lucas, J. *et al.* 2006. "Introducción a la Teoría del Derecho". La Habana: Félix Varela, p. 304.
101. Declaración de Comodoro Rivadavia. 2000. Tercer Encuentro Internacional en Patagonia para el Desarrollo Sustentable. Comodoro Rivadavia, Provincia de Chubut, Argentina, 2-4 de noviembre de 2000. <http://www.jmarcano.com/educa/docs/comodoro.html>.
102. Declaración de Estocolmo. 1972. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente Humano. Estocolmo, Suecia, 5-16 de junio de 1972. <http://www.jmarcano.com/educa/docs/estocolmo.html>.
103. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo. 1992. [http://www.bioculturaldiversity.net/Downloads/Papers/Rio\\_declaration\\_Spanish.pdf](http://www.bioculturaldiversity.net/Downloads/Papers/Rio_declaration_Spanish.pdf).
104. Declaración de Salónica. Conferencia Internacional Medio Ambiente y Sociedad: Educación y Sensibilización para la Sostenibilidad. 1997. Salónica, Grecia, 8-12 de diciembre de 1997. <http://www.jmarcano.com/educa/docs/salonica.html>.



105. Declaración de Talloires. 1990. Declaración de Líderes de Universidades para un Futuro Sostenible Talloires, Francia, octubre de 1990. <http://www.jmarcano.com/educa/docs/talloires.html>.
106. Declaración de Tbilisi. 1977. Declaración de la Conferencia Intergubernamental de Tbilisi sobre Educación Ambiental. Tbilisi, Georgia, 14-26 de octubre de 1977. <http://www.jmarcano.com/educa/docs/tbilisi.html>.
107. Declaración Final del ALBA sobre la Cumbre de Copenhague | Cubadebate, 2009. <http://www.cubadebate.cu/especiales/2009/12/19/declaracion-final-del-alba>.
108. Decreto Ley 118, de "Estructura, Organización y Funcionamiento del Sistema Nacional de Protección del Medio Ambiente y su Órgano Rector", de 18 de enero de 1990.
109. Decreto Ley No. 212/2000. "Gestión de la Zona Costera". Gaceta Oficial de la República de Cuba, La Habana, 2000.
110. Decreto 179/1993 "Protección, uso y conservación de los suelos y sus contravenciones". Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana, año 1993.
111. Decreto 199/1995 de 10 de abril, "Contravenciones de las regulaciones para la protección y uso racional de los recursos Hidráulicos". Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana, año 1995.
112. Decreto Ley 252/2007, "Sobre la Continuidad y el Fortalecimiento del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Cubano". Del vice Presidente del Consejo de Estado. Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana, año 2007. <http://www.pppcfgos.co.cu/documentacion/perfeccionamiento/decreto252.pdf>

113. Decreto Ley No. 211. "Modificativo de la Ley No 65 de 23 de diciembre de 1988, Ley General de la Vivienda". Gaceta Oficial de la República de Cuba. Página 27. Ministerio de Justicia. La Habana, lunes 24 de julio del 2000.
114. Decreto Ley No. 262/1999 "Reglamento para la compatibilización del desarrollo económico-social del país con los intereses de la defensa". Del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Cuba, 1999. [www.uh.cu/infogral/areasuh/defensa/dl262.htm](http://www.uh.cu/infogral/areasuh/defensa/dl262.htm)
115. Decreto Ley No.170 "Sistema de Medidas de Defensa Civil". Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. [http://www.ecured.cu/index.php?title=Decreto\\_Ley\\_No.170\\_del\\_Sistema\\_de\\_Medidas\\_de\\_Defensa\\_Civil&action=edit&redlink=1](http://www.ecured.cu/index.php?title=Decreto_Ley_No.170_del_Sistema_de_Medidas_de_Defensa_Civil&action=edit&redlink=1)
116. Decreto No. 272/2001. "De las contravenciones en materia de ordenamiento territorial y de urbanismo". Del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. Ministerio de Economía y Planificación. 2001.
117. Decreto No.205. "Sobre la Preparación de la economía para la Defensa". Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. [http://www.ecured.cu/index.php?title=Decreto\\_No.205\\_del\\_Comit%C3%A9\\_Ejecutivo\\_del\\_Consejo\\_de\\_Ministros\\_sobre\\_la\\_Preparaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_econom%C3%ADa\\_para\\_la\\_Defensa&action=edit&redlink=1](http://www.ecured.cu/index.php?title=Decreto_No.205_del_Comit%C3%A9_Ejecutivo_del_Consejo_de_Ministros_sobre_la_Preparaci%C3%B3n_de_la_econom%C3%ADa_para_la_Defensa&action=edit&redlink=1)
118. Decreto-ley 182/1998. "Normalización y Calidad". Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana, año 1998.

119. Defensa Civil de Cuba. 2012. "Guía metodológica para la organización del proceso de reducción de desastres". Estado Mayor Nacional. La Habana.
120. Defensa Civil de Cuba. 2007. "Guía para la realización de estudios de riesgo para situaciones de desastres". Estado Mayor Nacional. La Habana.
121. Defensa Civil de Cuba. 2001. "Normas para la proyección y ejecución de las medidas técnico – ingenieras de la Defensa Civil". Estado Mayor Nacional. La Habana.
122. Defensa Civil de Cuba. 2005. "Programa de Comunicación para la Reducción de Desastres en Cuba". Estado Mayor Nacional. La Habana.
123. Definición de meta, 2010. <http://definicion.de/meta>.
124. Definición de multidisciplinariedad <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071018100353AAB6Up4>.
125. Demeritt, M. "Esri and DOI Introduce Landsat Data for the World: Free Online Services Make It Easy to Add Landsat Data to Any Project", 2011. <http://www.esri.com/news/releases/11-2qtr/esri-and-doi-introduce-landsat-data-for-the-world.html>.
126. Directiva No. 1/2005 del Vicepresidente el Consejo de Defensa Nacional "Para la planificación, organización y preparación del país para las situaciones de desastres". 2004. [www.medioambiente.cu/revistama/10\\_04.asp](http://www.medioambiente.cu/revistama/10_04.asp).
127. Directiva No. 1/2010 del Vicepresidente el Consejo de Defensa Nacional "Para la planificación, organización y preparación del país para las situaciones de desastres". 2010. [www.medioambiente.cu/revistama/10\\_04.asp](http://www.medioambiente.cu/revistama/10_04.asp).
128. Durán Vargas, Luis Rolando. 2010. "Terremoto en Haití: las causas persistentes de un desastre que no ha terminado". Revista Nueva Sociedad 226, Marzo - Abril 2010, ISSN: 0251-3552. <http://nuso.org/articulo/terremoto-en-haiti-las-causas-persistentes-de-un-desastre-que-no-ha-terminado/b>

129. Earthquake Engineering Research Institute. 2006. "The Kashmir earthquake of October 8, 2005: Impacts in Pakistan". <http://reliefweb.int/report/pakistan/kashmir-earthquake-october-8-2005-impacts-pakistan>
130. Eichmann, Adolf. 1982. Yo, Adolf Eichmann. Un testimonio histórico. Editorial PLANETA S.A. ISBN: 843203620X. Barcelona. España. [https://www.unilib.com/ficha/yo-adolf-eichmann-un-testimonio-historico-eichmann-adolf\\_55086297/](https://www.unilib.com/ficha/yo-adolf-eichmann-un-testimonio-historico-eichmann-adolf_55086297/)
131. Erosión fluvial. <http://www.astromia.com/tierraluna/erosion-fluvial>.
132. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de Cuba. 2007. "Guía para la realización de estudios de riesgo para situaciones de desastres". La Habana.
133. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres en Las Américas. 2006. <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>.
134. Eurocódigo 8. Parte 5. "Estructuras en Zonas Sísmicas. Proyecto de Cimentaciones. Estructuras de contención y Aspectos Geotécnicos". 1998.
135. Eurocódigo EC0: Bases del Proyecto Estructural. 2001.
136. Eurocódigo EC7: Proyecto Geotécnico. Parte I. Reglas Generales. 2003.
137. EUROPA PRESS. 2017. "Cruz Roja de Colombia eleva a 320 el balance de muertos en las inundaciones y avalanchas de Mocoa". [http://www.expansion.com/agencia/europa\\_press/2017/04/13/20170413004754.html](http://www.expansion.com/agencia/europa_press/2017/04/13/20170413004754.html)
138. FAO, 2013. "Hunger Portal". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. <http://www.fao.org/hunger/es/> Consultado el 3 de abril de 2017.

139. Fassbender, H.W.; Bornermisza, E. 1987. "Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina". IICA, San José, Costa Rica
140. Fernández de la Cruz, C. *et al.* 2009. "Metodología para la evaluación de aspectos e impactos ambientales en áreas vinculadas con los procesos claves del CEINPET (Proyectos I + D Y SCT)". 3ra. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2009. Memorias en CD-ROM, ISBN: 978-959-7117-19-3.
141. Fernández Mario, Chavarría Alfredo. 2012. "Hacia la Sociedad de la información y el conocimiento". Capítulo 8: Las TIC y la gestión del riesgo a desastres. Costa Rica.
142. Fiske, R. S. 1984. "Volcanologists, Journalists, and the Concerned Local Public: A Tale of Two Crises in the Eastern Caribbean, Studies in Geophysics: Explosive Volcanism". National Academy Press, Washington D.C.
143. Fournier, d'Albe E. M. 1985. "The Quantification of Seismic Hazard for the Purposes of Risk Assessment", International Conference on Reconstruction, Restauration and Urban Planning of Towns and Regions in Seismic Prone Areas, Skopje.
144. Frómeta Salas, Z.P. "Caracterización y evaluación de los aceros de refuerzo producidos por ACINOX Las Tunas para su empleo en zonas sísmicas", Tesis doctoral, Universidad de Oriente, Facultad de Construcciones. 2009.
145. Fulltono com, 2011. Los 10 Peores Tsunamis de la Historia. 13 de julio de 2011. <http://top10.fulltono.com/los-10-peores-tsunamis-de-la-historia#ixzz1S5Q5Sxd>
146. Funvisis. 2009. Amenaza Sísmica. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. Disponible en <http://www.funvisis.gob.ve/amenaza.php> Consultado el 31 marzo de 2017.
147. Galbán Rodríguez, L. 2009. "El modelo de gestión por procesos en la evaluación de riesgos geológicos en la provincia Santiago de Cuba. Un ensayo preliminar". Rev. Mapping, ISSN 1131-

9100, Nº 132, págs. 18-23. España. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2913108>

148. Galbán Rodríguez, L. 2009. "Modelo para la gestión del riesgo geológico en los procesos constructivos y de infraestructura". Revista de Obras Públicas: Órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, ISSN 0034-8619, Nº. 3500, págs. 39-50. España.
149. Galbán Rodríguez, L.; Chuy Rodríguez T.J.; Vidaud Quintana, I.. 2010. "Advances in risk management". Capítulo 11: "Model for geological risk management in the building and infrastructure processes". Editado por: Giancarlo Nota. Editorial SCIYO. Croacia. ISBN: 978-953-307-138-1.
150. Galbán Rodriguez, L.; Vidaud Quintana I.; Chuy Rodriguez T.J., Ruíz Ruíz J.M.; Calderín Mestre, F.; Álvarez Deulofeu E. 2011, "Reflexions on multidisciplinary and geologic risk management in Cuba". Earth Sciences Research Journal, Volúmen 15, No 2, Diciembre 2011, Bogotá, Colombia. ISSN: 1131-9100, <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/esrj/article/view/27720/27962>
151. Galbán Rodríguez, Liber. 2012. Geología básica aplicada. Elementos básicos de la ingeniería geológica aplicados a la ingeniería civil e hidráulica. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-659-04793-0 Madrid. España.
152. Galbán Rodríguez, Liber. 2014. "Procedimiento para la gestión y reducción de riesgos geológicos en la provincia Santiago de Cuba". Tesis en opción al título de Doctor en ciencias geológicas. Archivos del Departamento de Geología, Facultad de Geología y Minería, Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Holguín, Cuba.
153. Galbán Rodríguez, Liber; Vidaud Quintana Ingrid N.; Chuy Rodríguez Tomás Jacinto. 2012. Indicadores más comunes en la evaluación de riesgos geológicos. Indicadores cualitativos y cuantitativos para la evaluación de peligro, vulnerabilidad y riesgos geológicos. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-8484-6869-0. Madrid. España.

154. García Leyton, L.A., 2004. "Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales", Tesis Doctoral, Programa de Doctorado de Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica de Cataluña. <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0803104-125133>.
155. García López-Davalillo, Juan Carlos. 2005. "Proyecto: Análisis de la Vulnerabilidad por movimientos de ladera: Desarrollo de las metodologías para la evaluación y cartografía de la vulnerabilidad". Instituto Geológico y Minero de España. Sistema de información documental. 220 p. [http://info.igme.es/SIDIMAGE-NES/113000/263/113263\\_0000010.PDF](http://info.igme.es/SIDIMAGE-NES/113000/263/113263_0000010.PDF)
156. Gardiner, Lisa. 2008. El gran terremoto de San Francisco de 1906. [http://www.windows2universe.org/earth/geology/quake\\_1906.html&lang=sp](http://www.windows2universe.org/earth/geology/quake_1906.html&lang=sp)
157. Gardner, B. 2007. "Concepto de indicador", Conceptos.com. <http://deconceptos.com/general/indicador>.
158. GEDRES. 2004. "Guías para la realización de los Estudios de Riesgos de Desastres". Facultad de Arquitectura, ISPJAE José Antonio Echeverría. Ciudad de la Habana.
159. Glennon, J.A., Pfaff, R.M. (2003). The extraordinary thermal activity of El Tatio Geyser Field, Antofagasta Region, Chile, Asociación de Observación y Estudio de Géisers (GOSA) Transacciones, vol 8. pp. 31-78.
160. Goodwin, P.; Wright, G. "Decision Analysis for Management Judgment". 3rd edition. Chichester: Wiley, 2004. ISBN 0-470-86108-8
161. Goto, K.; Tada, R.; Tajika, E.; Iturralde Vinent, M.A. et al. 2008. "Lateral lithological and compositional variations of the Cretaceous/Tertiary deep-sea tsunami deposits in northwestern Cuba. Cretaceous Research". Rev. Acta Geológica Hispana. V. 29, n. 2, p 217-236. [http://www.redciencia.cu/cdorigen/arca/paper/2008\\_Goto%20et%20al\\_Iturralde\\_Creta%20Res\\_KT%20deep-sea%20tsunami%20deposits%20in%20northwestern%20Cuba.pdf](http://www.redciencia.cu/cdorigen/arca/paper/2008_Goto%20et%20al_Iturralde_Creta%20Res_KT%20deep-sea%20tsunami%20deposits%20in%20northwestern%20Cuba.pdf).

162. Grupo multidisciplinario. 2011. "Estudios de peligros, vulnerabilidad y riesgos de deslizamientos de tierra". Informe final, Holguín, Cuba.
163. Grupo Nacional de Evaluación de Riesgos. 2008. "Lineamientos metodológicos para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundación por penetración del mar, inundación por intensas lluvias y afectaciones por fuertes vientos". Agencia de Medio Ambiente. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.
164. Guach Hechavarría, F. "Modelos para la gestión de los riesgos geológicos". 3ra. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2009. Memorias en CD-ROM, ISBN: 978-959-7117-19-3.
165. Guardado Lacaba R.; Vallejo Raposo, Olga. 2005. "Propuesta de indicadores ambientales sectoriales para el territorio de Moa", Internacional Materials Assessment and Application Center - Red ALFA/CYTED. [http://200.20.105.7/cyted-xiii/Downloads/IndicadoresSostenibilidad\\_Espanhol\\_Portugues/IndicadoresSostenibilidad\\_Capitulos/Capitulo\\_III/19\\_CUBA\\_RafaelGuardado\\_OlgaVallejo.pdf](http://200.20.105.7/cyted-xiii/Downloads/IndicadoresSostenibilidad_Espanhol_Portugues/IndicadoresSostenibilidad_Capitulos/Capitulo_III/19_CUBA_RafaelGuardado_OlgaVallejo.pdf).
166. Guardado Lacaba, R. 2010. "Componentes e indicadores de los riesgos catastróficos". Curso Seminario Prevención y Gestión de Riesgos Climáticos y Geodinámicos en República Dominicana y El Caribe. Santo Domingo, República Dominicana.
167. Guasch Hechavarría F. 2013. "Impacto del Huracán Sandy y Retos de MIZC en la Provincia de Santiago de Cuba". V Conferencia Internacional de MIZC. Carcisos'2013. Santiago de Cuba. 11-13 mayo 2013
168. Guasch Hechavarría, Fernando; Vega Cuza, Ibia; Escobar Pérez, Eric. 2008. "Manual didáctico para la capacitación comunitaria en gestión del riesgo de desastres en Nicaragua". Proyecto fortalecimiento de la capacidad de respuesta del municipio El Crucero ante las emergencias. Impreso por Empre5ª gráfica Haydee Santamaría.



169. Guía de Reasentamiento para poblaciones en riesgo de desastre / Elena Correa, Haris Sanahuja, Fernando Ramírez. Banco Mundial: GFDRR, 2011.
170. Guzmán Paloma. 2014. Las zonas de amortiguamiento, instrumentos para la conservación y gestión del patrimonio cultural mundial.
171. HAMILTON, ROSANNA L. El Interior de la Tierra y la Tectónica de Placas. <http://www.solarviews.com/span/earthint.htm#int>
172. Hatcher Childress, D. "Lost Cities and Ancient Mysteries of South America (Lost Cities Series)", Ed. Adventures Unlimited Press. 1986. ISBN 0-932813-02-X, ISBN 978-0-932813-02-2
173. Henry, Alfred J. (abril de 1925). «THE TORNADOES OF MARCH 18, 1925». *Monthly Weather Review* (American Meteorological Society) 53 (4): 141-5. doi:10.1175/1520-0493(1925)53<141:TTOM>2.0.CO;2. <http://ams.allenpress.com/perlserv/?request=get-abstract&doi=10.1175%2F1520-0493%281925%2953%3C141%3ATTOM%3E2.0.CO%3B2>
174. Hernández Miguel Lorenzo. (2014). Estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres en Cuba. La Habana.
175. Hirosawa, M. "Retrofitting and Restoration of Buildings in Japan", IISSE Lecture Note of Seminar Course, Tsukuba, Japan. 1992.
176. Holandalatina. 2006. "Eastern Scheldt Barrier". Holanda. <http://www.holandalatina.com/luchacontraelmarholanda.htm>
177. Holandalatina. 2006. "Barrera Maeslant". Holanda. <http://www.holandalatina.com/luchacontraelmarholanda.htm>
178. Hunter, Susan. 2003. Black Death: AIDS in Africa. Nueva York; Basingstoke: Palgrave Macmillan, pp. 22. En inglés. ISBN 978-1-40396-244-7.
179. Hundimiento en una dolina Ciudad de Guatemala. [http://cache.gizmodo.es/wp-content/uploads/2010/06/500x\\_undimiento.jpg](http://cache.gizmodo.es/wp-content/uploads/2010/06/500x_undimiento.jpg)

180. Huracán Katrina: la mayor catástrofe del siglo en EE.UU. Consultado el 5 de marzo de 2014. Disponible en <http://www.paralibros.com/tm210/p21-cat/pg2105noi.htm>
181. Hurricane solution .2016. Como afectó el huracán Sandy a Nueva York. <http://hurricanesolution.com/como-afecto-el-huracan-sandy-a-nueva-york/>
182. Ibarra Turcios, Á.M. "Centro América: Una región de múltiples amenazas y alta vulnerabilidad". 2000.
183. Inendios forestales. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Incendio\\_forestal](https://es.wikipedia.org/wiki/Incendio_forestal) consultado 2 mayo de 2017. <http://conceptodefinicion.de/incendio/> consultado el 12 enero 2017.
184. Influencia de la humedad en los suelos. 2003. <http://es.scribd.com/doc/74622061/2/Influencia-de-la-humedad-de-los-suelos>
185. Informe post terremoto Haití". 2011. <http://es.scribd.com/doc/47716591/INFORME-POST-TERREMOTO-HAITI>
186. Informe-post-terremoto-Haiti". 2011. <http://es.scribd.com/doc/47716591/INFORME-POST-TERREMOTO-HAITI>
187. Infraestructura. <http://es.mimi.hu/economia/infraestructura.html>.
188. Instrucción No.1/2006. "Dirigida a las Direcciones Provinciales de Planificación Física para abordar el tema de los riesgos naturales". Instituto Nacional de Planificación Física. Ciudad de la Habana. Cuba. 2006.
189. Inundación. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Inundaci%C3%B3n#V.C3.A9ase\\_tambi.C3.A9n](https://es.wikipedia.org/wiki/Inundaci%C3%B3n#V.C3.A9ase_tambi.C3.A9n) Consultado el 2 de abril de 2017.
190. Iturralde Vinent, M. et al. "Geología de Cuba para todos". Editorial Científico Técnica. La Habana. Cuba. 2009. ISBN 978-959-05-0517-3.

191. Iturralde Vinent, M...; González Raynal, B.E.; Chuy Rodríguez, T.J. "Riesgos naturales de origen geológico". 2006. [www.medioambiente.cu/uptnatgeo/index1.htm](http://www.medioambiente.cu/uptnatgeo/index1.htm).
192. Ivonnet Borrero, H.; Pino Santiesteban, E. "Modelo del sistema integral de monitoreo de los impactos ambientales de las obras hidráulicas". 3ra. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2009. Memorias en CD-ROM, ISBN: 978-959-7117-19-3.
193. Jiménez Salas, R. *et al.* 1975. "Geotecnia y Cimientos I. Propiedades de los suelos y de las rocas". Editorial Rueda. España.
194. JMA. 2011. "The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake -Portal". Archivado desde el original el 30 de noviembre de 2015. [http://web.archive.org/web/http://www.jma.go.jp/jma/en/2011\\_Earthquake.html](http://web.archive.org/web/http://www.jma.go.jp/jma/en/2011_Earthquake.html)
195. JTC-1 Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes, 2008. "Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning, for land use planning". Engineering Geology. 103, 85-98.
196. Keller, E. 1995. "Environmental Geology". Prentice may, New Jersey, 560pp.
197. Kiroiwa, Julio. 2002. "Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza". Editorial Quebecor World, Perú S.A. ISBN 9972-9477-0-X
198. Koontz, H. y Weihrich H. 1998."Administración, una prospectiva global". Editorial McGraw-Hill, 11ª. Edición, México.
199. Kozak, Jan T.; James, Charles D. 1998. "Historical Depictions of the 1755 Lisbon Earthquake". <http://nisee.berkeley.edu/lisbon>
200. Kranzberg, M.; Carroll, W. 1984. "Historia de la tecnología: la técnica en Occidente, de la Prehistoria a 1900". Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España. ISBN:84-252.1022-4

201. Kuroiwa, Julio. 2003. "Desastres y ciudades sostenibles". Curso Internacional CISMID/JICA: Uso de la Información de Peligros Naturales en la Formulación de Proyectos de Inversión. Lima, Perú. 13-31 de octubre 2003.
202. La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno. [http://aguas.igme.es/igme/publica/depuracion\\_aresidual/3.pdf](http://aguas.igme.es/igme/publica/depuracion_aresidual/3.pdf)
203. Laudon, K., Laudon, J. 2010."Management Information Systems: Managing the Digital Firm." Eleventh Edition (11 Ed.). New Jersey: Prentice Hall
204. Lavell, Allan. 2009. "Relationships between Local and Community Disaster Risk Management & Poverty Reduction: A Preliminary Exploration". A Contribution to the 2009 ISDR Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction.
205. Lescaille Durand, L.; 2009. "Baracoa y Caimanera marcan extremos de variación climática en Guantánamo". [http://www.radiobaracoa.icrt.cu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=584:baracoa-y-caimanera-marcen-extremos-de-variacion-climatica-en-guantanamo&catid=38:ecovida&Itemid=13](http://www.radiobaracoa.icrt.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=584:baracoa-y-caimanera-marcen-extremos-de-variacion-climatica-en-guantanamo&catid=38:ecovida&Itemid=13)
206. Ley 33/1981. "De protección del medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales", Gaceta Oficial de la Republica de Cuba. La Habana, año 1981.
207. Ley No. 65/1988. "Ley General de la Vivienda". Matilla Correa, Andry. 2002. Compendio de Normas Jurídicas. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba. pp. 271-328. 1988.
208. Ley No. 75/1994 "Ley de la Defensa Nacional", de 21 de diciembre. Prieto Valdés Marta; Pérez Hernández, Lisette. 2005. Selección Legislativa de Derecho Constitucional Cubano, pp. 127-164. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba. 1984.
209. Ley No. 81/1997 "Ley del Medio Ambiente", de 11 de Julio. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Edición Extraordinaria. La Habana, año XCV, número 7, página 47. 1987.

210. Limia, Miriam; Vega, R; Pérez, R. 2003. "Climatología de los ciclones tropicales que han afectado a Cuba y sus provincias". En *Memorias del Congreso Iberoamericano de Meteorología. La meteorología y el desarrollo sostenible*, Ciudad de la Habana, Cuba, 3 de marzo al 7 de marzo de 2003, publicación electrónica.
211. Llanes Guerra J. 2008. CUBA, Paradigma en la reducción de riesgo de desastres. OXFAM. Consultado en <http://www.eird.org/perfiles-paises/perfiles/index.php/Cuba>
212. Llanes Guerra, G; Mas Valdés, J.; Rodríguez del Pozo, J. 1996. "Intervención frente a los desastres en Cuba". <http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp096.html>.
213. Llanes Guerra, J. *et al.* 2010. "Cuba, los centros de gestión para la reducción de riesgo: mejores prácticas en reducción de riesgo". Caribbean Risk Management Initiative – PNUD, Cuba. <http://www.undp.org/cu/crmi/docs/crmi-cgrrcuba-bp-2010-es.pdf>
214. Long, E.; Macdonald, D.; Smith, S.; Calder, F. 1995. "Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments". *Environmental Management* 19(1): 81-97.
215. López, Liza. 2009. "Estudio revela que en tragedia de Vargas pudieron fallecer menos de 700 personas". <http://www.noticias24.com/actualidad/noticia/125624/estudio-revela-que-en-tragedia-de-vargas-pudieron-fallecer-menos-de-700-personas/>
216. López Eisman, Juan Carlos. 2010. "Terremoto de Shaanxi - China - (24 enero 1556)". <http://juancarloslopezeisman.blogspot.com/2012/09/terremoto-de-shaanxi-china-24-enero-1556.html>
217. Mallqui Shicsche Anibal. 2013. "¿Resiliencia urbana o Ciudades resilientes?"

218. Manual de SIG, 1990. National Center for Geographic Information and Analysis de USA.
219. Marco de acción de HYOGO 2005-2015. Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres, instrumento fundamental para la reducción del riesgo.
220. Martín, A.; Ruiz, F.; Ramírez, M.; Hernández, M. 2001. "Información técnica Bahía Santiago de Cuba". Informe del Cimab, C. de La Habana, CENAI. Cuba. 18 pp.
221. Martínez González, Á.; Llanes Pérez, M.; Parnas, V. 2006. "La modelación y automatización como requisitos básicos de la vulnerabilidad estructural en los estudios de desastre". III Congreso Internacional de Ingeniería Estructural. Facultad de Arquitectura de la Habana, Cuba.
222. Maskrey, Andrew. 1993. "Los desastres no son naturales Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina". <http://www.desenredando.org>
223. Mendioroz Jauge, D. R. *et al.* 2003. "Gestión Integral de Obra", III Congreso Andaluz de Carreteras. España.
224. Milanés B, Celene y Pacheco M. Alicia. 2011. "Asentamientos costeros en la bahía de Santiago de Cuba: estudio de su vulnerabilidad urbana". Revista Arquitectura y Urbanismo. Vol. XXXII, No 3, 18-26 pp. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/86054921/Revista-Arquitectura-y-Urbanismo-3-2011>
225. Milanés B. Celene, Infante G. Yordan, Revilla Fernández L. 2011. "Contribución al desarrollo sostenible de los municipios costeros en la provincia de Santiago de Cuba: de la caracterización al diagnóstico territorial". Monografía de Excelencia. Universidad de Oriente, ISBN: 978-959-207-441-5, 110p.
226. Milanés Batista, Celene. 2014. "La gestión de riesgos costeros como paradigma ante los desastres". Innova. Boletín informativo del IEMP - Instituto de Estudios del Ministerio Público. 12-15 pp.

227. Milanés Batista, Celene. 2003. "Saldos del huracán en costas santiagueras". Periódico Juventud Rebelde, Edición especial. Jueves 15 de noviembre 2003. p.4.
228. Milanés C. *et al*, 2010. "Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos por penetración del mar, inundación por intensas lluvias y afectaciones por inundaciones costeras en la provincia Santiago de Cuba". Informe del proyecto "Estudio de las inundaciones costeras en Santiago de Cuba". Grupo Multidisciplinario provincial de zonas costeras. Archivos CEMZOC, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
229. Milanés Batista Celene, Miriam Arrizabalaga y Leonel Inciarte. Riesgo Costero en Riohacha: Municipio piloto para evaluar la gestión del riesgo en Colombia. 113-168 p. En Botero, C. y Milanés Celene. 2015. (Edtrs). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
230. Milanés Batista Celene, Pérez Montero Ofelia, Beatón Soler, Pedro Aníbal, Gustavo Álvarez Mato y Ramón Alarcón. El enfoque social en la gestión del riesgo en Cuba 427-450p. En Botero, C. y Milanés Celene. 2015. (Edtrs). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
231. Milanés Batista Celene, Pérez Montero, Ofelia, Milanés Clavijo Vivian Aymée,

- Poveda Santana Isabel e Infante Gilart Yordan. La ciencia, la gestión empresarial y el manejo integrado de zonas costeras en función de la gestión del riesgo costero 455-467p. En Botero, C. y Milanés Celene. 2015. (Edtrs). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
232. Milanés Batista Celene, Brito Ana Lourdes, Candebat Sánchez Darío y Beatón Pedro Aníbal. La gestión del riesgo costero en la provincia de Santiago de Cuba. 473-499p. En Botero, C. y Milanés Celene. 2015. (Edtrs). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
233. Milanés Batista Celene, Candebat Darío, Milanés Clavijo Vivian Aymé y Ofelia Pérez M. Algunas experiencias en la práctica de la gestión del riesgo en Santiago de Cuba. 505-455p. En Botero, C. y Milanés Celene. 2015. (Edtrs). APORTES PARA LA GOBERNANZA MARINO-COSTERA. Gestión del riesgo, gobernabilidad y distritos costeros. 554 p. Fondo de publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda, Santa Marta, Colombia. ISBN: 978-958-8866-67-3. (Versión rústica). ISBN: 978-958-8866-68-0. (Versión pdf).
234. Mileti, Dennis S. 1999 "Disasters By Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States". Washington, D.C.:



- Joseph Henry Press. <http://academic.research.microsoft.com/Paper/11372919.aspx>
235. Mills, Allison. 2014. "Benchmarks: December 26, 2004: Indian Ocean tsunami strikes". Eath. The science behind headlines. <https://www.earthmagazine.org/article/benchmarks-december-26-2004-indian-ocean-tsunami-strikes>
  236. Monteávila editores. 1985. "Alejandro Humboldt: Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente". Caracas, Venezuela, tomo 2, p. 273.
  237. Moisés Espinosa, Alberto Joaquín. 2010. "El Ciclón Bhola". Catástrofes Naturales 1º A. <http://catnatcmcia.blogspot.com/2010/03/el-ciclon-bhola.html>
  238. Monge Granados, H. 2003. "La construcción de proyectos de infraestructura multinacionales en Centroamérica y sus consecuencias en la generación de riesgos". CD "Comarcas vulnerables: Riesgos y desastres naturales en Centroamérica y el Caribe". Compilado por Fernández A. 1ra. Edición Digital, Editorial CRIES. ISBN: 1016 - 9628. Buenos Aires. Argentina. <http://www.corteidh.or.cr/tablas/CD0322.pdf>
  239. Monmonier, M. 1997. "Cartographies of danger. Mapping hazard in America". Chicago. The Chicago University Press.
  240. Mora, S. 1990. "Deslizamientos en el Alto Chicamocha, Informe de Asesoría, Proyecto de Mitigación de Riesgos en Colombia", UNDRO/ACDI/ONAD, Bogotá.
  241. Morgan, M.G., Fischhoff, B., Bostrom, A. & Atman, C.J. 2002, "Risk communication: A mental models approach". Cambridge: Cambridge University Press.
  242. Mújica-Baker, Frank. 2012. "Huracanes y Tormentas que han afectadi a Puerto Rico". Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Agencia Estatal para el manejo de Emergencias y Administración de Desastres. pp. 8. [http://www.gobierno.pr/NR/rdonlyres/49EA64D0-305B-4881-8B85-04B518004BD5/0/Ci-clones\\_en\\_PR.pdf](http://www.gobierno.pr/NR/rdonlyres/49EA64D0-305B-4881-8B85-04B518004BD5/0/Ci-clones_en_PR.pdf)

243. Narváez, L.; Lavell, A.; Pérez, G. "La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos". Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina – PREDECAN. Primera Edición. Lima, Perú. 2009. ISBN: 978-9972-787-88-1.
244. National Environmental Policy Act (NEPA). 1969. United States of America. <http://ceq.hss.doe.gov/nepa/regs/nepa/nepaeqia.htm>
245. National Hurricane Center. 1998. "Hurricane Mitch Tropical Cyclone Report". Archivado desde NHC Mitch Report el original el 23 de noviembre de 2015. <http://web.archive.org/web/http://www.nhc.noaa.gov/1998mitch.html>
246. NC 207-2003. "Requisitos Generales para el Diseño y Construcción de Estructuras de Hormigón". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2003.
247. NC 250-2005. "Requisitos de durabilidad para el diseño y construcción de Hormigón estructural". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2005.
248. NC 284 – 2003. "Edificaciones. Cargas de Uso". Oficina Nacional de Normalización. Cuba.
249. NC- 285:2003, Carga de viento. Método de cálculo.
250. NC 355:2004 Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicios
251. NC 46:1999 – "Construcciones sismoresistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. <http://moodle.uho.edu.cu/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=6315>.
252. NC 46:1999 – "Construcciones sismoresistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. <http://moodle.uho.edu.cu/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=6315>.

- 253. NC 48-10 1983 Ingeniería hidráulica. Diques de protección contra inundaciones. Especificaciones de proyecto.
- 254. NC 48-18 1983 Ingeniería hidráulica. Presa. Calculo del efecto de la ola para protección de taludes. Especificaciones de proyecto.
- 255. NC 48-26 1984 Ingeniería hidráulica. Drenaje pluvial urbano. Especificaciones de proyecto.
- 256. NC 48-31 1984 Ingeniería hidráulica. Probabilidad de diseño y comprobación para protección contra inundaciones de avenidas en las obras. Especificaciones de proyecto.
- 257. NC 48-35 1984 Ingeniería hidráulica. Hidrología. Determinación de la lluvia máxima diaria.
- 258. NC 54-269:84 Procedimiento para la ejecución de las etapas de las investigaciones ingeniero geológicas.
- 259. NC 58:2000 Geotecnia. Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos
- 260. NC 59:2000 Geotecnia. Clasificación geotécnica de los suelos
- 261. NC 67:2000 Geotecnia. Determinación del contenido de humedad de los suelos y rocas en el laboratorio
- 262. NC 7:2002 Barras de acero para refuerzo de hormigón. Especificaciones
- 263. NC 7-2002. "Acero refuerzo". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2002.
- 264. NC ISO 14001:2004. "Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2004.
- 265. NC ISO 14004:2004. "Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2004.

266. NC ISO 14050:2002. "Gestión Medioambiental – Vocabulario". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2002.
267. NC ISO 19011:2004. "Directrices para la auditoria de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2004.
268. NC ISO 9004:2001. "Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño". Oficina Nacional de Normalización. Cuba. 2001.
269. NCSE-02 Norma de construcción sismoresistente. Parte General y Edificación .España. 2002.
270. NDRRC Updates re Effects of TY YOLANDA (HAIYAN)» (PDF). National Disaster Risk Reduction and Management Council. 17 de abril de 2014. Archivado desde el original el 6 de mayo de 2014. Consultado el 12 de diciembre de 2014.
271. Negrin, E. 2006. "Metodología para el perfeccionamiento de los procesos en empresas hoteleras". <http://www.monografias.com/trabajos10/hotel/hotel.shtml>.
272. Nishimura, T.; Miura S.; Tachibana K.; Hashimoto K.; Sato T.; Hori S.; Murakami E.; Kono T.; Nid K.; Mishina M.; Hirasawa T. & Miyazaki S. 2000. "Distribution of seismic coupling on the subducting plate boundary in northeastern Japan inferred from GPS observations". *Tectonophysics*. Elsevier. 323 (3-4): 217–238. Bibcode: 2000 Tectp.323.217N. doi: 10.1016/S0040-1951(00)00108-6. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040195100001086>
273. Norma ISO 31000/2009. "Principios generales de la gestión de riesgos" International Organization for Standardization (ISO). [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=43170](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43170)
274. Norma ISO 9001/2008. International Organization for Standardization (ISO). <http://www.google.com/cu/url?sa=t&rct=j&q=NORMA+ISO+9001%2F2008&source=web&cd=2&ved=0CDgQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.esu.com.co%2Fesu%2Fdocum>

entos%2Fnormatividad%2FNorma%2520ISO9001%25202008.pdf&ei=czcLT761CsTk0QG5lsnvCA&usg=AFQjCNHFsyfrs3jthtpx0uT8t9kg3Ow1gw&cad=rja .

275. Observatorio del Caribe. "Caribbean-Report". 2010. <http://es.scribd.com/doc/32852284/Observatorio-Del-Caribe-Caribbean-Report>.
276. Ogura, Agostinho; Soares Macedo, Eduardo. "Procesos y riesgos geológicos". División de Geología Instituto de Investigaciones Tecnológicas de São Paulo- IPT, 2005. [http://www.google.es/search?hl=es&lr=&rlz=1G1GGLQ\\_ESES327&q=riesgos+geol%C3%B3gicos&start=0&sa=N](http://www.google.es/search?hl=es&lr=&rlz=1G1GGLQ_ESES327&q=riesgos+geol%C3%B3gicos&start=0&sa=N).
277. ONEI. 2010. "Anuario Demográfico de Cuba". Datos Generales según División Político- Administrativa vigente.
278. ONEI. 2012 "Anuario estadístico de Cuba 2011". Oficina Nacional de Estadística e Información. [http://www.onei.cu/aec2011/esp/02\\_tabla\\_cuadro.htm](http://www.onei.cu/aec2011/esp/02_tabla_cuadro.htm)
279. ONEI. 2014. "Anuario estadístico de Cuba 2013". Oficina Nacional de Estadística e Información. 2012. <http://www.onei.cu/aec2012/20080618index.htm>
280. OMS, 2016. "Ebola Situation Report - 30 March 2016". Organización Mundial de la Salud. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Epidemia\\_de\\_%C3%A9bola\\_de\\_2014-2016](https://es.wikipedia.org/wiki/Epidemia_de_%C3%A9bola_de_2014-2016)
281. Orayna Pérez, A. *et al.* 2008. "Contaminación por hidrocarburos en la bahía de Guantánamo". Revista de Investigaciones Marinas. 29(2): 179-186. Cuba.
282. Organización Panamericana de la Salud. "Guía ambiental para obras de prevención y mitigación de riesgos". Quinta Parte, Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental, 2005. [www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd65/GuiaAmbiental/biblio.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd65/GuiaAmbiental/biblio.pdf)
283. Ospina, Yefferson. 2017. "El de Mocoa es un desastre que no podía ser previsto": Gobernadora del Putumayo". Diario el país

- (digital). <http://www.elpais.com.co/colombia/el-de-mocoa-es-un-desastre-que-no-podia-ser-previsto-gobernadora-del-putumayo.html>
284. Pegaso, Carlos. 2015. La Bahía de Lituya: El Megatsunami de Alaska. <http://www.volcaneshistoricos.com/la-bahia-de-lituya-el-megatsunami-de-alaska/>
  285. Pérdidas en Alemania por efecto de las inundaciones entre 1993 y 1997. [http://www.facworld.com/FacWorld.nsf/doc/euflood/\\$file/floodeu2.pdf](http://www.facworld.com/FacWorld.nsf/doc/euflood/$file/floodeu2.pdf)
  286. Perera, Uzwatte. 2014. "Evaluación del peligro de deslizamiento por laderas y taludes del municipio Santiago de Cuba". Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Geólogo. Jefe de proyecto: DrC. Liber Galbán Rodríguez. Archivos del Departamento de Geología, Facultad de Geología y Minería, Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Holguín, Cuba. 2014.
  287. Pérez de los Reyes E. *et al.* 2006. "Las inundaciones costeras en Cuba. Sistema nacional de alerta de eventos naturales extremos en la zona costera", Publicaciones Red UTEEDA-CYTED. Editora UNAH. La Habana. Cuba. <http://uteeda.isch.edu.cu/Publicaciones-UTEEDA-CYTED/cuba/M1.swf> .
  288. Pérez Escobar, E.M; Sánchez Cruz, R. "Interpretación de los campos magnéticos y gravimétricos profundos del sistema de fallas Santiago con fines sismotectónicos" Segunda Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, GEOCIENCIAS'2007. 2007. Memorias en CD-Rom, ISBN: 978-959-7117-16.2
  289. Prieto Díaz, V.; Martínez de Villa Pérez, A. 1999. "La contaminación de las aguas por hidrocarburos: un enfoque para abordar su estudio". Rev. Cubana Higiene y Epidemiología, 37(1):13-20,
  290. Prieto, Gonzalo. 2013. Los 10 tifones más mortales de la historia. <http://www.geografiainfinita.com/2013/11/los-10-tifones-mas-mortales-de-la-historia/>
  291. Quarantelli, E.L. "Urban vulnerability and technological hazards in developing countries societies". Washington DC. USA. 1992.

292. Radio Programas del Perú. 2012. "Daños de huracán Sandy alcanzan 50 mil millones de dólares en EEUU". Consultado el 31 de octubre de 2012. [http://www.rpp.com.pe/2012-11-01-danos-de-huracan-sandy-alcanzan-50-mil-millones-de-dolares-en-eeuu-noticia\\_536421.html](http://www.rpp.com.pe/2012-11-01-danos-de-huracan-sandy-alcanzan-50-mil-millones-de-dolares-en-eeuu-noticia_536421.html)
293. Redacción Judicial. 2017. "Cifra de muertos por la avalancha en Mocoa asciende a 320". El Espectador. <http://www.elespectador.com/noticias/judicial/cifra-de-muertos-por-la-avalancha-en-mocoa-asciende-320-articulo-689057>
294. Rivera Marzal Yudelka. 2016. "Metodología para categorizar estado técnico, vulnerabilidades y riesgos en edificaciones". Taller Final del Proyecto "Contribución a la Elevación de la Resiliencia de las Principales Ciudades de Cuba". Dirección General de Vivienda. Ministerio de la Construcción.
295. Rodríguez Matos, N. 2008. "Educación ambiental y desarrollo local. Un binomio de la contemporaneidad". Monografías de la Universidad de Oriente. Volumen 1, ISBN: 978- 959-207-171-1. <http://monografias.uo.edu.cu/index.php/monografias/issue/view/2>
296. Romero Vargas, L. 2006. "Las municipalidades y el sector salud local en la gestión del riesgo por desastres". Biblioteca virtual de desastres naturales y gestión integrada de riesgo y desastres a nivel municipal. Centro de Transferencia de Tecnología de Obras para el Transporte, Cuba. Multimedia GERIMUD.
297. Romero, Yibetza. 2008. "Gestión de la tecnología y de la comunicación". <http://www.monografias.com/trabajos53/tecnologia-comunicacion/tecnologia-comunicacion.shtml> . Consultado en Febrero 2009.
298. Ross Pérez, M.L. "Implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001: 2001 en la EMI Desembarco del Granma". Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias Técnicas. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. 2009.

299. Ruíz, F., et al "Evaluación y control de la contaminación marina en la Bahía de Guantánamo. Resultado 2. Diagnóstico de la Calidad Ambiental del Ecosistema Bahía de Guantánamo". Proyecto: Programa Científico-Técnico Ramal: Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano Contrato 30914, 81 pp. 2006.
300. SA. 2017. "Terremoto en Áncash 1970" (documental). <https://www.youtube.com/watch?v=AMicaLhEpTA>
301. Sánchez Silva, M; Yazmin L.; Cardona Arboleda, O.D. 2005. "Metodología para evaluación de vulnerabilidad de centros urbanos". CRIES. Multimedia Compilación: Comarcas Vulnerables". Mérida. VE. Compilador: Fernández, A.
302. Semana Nacional de Protección Civil de México. 2009. Capacitan sobre la prevención de riesgos geológicos y a guarderías.- Como parte de la Semana Nacional de Protección Civil. Semana Nacional de Protección Civil de México. <http://www.lanigua.com/index.php?entry=entry090923-192000>
303. Scarlat, A.S. 1996. "Approximate Methods in Structural Design", E & FN Spon, London, UK,
304. Smith Sebasto N.J. "¿Qué es Educación Ambiental?", Environmental Issues Information Sheet EI-2, University of Illinois Cooperative Extension Service. 1997. <http://www.nres.uiuc.edu/outreach/pubs/ei9709.pdf>.)
305. Soto Balbón, MA; Barrios Fernández, N.M. "Gestión del conocimiento". Parte II. Modelo de gestión por procesos. Acimed. 2006. [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14\\_3\\_06/aci05306.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_3_06/aci05306.htm).
306. Spence, R.J.S. 1990. "Seismic Risk Modelling - A review of Methods", contribution to "Velso il New Planning", University of Naples, Papers of Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge.
307. Spielvogel, Jackson. 2014. Consecuencias de la Segunda Guerra Mundial: Resumen Síntesis Conflicto. Historia Universal,



volúmen I, 9a. ed. [https://issuu.com/cengagelatam/docs/spielvogel\\_vol\\_1\\_issuu](https://issuu.com/cengagelatam/docs/spielvogel_vol_1_issuu)

308. Squillaci, Michele. 2004." I grandi disastri in Italia. Anno 1908 - 28 dicembre Il grande Terremoto in Calabria e in Sicilia". <http://cronologia.leonardo.it/storia/a1908b.htm>
309. Suárez, R Concepción. 2003. "Metodología de Gestión de Proyectos en las Administraciones Públicas según ISO 10.006 Localización". <http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaites?codigo=1434>
310. Suárez Gerard, Kenia y Olivera Ranero Andrés. 2015. "Necesidad de establecer un hábitat residencial resiliente en zonas de amortiguamiento del Área Declarada Patrimonio Mundial de la ciudad de Camagüey. XV Convención Internacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo. La Habana
311. The New York Times. 2013. "Philippine Typhoon Death Toll Feared in Thousands", Nov 9, [http://www.nytimes.com/2013/11/10/world/asia/philippines-typhoon.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2013/11/10/world/asia/philippines-typhoon.html?_r=0)
312. Tejera Garófalo, P. "Patología de las edificaciones". Facultad de Arquitectura. Instituto Superior Politécnico José A. Hecheverría. La Habana. Cuba. 2003.
313. The Japanese geotechnical society. 1999 "Manual for zonation of seismic geotechnical hazards (Revised version)". ISBN: 4-88644-809-7.
314. The Technical Committee for earthquake geotechnical engineering, TC4, ISSMGE. 1999. "Manual for zonation of seismic geotechnical hazards (Revised version)". The Japanese Geotechnical Society. ISBN: 4-88644-809-7.
315. Tversky, A. &Kahneman, D. 1981. "The framing of decisions and the psychology of choice". Science, 211, 453-458.
316. Tversky, A., &Kahneman, D. 1974. "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases". Science, 185, 1124-1131.

317. USGS. 2014. "M9.5 - Araucanía, Chile (BETA) 1960-05-22 19:11:17 UTC". (PHP) (en inglés). usgs.gov. Archivado desde el original el 23 de noviembre de 2015. Consultado el 31 de agosto de 2014. <http://web.archive.org/web/http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/centennial19600522191117>
318. USGS. 2001. "Mississippi flooding [http://www.umesc.usgs.gov/flood\\_2001/surface.html](http://www.umesc.usgs.gov/flood_2001/surface.html)
319. UNDRO, "Natural Disasters and Vulnerability Analysis", Report of Experts Group Meeting, Geneva, July 1979.
320. UNDRO. "Disaster report 1950-2000", Munich Re., TOPICS geo. Germany. 2003.
321. UNDRO-PNUD, 1991. "Evaluación de desastres", 1ra. Edición. Programa de Entrenamiento para el Manejo de Desastres, Código- GE.93-00545.
322. USGS, 2011. "Magnitude 9, 1 – NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN 2011, March 11, 05:46:23 UTC". <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqsww/Quakes/usc0001xgp.php>
323. USGS. 2004. "M9.2 - The Great Alaska Earthquake and Tsunami of March 27, 1964". United States Geological Survey. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/events/alaska1964/>
324. U.S. Geological Survey. 2011. "", artículo en inglés en el sitio web Earthquake Hazards <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/usc0001xgp>
325. V.D. Lomtadze. 1977. Geología aplicada. Editorial Mir. Moscu. URSS
326. Van Westen, C.J. 2004. "Geo-information tools for landslide risk assessment -an overview of recent developments. In: Lacerda, W., Ehrlich, M., Fontoura, S., Sayao, (Eds.), Landslides, Evaluation & Stabilization". Vol.1: 39-56, A.A. Balkema Publishers. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.114.4732&rep=rep1&type=pdf>

327. Vaz Suárez Coralina. 2012. "El patrimonio construido y su vulnerabilidad sísmica: el Eclecticismo como caso de estudio". Memorias de la IV Conferencia Internacional de peligrosidad, riesgo geológico e ingeniería sísmica y de desastres.SISMOS´2012. Santiago de Cuba. 8 de mayo de 2012. ISBN 0-789592-074491. 12pp.
328. Vervaeck, Armand and Daniell, James. 2012. "Terremoto Moderado cerca de Tangshan, China recuerda el desastre 1976 (también sintió hoy en Beijing)". Terremoto-report-com. <http://es.earthquake-report.com/2012/05/28/moderate-earthquake-near-tangshan-china-reminds-the-1976-disaster-also-felt-in-beijing-today/>
329. Vera Yauri, Victor A. 2012. "Los huracanes". <http://www.monografias.com/trabajos93/huracanes-1/huracanes-1.shtml>
330. Vicet Gómez, Y. 2009. "Huellas de la obra del siglo en Santiago", Periódico Sierra Maestra, pag.4. Santiago de Cuba. 31/01/2009.
331. Waksman, A. 1997. "Principles of Soil Microbiology". Williams & Wilkins Co. Ed, Londres.
332. Weinstein, N. 1989. "Optimistic biases about personal risks". Science, 246, 1232-1233.
333. Weston J.F; Brigham, E.F. 1994. "Fundamentos de Administración Financiera". Editorial Mc Graw – Hill, Washington DC.
334. Youd, T.L., and Idriss, I.M. 2001. "Liquefaction Resistance of Soils: Summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/ NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils". Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE.
335. Zucchetti, A. *et al.* 2008. "Guía Metodológica para el Ordenamiento Territorial y la Gestión de Riesgos". Equipo Técnico Grupo GEA. Depósito Legal: 2008-05506, HS Number: HS/983/08S, ISBN Number : ( Volume) 978-92-1-131966-8. Lima, Perú.

## Los autores:

**Celene Milanés Batista.** Profesora Titular e Investigadora Agregada del Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (CEMZOC) de la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba, Cuba. Profesora Medio Tiempo Internacional de la Universidad de la Costa de Barranquilla, Colombia. Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba, 2015.

Arquitecta. Doctora en Ciencias Técnicas. Máster en Ciencias en Conservación y Rehabilitación del Patrimonio Edificado y Máster en Manejo Integrado de Zonas Costeras. E-mail: celenemilanes@gmail.com

**Liber Galbán Rodríguez.** Ingeniero Geólogo. Doctor en Ciencias geológicas y profesor de esta especialidad en la Facultad de Construcciones de la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba, Cuba. Ha publicado varios trabajos relacionados con esta temática, presentando numerosos resultados y premios que avalan su currículum; entre estos consta el premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba en 2014, obtenido junto a varios colaboradores de su país. E-mail: liberg@uo.edu.cu

**Nadia Judith Olaya Coronaro.** Profesional en Administración del Medio Ambiente de la Universidad Tecnológica de Pereira. Risaralda, Colombia. Master en Ingeniería de Sistemas con énfasis en "Gestión Integral del Agua". Profesora de la Universidad de la Costa de Barranquilla, Colombia. Con experiencia en dirección de procesos académicos e investigación universitaria; competencias en el estudio, diseño e implementación de Sistemas de Gestión Ambiental y de Gestión Integral de Recursos Hídricos. E-mail: no-laya@cuc.edu.co