Metodología de Gestión y Prevención de Riesgos y Catástrofes en la Infraestructura

Versión Preliminar

UNASUR
COSIPLAN

I . I . R . S . A

Versión preliminar

Metodología de Prevención y Gestión de Riesgos y Catástrofes en la Infraestructura COSIPLAN/ IIRSA

Claudio Osorio U.

Agosto 2013

Orientaciones para la revisión de la versión preliminar

Objetivo del documento

Proporcionar una guía metodológica que permita analizar el riesgo a desastres e identificar las acciones para prevenir y gestionar el riesgo de desastres y que aumente la resiliencia de la infraestructura COSIPLAN/IIRSA.

Aspectos a ser considerados durante la revisión de la versión preliminar.

- La presente versión preliminar aún no ha sido editada, por lo cual NO considerar durante su revisión aspectos de redacción, gramática u ortografía.
- Existen varias partes del documento, que serán desarrolladas en la versión final del documento, las cuales se indican con anotaciones en texto color rojo.
- Incluir comentarios, observaciones y aportes haciendo uso de la herramienta de control de cambios de MS Word o bien usando texto de color que facilite identificarlos.

Aportes y preguntas específicas

- Indicar el nombre y referencias de normativas y criterios de diseño existentes en el país, que consideran aspectos de diseño y/o funcionamiento de infraestructura de transporte, energía o telecomunicaciones.
- Indicar normativas y criterios existentes en el país, para la planificación de emergencia/continuidad de operaciones de servicios e infraestructura de transporte, energía o telecomunicaciones.
- Indique cuales son los componentes principales de tipo de infraestructura de transporte, energía o telecomunicaciones, que COSIPLAN/IIRSA impulsa para la integración.
- Indicar el nombre de las instituciones nacionales encargadas del monitoreo y generación de conocimiento sobre las siguientes amenazas

Amenaza	Institución
Inundaciones	
Sequias	
Heladas/Nieve	
Vientos	
Deslizamientos	
Sismos	
Volcanes	
Tsunamis	
Incendios	
Otros	

- Indique nombre y referencia de estudios de riesgo de desastres sobre infraestructura de transporte, energía o telecomunicaciones (redes terrestres o fluviales, puertos, aeropuertos, sistemas de energía, telecomunicaciones) realizados en el país.
- Mencionar la/s metodologías desarrolladas o utilizadas para los estudios anteriormente mencionados.
- Indique los términos que sugiere que sean considerados en el glosario que faciliten el entendimiento y uso del presente documento

Versión Preliminar

Contenido

Índice/Contenido

Prefacio

Acrónimos

SECCION I – ANTECEDENTES 4
Capítulo 1. Introducción
Capítulo 2. ¿Cómo y para qué usar esta guía?

SECCION II – CONTEXTO REGIONAL Y MARCO CONCEPTUAL PARA LA GESTION DE RIESGO DE DESASTRES 7
Capítulo 3. Las amenazas naturales y su impacto en la infraestructura de América del Sur
Amenazas naturales presentes en América del Sur *7*
El impacto de los desastres en la infraestructura *13*

Capítulo 4. Marco conceptual de la Gestión y Prevención del Riesgo de Desastres e infraestructura **17**
La gestión y prevención del riesgo de desastres parte integral del desarrollo sostenible *17*
Las particularidades de la gestión y prevención de riesgos en infraestructura *19*

SECCION III. ASEGURANDO LA RESILIENCIA A DESASTRES EN LA INFRAESTRUTURA DE INTEGRACION **24**
Capítulo 5. Instrumentos para la Gestión y Prevención de Riesgos de Desastres en la Infraestructura COSIPLAN/ IIRSA)
Introducción *24*
Paso 1 - Identificación y caracterización de amenazas presentes en áreas de influencia *29*
Paso 2 – Identificación y caracterización de infraestructura expuesta *37*
Paso 3 – Análisis de riesgo *41*
Paso 4 – Reducción de riesgo de desastres *52*
Paso 5 – Preparativos para la respuesta *55*

Capítulo 6 – Usos de los resultados para el desarrollo sostenible **61**

Bibliografía

Fichas metodológicas **62**

Anexos **72**

Versión preliminar

Prefacio **(1-3 páginas)**

Será elaborado al momento de tener la versión final del presente documento

Acrónimos **(1-2 páginas)**

La versión final del documento incluirá una lista de acrónimos y abreviaturas usados en el documento

Glosario

La versión final del documento incluirá un glosario de los principales términos empleados.

Versión preliminar

SECCION I – ANTECEDENTES

Capítulo 1. Introducción

El Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN), fue creado el año 2009 durante la III Reunión de Jefas y jefes de Estado y Gobiernos del UNASUR. En el reglamento de COSIPLAN se consideran funciones y atribuciones para las diferentes instancias de apoyo de COSIPLAN, donde se destaca la que se asignan a la Iniciativa de Integración de la Infraestructura regional Sudamericana (IIRSA) que dice en relación a "*desarrollar y aplicar metodologías para enriquecer la cartera de proyectos, atendiendo criterios de desarrollo social y económico sustentables, preservando el ambiente y el equilibrio con los ecosistemas*"[1]

Por otra parte, el Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN), tiene por objetivo entre otros el de i) Desarrollar una infraestructura para la integración regional reconociendo y dando continuidad a los logros y avances de la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), incorporándolos a su marco de trabajo; ii) Promover la compatibilización de los marcos normativos existentes en los países miembros de la UNASUR que regulan el desarrollo y operación de la infraestructura en la región; así como iii) Identificar e impulsar la ejecución de proyectos prioritarios para la integración y evaluar alternativas para su financiamiento[2].

El Plan de Acción COSIPLAN PAE 2012-2022, define seis objetivos, donde el sexto corresponde a "*Impulsar la aplicación de metodologías, el desarrollo de procesos sectoriales y acciones complementarias que hagan posible el proyecto, la ejecución y la operación de los emprendimientos de integración física*", el cual incluye la Línea de Acción 6.1: Perfeccionar, difundir y aplicar metodologías y herramientas de Planeamiento Territorial.

Es en el marco de la *línea de acción 6.1- Perfeccionar, difundir y aplicar metodologías y herramientas de Planeamiento Territorial*, donde se ha considerado la acción específica 6.1.5 Gestión de catástrofes en la infraestructura – "*Con el fin de llevar a los países a contar con procedimientos claros para prevenir o reducir los efectos de eventos catastróficos (terremoto, maremotos, aluviones) que afecten las infraestructuras suramericanas y establecer planes de recuperación de la conectividad y de la infraestructura pública se diseñaran metodologías de gestión de catástrofes*"[3].

Por lo anterior, la presente metodología se espera aplicarla a grupos de proyectos, identificando las acciones necesarias realizar para prevenir y disminuir el impacto de las catástrofes naturales en la infraestructura, orientando la elaboración de planes de recuperación y ayudar a generar un sistema de intercambio de experiencias y monitoreo de amenazas naturales y catástrofes que ocurran en infraestructura parte de COSIPLAN/IIRSA.

El enfoque y acciones en la gestión de riesgo de los grupos de proyectos de COSIPLAN/IIRSA deben observar y considerar otras iniciativas, herramientas y plataformas que se desarrollan en el marco del quehacer de UNASUR, así como del mismo COSIPLAN/IIRSA. Ya que la gestión de riesgo de desastres y catástrofes es parte integral entre otros de los procesos de planificación territorial, estudios de impacto ambiental y elaboración de normativa, muchas de las cuales son iniciativas complementarias que COSIPLAN/IIRSA está llevando a cabo.

Por lo anterior, es importante que COSIPLAN/IIRSA y sus miembros conozcan la iniciativa de los países miembros de UNASUR que se detallan en la "Declaración de la Conferencia de Alto Nivel de Autoridades Vinculadas a la Gestión del Riesgo de Desastres de UNASUR"[4], en abril 2013 en donde las Delegaciones de

[1] Reglamento del Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN)

[2] Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN) PLAN DE ACCIÓN ESTRATÉGICO 2012-2022

[3] Idem

[4] Declaración de la Conferencia de Alto Nivel de Autoridades Vinculadas a la Gestión del Riesgo de Desastres de UNASUR - 2013

los Estados miembros de UNASUR participantes de la Conferencia de Alto Nivel de Autoridades vinculadas a la Gestión del Riesgo de Desastres de UNASUR (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela) – ponen a la consideración de UNASUR la creación del **Grupo de Trabajo de Alto Nivel para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres**. Entre los objetivos específicos propuestos para este Grupo de Trabajo se destacan los siguientes[5]:

- Promover la cooperación con el propósito de coadyuvar en la reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático, impulsando especialmente programas, proyectos y otras acciones de cooperación sur-sur y triangular, de acuerdo a las normativas de UNASUR.
- Incentivar la investigación científica y tecnológica a través del intercambio de conocimientos y experiencias propias de cada país, incluida la difusión consentida de los conocimientos, saberes y prácticas ancestrales; e integrar a los organismos científicos y tecnológicos en programas, proyectos y otras acciones vinculados a la temática.
- Fomentar el desarrollo de programas de reducción del riesgo de desastres que permitan la disminución de los niveles de riesgo en las comunidades de la región, con un enfoque de manejo integral de cuencas.

Otras herramientas elaboradas por COSIPLAN/IIRSA, tales como la Metodología de Evaluación Ambiental y Social con Enfoque Estratégico (EASE), el Sistema de Información Geográfico (SIG), la Actualización de la Cartera de Proyectos de Infraestructura del COSIPLAN y la Metodología de Planificación Territorial Indicativa de IIRSA, algunas ya consideran la identificación de las amenazas naturales a los cuales están expuestos los grupos de proyectos, y abordan de diferente manera la manera de cuantificar el riesgo frente a dichas amenazas.

Por lo anterior, la metodología que se presenta en este documento espera ser complementaría y se utilice en el marco de las diferentes acciones que se tienen planificadas realizar para cada una de la líneas de acción del Plan Estratégico de COSIPLAN/IIRSA 2012-2022.

Versión preliminar

Capítulo 2. ¿Cómo y para qué usar esta guía?

El presente documento está estructurado en tres secciones, donde la última de ellas presenta la metodología para incorporar la gestión de riesgo en la infraestructura de integración de COSIPLAN/IIRSA.

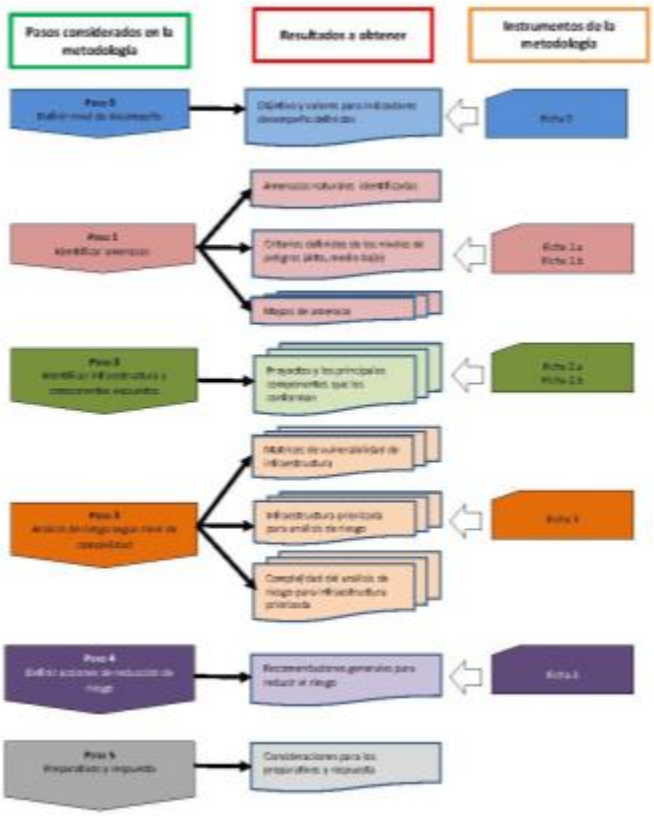
La primera sección, presenta los antecedentes que permiten y respaldan el uso de la presente herramienta metodológica en el quehacer del COSIPLAN/IIRSA, y orienta sobre la estructura y uso del documento. La segunda sección presenta brevemente las principales amenazas y fenómenos naturales a los cuales están expuestos los países de Sudamérica, el impacto que han tenido en el pasado los desastres en la infraestructura y se entrega un marco conceptual sobre gestión y prevención del riesgo de desastres, en base al cual se construye la propuesta metodológica.

En la sección tres, se presenta la metodología para realizar estudios de riesgo frente a desastres, en donde en cinco pasos claramente definidos se espera elaborar productos de información concretos para incorporar la gestión de riesgo de manera exitosa en los proyectos e infraestructura de integración.

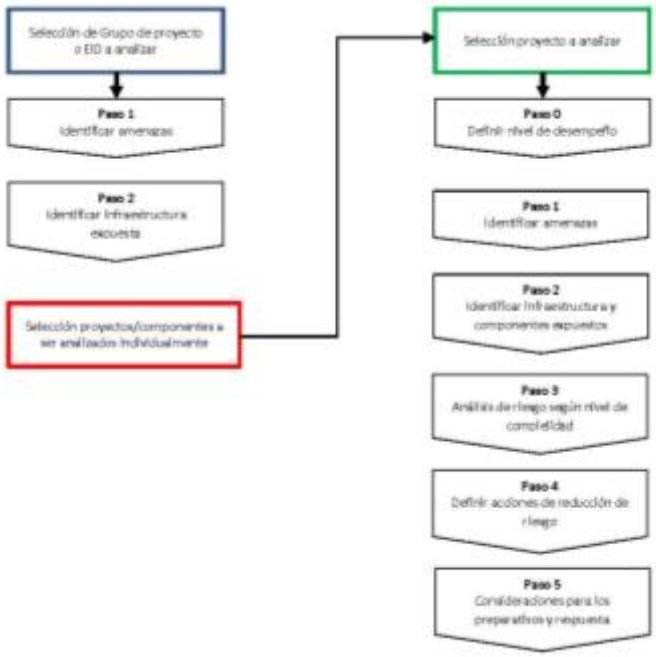
Paso 1 - Identificación y caracterización de amenazas presentes en áreas de influencia
Paso 2 – Identificación y caracterización de infraestructura expuesta
Paso 3 – Análisis de riesgo
Paso 4 – Reducción de riesgo de desastres
Paso 5 – Preparativos para la respuesta

En la siguiente figura se presentan los distintos pasos considerados en la metodología, y los resultados que se obtienen en cada uno de ellos.

[5] Propuesta para la creación de un Grupo de Trabajo de Alto Nivel para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres en UNASUR



La propuesta metodológica permite que la misma pueda aplicarse tanto a Grupo de Proyectos o EIDs (Paso 1 y paso 2), lo cual conlleva a identificar y priorizar los proyectos o infraestructuras que requieren un análisis individual de riesgo. Así como para proyectos e infraestructura puntual (Pasos 1 a 5), como se muestra a continuación.



SECCION II – CONTEXTO REGIONAL Y MARCO CONCEPTUAL PARA LA GESTION Y PREVENCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES

Capítulo 3. Las amenazas naturales y su impacto en la infraestructura de América del Sur

Amenazas naturales presentes en América del Sur[6]

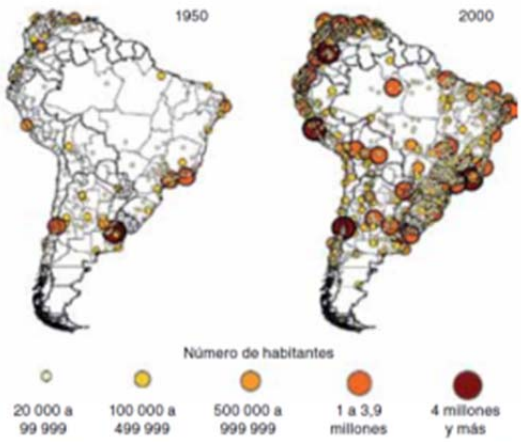
América del Sur está expuesta a diferentes tipos amenazas de origen natural debido entre otras a sus características geológicas, climáticas, hidrológicas y geomorfológicas. Una de los fenómenos que afectan a la mayoría de los países de la región es El Fenómeno del Niño-Oscilación Sur (ENOS). Por otra parte, las inundaciones son frecuentes en los países sudamericanos, como consecuencia tanto de anomalías climáticas como aquellas asociadas a la expansión urbana no planificada, la erosión y el uso no sostenible de la tierra. Por otra parte, las temperaturas extremas y sequías son cada vez más pronunciadas y frecuentes en algunas zonas de la región, particularmente en Perú y el Altiplano Boliviano y el Gran Chaco (Bolivia y Paraguay al norte de Argentina).

Tanto la costa del Pacífico como la zona sur del continente presentan una intensa actividad sísmica que ha generado terremotos y tsunamis de gran magnitud. La región tiene 204 volcanes activos[7], 36 de ellos ubicados en Chile.

Según la CEPAL[8], en la década de 2000, la población urbana representaba un 80,6% de la población total, porcentaje que ubica a la UNASUR entre las regiones más urbanizadas del mundo.

Asimismo, el 66,4% de la población reside en ciudades de por lo menos 20.000 habitantes y el 34% en ciudades de por lo menos 1 millón. Las ciudades más pobladas son: São Paulo (17 millones), Buenos Aires (12 millones), Río de Janeiro (11 millones), Lima (8,5 millones), Bogotá (7,3 millones) y Santiago (5,4 millones).

Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR): población que reside en ciudades de 20.000 y más habitantes, según ronda de censos de 1950 y 2000



Fuente: CELADE-División de Población de la CEPAL, Distribución Espacial de la Población y Urbanización en América Latina y el Caribe [base de datos en línea] http://www.cepal.org/celade/depualc/.

Estos procesos de urbanización que no han ido acompañado de procesos de planificación y ordenamiento territorial han facilitado que comunidades y la infraestructura que los sirve se desarrollen en zonas expuestas a diferentes tipos de amenaza.

A continuación se presenta de manera resumida algunos de los principales fenómenos naturales a los cuales está expuesto los países de UNASUR, en especial aquellos que tienen la potencialidad, de afectar a más de un país de Sudamérica. A Continuación se presentarán algunos mapas disponibles solo con el fin de visualizar zonas transnacionales expuestas a fenómenos específicos, ya que para definir políticas y acciones de gestión de riesgo de desastres se requieren mapas de menor escala.

---

[6] La información que se presenta en esta sección ha sido tomada y adaptada del documento UNISDR, ECHO (2013) "América del Sur: Una visión regional de la situación de riesgo de desastres", disponible en http://www.eird.org/wikiesp/images/Visi%C3%B3n_regional_de_la_situaci%C3%B3n_de_riesgo_de_desastres_America_del_Sur_FINAL.pdf

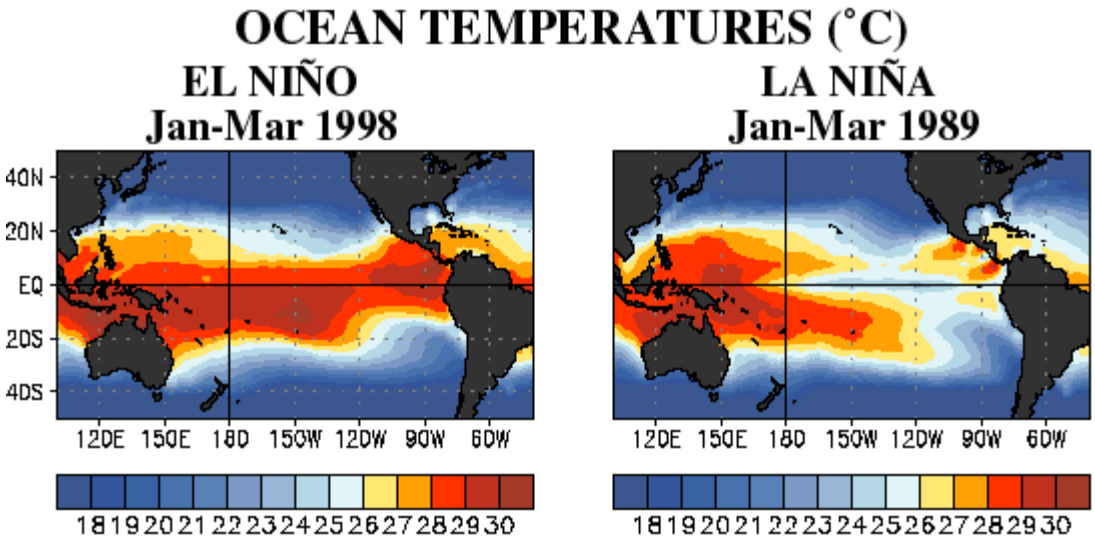
[7] Son aquellos que pueden entra en actividad eruptiva. La mayoría de los volcanes permanecen en reposo la mayor parte del tiempo y ocasionalmente entran en actividad . Solamente unos pocos están en erupción continua.

[8] CEPAL, UNASUR (2011) "UNASUR - Un espacio de desarrollo y cooperación por construir"

El Niño-Oscilación Sur (ENOS)

El fenómeno de El Niño está relacionado con un patrón de circulación de las aguas del océano Pacífico conocido como la Oscilación del Sur. Este eleva las temperaturas oceánicas son por encima de la media (más de 0.5°C del valor normal). El Niño-Oscilación Sur o ENOS se manifiesta a lo largo de las costas de Ecuador, Perú y norte de Chile y en todo el Océano Pacífico ecuatorial cuando las temperaturas suben por un período mayor a tres meses consecutivos. Por otra parte, cuando las temperaturas oceánicas caen por debajo de la media, al fenómeno se le da el nombre de La Niña.

Este fenómeno es de extremada relevancia como factor de riesgo de desastres porque genera cambios en el clima: el fenómeno de El Niño se asocia a sequía en el Pacífico occidental, lluvias en la costa ecuatorial de América del Sur (especialmente Colombia, Ecuador y Perú), afectando también a países tales como Venezuela, Bolivia y Brasil.



Temperatura media del mar durante El Niño y La Niña[9]

El Niño y La Niña suelen durar entre 9-12 meses, por lo general formándose las condiciones durante junio-agosto, y alcanzando su máxima intensidad durante diciembre y abril. La periodicidad de estos fenómenos puede ser bastante irregular, El Niño y La Niña ocurre cada 3-5 años en promedio. Eventos fuertes pueden esperarse aproximadamente cada 15 años.

ENOS como una amenaza regional

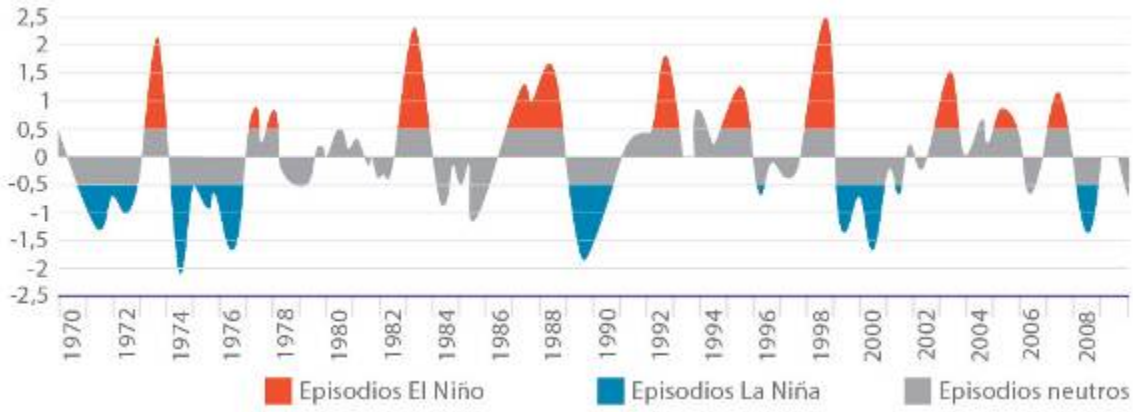
Los fenómenos involucrados pueden generar un superávit de lluvias que puede producir inundaciones y remoción en masa, o bien un déficit de lluvias que genere sequías e incendios forestales, cielos despejados y heladas. El aumento del nivel del mar puede producir marejadas que inunden y erosionen zonas costeras.

Uno de los indicadores más utilizados para hacer seguimiento a estos fenómenos es el Índice de El Niño Oceánico (ONI, por sus siglas en inglés), desarrollado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de Estados Unidos. Este índice es calculado a partir de mediciones de la temperatura superficial del mar en el sector central del Pacífico tropical frente a las costas de Suramérica.

[9] CPC (2005) The Climate Prediction Center. Disponible en <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/ensocycle.shtml>

En condiciones El Niño, el ONI debe ser igual o superior a +0,5 grados Celsius de anomalía, mientras que en condiciones La Niña, el ONI debe ser igual o inferior a -0,5 grados Celsius. En la siguiente figura se presenta el comportamiento del índice durante el periodo 1970 - 2008.

Índice del Niño Oceánico (ONI) 1970-2008



Iniciativa interpaís para el estudio y monitoreo del ENOS

En 1974 la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) integrada por Colombia, Ecuador, Perú y Chile con apoyo de la OMM y la COI, creó el Programa para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (Programa ERFEN) que inició operaciones en 1976. Los países miembros luego crearían los respectivos Comités Técnicos Nacionales.

Posteriormente, el 10 de Diciembre de 1987, en la ciudad de Quito-Ecuador los Ministros de Relaciones Exteriores de los países miembros de la CPPS. Colombia, Ecuador, Perú y Chile firman la "Declaración de Quito", en la cual se establece la necesidad de fortalecer Programa ERFEN en los campos meteorológico, oceanográfico (físico y químico), biológico-marino, biológico-pesquero, de capacitación, y socio-económico, además de dotar al programa de un adecuado marco jurídico, institucional, financiero y de cooperación a nivel regional.

El 6 de Noviembre de 1992 en la ciudad de Callao-Perú, se firma el Protocolo sobre el Programa ERFEN que fue ratificado por Colombia mediante Ley 295 de 1996. La meta básica del Protocolo ERFEN es predecir los cambios oceánico-atmosféricos con anticipación suficiente para permitir políticas de adaptación o de emergencia frente a variaciones en el rendimiento pesquero, agrícola e industrial y decisiones de mercadeo, manejo de recursos hidrobiológicos y otras. Es así que hoy en día el Comité Técnico Nacional para el Estudio del Fenómeno El Niño (CTN-ERFEN) de cada país se enmarca dentro de la estructura de acción del Protocolo ERFEN y es el mecanismo de acción institucional en el país en torno a este tema.

Desde comienzos de 2003 las Naciones Unidas con el apoyo de la OMM, la UNISDR y el Gobierno del Ecuador han establecido el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Fenómeno El Niño-CIIFEN, centro que funciona en la ciudad de Guayaquil-Ecuador y que en la actualidad cuenta además con el apoyo de la NOAA, el Gobierno de España y recientemente con la participación de la CPPS.

Inundaciones

Paradójicamente sobre esta amenaza, que es la causante de la mayor cantidad de eventos de desastres y personas afectadas, no se encuentra disponible información que aborde la exposición en América del Sur en su conjunto o por sub-regiones.

Existen limitados estudios hidrometeorológicos en cuencas compartidas, o identificación de cuencas que requieren de un enfoque interpaís para análisis y respuestas integrales.

El mapa que se presenta a continuación forma parte del "Atlas de las Dinámicas del Territorio Andino: Población y bienes expuestos a amenazas naturales"[10]. En él se presentan las zonas de mayor susceptibilidad de inundaciones dentro del territorio que abarcan Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. Se puede apreciar que en la vertiente oriental de Los Andes se observan las mayores superficies de inundación. No obstante, las pequeñas superficies de inundación que se aprecian en las zonas costeras según lo muestra el mapa, afectan a un gran número de personas, ya que es allí donde se concentra la población en estos países. En el proceso de elaboración de este estudio no se pudieron identificaron mapas similares para otras subregiones de América del Sur.

Zonas de mayor susceptibilidad a inundaciones en Territorio Andino. Fuente: PREDECAN

Sin embargo a lo anterior, el Dartmouth Flood Observatory (Observarotio de Inundaciones Dartmouth) de la Universidad de Colorado mantiene un registro detallado y monitoreo satelital en tiempo real el caudal de determinados ríos de américa del sur y diferentes partes del mundo. En el anexo 1, se muestra la ubicación de algunos de los puntos de control de caudal del Sistema River Watch en Sudamérica.

CAF y la Universidad de Colorado inician proyecto para mapear inundaciones en América Latina y el Caribe

Recientemente el Programa GeoSUR y el Dartmouth Flood Observatory[11], de la Universidad de Colorado han iniciado un proyecto para mapear inundaciones en Latinoamérica y el Caribe (LAC) en tiempo casi real. El nuevo sistema, de libre acceso, permitirá a los usuarios visualizar y descargar mapas digitales con la extensión precisa de cada inundación que está ocurriendo en un momento dado, y contará con mapas históricos de las principales inundaciones ocurridas durante los últimos 15 años en la región. Como parte del proyecto, la Universidad de Colorado incrementará la densidad de puntos de control de caudal de su Sistema River Watch en LAC, a fin de mejorar el monitoreo de sequías e inundaciones en cuencas hidrográficas seleccionadas y de facilitar la predicción de inundaciones catastróficas. La información espacial generada por este novedoso sistema podrá ser consultada en el Visor Regional del Programa GeoSUR y en el Portal de Darmouth

Sismos

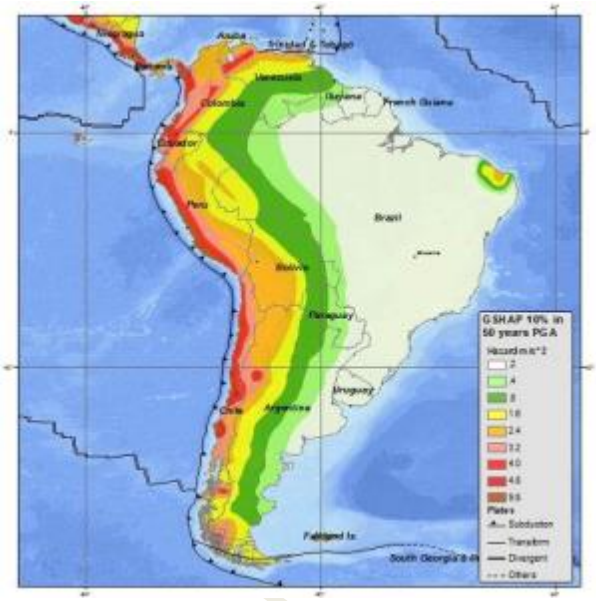
La localización de la vertiente pacífica de América del Sur en el Cinturón de Fuego del Pacífico hace que esta zona se encuentre emplazada en una de las áreas de mayor sismicidad del planeta, en donde se reporta el 80% de la actividad sísmica y volcánica de la tierra. Por esto que los países de América del Sur han sufrido algunos de los terremotos más intensos que se han registrado a nivel mundial, como es el caso del que afecto Valdivia (Chile, 1960, Magnitud Richter 9,4).

América del Sur se ubica sobre la confluencia de tres placas tectónicas activas (Nazca, Suramericana y Caribe), lo cual origina también la actividad volcánica y amenaza a tsunamis.

[10] PREDECAN "Atlas de las dinámicas del Territorio Andino: Población y bienes expuestos a amenazas naturales". Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/predecan/atlasweb/include/openlayers/mapas/mapa43.html> [Fecha de consulta 15 noviembre 2012]

[11] Disponible en http://floodobservatory.colorado.edu/

El siguiente mapa muestra cómo se presenta la peligrosidad sísmica en América del Sur. Los colores indican los distintos grados de peligrosidad sísmica[12]. El rojo el color indica alta peligrosidad y las áreas sin color representan territorios en los que no existe peligro sísmico. Se puede apreciar que la costa occidental del continente presenta altos grados de peligrosidad sísmica, la cual desciende paulatinamente (salvo en un enclave al este de Brasil como se ve en el mapa), en la medida en que se avanza hacia el oriente de América del Sur.



Peligrosidad sísmica en América del Sur. Fuente: USGS

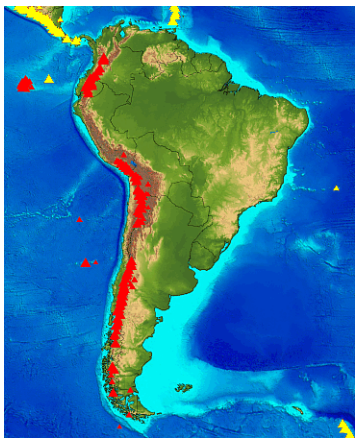
El Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) es un Organismo Internacional creado el año 1966 por acuerdo entre el Gobierno del Perú y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Su objetivo es favorecer toda clase de estudios y actividades sismológicas en la región sudamericana y ayudar a su realización, así como efectuar el enlace entre estaciones e instituciones sismológicas de la región y con los centros sismológicos internacionales.

A través del CERESIS, se hacen disponibles una serie de herramientas, incluyendo un Catálogo de Intensidades, Mapa Sísmico Probabilístico, Catálogo de Hipocentros y la Red Sísmica de América del Sur. En el anexo 2 se muestran parte de las estaciones sísmicas existentes en América del Sur, las cuales tienen una correlación casi exacta entre las zonas de mayor peligro sísmico con la ubicación de las estaciones sísmicas.

Volcanes

La actividad volcánica en América del Sur está íntimamente ligada con la actividad sísmica de la región. La mayor cantidad de volcanes se encuentran en la cordillera de los Andes. Sin embargo como se puede apreciar en la siguiente figura, existen volcanes tanto en el Océano Pacífico (Islas Galápagos-Ecuador, Isla de Pascua-Chile, Hawái-EEUU) como en el mar Caribe cerca de las costas caribeñas de América del Sur (Kick-em-jenny, Mt St Catherine, Montserrat).

En la figura los triángulos rojos grandes muestran los volcanes activos y los más pequeños sin reporte reciente de actividad. Los triángulos amarillos representan volcanes en Centroamérica y Caribe.



Volcanes activos en América del Sur.
Fuente: Global Volcanism Program – Smithsonian
<http://www.volcano.si.edu/world/region.cfm?rnum=15>

Una erupción volcánica puede llegar a afectar más a los países vecinos que a aquel donde se ubica el volcán en erupción, e incluso, como se muestra en el recuadro, puede tener un impacto a nivel global.

Caso – Erupción Volcán Puyehue[13] – Cordón del Caulle – CHILE (2011)

[12] La escala indica las aceleraciones máximas, que es cómo se mide el peligro sísmico, con probabilidad de excedencia de 10% en 50 años. USGS Seismic Hazard Map. Disponible en <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/south_america/gshap.php> [Fecha de consulta: 28 noviembre 2012]

La erupción del volcán Puyehue – Cordón del Caulle de Chile que el año 2011 afectó de manera importante a Argentina, así como el tráfico aéreo de otros países de América del Sur. Cordón Caulle es una fisura volcánica y ha entrado en erupción muchas veces en la historia, más recientemente, en 1960, a raíz de del terremoto de Valdivia los días anteriores.

El 4 de junio de 2011[14] comenzó la erupción del complejo volcánico Puyehue-Cordón Caulle en Chile. Al menos 3.500 personas fueron evacuadas inmediatamente de las zonas cercanas, mientras que la nube de ceniza voló a través de todo el hemisferio sur.

La pluma cruzó las fronteras de Chile y se precipita sobre las ciudades argentinas de Villa la Angostura, Bariloche y la zona norte de la provincia de Chubut. El Gobierno Argentino organizó el traslado de personal del Ejército Argentino, medios de transporte y plantas de tratamiento de agua a las zonas afectadas en la frontera de Argentina con Chile.

El 9 de junio la pluma de cenizas de la erupción llegó a Uruguay, obligando a la cancelación de la mayoría de los vuelos. El 11 de junio las nubes de cenizas alcanzó la punta sur de Nueva Zelanda. El 18 de junio, la nube de ceniza había completado su primer círculo a la tierra.

Tsunamis

El origen de los tsunamis puede ser diverso, tales como terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos y otras causas, pero casi la totalidad de los tsunamis reportados en América del Sur se han debido a terremotos.

El siguiente mapa representa con círculos los tsunamis reportados en América del Sur, cuyos colores muestran rango de muertes reportadas (blanco: sin muertes, rojo: más de mil muertes). Las figuras geométricas muestran en origen del tsunami (círculo: terremotos, triángulo: erupción volcánica), a mayor tamaño del circulo es mayor la magnitud del sismo que generó el tsunami. Como se puede apreciar, la vertiente occidental de América del Sur han sufrido los efectos devastadores de un importante número de tsunamis y, en un menor grado, este fenómenos también ha afectado territorios en el extremo norte del continente.

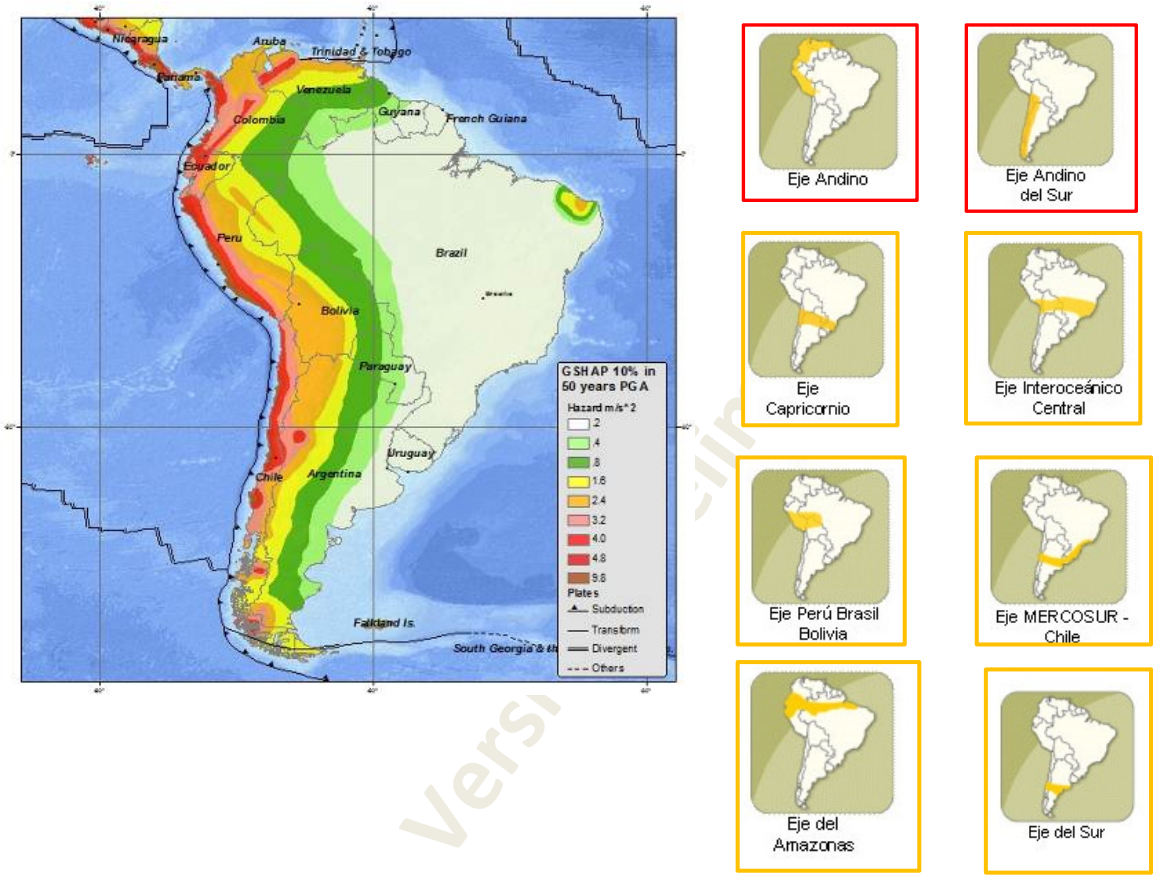
Mapa 12. Tsunamis generados por terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos y otras causas 1410 a.c – 2011

Versión Preliminar

[13] Disponible en:<http://www.vistaalmar.es/hablame-del-mar/images/volcan-puyehue-13-06-2011-globo.jpg>[Fecha de consulta: 20 noviembre 2012]

[14] Ver <http://en.wikipedia.org/wiki/2011_Puyehue-Cord%C3%B3n_Caulle_eruption> [Fecha de consulta: 20 noviembre 2012]

Resulta evidente el observar como las diferentes amenazas están presentes en las distintas EIDs, donde el peligro sísmico resulta más dramática la coincidencia de zonas de a,ta peligrosidad sísmica con EID´s tales como el Eje Andino y Eje Andino del Sur donde casi toda su extensión a lo largo y ancho está expuesto a diferente niveles de peligrosidad sísmica. Por otra pate existen otros seis EIDs, en la cual una parte de su territorio se encuentra en zonas de alto riesgo sísmico, el cual es coincidente con la vertiente pacífico de américa del sur. Por lo cual la infraestructura que se planifique, diseñe y construya en estas áreas estarán expuestas a importantes peligros sísmicos. Por ejemplo, afectación a infraestructura portuaria y transporte terrestre a causa de un sismo podría significar impactos relevantes en iniciativas de integración.



El impacto de los desastres en la infraestructura

Los desastres producto de diferentes tipos de amenazas afectan de manera variada a la infraestructura que forma parte del quehacer de COSIPLAN/IIRSA. El impacto de los desastres en la infraestructura, entre otras consecuencias se puede destacar:

- Pérdida de vida o seguridad de las personas (funcionarios, comunidad)
- Deterioro o suspensión del servicio que presta la infraestructura
- Daños físicos en la propia infraestructura o algunos de sus componentes
- Daños en comunidades y/u otro tipo de infraestructura
- Daños o deterioro en el medioambiente
- Pérdidas económicas

Por lo general, el impacto de los desastres en infraestructura puntual (puertos, aeropuertos, pasos de aduana, etc.) afectan la totalidad de sus componentes, en cambio en infraestructura lineal si bien los daños pueden ser puntuales, se verá comprometida el funcionamiento de todo el sistema.

Resulta relevante el conocer el impacto que tienen los desastres en diversos tipos de infraestructura y servicios. Con posterioridad a un desastre existen diversas iniciativas de evaluación del impacto, las cuales son llevadas a cabo por diferentes tipos de instituciones, en distintos momentos y con diferentes objetivos, tales como: atender las necesidades de la emergencia, planificar la recuperación y reconstrucción, obtener lecciones aprendidas, etc. Los propios Ministerios, gobiernos locales, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, agencias de cooperación, entre otros realizan este tipo de evaluaciones de daños.

La CEPAL desde 1972 ha desarrollado y perfeccionado una metodología para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres, el cual describe la metodología para realizar la evaluación de los efectos económicos, sociales y ambientales de los desastres, que se clasifican en daños directos e indirectos, y en efectos macroeconómicos y globales de un determinado desastre en un país específico.

Según la metodología desarrollada por la CEPAL[15], los daños de los desastres se clasifican en daños directos (pérdidas) y daños indirectos (gastos), para algunos de los tipos de infraestructura consideradas en el presente documento, a continuación se presentan algunos de los tipos de daños

		Daños directos	**Daños indirectos (pérdidas)**
Definición		Aquellos que alteran los acervos, patrimonio, bienes, capital.	Aquellos que producen cambio en los flujos de producción de bienes y servicios.
Ejemplos generales		Es la destrucción parcial o total de infraestructura física, edificios, instalaciones, maquinarias, equipos, medios de transporte y almacenaje, mobiliario, perjuicios en las tierras de cultivo, en obras de riesgo, embalses, etc.	Pérdida de cosechas futuras, las pérdidas de producción industrial por daños en las plantas o la falta de materia prima, mayores costos de transporte originados por la necesidad de utilizar vías o medios alternos de comunicación más largos y costosos, menores ingresos en las empresas de servicios por la interrupción o reducción de estos.
Eléctrico		Obras de generación, sub estaciones, sistemas de transmisión y distribución, centros de despacho.	Costo adicional de suplir las necesidades energéticas durante el período de rehabilitación de las instalaciones afectadas, los ingresos netos o superávit que dejaron de percibir las empresas eléctricas durante dicho período
Hidrocarburos		Obras de producción, oleo/gaseoducto, obras de refinación, obras de distribución	costo adicional de suministrar petróleo o sus derivados para satisfacer los requerimientos energéticos durante el tiempo que dure la reconstrucción o la rehabilitación, ingresos netos que se dejaron de percibir durante dicho lapso.
Transporte	Terrestre	Caminos, carreteras y sub-bases obras de arte (puentes, alcantarillas, pasos peatonales) estructuras de protección asociadas a caminos	Incremento de los costos de transporte por la necesidad de tomar rutas alternas, incremento costos de operación del tránsito, transferencia de tráfico terrestre a aéreo
	Puertos	estructuras de rompeolas, estructuras de amarre, muelles, embarcaderos, equipos específicos asociados a las operaciones portuarias	Reducción de ingresos correspondiente a los barcos (carga y pasajeros) que habrían atracado en el puerto, pérdida de ingresos correspondiente a servicios de operaciones portuarias

A continuación se presenta la consolidación de resultados de la aplicación de la metodología de la CEPAL en países de Sudamérica, donde si bien hay países que no han sido sujetos a este tipo de evaluaciones esto no quiere decir que no se hayan visto afectados por desastres. Por lo anterior, los las cifras que se presentan a continuación son solo referenciales, y los valores están expresados en millones de dólares americanos del año en el cual se realizó cada una de las evaluaciones.

[15] CEPAL, "Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres – Tomo 2" (2003)

País	Desastres/año	Tipo Infraestructura	Millones US$		
			Daños directos	Daños indirectos	Daños totales
ARGENTINA	Inundaciones de. Santa Fe 2003[16]	**Total**	**364.6**	**663.6**	**1,028.2**
		Energía	6.1	1.4	7.5
		Transporte y telecomunicaciones	76.1	96.1	172.1
BOLIVIA	Desastres 1982-1983[17]	**Total**	**521.5**	**315.0**	**836.5**
		Energía	0.0	0.0	0.0
		Transporte	62.0	36.0	98.0
	El Niño 97-98 [18]	**Total**	**213.1**	**31.2**	**244.3**
		Energía	0.0	1.4	0.0
		Transporte	207.8	29.9	0.0
	La Niña 2008[19]	**Total**	**167.7**	**343.5**	**511.2**
		Energía	0.7	7.4	8.1
		Transporte	97.3	0.0	97.3
COLOMBIA	Terremoto eje Cafetero 1999[20]	**Total**	**1,400.0**	**189.2**	**1,589.2**
		Transporte telecomunicaciones	19.5	20.9	40.3
	Ola Invernal 2010-2011[21]	**Total**	**6,052.3**	**1,117.5**	**7,169.9**
		Energía	472.3	11.6	484.0
		Transporte	1,827.1	225.1	2,052.2
ECUADOR	Desastres 1982-1983	**Total**	**533.9**	**106.7**	**640.6**
		Transporte	164.3	45.0	209.3
	Inundaciones 1982 y 1983[22]	**Total**	**144.2**	**20.7**	**164.9**
		Transporte	63.9	11.8	75.7
	Desastre 1987[23]	**Total**	**186.2**	**814.9**	**1,001.1**
		Energía	3.5	0.3	3.8
		Transporte	18.4	19.8	38.2
	El Niño 97-98[24]	**Total**	**769.3**	**1,545.1**	**2,314.4**
		Energía	15.7	3.2	18.9
		Transporte y telecomunicaciones	99.1	687.7	786.8

[16] CEPAL (2003) "Evaluación del Impacto de las Inundaciones y del Desbordamiento del Río Salado en la Provincia de Santa Fe, República Argentina, 2003"

[17] CEPAL (1984) "Los desastres naturales de 1982-1983 en Bolivia, Ecuador y Perú"

[18] CAF "Las lecciones de El Niño – Bolivia Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998 Retos y propuestas para la región andina"

[19] CEPAL (2008) "Evaluación del Impacto Acumulado y Adicional Ocasionado por la Niña - Bolivia 2008"

[20] CEPAL (1999) "El terremoto de enero de 199 en Colombia: Impacto socio económico del desastre en la zona del Eje Cafetero"

[21] CEPAL, BID (2012) "Valoración de daños y pérdidas - Ola invernal en Colombia 2010-2011

[22] CEPAL (1983) "Ecuador: Evaluación de los Efectos de las Inundaciones de 1982/1983 Sobre el Desarrollo Económico y Social"

[23] CEPAL (1987) "El Desastre Natural de Marzo de 1987 en el Ecuador y sus repercusiones sobre el Desarrollo Económico y Social"

[24] CEPAL (1998) "ECUADOR: evaluación de los efectos socio económicos del Fenómeno del niño en 1997-1998"

País	Desastres/año	Tipo Infraestructura	Millones US$		
			Daños directos	Daños indirectos	Daños totales
	El Niño 97-98 [25]	**Total**	**845.5**	**2,036.0**	**2,881.5**
		Energía	15.7	3.2	18.9
		Transporte	102.1	692.5	794.6
		Telecom	1.0	0.0	1.0
GUYANA	Inundaciones 2005[26]	**Total**	**418.3**	**46.8**	**465.1**
		Energía	0.3	0.8	1.0
		Transporte	16.7	0.9	17.6
		Telecom	0.5	0.3	0.8
	Inundaciones 2006	**Total**	**22.2**	**7.8**	**30.0**
		Transporte	2.1	0.0	2.1
PERU	Desastres 1982-1983	**Total**	**1,209.6**	**792.2**	**2,001.8**
		Energía	10.2	9.5	19.7
		Transporte y telecomunicaciones	184.9	118.2	303.1
	El Niño 97-98 [27]	**Total**	**1,612.0**	**1,888.0**	**3,500.0**
		Energía	11.0	55.0	66.0
		Transporte	604.0	114.0	718.0
SURINAME	Inundaciones 2006[28]	**Total**	**39.2**	**2.1**	**41.3**
		Energía	0.2	0.0	0.2
		Transporte	0.3	0.0	0.3
VENEZUELA	El Niño 97-98 [29]	**Total**	**2.6**	**68.6**	**71.2**
		Energía	0.0	17.0	0.0
		Transporte	0.0	2.3	0.0
	Deslizamientos 1999[30]	**Total**	**1961**	**1264**	**3225**
		Energía	131.5	28.9	160.4
		Transporte y telecomunicaciones	320	462	782

Versión preliminar

[25] CAF "Las lecciones de El Niño – Ecuador Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998 Retos y propuestas para la región andina"

[26] CEPAL, PNUD (2005) "GUYANA - Socio-economic assessment of the damages and losses caused by the January-February 2005 Flooding"

[27] CAF "Las lecciones de El Niño – Perú Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998 Retos y propuestas para la región andina"

[28] CEPAL, PNUD (2007) "Suriname: the impact of the May 2006 floods on sustainable livelihoods"

[29] CAF "Las lecciones de El Niño – Venezuela Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998 Retos y propuestas para la región andina"

[30] CEPAL, PNUD (2000) "Los Efectos Socioeconómicos de las Inundaciones y Deslizamientos en Venezuela en 1999"

Capítulo 4. Marco conceptual de la Gestión y Prevención del Riesgo de Desastres e infraestructura

La gestión y prevención del riesgo de desastres parte integral del desarrollo sostenible

De acuerdo con la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (UNISDR) la gestión del riesgo (GdR) de desastres se define como "el proceso sistemático de utilizar decisiones administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre". Esta definición presenta dos ideas esenciales: 1) La gestión es un proceso, y no un fin último y 2) la gestión es tanto para reducir el riesgo existente como para evitar la generación de nuevos riesgos.

Considerando lo anterior, la reducción de riesgo de desastre, es uno de los conceptos centrales de la discusión en torno a la gestión del riesgo y desastre, ya que el riesgo ***existe en todo momento y en todo lugar*** manifestándose de diferentes maneras; en cambio el desastre se produce en ***un lugar y momento determinado*** a raíz de la manifestación de un fenómeno natural adverso.

Lo anterior ha significado que muchos países e instituciones han modificado las nociones de manejo, gestión o administración de "desastres" (con el foco en la emergencia) por el de manejo, gestión o reducción de "riesgo". Este cambio en la terminología y enfoque conceptual a nivel internacional ilustra cómo el eje de análisis y preocupación ha pasado del desastre/emergencia (el daño y la pérdida) hacia el riesgo, que es la probabilidad del daño y pérdida, por lo tanto es algo que se puede evitar. Centrar la atención en el "riesgo" y no en el "desastre" ha permitido mayor debate y acciones de prevención y mitigación del riesgo y exponer la íntima relación entre los procesos de desarrollo, y la generación y/o amplificación de los riesgos de desastres.

Buscando reducir los niveles de riesgo existentes para proteger los medios de vida de los más vulnerables, la gestión del riesgo de desastre constituye la base del desarrollo sostenible, y en este marco está vinculada a otros temas transversales, como género, derechos, cambio climático y medioambiente.

En este enfoque conceptual priman las acciones de i) identificación del riesgo; ii) reducción del riesgo; iii) preparación y manejo del desastre; y iv) recuperación, rehabilitación y reconstrucción

i) <u>Identificación del riesgo</u>

La identificación de riesgo tiene por objetivo determinar en detalle los posibles impactos de las amenazas naturales significativas en los diferentes componentes de un proyecto/grupo de proyectos, en base a la exposición de los mismos a una o más de una amenaza natural presente en el territorio en el cual se desarrolla la infraestructura de estos proyectos.

Con los resultados de la evaluación del riesgo, se deben orientar la selección de las medidas apropiadas de gestión y reducción del riesgo. Por lo cual como resultado de estos estudios de identificación/evaluación de riesgo se debe contar con:

- Caracterización de las amenazas (frecuencia, intensidad y gravedad) que hayan afectado la zona del proyecto, y de las que se prevé que afecten el territorio durante la vida operacional de la infraestructura de interés;

Versión preliminar

- Determinación de la vulnerabilidad y las pérdidas probables de componentes del proyecto/grupo de proyectos, es decir los tipos y magnitud de los probables impactos sociales, económicos y ambientales debidos a cada amenaza, incluyendo impactos directos e indirectos;
- Proponer un plan de gestión del riesgo de desastres, con propuestas de diseño de medidas de prevención y mitigación para proteger la salud humana y los activos económicos y su costo estimado, un plan de ejecución, un plan de seguimiento e indicadores de progreso y un plan de evaluación.

ii) Reducción del riesgo

Con posterioridad de la identificación del riesgo frente a la/s amenaza/s a las cuales se encuentra expuesto el proyecto/grupos de proyectos bajo análisis, se deberá definir cuáles acciones de gestión de riesgo implementar, proceso de decisión que deberá ser orientado en base a los probables impactos sociales, económicos y ambientales debidos a cada amenaza, en los diferentes componentes de un sistema o infraestructura específica.

De manera genérica, algunas medidas típicas de reducción de riesgo que típicamente son consideradas e implementadas en infraestructura son las siguientes:

- Ubicación de los componentes/infraestructura en "zonas seguras"[31] (áreas donde las amenazas naturales se presentan con menor frecuencia o intensidad) .
- Considerar obras de control sobre determinadas fenómenos naturales que lo permitan, tales como: canalización de ríos y quebradas; estabilización de taludes; reforestación; sistemas de drenajes; mejoramiento de suelos, etc.
- Diseñar e implementar obras de reforzamiento de los componentes del sistema/infraestructura de mayor vulnerabilidad frente a las amenazas que están expuestas[32].
- Dotar al sistema/infraestructura de redundancia y/o interconexión[33] con otros sistemas, de manera de aumentar la fiabilidad antes la ocurrencia de situaciones adversas que aseguren el funcionamiento del sistema/infraestructura.

iii) Manejo de emergencias y desastres

Si bien las situaciones de emergencias y desastres pueden tener diverso origen, en el presente documento se hará referencia al manejo de emergencias derivadas de desastres originados por la manifestación de un fenómeno natural.

El Manejo de emergencias y desastres, requiere de una organización y administración de los recursos y las responsabilidades previamente definidas para atender todos los aspectos de la respuesta inmediata en situaciones de emergencia derivadas de un desastre, incluyendo la preparación, los planes de contingencia y la rehabilitación.

Para asegurar una respuesta eficaz cuando se presente una situación de emergencia o desastres, es indispensable conocer de manera anticipada la/s amenaza/s a la/s cúal/es está expuesta la infraestructura y sus componentes y los puntos débiles (vulnerables) del sistema, para que en base a esta información planificar la forma y los recursos que estarán disponibles para atender la emergencia.

Las acciones que se implementen al momento de la emergencia y desastres, debería basarse en información previa sobre la vulnerabilidad y riesgo del sistema, y orientarse a los principios de:

[31] La correcta selección de la ubicación de la infraestructura en el territorio, sobre todo al inicio de cualquier tipo de proyecto, es un elemento clave para controlar el nivel de riesgo de la misma.

[32] En sistemas/infraestructura lineal (carreteras, gas/oleoductos, energía, etc.) es habitual que diferentes componentes estén expuestos a distintas amenazas, por lo cual las obras de reforzamiento a diseñar e implementar deberán responder a la amenaza a la cual están expuestos cada componente.

[33] Para sistemas/infraestructura lineal (carreteras, gas/oleoductos, energía, etc.) el dotarlos de interconexión y redundancia aumentan de manera importante la resiliencia frente a eventos adversos.

Versión preliminar

- Proteger la vida, integridad y bienestar de los usuarios del servicio y de las comunidades que se ubican en la zona de influencia del sistema, infraestructura o componente.
- Reestablecer la operación de la infraestructura o componente dañado a nieles aceptables y previamente definidos.
- Mantener informado y dar oportunidades de participación a usuarios del servicio y comunidades en la zona de influencia del sistema, sobre las acciones que se estén planeando ejecutar.
- Obtener información que permita el cobro de pólizas de seguro comprometidas

iv) Recuperación, rehabilitación y reconstrucción[34]

Estos procesos buscan restaurar y mejorar cuando sea apropiado y posible, las instalaciones, infraestructura, servicios, los medios de vida y las condiciones de vida de las comunidades afectadas por desastres, incluyendo esfuerzos para reducir los factores de riesgo de desastres.

Las tareas de recuperación se llevan a cabo mediante acciones concretas de rehabilitación y la reconstrucción las cuales comienzan poco después que ha terminado de la fase de emergencia, y se basan en estrategias y políticas pre-existentes en las cuales se definen claramente las responsabilidades de las institucionales y permitir la participación comunitaria.

Los programas de recuperación, ofrecen una valiosa oportunidad de desarrollar y poner en práctica las medidas de reducción del riesgo de desastres y aplicando el principio de "reconstruir mejor". Entre las cuales se pueden destacar:

- Reubicación física[35] de comunidades y/o infraestructura afectada.
- Diseño y construcción de la infraestructura dañada teniendo en consideración las causas de los daños y normatividad actualizada que aumente la resiliencia de la infraestructura a recuperar.
- Ejecutar acciones de respuesta, creando sistemas redundantes que incrementen la resiliencia frente a futuros eventos, tales como: rutas alternas a caminos dañados; by-pass en sistemas de tuberías, etc.
- Para los casos que sea posible, implementar de obras de control sobre los fenómenos naturales que originaron el desastre, tales como[36]: canalización de ríos y quebradas; estabilización de taludes; reforestación; sistemas de drenajes; mejoramiento de suelos, etc

Se debe evitar que se vuelva a crear vulnerabilidad y riesgo.

Versión preliminar

Las particularidades de la prevención y gestión de riesgos y catástrofes en infraestructura

La UNASUR incluye dentro de sus objetivos específicos algunos relacionados con la Infraestructura, tales como el que dice sobre

d) la integración energética para el aprovechamiento integral, sustentable y solidario de los recursos de la región[37].– donde dentro de los principios se destaca: el fortalecimiento de las "*relaciones existentes entre los países miembros de la UNASUR, tomando como base el uso sustentable de sus recursos y potencialidades energéticas, aprovechando así las complementariedades económicas para disminuir las asimetrías existentes en la región y avanzar en dirección a la unidad suramericana*".

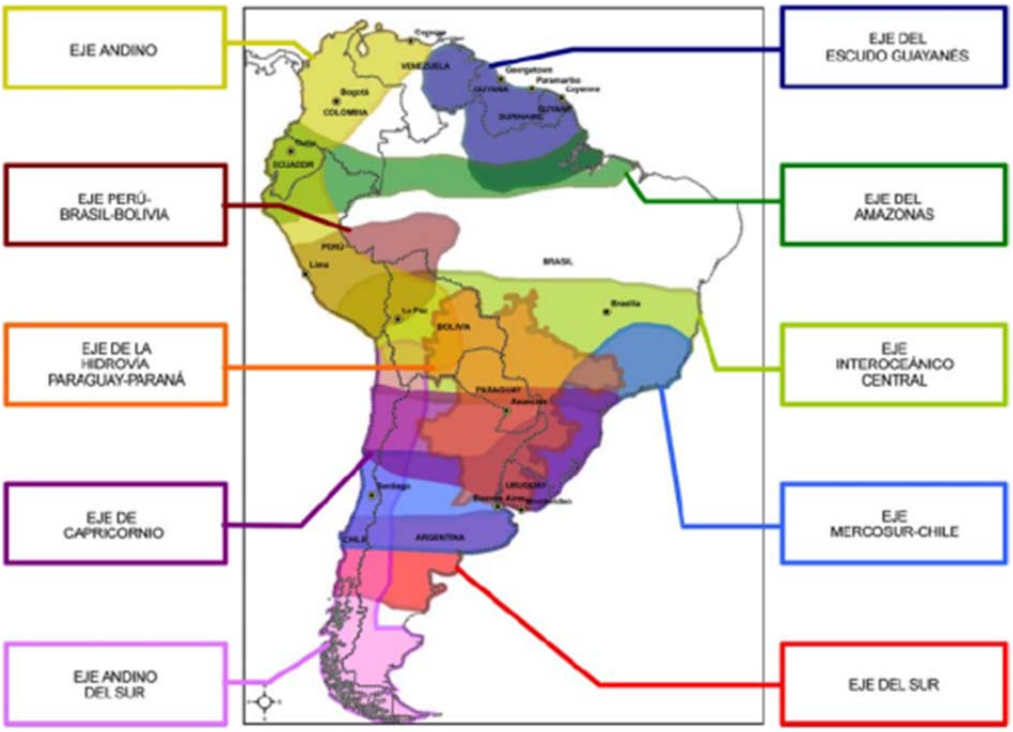
e) el desarrollo de una infraestructura para la interconexión de la región y de nuestros pueblos de acuerdo con los criterios de desarrollo social y económico sustentables; siendo la infraestructura es uno de los pilares de la integración regional cuya implementación debe estar orientada por criterios de desarrollo socioeconómico sustentable, adoptándose las actividades complementarias necesarias que impulsen el desarrollo de las poblaciones.

[34] Definición tomada de Internationa recovery Platform (IRP) disponible en http://www.recoveryplatform.org/
[35] Incluye nuevos trazados para proyectos lineales.
[36] Para amenazas tales como sismos, volcanismo, tsunamis, entre otros las obras de control por lo general son impracticables
[37] Por medio de la declaración de Margarita – Construyendo la Integración Energética del Sur, del 18 de abril de 2007, en el marco de la 1ª Cúpula Energética Suramericana

m) la integración industrial y productiva, con especial atención a las pequeñas y medianas empresas, cooperativas, redes y otras formas de organización productiva.

Para contribuir a lo anterior la COSIPLAN/IIRSA ha definido los siguientes objetivos específicos:
Objetivo 1. Promover la conectividad de la región a partir de la construcción de redes de infraestructura para su integración física, atendiendo criterios de desarrollo social y económico sustentables, preservando el medio ambiente y el equilibrio de los ecosistemas.
Objetivo 2. Aumentar las capacidades y potencialidades de la población local y regional a través del desarrollo de la infraestructura con el fin de mejorar su calidad y esperanza de vida.
Objetivo 3. Diseñar estrategias regionales de planeamiento para el desarrollo de infraestructura.
Objetivo 4. Consolidar la Cartera de Proyectos para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana.
Objetivo 5. Fomentar el uso intensivo de Tecnologías de Información y Comunicación con el fin de superar barreras geográficas y operativas dentro de la región
Objetivo 6. Impulsar la aplicación de metodologías, el desarrollo de procesos sectoriales y acciones complementarias que hagan posible el proyecto, la ejecución y la operación de los emprendimientos de integración física.

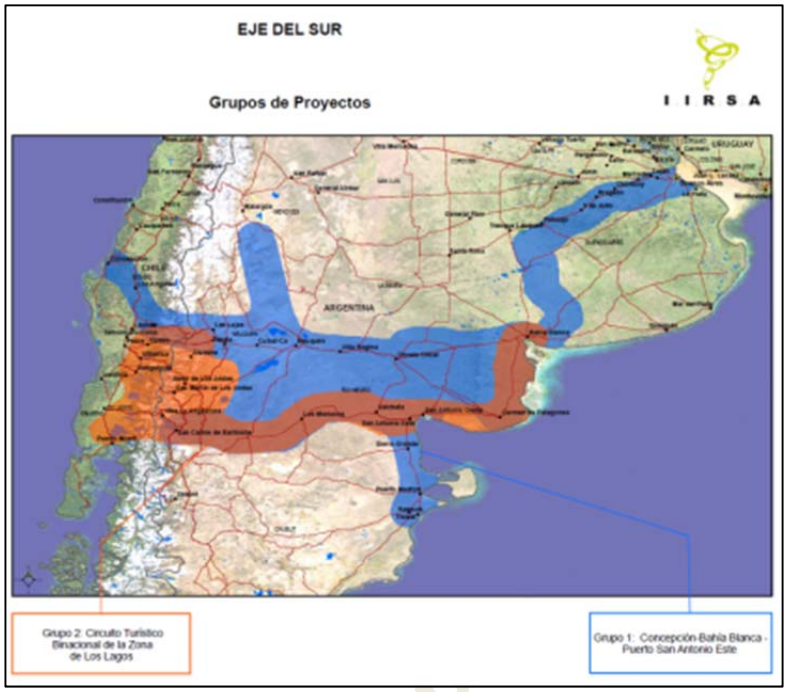
Para lo anterior la COSIPLAN/IIRSA ha desarrollado un marco territorial y sectorial para definir e implementar los proyectos de integración. Desde la perspectiva territorial se han definido los Ejes de Integración y Desarrollo (EID) que se presentan en la siguiente figura.



Más adelante se analizará como algunos de los territorios que conforman los diferentes EID coinciden con áreas de exposición a diferentes tipos de amenazas naturales.

Por otra parte, la COSIPLAN/IIRSA desarrolla proyectos de infraestructura heterogéneos que pueden incluir infraestructura de **comunicacione**s, **energía** (eléctrica, gas) y **transporte** (vías terrestres y fluviales,

puertos[38], aeropuertos, pasos de frontera). La diversidad de tipo de infraestructura considerada en el portafolio de COSIPLAN/IIRSA, así como la extensión de las EIDs ha hecho necesario que estos proyectos heterogéneos se organicen en Grupo de Proyectos, los cuales sin importar su tipo se agrupan en un área territorial específica de un determinado EID, en oportunidades se superponen las áreas de influencia de los grupos de proyecto, igual que lo hacen las EIDs.



Los diferentes tipos de infraestructuras se podrían agrupar en aquellos proyectos **puntuales** (puertos, aeropuertos, pasos de aduana) y los **lineales** (vías terrestres y fluviales; sistemas eléctricos, gas/oleoductos). A continuación se presentan algunas diferenciaciones desde la perspectiva de la gestión del riesgo, entre los proyectos puntuales y lineales.

	Sistemas/infraestructura puntual	**Sistemas/infraestructura lineal**
Ubicación y extensión territorial	Todo el sistema está expuesto a las amenazas de un territorio puntual.	Diferentes componentes del sistema están expuestos a diferentes amenazas, dependiendo de su ubicación.
Características físicas de la infraestructura	La infraestructura principal es homogénea en los elementos estructurales que la conforman, por lo general predominan materiales principales.	Funcionan como sistema de componentes en serie e interdependientes. La disposición, materialidad y diseño de los diferentes componentes es diversa.
Resiliencia intrínseca	Por lo general son instalaciones de difícil reemplazo en el corto plazo y de gran demanda de la población, en especial durante situaciones de emergencias.	Al conformarse esta infraestructura como sistemas, existen posibilidades de interconexión con otros sistemas existentes. Por otra parte, proveen servicios que pueden ser suplidos por la población por otros medios en el corto plazo.
Facilidades de inspeccion	Se trata de edificaciones y equipos que son fácilmente inspeccionables.	Muchos de sus componentes se encuentran bajo tierra y en lugares distantes a donde se produce y utiliza el servicio, lo que dificulta conocer la situación de los mismos[39].

[38] Marítimos y fluviales
[39] Algunos sistemas cuentan con monitoreo remoto y personal que recorre las líneas.

Por otra parte, se debe diferenciar los enfoques y acciones para la prevención y gestión de riesgo entre la infraestructura **existente** y la **por construir**, ya que las oportunidades, las formas y costos involucrados para la reducción de riesgo de desastres se diferencian, tal como se presenta en la siguiente tabla.

	Infraestructura por construir	**Infraestructura existente**
Conocimientos de las amenazas	Se tiene la oportunidad de conocer y caracterizar[40] las amenazas a las cuales estará expuesta el sistema, infraestructura o alguno de sus componentes, como parte de la información básica de diseño y construcción de las mismas.	Las amenazas a las cuales está expuesta el sistema, infraestructura o alguno de sus componentes han sido a lo largo de la vida de la misma y se ha evidenciado a través de la experiencia, operación y mantenimiento del sistema cual son los elementos vulnerables.
Enfoque de análisis de riesgo	Durante la etapa de diseño y teniendo en cuenta la caracterización de las amenazas y las normas técnicas respectiva se deberá definir el "riesgo aceptable", lo cual hace prescindir de estudios de riesgo que no sean para este fin.	Mediante un análisis de riesgo[41] se podrá conocer el comportamiento del sistema y sus componentes frente a las diferentes amenazas a las cuales está expuesto
Reduciendo el riesgo	Las acciones de reducción de riesgo son parte integral del proyecto, por lo cual son sujetas de diseños integrados y complementarios de los proyectos de infraestructura y de sus componentes.	Las acciones de reducción de riesgo, deben ser diseñadas y ejecutadas durante el funcionamiento del sistema o infraestructura, ya sea dentro de las acciones de operación o mantenimiento o bien como proyectos especiales de reducción de riesgo. Las obras de rehabilitación o reconstrucción de infraestructura afectada por fenómenos naturales resulta una oportunidad para incluir acciones de reducción de riesgo de desastres.
	La implementación de las acciones de reducción de riesgo, no interrumpe o extiende las obras de construcción de nuevos sistemas e infraestructura.	La ejecución de obras de reducción de riesgo en sistemas existentes, generalmente exige suspender o reducir el funcionamiento de la infraestructura a ser intervenida, lo cual afecta a los usuarios del mismo, debiendo planificar las acciones para asegurar niveles mínimos de funcionamiento durante su ejecución.
Continuidad del servicio	Al momento del diseño del sistema e infraestructura se pueden definir los puntos débiles, de manera de asegurar una recuperación rápida y oportuna.	Los puntos débiles se van identificando durante el funcionamiento del sistema o infraestructura en base al reporte de daños, o bien como resultado de un análisis detallado de riesgo.

Considerando lo anterior, la presente metodología pretende ser de utilidad para ser aplicada tanto a nivel de EIDs, Grupo de Proyectos y proyectos puntuales que el COSIPLAN/IIRSA impulse en el marco de la integración regional.

[40] El conocimiento y caracterización de las amenazas se puede obtener de estudios existentes, del conocimiento de la comunidad e instituciones del área de influencia del proyecto/Grupo de proyectos, así como encomendar estudios técnicos específicos para tal fin.
[41] Los estudios de riesgo pueden cariar en forma y complejidad, desde el criterio de expertos hasta análisis probabilísticos de riesgo

Versión preliminar

Para el análisis de riesgo de desastres a nivel de Grupo de Proyectos o EIDs, el análisis se centrará en identificas y caracterizar las diferentes amenazas presentes en la área de influencia del grupo de proyecto o de las amenazas presentes en la demarcación territorial de los diferentes EIDs. Considerando de la heterogeneidad del tipo de proyectos e infraestructura que conforman un Grupo de Proyectos y se implementan en una determinada EID´s, solo se considerarán aspectos generales de susceptibilidad/vulnerabilidad de componentes típicos de este tipo de infraestructura, lo cual permitirá poner atención en aquellos componentes expuestos a los mayores niveles de exposición a amenazas.

En el caso del análisis de riesgo de proyectos o infraestructura específica, ya se han mencionado algunas diferencias en el enfoque de la gestión de riesgo entre proyectos puntuales y lineales, pero para ambos la información sobre amenazas y mapas de peligro requerirán detalles y escalas más refinadas que para el caso del análisis de Grupos de Proyectos y EIDs. Además para proyectos puntuales, la presente metodología ofrece herramientas metodológicas para llevar a cabo estudios de riesgo específicos utilizado metodologías existentes en los países miembros de UNASUR y otras disponibles en el ámbito internacional.

Versión preliminar

SECCION III. ASEGURANDO LA RESILIENCIA A DESASTRES EN LA INFRAESTRUTURA DE INTEGRACION

Capítulo 5. Instrumentos para la Prevención y Gestión de Riesgos y Catástrofes en la Infraestructura COSIPLAN/ IIRSA

Introducción

A continuación se presentan las consideraciones y herramientas metodológicas a ser utilizadas durante la aplicación de la presente metodología para para la prevención y gestión de riesgos y catástrofes en la infraestructura COSIPLAN/ IIRSA.

Reconociendo la heterogeneidad de la infraestructura que hace parte de COSIPLAN/ IIRSA, así como la existencia de diferente normatividad y disponibilidad metodologías de análisis de riesgo aplicables a distintos tipos de infraestructura frente a distintas amenazas, el presente documento propone una metodología aplicable tanto a Grupos de Proyectos, proyectos e infraestructura específica de COSIPLAN/IIRSA, que permita identificar los factores territoriales (exposición a amenazas) y físicos (susceptibilidad/vulnerabilidad) claves para definir niveles de riesgos aceptable en la diferente infraestructura.

Los factores territoriales de riesgo, se enfocará en el conocimiento de las condiciones de sitio y en especial de la exposición a diferentes tipos de amenazas, lo cual resultará clave para el análisis de Grupos de Proyectos. La información necesaria para la identificación y caracterización de las amenazas naturales, se basará en la búsqueda, recopilación de información disponible a nivel regional, así como aquellas que hayan elaborado a nivel nacional. La elaboración de nueva información técnica para la caracterización amenazas será necesaria en la medida de la calidad, resolución y escala de la información existente, y el nivel de profundidad con la cual se desarrolle el análisis de riesgo.

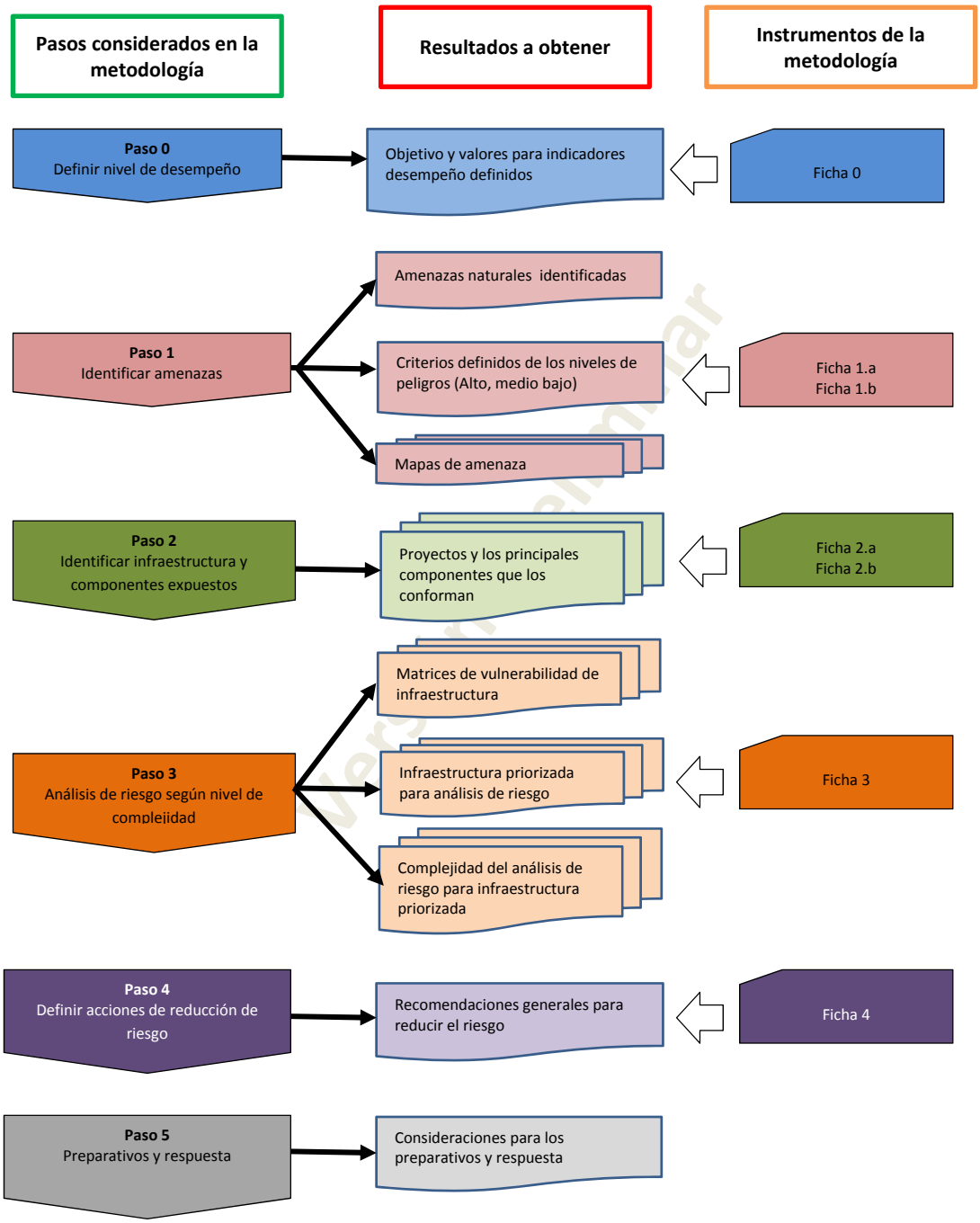
Los aspectos de susceptibilidad y vulnerabilidad física de los diferentes tipos de infraestructura y así como de sus componentes, serán analizados a partir de los patrones de daños que han presentado los diferentes tipos de infraestructura frente a distintos tipos de amenazas naturales, así como el uso de criterio de expertos, metodologías cualitativas y cuantitativas, llegando incluso a la necesidad de realizar análisis probabilísticos de riesgo.

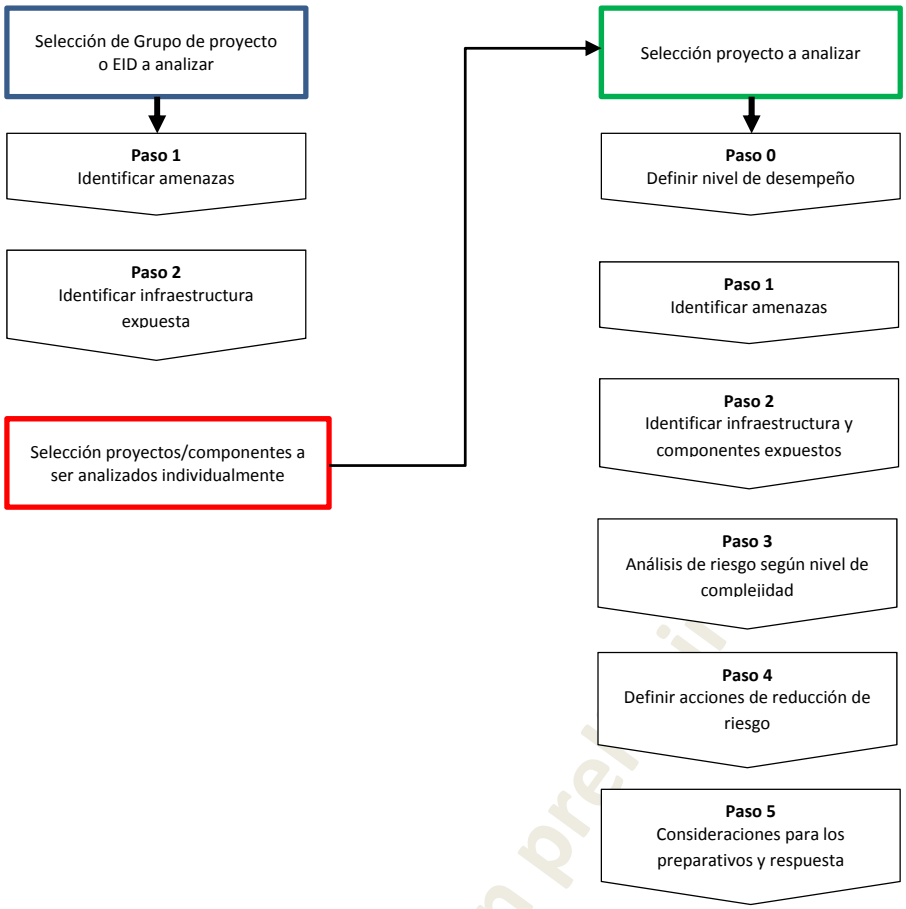
Para la aplicación de la presente metodología se prevé el uso de información cartográfica existente, normatividad, criterios de diseño y sistemas de análisis de riesgo y vulnerabilidad existentes que estén de acuerdo al estado del arte para los diferentes tipos de infraestructura y sus componentes. Así como la consulta y participación de las comunidades ubicadas en el área de influencia del Grupo de Proyecto o proyecto en análisis.

De manera esquemática a continuación se presentan los diferentes pasos y los productos que se obtienen en cada uno de ellos, así como los instrumentos desarrollados en el presente documento para orientar y consolidar la información y resultados del proceso.

Versión preliminar

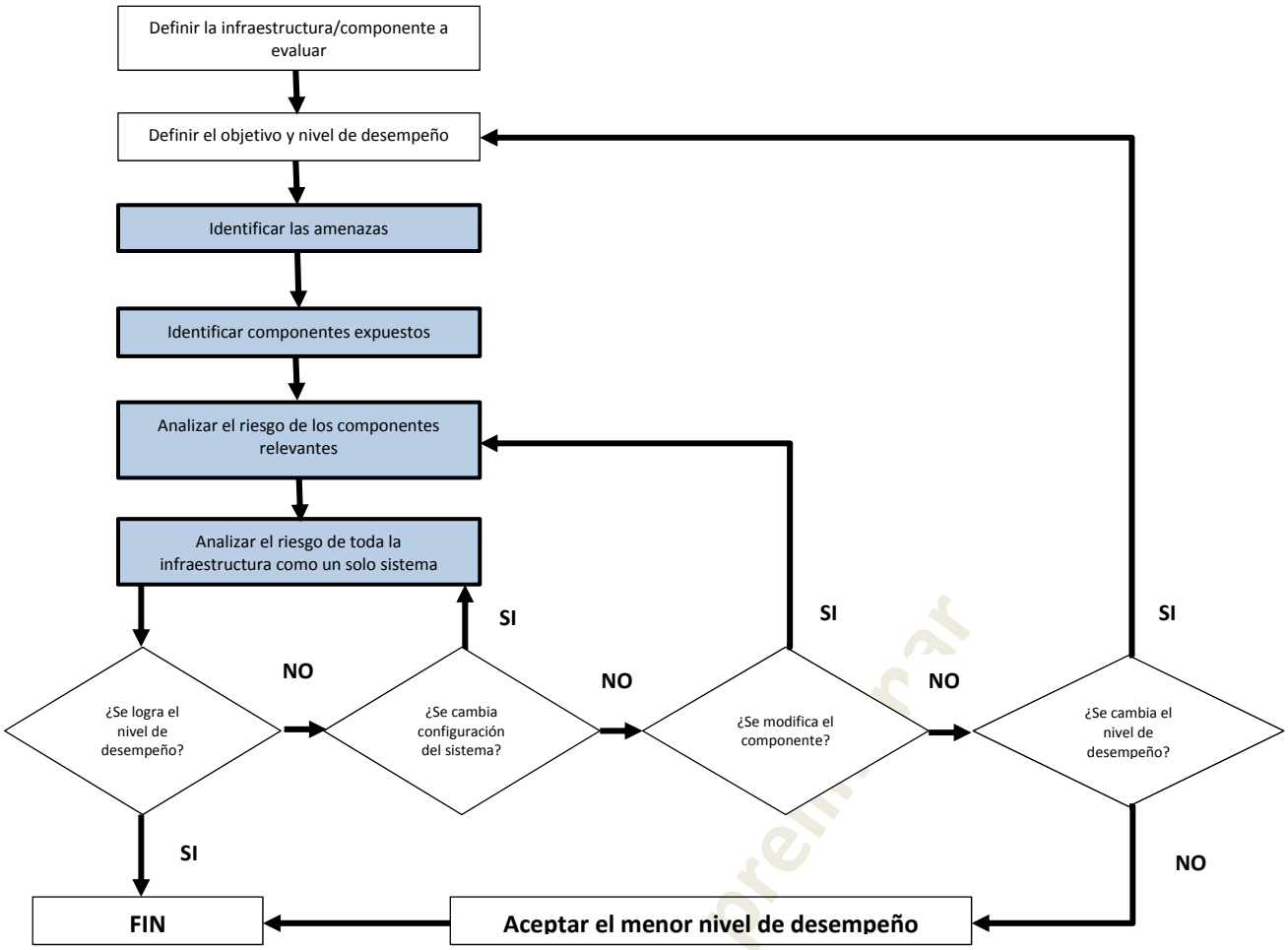
La propuesta metodológica ha sido desarrollada de manera tal que la misma pueda aplicarse tanto a Grupo de Proyectos o EIDs (Paso 1 y paso 2), lo cual conlleva a identificar y priorizar los proyectos o infraestructuras que requieren un análisis individual de riesgo. Así como para proyectos e infraestructura puntual (Pasos 1 a 5), como se muestra a continuación:





La presente metodología ha sido elaborada para proveer información confiable a los equipos técnicos, planificadores y directivos de COSIPLAN/IIRSA que facilite la toma de decisiones para realizar estudios básicos específicos, asegurar el estricto cumplimientos de normas de diseño y ordenamiento territorial, modificar emplazamientos o trazados, someter la infraestructura a estudios simples o rigurosos de riesgo, así como decidir incorporar acciones de control y reducción de riesgo, y establecer consideraciones mínimas en el caso de emergencias y desastres.

A continuación se presenta un flujograma a ser considerado en el proceso de toma de decisiones para asegurar que los objetivos de desempeño de un sistema/infraestructura sean alcanzados



La metodología considera el uso de información disponible, para que luego del análisis de la misma se defina el alcance y la información necesaria para desarrollar estudios específicos de análisis de riesgo de proyectos, infraestructura o componentes que sean identificados de alta susceptibilidad de ser afectados por amenazas naturales.

Una de las limitantes de la presente guía metodológica, es que no se ofrecen herramientas o metodologías específicas de análisis de riesgo para el cada tipo de infraestructura y amenazas, ya que se reconoce que tanto los países de Sudamérica y otros existen un sinnúmero de normativas, metodologías y herramientas técnicas desarrolladas y disponibles para llevar estudios específicos de riesgo. Por lo cual la variedad de metodologías existentes enriquecen la discusión técnica y facilitan la decisión de llevar este tipo de estudios en base a las necesidades, importancia y recursos disponibles para tal fin. Las referencias que se hagan a metodologías específicas de análisis de riesgo solo tienen el objeto de ejemplificar la variedad de este tipo de instrumentos técnicos.

Por lo anterior, con cada uno de los pasos que se presentan a continuación se obtendrán información esencial para la toma de decisiones sobre qué proyectos e infraestructura debería ser sujeta a análisis de riesgo, así como el nivel de complejidad de dichos análisis en base al peligro de exposición y vulnerabilidad de sus principales componentes.

Versión preliminar

Paso 0 – Definición de objetivos e indicadores de desempeño

Una actividad previa a cualquier análisis de riesgo o planificación para la gestión de riesgo de desastres es definir el nivel de desempeño o comportamiento del Grupo de Proyectos, EID´s o proyecto específico frente a la/s amenaza/s que se encuentran expuestos. En algunas oportunidades este nivel desempeño está implícito en las normas nacionales de diseño de diferente tipo de infraestructuras, sin embargo por tratarse de infraestructura vital para la conectividad e integración de los países de Sudamérica, la decisión del nivel de desempeño deberá ser una decisión explicita de quienes estén involucrados en la planificación y diseño de esta infraestructura.

Es habitual que el nivel de desempeño que se defina para el tipo de infraestructura de COSIPLAN/IIRSA, se haga considerando alguno/s de los siguientes objetivos de desempeño:

- Resguardar la seguridad de las comunidades y personal de la empresa
- Mantener la confiabilidad de la infraestructura o sistema
- Prevenir pérdidas monetarias y;
- Prevenir el daño al medioambiente

Indicadores del sistema/infraestructura asociadas con los objetivos de desempeño[42]

Objetivos de Desempeño	**Indicadores de desempeño del Sistema**					
	Pérdidas de Capital y/o Costos adicionales ($)	Pérdidas de Rentabilidad ($)	Alteraciones en servicios[43] (% población)	Tiempo de interrupción (horas/días)	Accidentes (muertes, lesiones)	Derrames, incendios, explosiones, etc.
Proteger la seguridad del personal de la empresa.					×	×
Proteger la seguridad y bienestar de la comunidad y sus bienes.	**x**				**x**	**x**
Mantener la confiabilidad de la infraestructura o sistema			×	×		
Evitar pérdidas monetarias	×	×	×	×		×
Evitar el daño medioambiental						×

Versión preliminar

La definición de el o los objetivos de desempeño debe provenir de una decisión del equipo de diseño de proyecto, una instancia de control o por normatividad existente. Una vez definido el/los objetivos de desempeño ("riesgo aceptable"), estos deben orientar las acciones de gestión de riesgo.

El análisis de desempeño de un Grupo de Proyecto o EID debería considerar los principales proyectos e infraestructura individuales[44] (puntuales o lineales) claves para el logro de los resultados deseados de

[42] Adaptado de American Lifelines Alliance (2005) "Guideline for assessing the performance of Electric Power Systems in Natural Hazards and Human Threat Events"

[43] Dependiendo del tipo de infraestructura que se analice, también se puede considerar número de usuarios, variación en producción del servicio, etc

integración. Si se trata de aplicar este análisis de desempeño en proyectos específicos, deberían considerarse sus principales componentes y características para definir el nivel de desempeño.

La ***"FICHA 0 – Definición de objetivos de desempeño e indicadores"*** permite explicitar el/los objetivo/s de desempeño seleccionados, así como el valor de el/los indicador/es que se tendrán en cuenta durante el proceso.

FICHA 0 – Definición de objetivos de desempeño e indicadores

Objetivos de Desempeño	Indicadores de desempeño del Sistema					
	Pérdidas de Capital y/o Costos adicionales ($)	Pérdidas de Rentabilidad ($)	Alteraciones en servicios[1] (% población)	Tiempo de interrupción (horas/días)	Accidentes (muertes, lesiones)	Derrames, incendios, explosiones, etc.
Proteger la seguridad del personal de la empresa.					x	x
Proteger la seguridad y bienestar de la comunidad y sus bienes.	x				x	x
Mantener la confiabilidad de la infraestructura o sistema			x	x		
Evitar pérdidas monetarias	x	x	x	x		x
Evitar el daño medioambiental						x

Definir en las unidades que corresponda, el valor de el/los indicadores que se establezcan para definir el nivel de desempeño deseado para cuando se manifieste una amenaza o peligro.

Objetivos de Desempeño	Indicadores de desempeño del Sistema					
	Pérdidas de Capital y/o Costos adicionales ($)	Pérdidas de Rentabilidad ($)	Alteraciones en servicios[1] (% población)	Tiempo de interrupción (horas/días)	Accidentes (muertes, lesiones)	Derrames, incendios, explosiones
Proteger la seguridad del personal de la empresa.						
Proteger la seguridad y bienestar de la comunidad y sus bienes.						
Mantener la confiabilidad de la infraestructura o sistema						
Evitar pérdidas monetarias						
Evitar el daño medioambiental						

[1] Dependiendo del tipo de infraestructura que se analice, también se puede considerar número de usuarios, variación en producción del servicio, etc

Resultados y productos del Paso 0 - Definición de objetivos de desempeño

- Objetivo y valores para indicadores desempeño definidos, y sistematizados en ***FICHA 0 – Definición de objetivos de desempeño e indicadores***

Paso 1 - Identificación y caracterización de amenazas presentes en área de influencia

Como se ha mencionado anteriormente, la localización de una determinada comunidad, sistema o infraestructura, condiciona su exposición a diferentes tipos de amenazas y fenómenos naturales, los cuales representan un peligro diferente a proyectos puntuales y lineales. Es fundamental reconocer, identificar y caracterizar las amenazas presentes en el lugar donde se ubica la infraestructura, sus componentes y comunidades en el área de influencia del Grupo de Proyectos, EID´s o proyectos específicos.

Actualmente la Metodología de Evaluación Ambiental y Social con Enfoque Estratégico (EASE)[45], considera en la Fase 2 – Recopilación, Sistematización y Análisis y específicamente en la **ACTIVIDAD: Definición de Criterios para la Elaboración y Selección de Indicadores**, se han considerado bajo la categoría de "Amenazas" indicadores relacionados con:

[44] Al menos el proyecto impulsor

[45] IIRSA (2009) Metodología de Evaluación Ambiental y Social con Enfoque Estratégico – EASE

- Inundaciones
- Sequías
- Sismicidad
- Vulcanismo
- Movimientos en masa (deslizamientos, aluviones, haycos, etc.)
- Incendios forestales

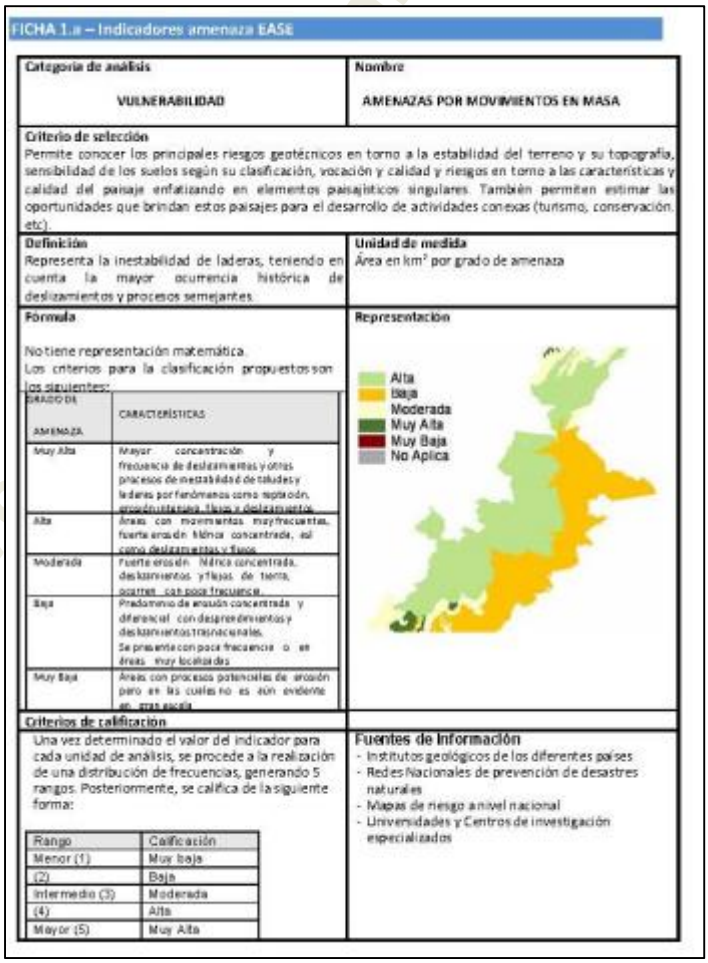
Por lo anterior, en la ***"Ficha 1.a – Indicadores amenaza EASE"*** se presentan los formularios respectivos para caracterizar cada una de las amenazas mencionadas anteriormente, y que estén presentes en la zona influencia del Grupo de Proyectos, proyecto o infraestructura específica bajo estudio.

Al momento de identificar las amenazas a las cuales estará expuesto un Grupo de Proyecto, EID´s, proyecto específico o alguno de sus componentes, se puede recurrir a información proveniente de:

- Instituciones técnicas y científicas globales y regionales;
- Instituciones científicas y académicas nacionales encargadas de la investigación, monitoreo o alerta;
- Instituciones locales y miembros de la comunidad.

Para completar debidamente la *Ficha 1.a Indicadores amenaza EASE*, es necesario recopilar información técnica, estadística y cartográfica que se encuentre disponible a nivel regional, nacional o local, según sea el alcance del proyecto o infraestructura en análisis, a fin de definir cuales amenazas están presentes en el territorio donde se ubica o desarrollará el proyecto o infraestructura.

En base a la información que se recopile, sobre cada una de las amenazas relevantes en el área de influencia del proyecto o infraestructura, es necesario caracterizar adecuadamente cada una de ellas, a fin de definir los niveles de peligrosidad (***Ficha 1.b Niveles de peligro de amenazas***). Existen diversas formas de caracterizar las diferentes amenazas, y si bien a continuación se presentan algunas de ellas, la información a utilizar en la Ficha 1.b dependerá de la forma que se caractericen en la información que ha sido recopilada y consolidada en la Ficha 1.a.



FICHA 1.a – Indicadores amenaza EASE

Categoría de análisis	Nombre
VULNERABILIDAD	AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Criterio de selección
Permite conocer los principales riesgos geotécnicos en torno a la estabilidad del terreno y su topografía, sensibilidad de los suelos según su clasificación, vocación y calidad y riesgos en torno a las características y calidad del paisaje enfatizando en elementos paisajísticos singulares. También permiten estimar las oportunidades que brindan estos paisajes para el desarrollo de actividades conexas (turismo, conservación, etc).

Definición
Representa la inestabilidad de laderas, teniendo en cuenta la mayor ocurrencia histórica de deslizamientos y procesos semejantes.

Unidad de medida
Área en km² por grado de amenaza

Fórmula
No tiene representación matemática.
Los criterios para la clasificación propuestos son los siguientes:

GRADO DE AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Muy Alta	Mayor concentración y frecuencia de deslizamientos y otros procesos de inestabilidad de taludes y laderas por fenómenos como reptación, erosión interna, flujos y deslizamientos.
Alta	Áreas con movimientos muy frecuentes, fuerte erosión hídrica concentrada, así como deslizamientos y flujos.
Moderada	Fuerte erosión hídrica concentrada, deslizamientos y flujos de tierra, ocurren con poca frecuencia.
Baja	Predominio de erosión concentrada y diferencial con desprendimientos y deslizamientos traslacionales. Se presenta con poca frecuencia o en áreas muy localizadas.
Muy Baja	Áreas con procesos potenciales de erosión pero en las cuales no es aún evidente en esa escala.

Representación

Criterios de calificación
Una vez determinado el valor del indicador para cada unidad de análisis, se procede a la realización de una distribución de frecuencias, generando 5 rangos. Posteriormente, se califica de la siguiente forma:

Rango	Calificación
Menor (1)	Muy baja
(2)	Baja
Intermedio (3)	Moderada
(4)	Alta
Mayor (5)	Muy Alta

Fuentes de información
- Institutos geológicos de los diferentes países
- Redes Nacionales de prevención de desastres naturales
- Mapas de riesgo a nivel nacional
- Universidades y Centros de investigación especializados

A continuación se presenta algunos parámetros que son usados para caracterizar algunos tipos de amenazas.

Información para caracterizar algunas amenazas naturales

Tipo de Amenaza	Parámetros de caracterización
Inundaciones	Caudal Profundidad/altura de agua Velocidad del agua Duración Pluviosidad/precipitaciones Superficie de inundación
Sequías	Déficit de precipitaciones/escorrentía Índice de Severidad de Sequía de Palmer
Sismicidad	Magnitud Richter (Ms) Escala de Mercalli Modificada (MM) Momento sísmico (Mw) Aceleración del suelo (g)
Vulcanismo	Tipo de volcán Frecuencia de ocurrencia Zonas expuestas a flujo lava, lahares, piroclastos, cenizas.
Movimientos en masa	Pendiente taludes Volumen Velocidad de reptación
Viento	Velocidad sostenida de viento Escala Saffir-Simpson para huracanes

Por lo general las instituciones científicas nacionales afines a cada tipo de amenaza (servicios geológicos, servicios sismológicos, vulcanológicos, oceanográficos, hidrometereológicos, forestales, etc.) generan información técnica y cartográfica que presentan la caracterización de las amenazas y los niveles de peligro respectivos. Por lo general este tipo de instituciones, cuenta con información a escala nacional, y en oportunidades se desarrollan estudios específicos a nivel territorial.

En base a la información de caracterización de amenaza que sea recopilada o elaborada en este paso, será necesario definir criterios para establecer diferentes niveles de peligro para cada una de las amenazas naturales analizadas (sismos, volcanismo, tsunami, inundaciones, deslizamientos, sequías, etc). En algunas oportunidades la información que se recopile ya se tendrá definido los diferentes niveles de exposición (tal como se muestra en el mapa de riesgo sísmico de Colombia), pero cuando esta categorización no se haya definida, será responsabilidad de quién realice el análisis definir los parámetros y criterios a ser usados.

Versión Preliminar

En la siguiente tabla se presenta sólo a modo de ejemplo, algunos criterios que ilustran como establecer los niveles de peligro de diferentes amenazas. Se recomienda que cada análisis elabore su propia tabla en base a la información disponible.

Criterios para definir los niveles de peligros frente a amenazas naturales

Nivel de peligro (P)	Sismos[46]	Tsunami[47]	Inundaciones[48]	Volcanismo[49]
Bajo P = 1	Lugares tanto Aa como Av son menores o iguales a 0.10	Profundidad de inundación menor 2 mt	0.1 m < H < 0.5 m y 0.1 m/s < V < 0.5 m/s	Zonas expuestas a caída de cenizas
Medio P = 2	Lugares en donde Aa o Av, o ambos, son mayores de 0.10 y ninguno de los dos excede 0.20.	Profundidad de inundación entre 2 y 4 mts	0.5 m < H < 1.5 m o 0.5 m/s < V < 1.5 m/s	Zonas expuestas a caída de piroclastos
Alto P = 3	Lugares en donde Aa o Av, o ambos, son mayores que 0.20	Profundidad de inundación mayor a 4 mts	H > 1.5 m o V > 1.5 m/s	Zona expuesta a cursos de lava y/o lahares

En base a las amenazas identificadas y a los parámetros que caracterizan a cada una de ellas, será necesario explicitar los niveles de peligro haciendo uso de la Ficha 1.b

Ficha 1.b: Niveles de peligro de amenazas

En base a las amenazas identificadas a las cuales estará expuesta la infraestructura/componente bajo análisis, se debe definir los diferentes niveles de peligro (bajo, medio, alto) para cada una de ellas utilizando información contenida en mapas/información de peligro. Si en la información disponible no se establecen niveles de peligro, será necesario definirlos explícitamente utilizando criterio de experto

Criterios para definir los niveles de peligros frente a amenazas naturales

Nivel de peligro (P)	Amenaza 1	Amenaza 2	Amenaza 3	Amenaza 4	Amenaza 5
Bajo P = 1					
Medio P = 2					
Alto P = 3					

Los criterios de clasificación que se hagan para las diferentes amenazas deben observar las limitaciones en base a la información disponible, en especial a la escala y detalle de información cartográfica disponible, ya que al utilizar cartografiar regional o nacionales para caracterizar los niveles de peligro, puede ser que no sean representativos para amenazas locales (por ejemplo, inundaciones y deslizamientos), la información en estos mapas nacionales es aproximada y por lo general bastante conservadora en el sentido de que la presencia de peligros dentro de un territorio causa que todo este sea clasificado de acuerdo a la gravedad

[46] Tomado de NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes (2010)
Aa : coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño
Av: coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño

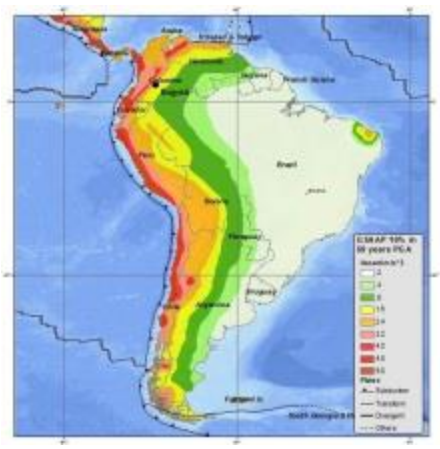
[47] Utilizando la información de Carta de Inundación elaboradas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) - http://www.snamchile.cl/

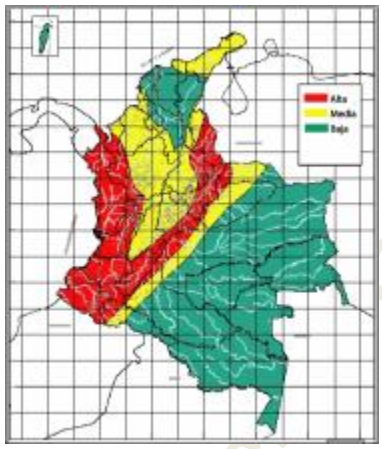
[48] Vanessa Cançado et al (2008) "Flood risk assessment in an urban area: Measuring hazard and vulnerability", disponible en: http://web.sbe.hw.ac.uk/staffprofiles/bdgsa/11th_International_Conference_on_Urban_Drainage_CD/ICUD08/pdfs/699.pdf
H: Profundidad; V: Velocidad

[49] Criterios de clasificación utilizados por el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN)

del peligro. Lo cual conlleva por ejemplo, a que un área determinada podría ser clasificada como de alto riesgo de deslizamiento, cuando solo una porción relativamente pequeña del territorio está situada en las laderas inestables. Por lo tanto, se debe reconocer que las amenazas locales tienen un aspecto específico del sitio que debe ser tomado en cuenta.

A modo de ejemplo de lo mencionado anteriormente, se muestra a continuación como puede modificarse la percepción de la exposición al peligro a una amenaza si es que no se utiliza una escala adecuada al tipo de infraestructura bajo análisis. Para lo cual se mostrará el peligro sísmico en Colombia contrastando información agregada a nivel sudamericano, a nivel nacional y la disponible para Santa Fé de Bogotá – Colombia





De lo mostrado anteriormente, se puede apreciar que la Ciudad de Santa Fé de Bogotá según una mirada regional se encuentra en un nivel de peligro alto, sin embargo al analizar información nacional Bogotá se encuentra en una zona de peligro medio, pero ya al referirse a un estudio de microzonificación sísmica de la ciudad el peligro sísmico varia en la ciudad.

A continuación se presenta una aproximación regional de la exposición de cada uno de los Ejes de Integración y Desarrollo (EID), para diferentes tipos de amenazas para las cuales existe disponible estimaciones de peligro a nivel de todos los países de Sudamérica.

EID	Sismo	Volcanes	Tsunamis	Inundaciones	Sequias
Eje Andino					
Eje Andino del Sur					
Eje del Amazonas					

EID	Sismo	Volcanes	Tsunamis	Inundaciones	Sequias
Eje Perú Brasil Bolivia					
Eje del Sur					
Eje MERCOSUR - Chile					
Eje del Escudo Guyanés					
Eje Hidrovía Paraná Paraguay					
Eje Interoceánico Central					
Eje Capricornio					

	La mayor parte del territorio está expuesto a alto nivel de peligro
	Parte importante del territorio está expuesto a alto nivel de peligro
	Una pequeña parte del territorio está expuesto a niveles medios y altos de peligrosidad.
	El territorio está expuesto a baja peligrosidad

De la tabla anterior queda en evidencia que las inundaciones es la amenaza a la cual están expuestos todos los EIDs de manera importante, las cuales por lo general también se asocian deslizamientos. Por otra parte las amenazas geológicas (sismos, tsunamis y volcanes) son otras de las amenazas relevantes para todos los EID´s.

Instituciones regionales existentes en Sudamérica para la generación de conocimiento e información sobre amenazas naturales.

En Sudamérica existe una serie de iniciativas para obtener y generar información sobre exposición a amenazas, en territorios que involucren a más de un país, algunas de estas instituciones y plataformas se presentan a continuación:

El *Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño* (CIIFEN)[50], está enfocada a mejorar la comprensión y los sistemas de alerta temprana sobre del fenómeno El Niño –Oscilación Sur (ENSO por sus siglas en inglés) y la variabilidad climática a escala regional través de la investigación científica y aplicada. Realiza proyectos para contribuir a reducir sus impactos socioeconómicos e informar políticas de desarrollo considerando actuales y futuros escenarios climáticos

La *Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS[51])*, está conformada por Chile, Colombia, Ecuador y Perú y entre sus objetivos se incluye mejorar la coordinación entre las instituciones nacionales encargadas de generar el conocimiento de amenazas, mediante la implementación y la optimización de sistemas de alerta temprana. La Dirección de Asuntos Científicos coordina y promueve, entre otras cosas, estudios oceanográficos y meteorológicos del Pacífico sudeste, con especial énfasis en los eventos ENOS (El Niño Oscilación del Sur). Así mismo, apoya organismos técnicos especializados en tsunamis y a los Sistemas de Alerta Temprana respecto de esta amenaza a partir de su vigilancia y monitoreo de las condiciones del mar

El *Centro Regional de Sismología para América del Sur* (CERESIS)[52] es un Organismo Internacional, que tiene como fin promover estudios y actividades sismológicas en la región sudamericana y ayudar a su realización, así como efectuar el enlace entre estaciones e instituciones sismológicas de la región y con los centros sismológicos internacionales. Actualmente son 11 los Estados Miembros: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, España, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago y Venezuela. El Convenio queda abierto para la adhesión de otros Estados con legítimo interés en la sismología sudamericana.

Existen algunas otras iniciativas en Sudamérica, que buscan hacer disponible de información cartográfica sobre el peligro frente a diferentes amenazas en base a la información desarrollada por las instituciones nacionales y regionales, a continuación se descartan algunas de estas iniciativas y plataformas disponibles, las cuales pueden representan excelentes puntos de partida para la identificación de amenazas y la caracterización de las mismas.

Plataformas para visualización de amenazas y elementos expuesto

En el marco del Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina – PREDECAN y entre las diversas actividades y productos elaborados durante su ejecución para responder a las prioridades de la Estrategia Andina para la Prevención y Atención de Desastres, este proyecto elaboró el "*Atlas de las dinámicas del territorio andino: Población y bienes expuestos a amenazas naturales*"[53], en el cual se ha integrado la información disponible para mostrar la distribución de los principales fenómenos físico-naturales amenazantes y de su manifestación histórica, que en combinación con la distribución espacial de elementos expuestos como la población, la producción y la infraestructura básica, provee una visión de las amenazas y la exposición relativa en la subregión andina

En el Atlas muestra de manera gráfica y narrativa diferentes amenazas (sísmico, tsunami, volcanes, inundaciones, heladas, sequías y deslizamientos) presentes en los países andinos (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú), así mismo se destacan aspectos tales como: vías[54], aeropuertos[55], Oleoductos y refinerias[56], sistemas eléctricos[57] expuestos a

[50] Más información disponible en <www.ciifen-int.org/>

[51] Más información disponible en http://www.cpps-int.org/

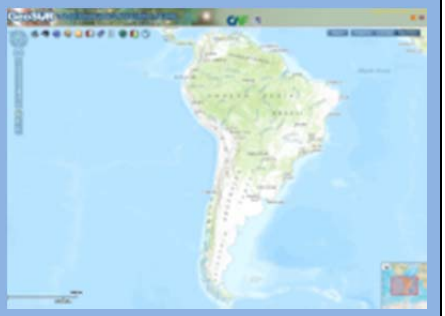
[52] Más información disponible en http://www.ceresis.org/portal/ceresis.php

[53] Disponible en http://www.comunidadandina.org/predecan/atlasweb/

[54] http://www.comunidadandina.org/predecan/atlasweb/chapters/los_inquietos_andes/3.html

amenaza sísmica. Así mismos, se analiza la exposición de alguna de este tipo de infraestructura a otro tipo de amanezcas.

El *Programa GeoSUR*[58] opera y mantiene la red de información geográfica de América Latina y el Caribe. El cual incorpora la información generada por más de ochenta instituciones. La red es descentralizada y las instituciones operan y mantienen sus geoservicios y sus datos, sólo la información de índole regional es mantenida directamente por GeoSUR.



El GeoPortal del Programa GeoSUR ofrece acceso a datos espaciales de la región a nivel local, nacional y regional, en la medida que la información esté disponible. Los datos pueden consultarse a través de visores de mapas operados por instituciones participantes, del visor regional de GeoSUR o a través de metadatos (fichas) que describen a los datos espaciales de la región.

Considerando que la exposición a amenazas naturales, depende de la localización del Grupo de Proyectos, EIDs y proyectos específicos en el territorio, cabe hacer notar que existen varios territorios de intersección entre las diferentes EID´s. En la figura se muestra en color rojo aquellos territorios donde convergen 3 EID´s y en amarillo donde 2 EID´s comparten territorio. La intersección de EID´s presupone una mayor densidad de proyectos e infraestructura de COSIPLAN/IIRSA de diferente índole, lo cual hace que el contar con información sobre identificación y caracterización de amenazas en estas zonas de intersección de EID´s pueda ser utilizada por diferentes EID´s y grupo de proyectos

Como se ha indicado anteriormente, un aspecto crucial para una adecuada identificación y caracterización de las amenazas, es la escala de análisis, la cual dependerá de la extensión y cobertura territorial que tenga un determinado proyecto o infraestructura. Donde resulta evidente que para el análisis de proyectos lineales requerirán escalas mayores, que aquellos proyectos puntuales que se desarrollan en lugares específicos tales como: cruces fronterizos, puertos, aeropuertos, etc. Sin embargo proyectos lineales que tengan componentes críticos (puentes, sub estaciones, etc), también requerirán de información detallada a la escala requerida. A continuación se entregan algunas recomendaciones para el uso de escalas adecuadas:

Versión preliminar

[55] http://www.comunidadandina.org/predecan/atlasweb/include/openlayers/mapas/mapa20.html
[56] http://www.comunidadandina.org/predecan/atlasweb/include/openlayers/mapas/mapa31.html
[57] http://www.comunidadandina.org/predecan/atlasweb/include/openlayers/mapas/mapa24.html
[58] Más información disponible en http://www.geosur.info/geosur/index.php/es

Escalas sugeridas según escala de análisis y usos de resultados[59]

Escala de Análisis	Escala sugerida	Alcance	Usos
Regional	Mayor a 1:1.000.000	Mapas para ser incluidos en los atlas multinacionales	Información indicativa para definir donde desarrollar información en mayor detalle
Nacional	Menor a 1:1.000.000	Los mapas en esta escala se elaboran para ser incluidos en los atlas nacionales	Evidenciar o alertar a tomadores de decisiones y al público en general
Sub Nacional	Entre 1:100.000 y 1:1.000.000	Cubren una cuenca de gran superficie o una demarcación territorial de un país (región, provincia, departamento, etc.)	Estos mapas se elaboran en la fase de reconocimiento de los proyectos de planeación para la construcción de trabajos de infraestructura.
Escala Media	Entre 1:25.000 y 1:100.000	Cubren una cuenca pequeña o municipio.	Se elaboran para las fases de planificación detalladas de los proyectos infraestructura, estudios de impacto ambiental y planificación municipal
Escalas pequeñas	Entre 1:2.000 y 1:25.000	Cubren una localidad, pueblo o parte de una ciudad o municipio.	Se utilizan para la prevención de desastres y la generación de mapas de riesgos, así como las fases de diseño de infraestructura.
Escala de sitio de investigación	Entre 1:200 a 1:2.000	Cubren el área donde los trabajos de ingeniería se llevarán a cabo, o donde se presenta la amenaza de manera puntual.	Se utilizan para trabajos de detalles de ingeniería y el diseño de componentes específicos., tales como carreteras, puentes, túneles, diques

Resultados y productos del Paso 1 - Identificación y caracterización de amenazas presentes en área de influencia

1. Amenazas naturales presentes en el área de influencia del Grupo de Proyectos o proyecto específico han sido identificadas en base al análisis de información disponible y/o consulta con las comunidades.
2. **Ficha 1.a Indicadores amenaza EASE** llenos para para cada una de las amenazas identificadas.
3. Colección de mapas a diferentes escalas recopilados para cada amenaza identificada.
4. **Ficha 1.b: Niveles de peligro de amenazas** (Alto, medio bajo) definidos para cada amenaza identificada.

Paso 2 – Identificación y caracterización de infraestructura expuesta

Considerando la heterogeneidad de la infraestructura del COSIPLAN/IIRSA, la caracterización dependerá del tipo de infraestructura que se esté analizando y los diferentes componentes que los conforman. Una adecuada caracterización de la infraestructura y su ubicación en el territorio será la base para definir el riesgo (paso 3) al cual se encuentra expuesto una determinada infraestructura o componente.

La infraestructura impulsada por el COSIPLAN/IIRSA incluye infraestructura de **comunicaciones**, **energía** (eléctrica, gas) y **transporte** (vías terrestres y fluviales, puertos[60], aeropuertos, pasos de frontera). Todos estos tipos de infraestructura está conformada por diferentes componentes. En el caso de infraestructura lineal (vías terrestres y fluviales, gaseo/oleoductos, líneas eléctricas y comunicaciones) sus diferentes componentes cubren una gran extensión territorial, lo cual hace que diferentes componentes estén

[59] Adaptado de Cees van Westen - International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, The Netherlands.
[60] Marítimos y fluviales

expuestos a distintas amenazas. Entonces, resulta esencial identificar cuáles de los componentes están expuestos a que amenazas.

En el caso de infraestructura puntual, tales como pasos de frontera, aeropuertos, puertos marítimos y puertos fluviales, si bien se reconoce que están conformados por diferentes componentes, los mismos por lo general se ubican en una pequeña área del territorio, lo cual hace que todos sus componentes estén expuestos a las mismas amenazas y mismos niveles de peligro.

A continuación se detallan algunos de los principales componentes de infraestructura lineal, los cuales podrían ser considerados en el análisis de riesgo.

Componentes principales de Sistemas de Energía Eléctrica/Comunicación
Plantas/Centrales de generación eléctrica
Control de Bajo Voltaje, Sistemas de Protección y Comunicación (por ejemplo SCADA)
Subestaciones de Transmisión
Líneas de Transmisión
Torres de Comunicación y Transmisión y Polos de Distribución
Subestaciones de Distribución
Líneas de Distribución
Transformadores del Servicio de Distribución
Edificios de Mantención, Edificios de Operaciones y su Equipamiento
Equipamiento Computacional para Funciones Operativas y Comerciales

Componentes principales de gaseoducto/oleoductos
Fuente de gas
Plantas de extracción/generación de gas
Líneas de transmisión
Estaciones de bombeo
Estaciones compresoras
Edificaciones e instalaciones de procesamiento
Tanques de almacenamiento
Sistemas de control
Edificios de Mantención, Edificios de Operaciones y su Equipamiento
Estaciones de medición y regulación de presión

Componentes principales de una vía terrestre
Camino
Nudos viales
Puentes
Túneles
Alcantarillas/drenajes
Estaciones de peaje
Estaciones de pesaje
Edificios de Mantención, Edificios de Operaciones, Asistencia carretera y su Equipamiento
Pasarelas de peatones

Versión preliminar

Una vez que se han identificado los principales componentes del proyecto e infraestructura, de se debe identificar la/s amenaza/s a la/a cual/es esta expuesto cada componente. Con la información recopilada en las ficha 1.a y ficha 1.b, así como la información cartográfica resultará trivial el llenado de la ***Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas***, mediante la cual se explicita el nivel de peligro y amenaza a la cual están expuestos cada uno de los principales componentes de la infraestructura.

Ficha 2.a para infraestructura e infraestructura específica	**Ficha 2.a para Grupo de Proyectos**

Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas (proyecto/infraestructura específica)

La ficha que se presenta a continuación es para ser utilizada en el análisis de un proyecto o infraestructura en particular, para el análisis de peligros a los cuales está expuesto un Grupo de Proyectos se recomienda utilizar la ficha que se presenta a continuación

Niveles de peligro de amenazas para proyecto/infraestructura específica

Nombre proyecto:
EID:
Tipo de infraestructura:
Infraestructura 1:

Componentes principales	Amenazas					Normatividad e instrumentos técnicos de utilidad para abordar la/s amenaza/s identificadas para cada componente
	Amenaza 1	Amenaza 2	Amenaza 3	Amenaza 4	Amenaza 5	
	P	P	P	P	P	
Componente 1						
Componente 2						
Componente 3						
Componente 4						
Componente 5						
Componente 6						
Componente 7						
Componente 8						
Alto	A					
Medio	M					
Bajo	B					
No aplica	-					

Los valores del peligro (P) asociado a cada amenaza se obtendrá de los establecido en la Ficha 1.b y según la ubicación del componente principal analizado, utilizando los mapas de peligros con que se cuenten en esta etapa del análisis.

Los valores de vulnerabilidad (V) asociado a cada componente se obtendrá de la Ficha 2.b

Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas Grupo de Proyectos o EID

Niveles de peligro de amenazas para un Grupo de Proyectos

Nombre Grupo de Proyectos:
EID:
Tipo de infraestructura:
Infraestructura 1:

Proyectos o infraestructura principales	Amenazas					Normatividad e instrumentos técnicos de utilidad para abordar la/s amenaza/s identificadas para cada componente
	Amenaza 1	Amenaza 2	Amenaza 3	Amenaza 4	Amenaza 5	
	P	P	P	P	P	
Proyecto/Infraestructura 1						
Proyecto/Infraestructura 2						
Proyecto/Infraestructura 3						
Proyecto/Infraestructura 4						
Proyecto/Infraestructura 5						
Proyecto/Infraestructura 6						
Proyecto/Infraestructura 7						
Proyecto/Infraestructura 8						
Alto	A					
Medio	M					
Bajo	B					
No aplica	-					

Los valores del peligro (P) asociado a cada amenaza se obtendrá de los establecido en la Ficha 1.b y según la ubicación del proyecto/infraestructura principal utilizando los mapas de peligros con que se cuenten en esta etapa del análisis.

Proyectos e infraestructura que estén expuestos a niveles altos de peligro a una determinada amenaza, o bien se encuentren expuestos a varias amenazas de manera simultánea se recomienda que sean considerados para ser analizados de manera individual.

Para el caso del análisis de Grupo de Proyectos o EID´s, luego de llevar la respectiva *Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas*, se debe definir qué proyecto/s o infraestructura/s que hace parte del grupo serán analizada de manera individual.

La selección se hará en base a la diversidad de amenazas y al nivel de peligro que representa cada una de ellas para los proyectos e infraestructura considerada.

Sabiendo el nivel de peligro a la cual está expuesta cada una de la infraestructura y componentes, es posible catalogar la vulnerabilidad de la misma de manera rápida, en base a la experiencia, evidencia y patrones de daños.

En el anexo 3, se presentan matrices de vulnerabilidad (V) de los principales componentes de distinto tipo de infraestructura frente a una serie de amenazas. Las matrices presentadas en el este anexo 3 deberán ser debidamente actualizadas haciendo uso de la ***"Ficha 2.b: Matrices de vulnerabilidad actualizada"***, modificando las amenazas, componentes del sistema y/o valoraciones de vulnerabilidad asignadas en base a la experiencias pasadas y/o criterio de expertos.

Ficha 2.b: Matrices de vulnerabilidad actualizada

Utilizando la Ficha 2.a quedará en evidencia cual es la infraestructura y componentes que están expuestos a determinadas amenazas, así como al nivel de peligro definido para cada una de ellas en la Ficha 1.b

Para los componentes que se identifiquen en la Ficha 1.a que estén expuestos a una o más amenazas, será necesario construir y/o actualizar las matrices de susceptibilidad para estos tipos de componentes.

Matriz de vulnerabilidad indicativa									
Nombre de proyecto/infraestructura:									
EID:									
Amenazas	**Vulnerabilidad de componentes principales de infraestructura (V)**								
	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5	Componente 6	Componente 7	Componente 8	Componente 9
Amenaza 1:									
Amenaza 2:									
Amenaza 3:									
Amenaza 4:									
Amenaza 5:									

Para cada componente analizado, se deberá valorar su nivel de vulnerabilidad (V) como: A – Alto, M – Moderado, B – Bajo, en base al conocimiento empírico, patrones de daños e información existente sobre el funcionamiento y/o daños que han experimentado los componentes analizados para la/s amenaza/s a las cual/es se encuentra expuesto. Considerar que algunos componentes sólo estarán expuestos solo a alguna/s amenazas, por lo cual en la matriz solo debe reflejar el nivel de vulnerabilidad frente a la/s amenaza/s que efectivamente esté expuesto el componente.

Con la información de la *Ficha 2.b: Matrices de vulnerabilidad actualizada*, se podrá consolidar toda la información de este paso terminando de completar la información requerida en la Ficha 2.a, donde visualmente se podrá comenzar a apreciar donde se debe prestar atención, ya sea un componente o amenaza en particular.

A pesar de que los resultados que se consolide en la *Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas*, y los que estos puedan sugerir, pueden existir varias razones para realizar el análisis de riesgo que se presenta en el siguiente paso (Paso 3), entre algunas de las cuales se destacan:

- Existe un peligro localizado conocido, que no es identificado en mapas de peligro a nivel regional o nacional.
- Patrones de daños y comportamiento anterior de infraestructura o componentes, sugieren conocer en más detalle su vulnerabilidad frente a amenazas.
- La infraestructura o componente es extremadamente crítica para las operaciones y funcionamiento del sistema.
- Mantener el servicio que presta la infraestructura o componente es vital para seguridad e intereses de los países.

Resultados y productos del Paso 2 - identificación y caracterización de la infraestructura expuesta

1. Identificación de proyectos y los principales componentes que los conforman.
2. **Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas**.
3. **Ficha 2.b: Matrices de vulnerabilidad actualizada**

Paso 3 – Análisis de riesgo

En este momento ya hemos caracterizado las principales amenazas presentes en el área de influencia del proyecto, así mismo se han definido los principales componentes de la infraestructura de interés para los cuales se ha establecido el nivel de peligro y la vulnerabilidad preliminar para cada uno de ellos. Toda esta información debería estar consolidada en la *Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas*.

En esta etapa del proceso, se priorizará cuáles de aquellos componentes representan un mayor riesgo para que el proyecto o infraestructura alcance los objetivos e índices de desempeño definidos en la *Ficha 0 – Definición de objetivos de desempeño e indicadores*. En base a la selección de los componentes e infraestructura prioritaria, se definirán diferentes tipos de análisis de riesgo según nivel de complejidad para así optimizar recursos técnicos y financieros. De esta manera diferentes amenazas o componentes pueden ser analizados con el nivel de profundidad que sea necesario, sin malgastar recursos haciendo análisis de riesgo detallados en aspectos que pueden ser descartados rápidamente y en base a la experiencia o criterio de experto. Por lo cual resulta, importante definir como decidir el nivel de análisis adecuado a la infraestructura o componente bajo análisis.

Los diferentes niveles de análisis se pueden definir de manera genérica como sigue:

Nivel 1: Diseñado para entregar una estimación simplificada del peligro, vulnerabilidad y desempeño del sistema, infraestructura o componente analizado. Este nivel de análisis puede ser realizado en un periodo corto de tiempo y en muchos casos puede ser realizado por personal técnico con conocimiento en el tipo de infraestructura y componente bajo análisis.

Nivel 2: Se caracteriza por ser un análisis más cuantitativo, el cual por lo general dependerá de información histórica o estadística para caracterizar el peligro, vulnerabilidad y desempeño del sistema, infraestructura o componente analizado, e incluye la obtención de información a nivel de terreno. Este nivel de análisis toma varias semanas para ser completado y puede ser desarrollado por personal técnico con conocimiento en el tipo de infraestructura/componente bajo análisis con la asistencia técnica de especialistas. La precisión de los resultados en bastante parecida a la realizada en el nivel 1, pero a menudo provee resultados cuantitativos.

Nivel 3: Es el nivel más sofisticado de análisis. Provee resultados detallados de manera cuantitativa, los cuales se basan en el uso de información precisa y herramientas adecuadas al estado del arte del conocimiento. Este nivel está caracterizado por el uso de información más completa y precisa sobre peligro, la vulnerabilidad y el desempeño del sistema, infraestructura o componente analizado. Se espera en este nivel el uso de metodologías avanzadas de análisis, por lo cual por lo general es necesaria la participación de expertos y especialistas. Así mismo, este nivel de análisis requiere de importante trabajo de terreno, ensayos de laboratorio; por lo general puede llevar meses y hasta años hasta que el análisis sea finalizado.

Si bien profesionales e instituciones con experiencia en diferentes temáticas, podrían en base a la información de la *Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas*, definir el nivel apropiado de análisis tanto para el análisis. A continuación se presenta el Índice de Nivel (I_N) desarrollado por American Lifelines Association[61], mediante el cual orienta sobre el Nivel de profundidad y detalla que se recomienda realizar el análisis de riesgo sobre una determinada infraestructura o componente.

El sistema del Índice de Nivel (I_N) permite contar con un proceso objetivo y sistemático para determinar el nivel inicial con el cual realizar el análisis de riesgo, sobre todo cuando ha se han eliminado aquellas amenazas e infraestructura/componentes que no serán sujetos de análisis de riesgo en el paso anterior. El sistema del índice de Nivel (I_N) considera:

- La severidad de la amenaza

[61] American Lifelines Alliance (2005) "Guideline for Assessing the performance of Oil and Natural Gas Pipeline Systems in Natural Hazard and Human Threat Events"

Versión Preliminar

- Vulnerabilidad de la infraestructura o componentes
- Consecuencias de los daños (seguridad para la vida, pérdidas económicas, alteración del servicio, impactos ambientales y otros)
- Grado de redundancia del sistema, infraestructura o componente analizado
- Tamaño del sistema, infraestructura o componente.

El Índice de Nivel (I_N) se define como el producto del Peligro (P), Vulnerabilidad (V) y las Consecuencias de los daños (C)

$$I_N = P \times V \times \max(C_{SV}, C_{PF}, C_{AS}, C_{IA})$$

Donde

I_N: Índice de Nivel
P: Nivel de Peligro (Bajo=1; Medio=2 y Alto=3) definidos en el Paso 1.
V: Vulnerabilidad (Bajo=1; Medio=2 y Alto=3) definido en el Paso 2.
C: Consecuencias de los daños (El valor mayor entre C_{SV}, C_{PF}, C_{IS} y C_{IA})
C_{SV}: Consecuencias para la seguridad y la vida (Valor varía entre 1 y 3)
C_{PF}: Pérdidas financieras (Valor varía entre 0.5 a 6)
C_{AS}: Alteración del servicio (Valor varía entre 0.5 a 6)
C_{IA}: Impacto ambiental (Valor varía entre 1 y 3)

En la siguiente tabla se indica como valorar cada una de las variables anteriores, que inciden en la estimación del I_N, para lo cual se utiliza el Factor de Redundancia (F_R) para la valoración de Pérdidas financieras (C_{PF}) e Interrupción del servicio (C_{IS})

Versión preliminar

Calificación de Consecuencias en el Desempeño de Sistemas o Infraestructura

Consecuencia	Gravedad de las Consecuencias		
	Baja	**Media**	**Alta**
Seguridad y la Vida C_{SV}	Impacto mínimo en la seguridad del personal y comunidad. Ningún impacto significativo en el personal de la empresa o público en general dentro del área inmediata de la instalación. C_{sv}= 1	Daños o alteraciones que pueden provocar lesiones al personal de la empresa o público en general dentro del área inmediata de la instalación C_{sv} = 2	Daños o alteraciones que provocarán un impacto significativo en la seguridad, integridad física y vida del personal de la empresa o público en general dentro del área inmediata de la instalación. C_{sv} = 3
Pérdidas financieras C_{PF}	Poco o nulo impacto en los recursos financieros del sistema. $C_{PF} = F_R$	Daños o alteraciones que pueden generar pérdidas financieras importantes. Sin embargo, tendrán poco o nulo impacto en la integridad financiera del sistema. $C_{PF} = 2\ F_R$	Daños o alteraciones que tendrán un impacto significativo en la integridad financiera del sistema o en los clientes y usuarios claves. $C_{PF} = 3\ F_R$
Alteraciones en el servicio C_{AS}	Poco o nulo impacto en los usuarios o clientes. $C_{AS} = F_R$	Alteración en los servicios que tendrá impacto en una pequeña parte de los usuarios y clientes (menos de 10%), lo cual es menos de un día y no afectará a usuarios importantes. $C_{AS} = 2\ F_R$	Alteraciones en los servicios que 1) tendrán un impacto en una parte importante de los usuarios y clientes (más de 10%), 2) afectarán potencialmente a más de 100.000 personas, 3) generarán interrupciones por más de un día o, 4) afectarán la operación de una instalación importante. $C_{AS} = 3\ F_R$
Impacto ambiental C_{IA}	Poco o nulo impacto ambiental $C_{IA} = 1$	Falla o alteraciones que pueden generar daños ambientales limitados (o específicos) $C_{IA} = 2$	Falla o alteraciones que pueden generar importantes daños ambientales (es decir, tardará meses o años repararlos). $C_{IA} = 3$

F_R corresponde al Factor de Redundancia del sistema o componente.

Sistema muy redundantes F_R= 0,5 (por ejemplo, falla de componentes que no disminuyen el desempeño del sistema)

Sistema redundante F_R= 1 (por ejemplo, falla de componentes que disminuyen el desempeño del sistema)

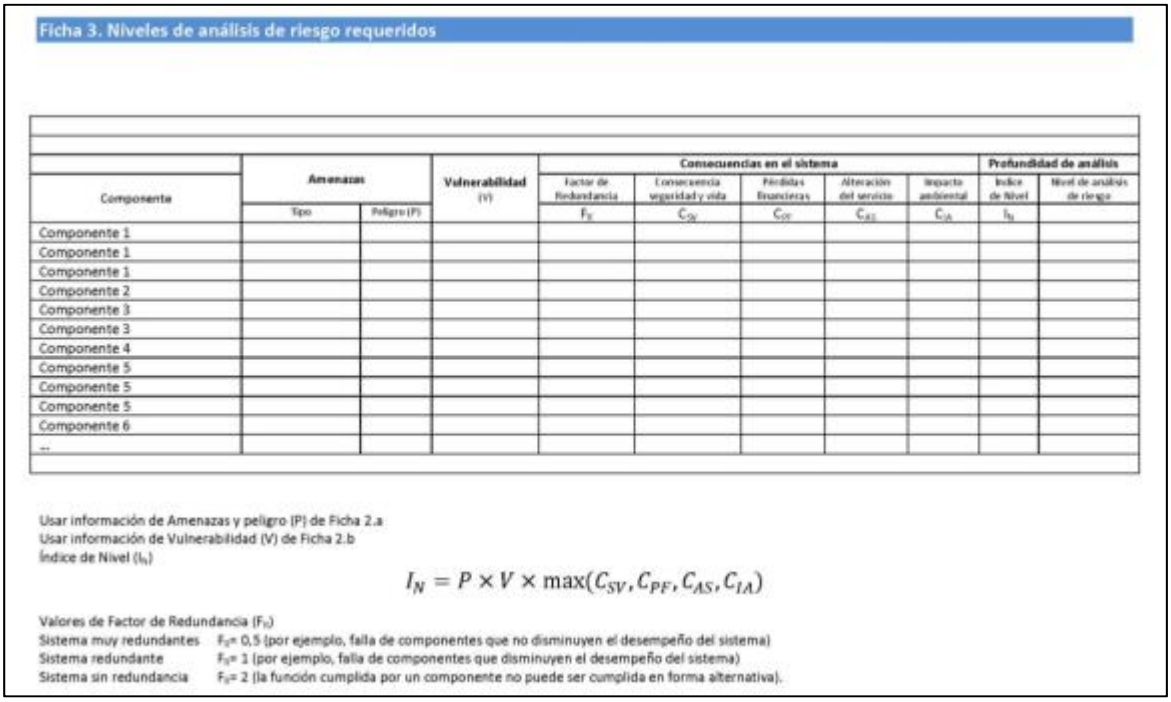
Sistema sin redundancia F_R= 2 (la función cumplida por un componente no puede ser cumplida en forma alternativa).

Con lo anterior, se está en condiciones de calcular el valor del Índice de Nivel (I_N) y compararlo con los límites que se proponen para definir el nivel de análisis de riesgo a realizar en una determinada infraestructura o componente. De acuerdo a la construcción del I_N, el mismo puede tener valores entre 0.5 y 54. El nivel de profundidad del análisis de riesgo a realizar se determina utilizando los rangos que se presentan en la siguiente tabla:

Índice de Nivel (I_N)	**Nivel de Análisis de riesgo inicial**
$I_N \leq 6$	No realizar análisis de riesgo
$7 \leq I_N < 17$	Análisis de riesgo Nivel 1
$17 \leq I_N < 35$	Análisis de riesgo Nivel 2
$I_N \geq 35$	Análisis de riesgo Nivel 3

En nivel de análisis de riesgo inicial que se recomienda utilizado el I_N, es una orientación para el inicio del análisis. Estos niveles se pueden mover hacia más sencillos o sofisticados dependiendo del tipo y confiabilidad de la información utilizada.

La ***"Ficha 3. Niveles de análisis de riesgo requeridos"*** facilitará el proceso de integración de la información producida en los pasos anteriores, así como los valores que se deberán asignar a los indicadores presentados anteriormente relacionados con el desempeño de la infraestructura/componente, en aspectos relacionados con Seguridad y la Vida (C_{SV}), Pérdidas financieras (C_{PF}), Alteraciones en el servicio (C_{AS}) e Impacto ambiental (C_{IA}). Para aquellos expuestos a más de una amenaza, el Índice de Nivel deberá ser calculado para cada amenazas de manera separada.



Ficha 3. Niveles de análisis de riesgo requeridos

Componente	Amenazas		Vulnerabilidad (V)	Consecuencias en el sistema					Profundidad de análisis	
				Factor de Redundancia	Consecuencia seguridad y vida	Pérdidas financieras	Alteración del servicio	Impacto ambiental	Índice de Nivel	Nivel de análisis de riesgo
	Tipo	Peligro (P)		F_R	C_{SV}	C_{PF}	C_{AS}	C_{IA}	I_N	
Componente 1										
Componente 1										
Componente 1										
Componente 2										
Componente 3										
Componente 3										
Componente 4										
Componente 5										
Componente 5										
Componente 5										
Componente 6										
...										

Usar información de Amenazas y peligro (P) de Ficha 2.a
Usar información de Vulnerabilidad (V) de Ficha 2.b
Índice de Nivel (I_N)

$$I_N = P \times V \times \max(C_{SV}, C_{PF}, C_{AS}, C_{IA})$$

Valores de Factor de Redundancia (F_R)
Sistema muy redundantes F_R= 0,5 (por ejemplo, falla de componentes que no disminuyen el desempeño del sistema)
Sistema redundante F_R= 1 (por ejemplo, falla de componentes que disminuyen el desempeño del sistema)
Sistema sin redundancia F_R= 2 (la función cumplida por un componente no puede ser cumplida en forma alternativa).

Como se ha indicado anteriormente, los análisis de riesgo de infraestructura y componentes requiere de mayor información a medida que se avanza a niveles más sofisticados de análisis, sin embargo la información utilizada en los niveles inferiores es válida y complementaria.

En las tablas que se presentan a continuación se indica las actividades y consideraciones que se deben desarrollar para cada uno de los niveles de análisis de riesgo (Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3), tanto con lo que

tiene que ver con caracterizar peligros/amenazas, la vulnerabilidad y desempeño de componentes bajo análisis.

En base a las actividades que se sugieren para cada nivel de análisis de riesgo y otras particulares que puedan surgir en cada caso se deberá planificar las acciones para realizar los análisis de riesgo respectivos, definir el alcance estudios técnicos específicos, o bien contar con información básica que permita elaborar términos de referencia.

Diferentes países e instituciones públicas y privadas han desarrollado diversas metodologías de análisis de riesgo, para diferente tipo de sectores, sistemas, infraestructura y componentes. Por lo cual no es objetivo del presente documento el destacar o recomendar una metodología sobre las otras, ya que la decisión sobre la metodología de análisis a utilizar (para Nivel 2 y 3) deberán primar aspectos de:

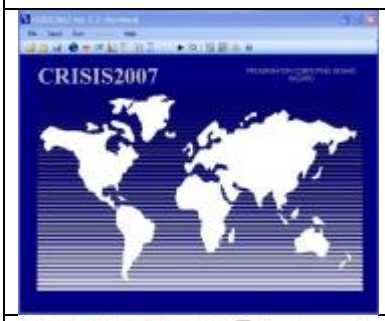
- Disponibilidad de conocimientos y recursos técnicos COSIPLAN/IIRSA
- Normatividad y metodologías vigentes a nivel nacional
- Duración
- Costos

La metodología que se seleccione, antes que todo debe permita entregar respuestas claras sobre el cumplimiento o no de los objetivos e indicadores de desempeño (Paso 0) del sistema o infraestructura, para luego identificar y seleccionar los criterios y metodología que se adecué a la infraestructura/componente y amenaza frente a la cual realizar el análisis de riesgo.

A continuación, y sólo a manera de ejemplo, se presentan algunos criterios y metodologías existentes:

Instrumento metodológico para análisis de riesgo	**Breve descripción**
	El documento "Respuesta de sistema de tuberías enterradas expuestas a sismos", ha sido elaborada por el Centro Multidisciplinario para la Investigación en Ingeniería Sismo resistente (MCEER). Este documento revisa el comportamiento de los componentes de sistemas de tuberías enterrados y sujetos a la deformación permanente del suelo y propagación de ondas s´simicas, así como los métodos existentes para cuantificar la respuesta. En la medida de lo posible, se presentan procedimientos simplificados que se pueden utilizar directamente en el análisis sísmico y diseño de componentes de tuberías enterradas. Disponibles en: http://mceer.buffalo.edu/publications/monographs/99-MN03.pdf
CAPRA	CAPRA es una Plataforma de Información sobre Riesgos de Desastres para la toma de decisiones empleando metodologías y herramientas disponibles para evaluar y expresar el riesgo de desastres. Desarrollado por expertos regionales, CAPRA aprovecha y fortalece las iniciativas existentes, con miras a consolidar metodologías para la evaluación de amenazas y riesgos y aumentar la concienciación acerca de la gestión de riesgo en la región. Más información: http://www.ecapra.org/es/
HAZUS MH EARTHQUAKE • WIND • FLOOD	HAZUS es una metodología estandarizada de aplicación a nivel nacional, en Estados Unidos utilizada por Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) para estimar las pérdidas potenciales de los desastres. La cual contiene modelos de estimación de pérdidas potenciales de terremotos, inundaciones y huracanes.

Versión preliminar

Instrumento metodológico para análisis de riesgo	Breve descripción
	HAZUS utiliza Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estimar los impactos físicos, económicos y sociales de los desastres. Ilustra gráficamente los límites de determinadas ubicaciones de alto riesgo debido a terremotos, huracanes e inundaciones. HAZUS se utiliza para la mitigación y recuperación, así como la preparación y respuesta. Más información disponible: http://www.fema.gov/hazus
American Lifelines Alliance	The American Lifelines Alliance (ALA) es una iniciativa público-privada financiada por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) de Estados Unidos y administrado por el Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (ONE), con el objetivo de reducir los riesgos para líneas de vida de los peligros naturales y creados por el ser humano. ALA está elaborando criterios y metodologías para analizar y mejorar el comportamientos de estos sistemas en el caso de los desastres (terremotos, inundaciones, tormentas, etc) y las amenazas creadas por el hombre (por ejemplo, biológicas, químicas, radiológicas, explosión, y cibernética). En el Anexo 4, se presentan matrices elaboradas por ALA donde se detallan las pautas y normas existentes para los componentes de los sistemas de líneas vitales tanto para peligros naturales y de otro tipo. Se muestran las normas de diseño y metodologías de análisis preparados por instituciones normativas, organizaciones profesionales y profesionales en los campos pertinentes Mas información: http://www.americanlifelinesalliance.com/
	CRISIS 2007 es el módulo de cálculo de amenaza sísmica y por tsunami, el cual permite la definición completa de un modelo de amenaza probabilista, la evaluación de amenaza uniforme, y el cálculo de escenarios. Fue desarrollado en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por M. Ordaz, A. Aguilar y J. Arboleda. Mas información: http://www.ecapra.org/sites/default/files/software/screens/ERN-crisis.jpg
MCEER EARTHQUAKE ENGINEERING TO EXTREME EVENTS	El Centro Multidisciplinario para la Investigación en Ingeniería Sismo resistente (MCEER) es un centro nacional de excelencia dedicado a la investigación y desarrollo de nuevos conocimientos, herramientas y tecnologías que permitan a las comunidades y su infraestructura a ser más resilientes a los desastres frente a terremotos y otros fenómenos extremos. Más información en: http://mceer.buffalo.edu/

Resultados y productos del Paso 3 - Análisis de riesgo

1. Actualización de matrices de vulnerabilidad de infraestructura.
2. Ficha 3. Niveles de análisis de riesgo requeridos.
3. Selección de metodología para análisis de riesgo de diferente infraestructura según nivel de complejidad.

Versión Preliminar

rar para la evaluación de amenazas/peligros para los diferentes niveles de análisis

Análisis de Amenazas/Peligros	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
e fallas superficiales			
os de fallas activas de la zona, si es que se encuentra disponible	♦	♦	♦
ficos	♦	♦	♦
eas, si es que se encuentran disponibles		♦	♦
de terreno (mediante un geólogo calificado)		♦	♦
as a través de la excavación de trincheras/calicatas			♦
os de fallas usando métodos empíricos		♦	♦
entos de fallas y su probabilidad a través de excavaciones de trincheras en las fallas, álisis			♦
ón			
nible sobre sismicidad del lugar de interés, incluyendo la información que entregue la	♦	♦	♦
obabilística de riesgos sísmicos		♦	♦
ficos	♦	♦	♦
	♦	♦	♦
disponibles	♦	♦	♦
ones de suelo y pruebas de penetración estándar o cónica		♦	
es de suelo y pruebas de penetración estándar o cónica representativas del lugar			♦
e terreno (mediante ingenieros geotécnicos calificados)		♦	♦
elo potencialmente licuables mediante el uso de criterio de expertos	♦	♦	♦
uelo potencialmente licuables mediante análisis de muestras de suelo		♦	♦
de propagación lateral usando métodos empíricos		♦	♦
cuefacción usando mapas de susceptibilidad de licuefacción		♦	♦
ado usando herramientas analíticas , para determinar la probabilidad de licuefacción y e propagación lateral			♦
vimientos de Suelo			
micidad del lugar, incluyendo la información que entregue la comunidad	♦	♦	♦
as sísmicas de la zona, si es que se encuentra disponible	♦	♦	♦
de la superficie	♦	♦	♦
cación de movimientos de suelo		♦	♦
entos de suelo usando criterios y mapas existentes	♦	♦	♦
entos de suelo usando métodos empíricos		♦	♦

Análisis de Amenazas/Peligros	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1.3.7 Calcular niveles de movimientos de suelo usando métodos analíticos o herramientas			♦
1.3.8 Realizar un análisis probabilístico de peligro sísmico			♦
1.4 Terremoto – Derrumbes			
1.4.1 Revisar mapas de geología de la superficie	♦	♦	♦
1.4.2 Revisar mapas topográficos	♦	♦	♦
1.4.3 Revisar fotografías aéreas, si es que se encuentran disponibles		♦	♦
1.4.4 Revisar mapas pluviales por zona	♦	♦	♦
1.4.5 Realizar un reconocimiento de terreno (mediante geólogos calificados) , incluyendo información que entregue la comunidad		♦	♦
1.4.6 Revisar mapas de riesgo de terremotos de la zona de interés	♦	♦	♦
1.4.7 Evaluar el potencial de derrumbe usando criterio experto	♦	♦	♦
1.4.8 Evaluar el potencial de derrumbe usando mapas de estabilidad de pendientes		♦	♦
1.4.9 Evaluar el potencial de derrumbe usando análisis empírico o estadístico		♦	♦
1.4.10 Evaluar el potencial de derrumbe usando métodos analíticos			♦
1.5 Terremoto – Tsunamis			
1.5.1 Ubicar instalaciones alejadas o protegidas de masas de agua	♦	♦	♦
1.5.2 Revisar mapas/cartas de inundación por tsunami	♦	♦	♦
1.5.3 Revisar mapas topográficos de las zonas costeras		♦	♦
1.5.4 Revisar mapas batimétricos de zonas costeras cercanas		♦	♦
1.5.5 Revisar registros mareográficos	♦	♦	♦
1.5.6 Calcular potenciales inundaciones por tsunami usando criterio experto	♦	♦	♦
1.5.7 Calcular potenciales inundaciones por tsunami usando el criterio y evaluación de potenciales fuentes de tsunami		♦	♦
1.5.8 Realizar análisis en terreno de una inundación específica			♦
Deslizamientos/Huaycos/Movimientos de tierra/Avalanchas de nieve			
2.1 Deformación de la superficie – derrumbes (Sin relación con terremotos)			
2.1.1 Revisar mapas de geología de la zona	♦	♦	♦
2.1.2 Revisar mapas topográficos	♦	♦	♦
2.1.3 Revisar fotografías aéreas si se encuentran disponibles		♦	♦
2.1.4 Revisar los mapas pluviales	♦	♦	♦
2.1.5 Realizar reconocimiento de terreno (mediante geólogos calificados) , incluyendo información que entregue la comunidad		♦	♦
2.1.6 Evaluar el potencial de derrumbe usando criterio experto	♦	♦	♦
2.1.7 Evaluar potencial de derrumbe usando análisis empírico o estadístico		♦	♦
2.1.8 Evaluar el potencial de derrumbe usando métodos analíticos			♦
2.2 Configuración del peligro de deformación de la superficie			

Versión Preliminar

Análisis de Amenazas/Peligros	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
2.2.1 Revisar mapas de geología de la superficie	♦	♦	♦
2.2.2 Revisar mapas topográficos	♦	♦	♦
2.2.3 Revisar mapas de aguas subterráneas e informes geotécnicos disponibles	♦	♦	♦
2.2.4 Realizar reconocimiento de terreno (mediante profesionales calificados) , incluyendo la información que entregue la comunidad		♦	♦
2.2.5 Evaluar el potencial asentamiento mediante criterio experto	♦	♦	♦
2.2.6 Evaluar el potencial asentamiento usando métodos empíricos		♦	♦
2.2.7 Evaluar el potencial asentamiento usando métodos analíticos avanzados			♦
2.2.8 Determinar el potencial de asentamiento creado por actividad humana (por ejemplo, la extracción de aguas subterráneas)	♦	♦	♦
Vientos fuertes/tornados			
3.1 Revisar mapas de vientos de estar disponibles	♦	♦	♦
3.2 Revisar información de la historia de los vientos en la zona, incluyendo la información que entregue la comunidad	♦	♦	♦
3.3 Identificar las condiciones locales que pueden aumentar el peligro de vientos fuertes/tornados		♦	♦
3.4 Compilar patrones de tormentas históricas		♦	♦
3.5 Identificar potenciales tormentas de viento usando criterio experto	♦	♦	♦
3.6 realizar evaluaciones de peligro en terreno		♦	♦
3.7 Calcular los potenciales peligros de viento usando criterio experto	♦	♦	♦
3.8 Realizar una evaluación probabilística de peligro de viento de sistema			♦
Heladas/Nieves			
4.1 Revisar el mapas disponibles	♦	♦	♦
4.2 Revisar información sobre la historia de heladas/nieve en el área, incluyendo la información que entregue la comunidad	♦	♦	♦
4.3 Identificar las condiciones locales que puedan aumentar el peligro de nieve/heladas		♦	♦
4.4 Calcular el potencial peligro de nieve/heladas usando criterio experto	♦	♦	♦
4.5 Realizar una evaluación probabilística de peligro de nieve/heladas			♦
Inundación			
5.1 Revisar los mapas de inundaciones disponibles	♦	♦	♦
5.3 Recopilar datos de inundaciones locales a partir de instituciones técnica, científicas, autoridades locales y la propia comunidad	♦	♦	♦
5.4 Compilar datos topográficos, de precipitaciones y caudales de cuerpos superficiales de agua (ríos, quebradas, canales, etc.)		♦	♦
5.5 Identificar potenciales peligros de inundación debido a presas, caminos locales, etc.	♦	♦	♦
5.6 Evaluar el potencial peligro de inundación usando criterio experto	♦	♦	♦
5.7 Realizar una evaluación probabilística de peligro de inundaciones			♦
Volcanes			

Versión Preliminar

Análisis de Amenazas/Peligros	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
6.1 Revisar los mapas de peligro volcánico que estén disponibles	♦	♦	♦
6.2 Recopilar datos históricos de erupciones y efectos locales (flujo lava, piroclastos, cenizas, etc.) a partir de instituciones técnica, científicas, autoridades locales y la propia comunidad	♦	♦	♦
6.3 Recopilar datos topográficos		♦	♦
6.4 Evaluar el potencial peligro volcánico usando criterio experto	♦	♦	♦
6.5 Realizar una evaluación probabilística de peligro volcánico			♦

Análisis de Vulnerabilidad de infraestructura/componentes	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Componentes			
1.1 Recopilar información que caracterice el componente en términos de materialidad, geometría, dimensiones (cálculos, planos, etc.) y *funcionamiento* como parte de un sistema o infraestructura, mediante entrevistas a ingenieros de diseño, ingenieros en terreno y planificadores. (Para el caso de componentes existentes incluir a encargados de operación y mantenimiento)	♦	♦	♦
1.2 Obtener evaluaciones de desempeño de componentes similares frente a amenazas de interés.	♦	♦	♦
1.3 Realizar visitas y entrevistas en terreno para evaluar las condiciones locales y obtener información de la vulnerabilidad general del componente (existente o por construir).		♦	♦
1.4 Realizar visitas y entrevistas en terreno para evaluar peligros/amenazas colaterales de fuentes externas, estructuras y equipamientos cercanos.		♦	♦
1.5 Consolidar la información recopilada y generada durante las visitas en terreno para definir/verificar detalles importantes a tener en cuenta en la ubicación, diseño y construcción del componente.		♦	♦
1.6 Realizar análisis/cálculos estructurales para verificar el comportamiento del componente frente a las amenazas que está expuesto para verificar el cumplimiento de las especificaciones de desempeño.			♦
1.7 Identificar las debilidades/vulnerabilidades del componente usando estimaciones, metodologías cualitativas o información sobre el impacto de eventos pasados en el tipo de componentes analizado.	♦	♦	♦
1.8 Evaluar las debilidades/vulnerabilidades del componente usando los datos obtenidos en terreno y metodologías cuantitativas disponibles.		♦	♦
1.9 Evaluar las debilidades/vulnerabilidades del componente usando datos obtenidos en terreno y los resultados del análisis estructural del componente.			♦
Edificaciones importantes			♦
2.1 Compilar información general sobre la edificación mediante entrevistas con ingenieros de diseño, ingenieros en terreno y planificadores. (Para el caso de edificaciones existentes incluir a encargados de mantenimiento)	♦	♦	♦
2.2 Identificar funciones, componentes o equipos importantes dentro de los edificios y los posibles daños que podrían	♦	♦	♦

Versión Preliminar

Análisis de Vulnerabilidad de infraestructura/componentes	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
perjudicar o impedir estas funciones.			
2.3 Realizar visita y entrevistas en terreno para conocer y evaluar las condiciones locales y consolidar información general de la edificación y sus contenidos.		♦	♦
2.4 Realizar visita y entrevistas en terreno para conocer peligros colaterales de fuentes externas, tales como otras edificaciones y equipamiento cercano.		♦	♦
2.5 Identificar las debilidades/vulnerabilidades de la edificación usando estimaciones, metodologías cualitativas e información sobre el impacto de eventos pasados.	♦	♦	♦
2.6 Identificar las debilidades/vulnerabilidades de la edificación, mediante la revisión y análisis de planos estructurales y arquitectónicos, memorias de cálculo, normas y especificaciones de diseño, informes de sitio/suelo/fundaciones. (Criterio de experto/s)		♦	♦
2.7 Realizar análisis/cálculos estructurales independientes para evaluar la capacidad/resistencia de la edificación (Metodologías cualitativas, análisis estructurales parciales, etc.)		♦	♦
2.8 Modelar usando plataformas y sistemas informáticos/computacionales disponibles el comportamiento de la edificación frente a las amenazas.			♦

Análisis de desempeño del Sistema	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1 Evaluación del Desempeño del Sistema			
1.1 Revisar los mapas del sistema	♦	♦	♦
1.2 Revisar el desempeño del sistema en desastres/eventos naturales pasados	♦	♦	♦
1.3 Desarrollar un modelo de sistema de operaciones críticas		♦	♦
1.4 Añadir un modelo de sistema al mapa de distintos riesgos (función GIS)		♦	♦
1.5 Calcular el desempeño del sistema usando criterio experto	♦	♦	♦
1.6 Realizar un análisis de los sistemas en escenarios limitados (mínimo 3)		♦	♦
1.7 Realizar un análisis de los sistemas en un análisis probabilístico completo			♦

Versión Preliminar

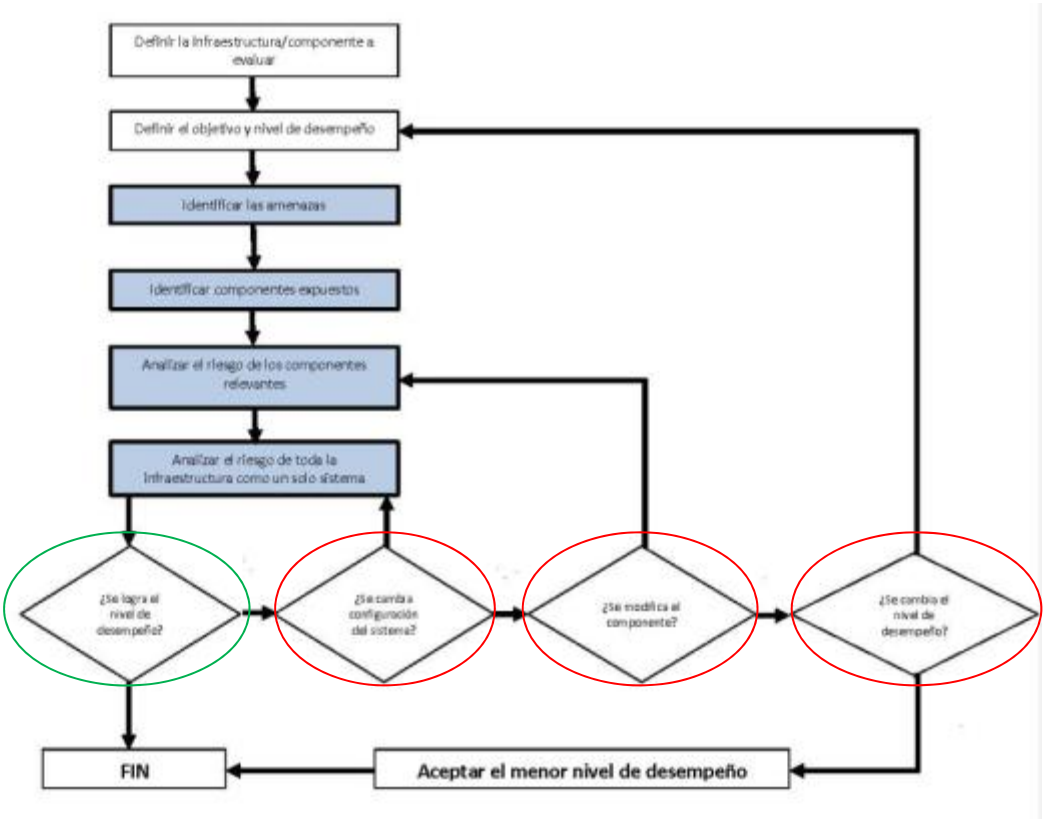
Del análisis a la acción

Paso 4 – Reducción de riesgo de desastres

Los resultados que se obtengan de los análisis de riesgo que se realicen en el paso 3, permitirá conocer con el nivel de confiabilidad adecuada si la infraestructura existente o por construir asegura cumplir con los objetivos e indicadores de desempeño establecidos en el inicio del proceso (Ficha 0)

Si la infraestructura analizada cumple con los objetivos e indicadores de desempeño, no será necesario planificar, diseñar y ejecutar acciones de reducción de riesgo. Sin embargo, cuando los análisis arrojen que la infraestructura no permite asegurar los niveles de desempeños establecidos, será necesario tomar decisiones orientadas a:

- Modificar la configuración del sistema o componente para lograr los niveles de desempeños.
- Modificar y aceptar niveles de desempeño a niveles menores a los deseados.



Cuando se decide por asegurar los niveles de desempeño definidos para el funcionamiento del sistema, será necesario tomar acciones que el mismo análisis de riesgo puede sugerir. Todas esas acciones que se identifiquen y se implementen serán consideras como acciones de reducción de riesgo. Obviamente considerandos indicadores y niveles de desempeño definidos, dependerá en gran medida de las acciones de reducción de riesgo que sean posible implementar.

Las respuestas que se den para cada una de las preguntas destacadas en rojo en la figura anterior orientarán las posibles acciones de reducción de riesgo que sean factibles implementar.

Indicadores del sistema/infraestructura asociadas con los objetivos de desempeño

Objetivos de Desempeño	Indicadores de desempeño del Sistema					
	Pérdidas de Capital y/o Costos adicionales ($)	Pérdidas de Rentabilidad ($)	Alteraciones en servicios[62] (% población)	Tiempo de interrupción (horas/días)	Accidentes (muertes, lesiones)	Derrames, incendios, explosiones, etc.
Proteger la seguridad del personal de la empresa.					×	×
Proteger la seguridad y bienestar de la comunidad y sus bienes.	x				x	x
Mantener la confiabilidad de la infraestructura o sistema			×	×		
Evitar pérdidas monetarias	×	×	×	×		×
Evitar el daño medioambiental						×

Versión Preliminar

De manera genérica a continuación se detallan algunos de los tipos de acciones de reducción de riesgo que se son tomadas para diferentes tipos de infraestructura:

Tipo de acción de reducción de riesgo	Objetivos específicos
Reubicación de la infraestructura	Ubicar la infraestructura en zonas de menor peligro, condiciones de sitio (tipo de suelo, pendientes, etc.) más favorables frente a una amenaza o en "zona segura"
Reubicación comunidades	Ubicar a las comunidades, su infraestructura y equipamiento en zonas seguras, debido al aumento del peligro o riesgos colaterales generadas por la infraestructura.
Redundancia	Incrementar el nivel de desempeño de un componente, infraestructura o sistema, mediante equipamiento o infraestructura adicional que aumente la confiabilidad y permita su funcionamiento en paralelo.
By pass	Asegurar niveles de desempeño y funcionamiento mínimos, generalmente reduciendo la calidad de los servicios que presta la infraestructura o componente en riesgo.
Obras de protección/contención para infraestructura	Diseñar y ejecutar acciones y obras que buscar reducir la frecuencia y/o magnitud de un determinado fenómeno natural a la cual está expuesta la infraestructura. Este tipo de acciones se relacionan por lo general con fenómenos tales como: inundaciones, sequías, deslizamientos, etc. Para otros fenómenos tales como sismos y volcanes, por lo general no se consideran este tipo de acciones.
Obras de protección/contención para comunidad	Diseñar y ejecutar acciones y obras que buscar reducir la frecuencia y/o magnitud de un determinado fenómeno natural a la cual está expuesta la comunidad, debido al aumento del peligro o riesgos colaterales generados por la infraestructura.
Cambio de materiales	Mejorar la resistencia y comportamiento de una determinada infraestructura o componente, modificando el/los material/es originalmente considerados o empleado en el diseño..

[62] Dependiendo del tipo de infraestructura que se analice, también se puede considerar número de usuarios, variación en producción del servicio, etc

Tipo de acción de reducción de riesgo	Objetivos específicos
Modificación de criterios de diseño	Establecer criterios y consideración técnicas de diseño, que incorporen las características específicas de las amenazas un la zona de emplazamiento de la infraestructura y sus componentes. Por lo general, significa ser más conservadores y exigentes de lo establecido en normas y reglamento vigentes.
Obras de reforzamiento	Mejorar la resistencia y comportamiento de la infraestructura o componentes vulnerables, adicionando elementos estructurales a los diseños y configuración original o infraestructura existente.
Transferencia de riesgo/seguros	Contar con recursos financieros que permitan recuperar la infraestructura dañada por un desastre y/o posibles pérdidas de capital, rentabilidad y/o otros costos adicionales producto del desastre.

Como se ha dicho anteriormente, tanto el análisis como la reducción de riesgo de desastres representan diferentes oportunidades la infraestructura existente y la por construir. De manera general la implementación de acciones de reducción en infraestructura existente afecta el normal funcionamiento de la infraestructura y resulta más costosa que considerarla al momento del diseño y construcción.

A continuación se indican los tipos de acciones de reducción de riesgo que resultan más apropiadas y usadas tanto para nueva infraestructura, como para aquella existente. Así mismo aquellas que resultan más apropiadas para infraestructura puntual y lineal.

Tipo de acción de reducción de riesgo	Nueva infraestructura	Infraestructura existente	Infraestructura lineal	Infraestructura puntual
Reubicación de la infraestructura				
Reubicación comunidades				
Redundancia				
By pass				
Obras de protección/contención para infraestructura				
Obras de protección/contención para comunidad				
Cambio de materiales				
Modificación de criterios de diseño				
Obras de reforzamiento				
Transferencia de riesgo/seguros				

La totalidad de las opciones de reducción de riesgo, exceptuando la transferencia de riesgo, buscan reducir los daños físicos, impacto en el servicio, ambiente y comunidades producto de situaciones de emergencia que afecten infraestructura.

Por lo anterior, la opción de reducir el riesgo mediante transferencia de riesgo/seguros no disminuirá los daños y consecuencias de una infraestructura afectada por un desastre, sin embargo este tipo de instrumentos entre otras cosas permitirá:

- Cumplir con los niveles e indicadores de desempeño relacionados con pérdidas de capital, rentabilidad y costos adicionales.
- Asegurar liquidez financiera para asumir las acciones de recuperación, rehabilitación y reconstrucción.

La infraestructura púbica estratégica que busca generar desarrollo e incremento de capital y rentabilidades económicas y sociales, requiere cada vez más el tomar previsiones de protección financiera que asegure los beneficios y sostenibilidad de la misma en situaciones extremas, tales como los desastres y catástrofes. Esta necesidad ocurre cuando también están disponibles nuevos conocimientos y técnicas de la ingeniería y la ciencia, lo que incluye la modelación del riesgo de desastres en términos de pérdidas y los cambios en el

mercado financiero están abriendo nuevas alternativas y fuentes de capital para enfrentar las pérdidas debidas a desastres.

Existen diferentes mecanismos disponibles en los mercados de seguros, los cuales pueden usarse de manera complementaria y simultánea de manera de cubrir diferentes tipos de riesgo. Sin embargo, los tipos de instrumentos, los precios y regulaciones dependerán de la situación particular de cada país.

Mecanismos como el aseguramiento permiten disminuir la carga fiscal del gobierno una vez ocurrido un desastre

El seguro y reaseguro como mecanismo tradicional[63]

El seguro y el reaseguro son instrumentos de protección financiera que permiten transferir el "riesgo financiero" a una compañía de seguros y al mercado de reaseguros a nivel internacional. Para el caso de eventos naturales extremos tales como terremotos, inundaciones, erupciones volcánicas, etc., el "riesgo financiero" se entiende como el potencial de pérdidas económicas debido a la afectación en forma simultánea varios componentes e infraestructura parte de un mismo sistema, debido a la ocurrencia de un fenómeno natural que se transforme en un desastre.

El seguro es el mecanismo más utilizado por el sector privado y por los gobiernos para transferir los riesgos de pérdidas económicas causadas por desastres. El mercado de seguros internacionales cuenta con gran experiencia en el manejo de este tipo de riesgos y existen diversos mecanismos para transferir el riesgo por desastres.

El seguro es un contrato por medio del cual una empresa aseguradora se compromete a asumir el riesgo de ocurrencia de un acontecimiento incierto, obligándose a pagar las pérdidas en que pueda incurrir el tomador por efecto del riesgo determinado en el contrato. En contraprestación el tomador debe pagar una prima al asegurador.

Se debe tener claro que las indemnizaciones son siempre menores a las pérdidas totales generadas por un evento o desastres

Las acciones de recuperación, reconstrucción y recuperación de la infraestructura dañada por un desastre, son oportunidades para implementar acciones de reducción del riesgo, y de esta manera reconstruir mejor. Los daños e impacto de los desastres dejan en evidencia los riesgos a los cuales estaba expuesto la infraestructura, sin necesidad de realizar estudios o análisis de riesgo.

Resultados y productos del Paso 4 – Reducción de Riesgo

- Ficha 4. Identificación de posibles acciones de reducción de riesgo

Paso 5 – Preparativos para la respuesta

Considerando que los riesgos frente a desastres difícilmente pueden eliminarse del todo, y por más esfuerzos que se haga para reducir el riesgo siempre existirá la posibilidad de que la infraestructura sea afectada por fenómenos naturales, por lo cual es necesario conocer los puntos débiles y críticos de la infraestructura y sistema de manera de saber y estar preparado para responder cuando una situación de emergencia y desastres se presente.

Los preparativos para la respuesta, deben considerar cubrir los siguientes niveles de responsabilidad que tiene la institución a cargo de la operación de un determinado sistema o infraestructura:

[63] DGODT/MEPYD - PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS (2012) "Evaluación del Riesgo de Desastres por Eventos Naturales Peligrosos - Tarea 3.4 Alternativas de Instrumentos Financieros"

1. ***Operativa***: De carácter geográfico, es la respuesta al incidente. Se atiende la emergencia. Los responsables son los operadores y técnicos encargados de la operación y primeros respondientes. Programas internos de protección, Planes/protocolos específicos de respuesta a emergencias

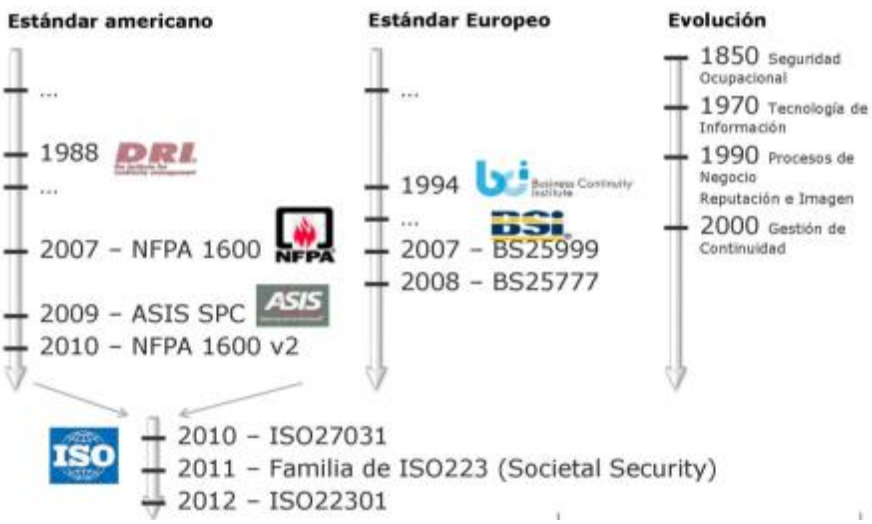
2. ***Estratégica***: De carácter funcional, es la respuesta que garantiza la operación institucional de una institución. Se atiende la crisis. La responsabilidad es de los tomadores de decisiones. Plan de Continuidad de Operaciones

Considerando los servicios y beneficios que prestan la infraestructura de COSIPLAN/IIRSA a los países y sus comunidades, los preparativos para desastres de este tipo de sistemas, debe enfocarse inicialmente desde una perspectiva de continuidad de operaciones (o negocio), en donde se reconocen claramente cuatro fases que son:

- Preparación
- Activación y reubicación
- Operaciones y continuidad de las instalaciones
- Reconstitución.

Y la capacidad de asegurar o restablecer la continuidad de un determinado servicio o institución descansará en componentes claves como: Liderazgo; personal; comunicaciones, instalaciones y finanzas. El *liderazgo y personal* deberá considerar delegación de autoridad, sucesión, definir funciones esenciales, entrenamiento permanente y ejercicios de simulación o simulacros. Las *comunicaciones* deben tomar encuentra el ámbito interno y externo, ser redundantes, disponibles 24/7 y protección de archivos esenciales. Las *instalaciones* deben ser lo suficientemente seguras que permitan y faciliten la continuidad de su funcionamiento. Finalmente las finanzas deben ser tales que permitan atender las acciones emergentes a causa del desastre, así como enfrentar los gastos adicionales tanto operacionales como para la reconstrucción.

Al igual que las metodologías para realizar análisis de riesgo, para la planificación de la continuidad de negocios/operaciones existen varios estándares que han ido evolucionando a la par de la forma en la cual se dispone de nuevas herramientas y enfoques. Siendo la Norma ISO 22031 los estándares más actualizados que integran los últimos conocimientos tanto del estándar americano como el europeo[64].



[64] Yves Dávila (2012), "ISO 22301- El nuevo estándar en Continuidad del Negocio", presentado en Seminario Regional SELA "Alianzas entre el sector público y privado para la gestión del riesgo de desastres: Continuidad de gobierno y continuidad de operaciones ante situaciones de desastres"

La continuidad del negocio y de las operaciones tiene como objetivo la "sobrevivencia" de las organizaciones o sistema durante la emergencia o desastre. Sobrevivir significa que las organizaciones/sistemas deberán haber priorizado de manera previa cuáles de las actividades de las que realiza diariamente deben continuar funcionando o recuperarse a la brevedad posible. Por lo cual es fundamenta definir previamente las actividades y componentes vitales de una infraestructura o sistema. Por ser consideradas como vitales, además de las medidas de seguridad ya existentes, deberá considerarse medidas adicionales de protección para minimizar el riesgo de que el desastre las interrumpa. Para lo cual se deberá contar con protocolos o planes de continuidad debidamente documentados y actualizados para que el personal conozca cómo actuar y utilizar las estrategias alternas durante el incidente. Dichos protocolos serán letra muerta si no se ejercitan y practican, mediante simulaciones, simulacros u otro tipo de ejercicios.

Desde la segunda mitad de la década del 2000 se formalizaron estándares nacionales e internacionales sobre la continuidad de negocios y operaciones. Se empezó interpretar la continuidad del negocio y de las operaciones como un sistema de gestión (similar al sistema de calidad), lo cual facilitó a las instituciones certificarse en el cumplimiento de éstos estándares. A continuación se presentan algunos de los marcos normativos más utilizados

DRII (Disaster Recovery Institute International)

El DRII[65] fue fundado en 1988 en Los Estados Unidos de América, provee mejores prácticas, educación y certificación de profesionales en continuidad del negocio. Su última actualización a mayo 2013, considera a manera de resumen:

a) Inicio y administración del programa
b) Evaluación y control de riesgos
c) Análisis de impacto al negocio
d) Estrategias de continuidad del negocio
e) Respuesta y operaciones de emergencia
f) Planes de continuidad del negocio
g) Programas de creación de conciencia y entrenamiento
h) Ejercicios, auditoría y mantenimiento del plan de continuidad del negocio
i) Comunicación en crisis
j) Coordinación con agencias públicas externas

BCI (Business Continuity Institute)

El BCI[66] fue creado en 1994 en Inglaterra, provee mejores prácticas, educación y certificación de profesionales en continuidad del negocio. Ensu última actualización en a mayo 2013 considera:

- Política y Administración del Programa
- Incorporando la Continuidad del Negocio (cultura)
- Análisis
  - Análisis de Impacto al Negocio
  - Análisis de Amenazas
- Diseño
  - Estrategias y Tácticas de Continuidad y Recuperación
  - Medidas de Mitigación de Amenazas
  - Estructura de Respuesta a Incidentes
- Implementación
  - El Plan de Continuidad del Negocio
  - Desarrollo y Gestión de Planes
- Validación
  - Desarrollo de un programa de ejercicios

[65] Disponible en https://drii.org/index.php
[66] Disponible en http://www.thebci.org/

Versión preliminar

- Mantenimiento
- Revisión

ISO 223O1

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. En mayo del año 2012 se publicó la normativa ISO 22301 - Seguridad de la Sociedad - Sistemas de gestión de continuidad del negocio. Un resumen de las secciones del estándar son:

0. Introducción
1. Alcance
2. Referencia a Normativas
3. Términos y Definiciones
4. Contexto de la Organización
   - Partes interesadas
   - Alcance de la continuidad del negocio
5. Liderazgo
   - Compromiso de la Alta Gerencia
   - Política de Continuidad del Negocio
   - Roles y responsabilidades en la Continuidad del Negocio
6. Planeamiento
   - Objetivos de la continuidad del negocio y planes para alcanzarlos
7. Soporte
   - Recursos
   - Competencias
   - Creación de conciencia
   - Comunicación
   - Documentación
8. Operación
   - Planeamiento y control operacional
   - Análisis de Impacto al Negocio (BIA) y Evaluación de Riesgos
   - Estrategia de Continuidad del Negocio
   - Establecer e Implementar Procedimientos en Continuidad del Negocio
   - Ejercicios y pruebas
9. Evaluación de Desempeño
   - Monitoreo, medición, análisis y evaluación
   - Auditoría Interna
   - Revisión de la Gerencia
10. Mejora continua
   - No conformidades y acciones correctivas
   - Mejora continua

Tomando en consideración algunos de los estándares existentes mencionados anteriormente y la experiencia de su aplicación en diversos tipos de organizaciones tanto privadas como públicas, se presentan a continuación pautas de la aplicación de la metodología para lograr implementar y mantener un programa de continuidad del negocio y de las operaciones, muchas de las cuales actualmente están siendo implementadas por organizaciones en América Latina[67].

[67] SELA (2003) "La continuidad de negocios y operaciones frente a situaciones de desastre en América Latina y el Caribe. Balance y recomendaciones" - *II Seminario Regional Alianzas entre el sector público y privado para la gestión del riesgo de desastres: continuidad de gobierno y continuidad de negocios y operaciones ante situaciones de desastre - Cartagena de Indias, Colombia - 01 y 02 de agosto de 2013*

Versión preliminar

1. Empoderamiento y Gobierno de la Continuidad del Negocio y Operaciones
Continuidad del negocio y de las operaciones representa un reto tanto para las organizaciones privadas y públicas. La presión por realizar las actividades diarias y cumplir con los objetivos de la organización es la preocupación de las autoridades.

Por otro lado, muchas veces se confunde que con solo tener un plan de emergencia y contingencia se está asegurando la continuidad del negocio y de las operaciones, pero este es un error muy común de las autoridades. El plan de contingencia o plan de emergencia es sólo un entregable más de un proceso permanente existente en la organización llamado Gestión de Continuidad del Negocio y de las Operaciones. Lograr el empoderamiento apropiado según el nivel de jerarquía: (junta directiva, autoridad, jefaturas y expertos) es uno de los primeros objetivos a lograr para la continuidad del negocio y de las operaciones.

2. Identificar actividades prioritarias y urgentes de recuperar
La identificación de actividades prioritarias tiene los objetivos de establecer el alcance de la preparación para cuando suceda una emergencia o un desastre afecte a la infraestructura o servicio; identificar el orden y tiempos de recuperación de las actividades/componente y las dependencias existentes entre ellas; identificar los recursos mínimos necesarios para el momento de la emergencia y desastre; y servir de base para proponer opciones estratégicas de continuidad o recuperación que sean costo efectivas.

La forma más recomendada para identificar las actividades prioritarias en las cuales enfocarse en una determinada infraestructura o sistema en caso de emergencia y desastres es responder a la siguiente pregunta, ¿cuáles servicios se continuarán brindando como mínimo y cuáles no tienen la garantía de seguir brindándose?

Así mismo resulta de gran utilidad, el identificar los tiempos de recuperación, para lo cual es necesario definir umbrales de no tolerancia para la infraestructura o servicio. Esto quiere decir daños que no sería posible asumir debido a posibles impactos: económico o financiero (¿cuánto dinero comprometido es intolerable para la organización?), afectación de usuarios (¿cuántos usuarios afectados es intolerable?), legal o regulatorio (¿qué nivel de sanciones o juicios por incumplimiento es intolerable?), ambiental (¿qué daño ambiental es intolerable?), seguridad de las personas (¿qué nivel de afectación en las personas es intolerable?).

3. Proteger las actividades más urgentes
La continuidad de las operaciones de las actividades/componentes críticos debe asegurarse no sólo con la identificación de opciones de estrategias post desastre (planes de emergencia y contingencia), sino también con opciones preventivas que reduzcan la probabilidad que el daño se presente. Para poder valorar si las medidas de protección son suficientes se pueden utilizar diferentes métodos, siendo el más recomendado el análisis de riesgos propuesto en el ISO 31000, el cual valora el riesgo como la combinación de la probabilidad y el impacto de un evento de riesgo.

4. Establecer estrategias de continuidad y recuperación de las actividades
Las opciones de estrategias pueden ser preventivas o reactivas. Las opciones preventivas se identifican utilizando el análisis de riesgos y tienen como principal objetivo mitigar o reducir la vulnerabilidad de los servicios y/o actividades más urgentes de la organización.

Las opciones reactivas se identificarán a partir de los resultados de las priorizaciones de los servicios y/o actividades de acuerdo con los periodos máximo de tiempo de interrupción y tiempo deseado de recuperación y sobre todo, tomando en cuenta los recursos mínimos necesarios identificados.

Versión Preliminar

5. Documentar los planes de acción para aplicarse en el momento del evento

Los planes de continuidad formalizan las estrategias en un documento de consulta y utilizado durante la situación misma de emergencia y desastre, por lo cual es fundamental que sea de fácil lectura y lo más operativo posible que permita orientar y recordar lo que hay que hacer.

Antes de escribir el protocolo de actuación, resulta de utilidad el crear un formato o modelo de documento. Un protocolo no busca documentar nuevos procedimientos de operación para la contingencia; sino que seguir haciendo uso de los mismos procesos diarios pero en distinta prioridad, llegando inclusive a prescindirse de alguna/s actividad/es no urgente/s.

La estructura general de cualquier plan de continuidad será: a) objetivos y alcance; prioridades de recuperación; b) equipo de respuesta o continuidad o recuperación; c) actividades del equipo, de preferencia por rol; d) estrategia a utilizar a nivel de personal, es decir, personal asignado a los roles (más de uno por rol); e) estrategia a utilizar a nivel de infraestructura física, es decir alternativas de sitios de operación; f) estrategia a utilizar a nivel materiales, consumibles e insumos, es decir dónde se encuentran los recursos necesarios; y así para cada uno de tipos de recursos que se las ha considerado en las estrategias de recuperación. Podrán complementarse con anexos como datos de contactos, planos de ubicación, plantillas a utilizarse en el momento del incidente.

6. Ejercitar y probar los planes de acción

Los planes/protocolos de contingencia o emergencia que se elaboren serán sólo papel sino se ejercitan, y el éxito de estos planes en el momento de una emergencia no está en cuán bien documentado se encuentra sino cuán bien practicado e interiorizado está, por lo tanto, el principal objetivo de un ejercicio, es practicar el plan y exponerlo progresivamente al escenario lo más real posible para identificar las oportunidades de mejora que pueda tener y/o determinar las habilidades adicionales que hay que formar en el personal.

Por lo anterior, el objetivo de ejercitar el plan no es ver si el plan funciona o no, sino que determinar qué le falta al plan y a las personas para poder responder mejor. Cuando un escenario de prueba ya esté dominado, éste deberá incrementarse en complejidad o en todo caso cambiarlo pero siempre de acuerdo la maduración de la continuidad en la organización.

7. Creación de conciencia y competencias en la organización

El personal tiene la responsabilidad de realizar las actividades que le han sido asignadas, aunque la continuidad del servicios sea considerado como importante, las responsabilidades del día-día hará que lo relacionado con la continuidad baje de importancia, por lo cual en necesario crear una cultura de continuidad del negocio y de las operaciones.

8. Mantenimiento de la continuidad de negocios y de las operaciones

La infraestructura y servicios es siempre es cambiante, cambian las personas, cambian las responsabilidades, cambian los servicios, cambian la infraestructura y sus componentes, cambian los sistemas, cambian los proveedores y otras partes relevantes. Es por ello que uno de los retos más importantes de la continuidad es lograr que a pesar de los cambios la continuidad no se desactualice.

Versión preliminar

Capítulo 6 – Usos de los resultados para el desarrollo sostenible (4-8 páginas)

Esta sección será desarrollada en base a las propuestas y oportunidades que se realicen durante la Reunión de trabajo sobre la Metodología de Gestión y Prevención de Riesgos y Catástrofes en la Infraestructura Suramericana de Integración – a realizarse en Santiago de Chile, el 25 de Septiembre 2013.

Bibliografía (Páginas necesarias)

Esta sección será desarrollada en la versión final del documento

Anexos

Versión preliminar

FICHAS PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANALISIS DE RIESGO COSIPLAN/IIRSA

Versión preliminar

FICHA 0 – Definición de objetivos de desempeño e indicadores

Objetivos de Desempeño	**Indicadores de desempeño del Sistema**					
	Pérdidas de Capital y/o Costos adicionales ($)	Pérdidas de Rentabilidad ($)	Alteraciones en servicios[68] (% población)	Tiempo de interrupción (horas/días)	Accidentes (muertes, lesiones)	Derrames, incendios, explosiones, etc.
Proteger la seguridad del personal de la empresa.					×	×
Proteger la seguridad y bienestar de la comunidad y sus bienes.	**x**				**x**	**x**
Mantener la confiabilidad de la infraestructura o sistema			×	×		
Evitar pérdidas monetarias	×	×	×	×		×
Evitar el daño medioambiental						×

Definir en las unidades que corresponda, el valor de el/los indicadores que se establezcan para definir el nivel de desempeño deseado para cuando se manifieste una amenaza o peligro.

Objetivos de Desempeño	**Indicadores de desempeño del Sistema**					
	Pérdidas de Capital y/o Costos adicionales ($)	Pérdidas de Rentabilidad ($)	Alteraciones en servicios[1] (% población)	Tiempo de interrupción (horas/días)	Accidentes (muertes, lesiones)	Derrames, incendios, explosiones
Proteger la seguridad del personal de la empresa.						
Proteger la seguridad y bienestar de la comunidad y sus bienes.						
Mantener la confiabilidad de la infraestructura o sistema						
Evitar pérdidas monetarias						
Evitar el daño medioambiental						

Versión preliminar

[68] Dependiendo del tipo de infraestructura que se analice, también se puede considerar número de usuarios, variación en producción del servicio, etc

FICHA 1.a – Indicadores amenaza EASE

Categoría de análisis

VULNERABILIDAD

Nombre

AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Criterio de selección

Permite conocer los principales riesgos geotécnicos en torno a la estabilidad del terreno y su topografía, sensibilidad de los suelos según su clasificación, vocación y calidad y riesgos en torno a las características y calidad del paisaje enfatizando en elementos paisajísticos singulares. También permiten estimar las oportunidades que brindan estos paisajes para el desarrollo de actividades conexas (turismo, conservación. etc).

Definición

Representa la inestabilidad de laderas, teniendo en cuenta la mayor ocurrencia histórica de deslizamientos y procesos semejantes.

Unidad de medida

Área en km² por grado de amenaza

Fórmula

No tiene representación matemática.

Los criterios para la clasificación propuestos son los siguientes:

GRADO DE AMENAZA	CARACTERÍSTICAS
Muy Alta	Mayor concentración y frecuencia de deslizamientos y otros procesos de inestabilidad de taludes y laderas por fenómenos como reptación, erosión intensiva, flujos y deslizamientos
Alta	Áreas con movimientos muy frecuentes, fuerte erosión hídrica concentrada, así como deslizamientos y flujos
Moderada	Fuerte erosión hídrica concentrada, deslizamientos y flujos de tierra, ocurren con poca frecuencia.
Baja	Predominio de erosión concentrada y diferencial con desprendimientos y deslizamientos trasnacionales. Se presenta con poca frecuencia o en áreas muy localizadas
Muy Baja	Áreas con procesos potenciales de erosión pero en las cuales no es aún evidente en gran escala

Representación

Criterios de calificación

Una vez determinado el valor del indicador para cada unidad de análisis, se procede a la realización de una distribución de frecuencias, generando 5 rangos. Posteriormente, se califica de la siguiente forma:

Rango	Calificación
Menor (1)	Muy baja
(2)	Baja
Intermedio (3)	Moderada
(4)	Alta
Mayor (5)	Muy Alta

Fuentes de información

- Institutos geológicos de los diferentes países
- Redes Nacionales de prevención de desastres naturales
- Mapas de riesgo a nivel nacional
- Universidades y Centros de investigación especializados

Ficha 1.b: Niveles de peligro de amenazas

En base a las amenazas identificadas a las cuales estará expuesta la infraestructura/componente bajo análisis, se debe definir los diferentes niveles de peligro (bajo, medio, alto) para cada una de ellas utilizando información contenida en mapas/información de peligro. Si en la información disponible no se establecen niveles de peligro, será necesario definirlos explícitamente utilizando criterio de experto

Criterios para definir los niveles de peligros frente a amenazas naturales

Nivel de peligro (P)	**Amenaza 1**	**Amenaza 2**	**Amenaza 3**	**Amenaza 4**	**Amenaza 5**
Bajo P = 1					
Medio P = 2					
Alto P = 3					

Versión preliminar

Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas (proyecto/infraestructura específica)

LA ficha que se presenta a continuación es para ser utilizada en el análisis de un proyecto o infraestructura en particular, para el análisis de peligros a los cuales está expuesto un Grupo de Proyectos se recomienda utilizar la ficha que se presenta a continuación

Niveles de peligro de amenazas para proyecto/infraestructura específica											
Nombre proyecto:											
EID:											
Tipo de infraestructura:											
Infraestructura 1:											
Componentes principales	**Amenazas**										Normatividad e instrumentos técnicos de utilidad para abordar la/s amenaza/s identificadas para cada componente
	Amenaza 1		**Amenaza 2**		**Amenaza 3**		**Amenaza 4**		**Amenaza 5**		
	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	
Componente 1											
Componente 2											
Componente 3											
Componente 4											
Componente 5											
Componente 6											
Componente 7											
Componente 8											
Alto	A										
Medio	M										
Bajo	B										
No aplica	-										

Versión preliminar

Los valores del peligro (P) asociado a cada amenaza se obtendrá de los establecido en la Ficha 1.b y según la ubicación del componente principal analizado, utilizando los mapas de peligros con que se cuenten en esta etapa del análisis.

Los valores de vulnerabilidad (V) asociado a cada componente se obtendrá de la Ficha 2.b

Ficha 2.a: Niveles de peligro de amenazas Grupo de Proyectos o EID

Niveles de peligro de amenazas para un Grupo de Proyectos						
Nombre Grupo de Proyecto:						
EID:						
Tipos de infraestructura:						
Infraestructura 1:						
Proyectos e infraestructura principales	**Amenazas**					Normatividad e instrumentos técnicos de utilidad para abordar la/s amenaza/s identificadas para cada componente
	Amenaza 1	**Amenaza 2**	**Amenaza 3**	**Amenaza 4**	**Amenaza 5**	
	P	P	P	P	P	
Proyecto/Infraestructura 1						
Proyecto/Infraestructura 2						
Proyecto/Infraestructura 3						
Proyecto/Infraestructura 4						
Proyecto/Infraestructura 5						
Proyecto/Infraestructura 6						
Proyecto/Infraestructura 7						
Proyecto/Infraestructura 8						

Alto	A
Medio	M
Bajo	B
No aplica	-

Versión preliminar

Los valores del peligro (P) asociado a cada amenaza se obtendrá de los establecido en la Ficha 1.b y según la ubicación del proyecto/infraestructura principal utilizando los mapas de peligros con que se cuenten en esta etapa del análisis.

Proyectos e infraestructura que estén expuestos a niveles altos de peligro a una determinada amenaza, o bien se encuentren expuestos a varias amenazas de manera simultánea se recomienda que sean considerados para ser analizados de manera individual.

Ficha 2.b: Matrices de vulnerabilidad actualizada

Utilizando la Ficha 2.a quedará en evidencia cual es la infraestructura y componentes que están expuestos a determinadas amenazas, así como al nivel de peligro definido para cada una de ellas en la Ficha 1.b

Para los componentes que se identifiquen en la Ficha 1.a que estén expuestos a una o más amenazas, será necesario construir y/o actualizar las matrices de susceptibilidad para estos tipos de componentes.

Matriz de vulnerabilidad indicativa									
Nombre de proyecto/infraestructura:									
EID:									
Amenazas	**Vulnerabilidad de componentes principales de infraestructura (V)**								
	Componente 1	**Componente 2**	**Componente 3**	**Componente 4**	**Componente 5**	**Componente 6**	**Componente 7**	**Componente 8**	**Componente 9**
Amenaza 1:									
Amenaza 2:									
Amenaza 3:									
Amenaza 4:									
Amenaza 5:									

Versión preliminar

Para cada componente analizado, se deberá valorar su nivel de vulnerabilidad (V) como: A – Alto, M – Moderado, B – Bajo, en base al conocimiento empírico, patrones de daños e información existente sobre el funcionamiento y/o daños que han experimentado los componentes analizados para la/s amenaza/s a las cual/es se encuentra expuesto. Considerar que algunos componentes sólo estarán expuestos solo a alguna/s amenazas, por lo cual en la matriz solo debe reflejar el nivel de vulnerabilidad frente a la/s amenaza/s que efectivamente esté expuesto el componente.

Ficha 3. Niveles de análisis de riesgo requeridos

Niveles de análisis de riesgo requeridos para la infraestructura en análisis											
Nombre de proyecto/infraestructura:											
EID:											
	Amenazas		**Vulnerabilidad** (V)	**Consecuencias en el sistema**					**Profundidad de análisis**	
Componente				Factor de Redundancia	Consecuencia seguridad y vida	Pérdidas financieras	Alteración del servicio	Impacto ambiental	Índice de Nivel	Nivel de análisis de riesgo
	Tipo	Peligro (P)		F_R	C_{SV}	C_{PF}	C_{AS}	C_{IA}	I_N	
Componente 1										
Componente 1										
Componente 1										
Componente 2										
Componente 3										
Componente 3										
Componente 4										
Componente 5										
Componente 5										
Componente 5										
Componente 6										
…										

Usar información de Amenazas y peligro (P) de Ficha 2.a
Usar información de Vulnerabilidad (V) de Ficha 2.b
Índice de Nivel (I_N)

$$I_N = P \times V \times \max(C_{SV}, C_{PF}, C_{AS}, C_{IA})$$

Valores de Factor de Redundancia (F_R)
Sistema muy redundantes F_R= 0,5 (por ejemplo, falla de componentes que no disminuyen el desempeño del sistema)
Sistema redundante F_R= 1 (por ejemplo, falla de componentes que disminuyen el desempeño del sistema)
Sistema sin redundancia F_R= 2 (la función cumplida por un componente no puede ser cumplida en forma alternativa).

Versión preliminar

Calificación de Consecuencias en el Desempeño de Sistemas e Infraestructura

Consecuencia	Gravedad de las Consecuencias		
	Baja	**Media**	**Alta**
Seguridad y la Vida C_{SV}	Impacto mínimo en la seguridad del personal y comunidad. Ningún impacto significativo en el personal de la empresa o público en general dentro del área inmediata de la instalación. C_{sv}= 1	Daños o alteraciones que pueden provocar lesiones al personal de la empresa o público en general dentro del área inmediata de la instalación C_{sv} = 2	Daños o alteraciones que provocarán un impacto significativo en la seguridad, integridad física y vida del personal de la empresa o público en general dentro del área inmediata de la instalación. C_{sv} = 3
Pérdidas financieras C_{PF}	Poco o nulo impacto en los recursos financieros del sistema. $C_{PF} = F_R$	Daños o alteraciones que pueden generar pérdidas financieras importantes. Sin embargo, tendrán poco o nulo impacto en la integridad financiera del sistema. $C_{PF} = 2\ F_R$	Daños o alteraciones que tendrán un impacto significativo en la integridad financiera del sistema o en los clientes y usuarios claves. $C_{PF} = 3\ F_R$
Alteraciones en el servicio C_{AS}	Poco o nulo impacto en los usuarios o clientes. $C_{AS} = F_R$	Alteración en los servicios que tendrá impacto en una pequeña parte de los usuarios y clientes (menos de 10%), lo cual es menos de un día y no afectará a usuarios importantes. $C_{AS} = 2\ F_R$	Alteraciones en los servicios que 1) tendrán un impacto en una parte importante de los usuarios y clientes (más de 10%), 2) afectarán potencialmente a más de 100.000 personas, 3) generarán interrupciones por más de un día o, 4) afectarán la operación de una instalación importante. $C_{AS} = 3\ F_R$
Impacto ambiental C_{IA}	Poco o nulo impacto ambiental $C_{IA} = 1$	Falla o alteraciones que pueden generar daños ambientales limitados (o específicos) $C_{IA} = 2$	Falla o alteraciones que pueden generar importantes daños ambientales (es decir, tardará meses o años repararlos). $C_{IA} = 3$

F_R corresponde al Factor de Redundancia del sistema o componente.
Sistema muy redundantes F_R= 0,5 (por ejemplo, falla de componentes que no disminuyen el desempeño del sistema)
Sistema redundante F_R= 1 (por ejemplo, falla de componentes que disminuyen el desempeño del sistema)
Sistema sin redundancia F_R= 2 (la función cumplida por un componente no puede ser cumplida en forma alternativa).

Ficha 4. Identificación de posibles acciones de reducción de riesgo

Acciones de reducción de riesgo		
Nombre de proyecto/infraestructura:		
EID:		
Componente	**Tipo de Acción de reducción de riesgo (*)**	**Consideraciones generales**

(*) Algunos tipo de acciones de reducción de riesgo: Reubicación de la infraestructura; Reubicación comunidades; Redundancia; By pass, Obras de protección/contención para infraestructura; obras de protección/contención para comunidad; Cambio de materiales; Modificación de criterios de diseño; Obras de reforzamiento; Transferencia de riesgo/seguros, etc

Versión preliminar

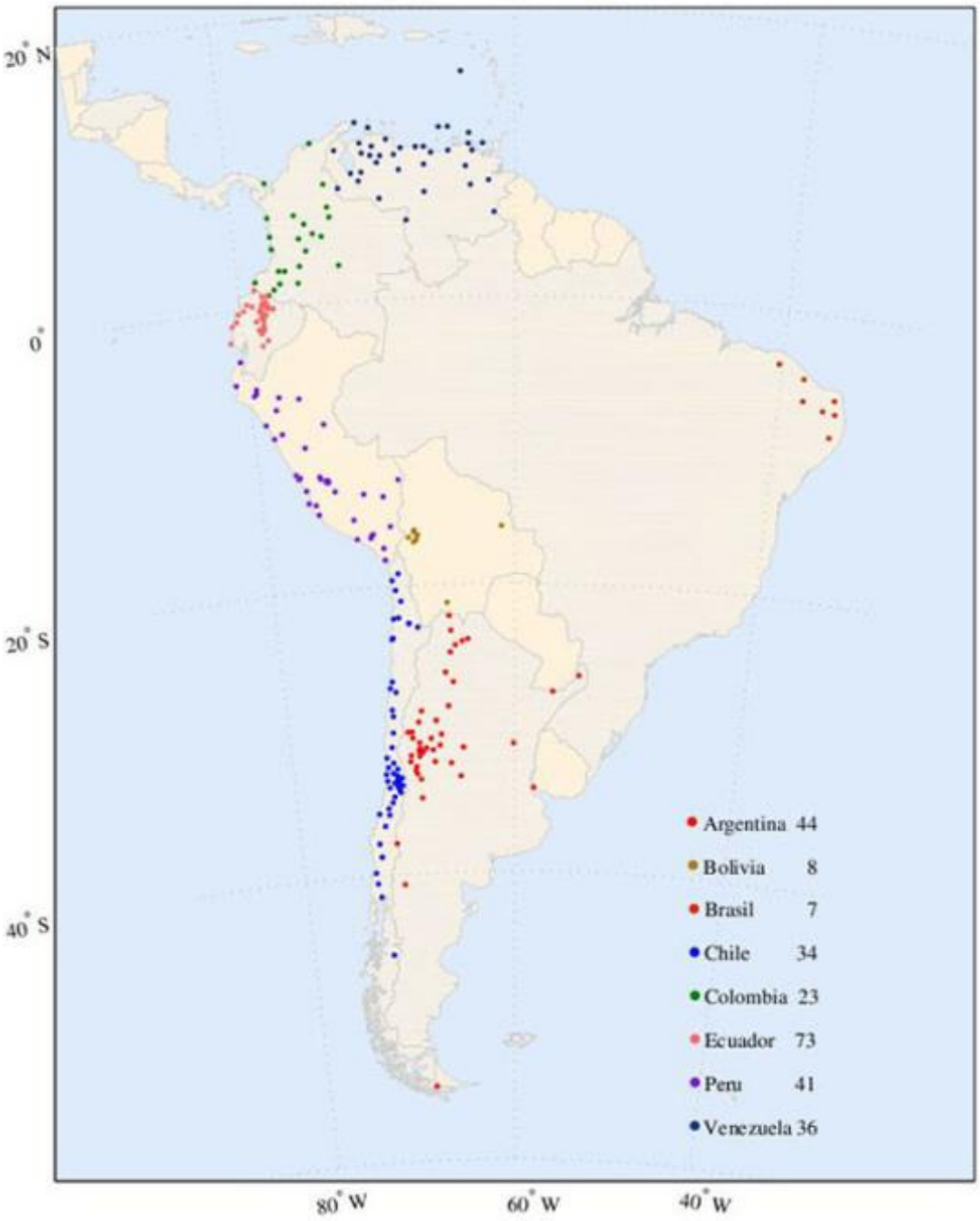
ANEXOS

Anexo 1 - Puntos de control de caudal del Sistema River Watch utlizado por Dartmouth Flood Observatory[69]

- Inundación mayor
- Situación de inundación
- Caudal normal
- Caudal bajo

[69] Imagen elaborada a partir de las disponibles en http://floodobservatory.colorado.edu/SouthernSAmer.htm

Anexo 2 - Estaciones de Monitoreo Sísmico en América del Sur[70].



[70] CERESIS. Disponible en http://www.ceresis.org/portal/imagenes/mapa_red_sismica_Sudamerica.jpg

Anexo 3 - Matrices de vulnerabilidad (V) de los principales componentes de distinto tipo de infraestructura

	Vulnerabilidad de Componentes de Sistemas Eléctricos/comunicaciones[71]								
Amenazas	**Control de Alto Voltaje, Sistemas de Comunicación y Protección (SCADA)**	**Subestaciones de Transmisión**	**Líneas de Transmisión**	**Torres de Transmisión y Comunicación y Polos de Distribución**	**Subestaciones de Distribución**	**Líneas de Distribución**	**Transformadores del Servicio de Distribución**	**Mantención de Gerencia, Operadores de Edificios y su Equipamiento**	**Equipamiento Computacional para Funciones Operativas y Comerciales**
Movimiento sísmico	M	A	-	-	M	M	M	M	M
Deformaciones de suelo permanentes por sismos (ruptura de fallas, licuefacción, derrumbes y asentamientos)	-	M	A	A	M	A	M	A	-
Movimientos de tierra (derrumbes, expansión por congelamiento y asentamientos)	-	M	A	A	M	A	M	A	-
Inundaciones (ríos, marejadas, tsunamis)	A	A	M	A	A	A	A	A	B
Vientos (vientos extremos, huracanes y tornados	-	B	A	B	B	A	B	-	-
Riesgo colateral: Explosiones o Incendios	A	A	M	A	A	M	A	A	A
Riesgo colateral: Inundaciones de Represas	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Riesgo colateral: Colapso cercano	M	M	M	A	M	A	A	M	A

Nota: Vulnerabilidad: A – Alto, M – Moderado, B – Bajo. Cuando un componente o sistema se encuentra ubicado dentro de un edificio, se debería tomar en cuenta, tanto la vulnerabilidad del edificio como la de sus componentes. Por ejemplo, donde haya un potencial colapso de edificio o evacuación obligatoria, el equipamiento almacenado allí estará también en riesgo

[71] Adaptado de American Lifelines Alliance (2005) "Guideline for Assessing the performance of Electric Power Systems in Natural Hazard and Human Threat Events"

	Vulnerabilidad de Componentes de Sistemas de Gas/oleoductos[72]								
Amenazas	**Líneas de transmisión**	**Estaciones de bombeo**	**Estaciones de compresión**	**Edificaciones e instalaciones de procesamiento**	**Tanques de almacenamiento**	**Sistemas de control**	**Edificios de Mantención, Edificios de Operaciones y su Equipamiento**	**Estaciones de medición y regulación de presión**	
Movimiento sísmico	B	M	M	M	A	M	A	B	
Deformaciones de suelo permanentes por sismos (ruptura de fallas, licuefacción, derrumbes y asentamientos)	A	-	-	-	B	-	-	B	
Movimientos de tierra (derrumbes, expansión por congelamiento y asentamientos)	A	-	-	-	B	-	-	B	
Inundaciones (ríos, marejadas, tsunamis)	B	A	A	A	M	A	A	A	
Vientos (vientos extremos, huracanes y tornados	B					B	B		
Heladas/Nevazón	B								
Riesgo colateral: Explosiones o Incendios	M	A	A	A	A	M	B	B	
Riesgo colateral: Inundaciones de Represas		B	A	A	A	M	A	A	
Riesgo colateral: Colapso cercano		B	B	B		B	B	B	

Nota: Grados de vulnerabilidad: A – Alto, M – Moderado, B – Bajo. Cuando un componente o sistema se encuentra ubicado dentro de un edificio, se debería tomar en cuenta, tanto la vulnerabilidad del edificio como la de sus componentes. Por ejemplo, donde haya un potencial colapso de edificio o evacuación obligatoria, el equipamiento almacenado allí estará también en riesgo.

Versión preliminar

[7272] Adaptado de American Lifelines Alliance (2005) "Guideline for Assessing the performance of Oil and Natural Gas Pipeline Systems in Natural Hazard and Human Threat Events"

Anexo 4 – Relación de normas y herramientas para la consideración depeligros naturales en diferente tipo de infraestrutura (American Lifelines Alliance 2004)

American Lifelines Alliance Matrix of Standards and Guidelines for Natural Hazards

OIL PRODUCTS SYSTEMS		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]				
Buried Pipelines	ASME/ANSI B31.4	none[2]	none	
	ASCE TCLEE 1984	earthquake	earthquake	•
Aboveground Piping	ASME/ANSI B31.4	none[2]	none	
	ASME/ANSI B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
	API 2510			
	API 2508			
	ASCE TCLEE 1984	earthquake	none	•
Pumping Station Piping	ASME/ANSI B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
	ASME/ANSI B31.4	none[2]	none	
	API 2510			
	ASCE TCLEE 1984	earthquake	none	•
Well Facilities	ASME/ANSI B31.4	none[2]	none	
	ASME/ANSI B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
	API RP 14E			
Refineries	API 2508			
	ASCE Petrochem	earthquake, wind	earthquake, wind	•
	ASME/ANSI B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
	ASME BPV[3]	none[2]	earthquake, wind, ice	
Storage Tanks	API 620	earthquake, wind	earthquake, wind	•
	API 650	earthquake, wind	earthquake, wind	•
	NFPA 59			
	API 2508			
	ASCE TCLEE 1984	earthquake	earthquake	•

NATURAL GAS SYSTEMS		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]				
Buried Pipelines	ASME/ANSI B31.8	none[2]	none	
	PRCI (2000)	earthquake	earthquake	•
	ASCE TCLEE 1984	earthquake	earthquake	•
Aboveground Piping	ASME/ANSI B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
	ASME/ANSI B31.8	none[2]	none	
	ANSI Z223.1	none[2]		
	NFPA 54, SGC, IFGC	none[2]		
	ASCE TCLEE 1984	earthquake	none	•
Compressor Station Piping	ASME/ANSI B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
	ASME/ANSI B31.8	none[2]	none	
	ASCE TCLEE 1984	earthquake	none	•
Well Facilities	ASME/ANSI B31.8	none[2]	none	
	API RP 14E			
LNG Facilities				
System Reliability[6]	NFPA 59A	earthquake	earthquake	
Piping	NFPA 59A	earthquake	earthquake	
Storage Tanks	***API 620***	earthquake, wind	earthquake, wind	
	API 650	earthquake, wind	earthquake, wind	
	ASME BPV[3]	none[2]	earthquake, wind, ice	
	NFPA 59A	earthquake, ref. ANSI A58.1 for wind and snow	earthquake, ref. ANSI A58.1 for wind and snow	
	ASCE 1984	earthquake	earthquake	

WATER SYSTEMS (Potable & Raw)		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]				
Buried Pipelines	AWWA M11	none[2]	none	
	ASCE TCLEE 15	earthquake	earthquake	•
Aboveground Pipelines	ASME/ANSI B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
Pumping Plants	ASME B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
Storage Tanks	ACI 350	earthquake	earthquake	•
	AWWA D[5]	earthquake, wind, snow	earthquake, wind, snow	•
	ASCE 1984	earthquake	earthquake	•
Well Facilities				
Canals				

WASTE WATER SYSTEMS		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]				
Buried Pipelines	AWWA M11	none[2]	none	
	ASCE TCLEE 15	earthquake	earthquake	•
Aboveground Pipelines	ASME/ANSI B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	
Treatment Plants	ASME B31.3	none[2]	earthquake, wind, ice	•
	WEF	earthquake, flood		•
Storage Tanks	ACI 350	earthquake	earthquake	•
	AWWA D[5]	earthquake, wind, snow	earthquake, wind, snow	•
	ASCE 1984	earthquake	earthquake	•

ELECTRIC POWER SYSTEMS		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]				
Substations	IEEE 693	earthquake	earthquake	•
	RUS 1724e*	wind, ice, earthquake	wind, ice, earthquake	•
	ASCE Manual 96	earthquake	earthquake	•
Transmission Towers & Poles	***ASCE-10****	wind, ice, earthquake	wind, ice, earthquake	•
	ASCE Manual 72*	wind, ice, earthquake	wind, ice	•
	ASCE Manual 74	wind, ice, earthquake[2]	wind, ice	•
	ASCE Manual 91*	wind, ice, earthquake	wind, ice, earthquake	•
	ASCE Concrete Poles*	wind, ice, earthquake	wind, ice, earthquake	•
	PCI Prest. Conc. Poles*	wind, ice, earthquake	wind, ice, earthquake	•
	RUS 1724e*	wind, ice, earthquake	wind, ice, earthquake	•
	IEEE 605*	wind, ice, earthquake	wind, ice, earthquake	•
	IEEE 691*	none	none	•
	IEEE 693	earthquake	earthquake	•
	NESC	wind, ice, earthquake	wind, ice	•
Distribution Poles	NESC	wind, ice, earthquake	wind, ice	•
	RUS 160-2*	wind, ice, earthquake	wind, ice, earthquake	•
Buried Conduits				

REVISED MAY 2004

TELECOMMUNICATION SYSTEMS		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]				
Towers, Masts and Poles	TIA/EIA 222G (2003)	earthquake, wind, ice	earthquake, wind, ice	•
	TIA/EIA 222F	wind, ice	wind, ice	•
Buried Cables	***Bell Core***	earthquake, flood	earthquake, flood	
Underwater Cables				
Aboveground Cables	***Bell Core***	earthquake, wind, ice, snow	Earthquake, wind, ice, snow	
Switching Equipment	***Bell Core***	earthquake, fire	earthquake, fire	
Cable Trays	***SMACNA***	none	earthquake	
	BSP (Bell System Practice)	none	earthquake	
	ASCE 7	earthquake, wind, ice, snow	earthquake, wind, ice, snow	

PORTS AND INLAND WATERWAYS		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]	***ASCE TCLEE 12***	earthquake		•
Piers/Wharves	***NCEL R-939***	earthquake	earthquake	
	NAVFAC DM-25.1			
	ASCE TCLEE 12	earthquake	earthquake	•
	NFESC TR-2069SHR	earthquake	earthquake	
Breakwaters/Jetties	***NCEL R-939***	earthquake	earthquake	
	ASCE TCLEE 12	earthquake	earthquake	•
Sea Walls	***NCEL R-939***	earthquake	earthquake	
	ASCE TCLEE 12	earthquake	earthquake	•
Container Handling	ASCE-7	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	
	IBC, SBC, UBC	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	
	ASCE TCLEE 12	earthquake	earthquake	•
	AISC	none[2]	earthquake, wind, snow, ice	
Cargo Movement	ASCE-7	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	
	IBC, SBC, UBC	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	
	ASCE-ASCE TCLEE 12	earthquake	earthquake	•
Marine Oil Terminals	***CSLC***	earthquake	earthquake	
	NFESC, TR-2103-SHR	earthquake	earthquake	
	ASCE-7	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	
	NFPA[4]	earthquake	earthquake	

HIGHWAYS AND ROADS		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]	***FHWA NN***	earthquake	earthquake	
Bridges	***AASHTO***	earthquake, wind, snow, ice, flood	earthquake, wind, snow, ice, flood	•
	CALTRANS	earthquake, wind, snow, ice, flood	earthquake, wind, snow, ice, flood	•
	FHWA-RD-94-052	earthquake	earthquake	•
	FHWA NN	earthquake	earthquake	•
Embankments	***CALTRANS***	earthquake	earthquake	•
Road Beds				
Culverts	***AASHTO***	none[2]	none	
	CALTRANS	none[2]	none	
Tunnels	***AASHTO***	none[2]	none	
	CALTRANS	none[2]	none	
Retaining Walls	***FHWA NN***	earthquake	earthquake	
Signs	ASCE-7	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	
	IBC, SBC, UBC	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	

RAILROAD		NATURAL HAZARD PROVISIONS[8]		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
System Reliability[6]	AREMA Ch. 9			
Bridges	AREMA Ch. 7	wind	wind	
	AREMA Ch. 8	wind, ice	wind, ice	•
	AREMA Ch. 9	earthquake	earthquake	•
	AREMA Ch. 15	wind	wind	•
Embankments	AREMA Ch. 9	earthquake	earthquake	earthquake
Rails, Ties, and Ballast	AREMA Ch. 9	earthquake	earthquake	earthquake
Culverts	AREMA Ch. 9	earthquake	earthquake	earthquake
Tunnels	AREMA Ch. 9	earthquake	earthquake	earthquake
Signs	ASCE-7	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	
	IBC, SBC, UBC	earthquake, wind, snow, ice	earthquake, wind, snow, ice	

ELECTRICAL, MECHANICAL, AND ARCHITECTURAL COMPONENTS		NATURAL HAZARD PROVISIONS		
COMPONENT	**GUIDE/STANDARD[1]**	**LOADING**	**DESIGN**	**EXISTING[7]**
Elect./Mech. Equip.	ASCE-7	earthquake, wind, ice	earthquake, wind, ice	
	ASCE TCLEE 1984	earthquake	earthquake	•
	ASME BPV[3]	none[2]	earthquake, wind	
	NFPA[4]	earthquake	earthquake	
	IBC, SBC, UBC	earthquake, wind	earthquake, wind	
	SMACNA	earthquake	earthquake	•
Suspended Ceilings	***IBC, SBC, UBC***	earthquake	earthquake	
Elevated Floors				

NOTES

1. Documents in ***bold italics*** indicate that the guidelines were not produced by a consensus process as defined for SDO's approved by the American National Standards Institute.
2. "None" applies if a guideline or standard does not specifically identify how loads are to be obtained. If a group of standards is referenced, the natural hazard listed may be only covered in one document.
3. ASME BPV refers to the ASME Boiler and Pressure Vessel Code that typically governs the design of all pressurized containers.
4. NFPA refers to various NFPA standards governing fire protection systems.
5. AWWA D refers to various AWWA standards governing water storage tanks.
6. "System Reliability" is a component of design referring to practices that are specifically developed to provide reasonable assurance that consequences of a natural hazard on system service will meet the goals established by stakeholders (owners, operators, regulators, insurers, customers, and users). Consequences are defined by multiple performance requirements but typically include impact on public safety, duration of service interruption, and costs to repair damage.
7. **Existing** indicates that analysis or design procedures (NOT LOADS) could be applied for existing components.
8. **Loading** refers to whether or not specific loads for various natural hazards are defined. "Design" refers to the existence of design and/or analysis procedures that account for loads arising from natural hazards.