CLASIFICADO

FONDO DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
FOPAE

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
CARRERA 42 C # 22 A 05 TEL.
BOGOTA, COLOMBIA

MARCO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO PÚBLICO EN REDES DE SERVICIO PÚBLICO DE BOGOTÁ.

CONTRATO CO - 797 DE 2008

INFORME FINAL

JULIO DE 2009

De acuerdo al artículo 20 de la ley 23 de 1982, los derechos del autor pertenecen al FOPAE, la solicitud de reproducir este documento parcial o totalmente, se debe dirigir por escrito al Director del FOPAE.

CLASIFICADO

FONDO DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
FOPAE

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
CARRERA 42 C # 22 A 05 TEL.
BOGOTA, COLOMBIA

MARCO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO PÚBLICO EN REDES DE SERVICIO PÚBLICO DE BOGOTÁ.

CONTRATO CO - 797 DE 2008

INFORME FINAL

JULIO DE 2009

De acuerdo al artículo 20 de la ley 23 de 1982, los derechos del autor pertenecen al FOPAE, la solicitud de reproducir este documento parcial o totalmente, se debe dirigir por escrito al Director del FOPAE.

CONTENIDO GENERAL

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN……..1

CAPITULO 2: ASPECTOS GENERALES……...7

CAPITULO 3: MARCO CONCEPTUAL……29

CAPITULO 4: CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DESENCADENANTES DE FALLA EN LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS……63

CAPITULO 5: CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS……..…….90

CAPITULO 6: METODOLOGÍA Y MODELOS PARA EVALUACIÓN DE RIESGO PÚBLICO……..……192

CAPITULO 7: RECOPILACIÓN DE EXPERIENCIA Y REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE……..……265

CAPITULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……....297

CAPITULO 9: BIBLIOGRAFÍA……..……319

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
FOPAE

TITULO (S) Y SUBTITULO (S): MARCO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO PÚBLICO EN REDES DE SERVICIO PÚBLICO DE BOGOTÁ.

AUTOR (ES): JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE

RESUMEN: La definición del marco metodológico incluye una investigación detallada relacionada con información, modelos, metodologías y software para la evaluación del riesgo público, teniendo en cuenta que los eventos desencadenantes son naturales, socio naturales y antrópicos no intencionales, las fuentes generadoras de daño son las redes de servicio público (red de alcantarillado y acueducto, red eléctrica, red de gas natural, red de comunicaciones, red vial y de transporte masivo y red de recolección y disposición de residuos) y los elementos expuestos son las personas, edificaciones y el sector aledaño a la ubicacion del elemento de la red.

PALABRAS CLAVES: RIESGO, PÚBLICO, MARCO, METODOLÓGICO, MODELOS, REDES, SERVICIO, PÚBLICO

TERMINOS PARA GLOSARIO E INDICE: RIESGO PÚBLICO, METODOLOGÍA, REDES DE SERVICIO PÚBLICO, MODELOS

CLASIFICACION DE SEGURIDAD: CLASIFICADO	**CONTRATO** CC 797 del 2008	**IDIOMA** Español	**NÚMERO DE PAGINAS** 323 mas anexos	**NÚMERO DE COPIAS** 1

NOTAS / OBSERVACIONES

CONTENIDO
CAPÍTULO 1

1. CAPITULO 1 ____ 2

1.1 INTRODUCCIÓN ____ 2
1.2 ALCANCES ____ 3
1.3 OBJETIVOS ____ 5

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

1. CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

La experiencia sobre evaluación y administración de riesgo público en redes de servicio público, tanto de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, DPAE, como de otras entidades relacionadas, está en sus inicios. Los avances han sido pobres y limitados en requerimientos y necesidades de información, definición de metodologías y modelos, uso y aplicación de tecnologías, y priorización de requerimientos.

Por tanto existe la necesidad de definir una base teórica de conocimientos que permita la actualización y el fortalecimiento de la capacidad técnica en esta área, el cual permita a la DPAE y las entidades que conforman el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias – SDPAE, el soporte y conocimiento necesario de acuerdo con los requerimientos del Decreto 332 de 2004 y los artículos 8 y 9 del Decreto 919 de 1989.

Con el propósito de orientar las acciones para la gestión del riesgo público para el Escenario Sectorial de Redes definido por el Plan Distrital de Prevención y Atención de Emergencias Para Bogotá, PDPAE, la DPAE se encuentra desarrollando el proyecto “Evaluación y Definición de Estrategias para la Gestión de Riesgo en Redes de Servicio Público del Distrito Capital”. El desarrollo de este proyecto está propuesto en tres fases, la primera para la definición de marco metodológico, la segunda para la implementación de metodologías y modelos de evaluación, y la última para la definición de estrategias de gestión de riesgo.

El proyecto como primera fase del estudio sectorial de redes plantea la necesidad de realizar una investigación detallada relacionada con información, modelos, metodologías y software para la evaluación del riesgo público, teniendo en cuenta que la acción de una amenaza o combinación de diferentes amenazas, en diferentes elementos expuestos de las redes de servicio público (red de alcantarillado y acueducto, red eléctrica, red de gas natural, red de comunicaciones, red vial y de transporte masivo y red de recolección y disposición de residuos) con varios enfoques de vulnerabilidad, conlleva a la existencia de múltiples posibilidades, las cuales se deben estudiar, comparar y priorizar como requerimiento previo para la generación de escenarios de riesgo y definición de alternativas para la mejor gestión del mismo.

El proyecto en su primera fase será adelantado mediante contrato de consultoría No 797 del 2008 por la firma JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE E.U. cuyo objeto es: Definición del marco Metodológico para la Evaluación de Riesgo público en Redes de Servicio Público de Bogotá D.C.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

1.2 ALCANCES

Las investigaciones de evaluación de riesgos dentro de este proyecto aplican al conjunto de riesgos públicos de origen socio natural o antrópico no intencional, a los diferentes enfoques de evaluación de riesgos, y a los diferentes tipos de elementos expuestos de redes de servicios públicos (red de alcantarillado y acueducto, red eléctrica, red de gas natural, red de comunicaciones, red vial y de transporte masivo y red de recolección y disposición de residuos).

El riesgo público en redes de servicios públicos puede ser de tipo físico, económico, social y otros. La vulnerabilidad funcional de las redes de servicio público tiene consecuencias sociales y económicas directas en la población, sin embargo el fin del presente proyecto, es la prevención de los riesgos que afectan directamente la integridad física, la vida y la salud de las personas, es decir la prevención y mitigación de riesgo público físico producido por las redes (muertes, heridos, accidentes y daños). Por otra parte al ser las redes de servicios públicos sistemas tan complejos con múltiples componentes, el interés se centra en la infraestructura estratégica más vulnerable en términos de riesgo físico directo e indirecto sobre la población y sus bienes.

La definición sobre el tipo de redes de servicios públicos a tener en cuenta en el presente estudio están definidas por el PDPAE - Capítulo III – Escenarios de Gestión de Riesgo, Artículo 7 – Escenarios de la gestión del riesgo - Sector de Redes en Escenarios Sectoriales:

- Red de acueducto y alcantarillado
- Red eléctrica
- Red de gas natural
- Red de comunicaciones
- Red vial y de transporte masivo
- Red de recolección y disposición de residuos

La definición sobre la Infraestructura estratégica de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, energía eléctrica, telecomunicaciones, gas natural y residuos sólidos que pueden ser afectadas o estar expuestas será desarrollada y validada por esta investigación, en principio se parte de la infraestructura estratégica básica de servicios públicos que a continuación se relaciona.

Infraestructuras e Instalaciones del Sistema de Acueducto
- Embalses.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Plantas de potabilización de agua.
- Estaciones de Bombeo.
- Tanques de almacenamiento.
- Líneas expresas
- Redes Principales

Infraestructuras e Instalaciones del Sistema de Alcantarillado.

- Estructuras de control de inundación o Pondajes.
- Plantas de tratamiento de Aguas Residuales.
- Estaciones elevadoras.
- Redes Principales
- Disposición final de lodos.

Infraestructuras e Instalaciones Sistema de Energía Eléctrica

- Generación: Corresponde a las construcciones para las centrales de generación, las cuales están reglamentadas por Normas Nacionales y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE o la norma que las modifique.
- Transmisión y Transformación:
- Subestaciones Nivel 4 (AT/AT) de conexión al Sistema de Transmisión Nacional STN
- Subestaciones Nivel 2 y 3 (AT/MT).
- Redes de alta tensión
- Estructuras de soporte
- Distribución del sistema de energía eléctrica
  Subestaciones Nivel 1 (MT/BT) de transformación tipo: Pedestal; Local; Subterráneas; Ubicadas en poste.
- Redes de media y Redes de baja tensión: Redes aéreas - Estructuras de soporte (postes); Redes Subterráneas - Instalaciones técnicas y Cajas de Inspección.

Infraestructuras e Instalaciones Sistema de Telecomunicaciones

- Telefonía fija: Centrales de conmutación y redes troncales.
- Centrales de conmutación: Centrales y subcentrales netas; Centrales y subcentrales combinadas
- Redes troncales
- Telefonía móvil y Trunking: Repetidoras y Centrales de Operación.
- Radio y Televisión: Cadenas principales a nivel nacional y local ubicadas en Bogotá, entre otras.

Infraestructuras e Instalaciones Sistema de Gas

- Estación de Regulación Puerta de Ciudad: ERPC (CITY GATE).
- Estaciones de regulación de Presión ERP en espacio público y privado.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Contadores o Medidores domiciliarios.
- Estaciones de Gas para Vehículos.
- Redes

Infraestructuras e Instalaciones Sistema de Residuos Sólidos

- Relleno sanitario Doña Juana
  Sistema de conducción y transporte de lixiviados
  Planta de tratamiento de lixiviados
  Pondajes de lixiviados
  Celda de residuos hospitalarios
  Celda de biosólidos
  Parques de Reciclaje
  Planta de Incineración de Residuos Hospitalarios

Infraestructura Estratégica Para Prestación de Servicios de Movilidad

- Modo Aéreo:
  Aeropuerto El Dorado
- Modo Férreo
  Corredor Férreo del Norte
- Modo Carretero
  Concesiones que acceden a Bogotá: Concesión Siberia La Punta El Vino; Concesión Fontibón Facatativa Los Alpes; Concesión Autopista Bogotá Girardot; Concesión Devinorte; Concesión Los Patios Briceño; Concesión Bogotá Villavicencio
  Vías Principales de Bogotá
- Malla vital definida a partir de la malla vial de emergencias elaborada por el IDU, vías principales, vías secundarias, puentes vehiculares y puentes peatonales.

La investigación y documentación de metodologías y modelos, así como software para el análisis de riesgo público en redes de servicio público, se adelantará en el ámbito local, regional, nacional e internacional. En todo momento se tendrá en cuenta la infraestructura tecnológica actual de la DPAE, especialmente el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá – SIRE.

1.3 OBJETIVOS

Los objetivos planteados son:

- Identificar los eventos socio-culturales y antrópicos no intencionales, que puedan representar un escenario de amenaza para las personas, el equipamiento e

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

infraestructura de la ciudad por la construcción y operación de la infraestructura estratégica de redes de servicios públicos de Bogotá, en la cual las consecuencias de riesgo público puede tener mayores incidencias sobre las personas.

- Identificar y caracterizar los diferentes elementos expuestos en los diversos tipos de redes de servicios públicos, partiendo del interés principal sobre infraestructura estratégica y más vulnerable en términos de daños directos a la población.

- Llevar a cabo un estudio de antecedentes, datos y experiencias relacionadas con la evaluación de riesgo público en redes de servicio público.

- Revisar, analizar y documentar metodologías y modelos para la evaluación de riesgo público en redes de servicio público partiendo de la definición de necesidades de información, tipologías, inventarios, interacciones entre redes, tipos de amenaza, tipos de elementos expuestos, y software

- Revisar, probar y recomendar software para evaluación de riesgo público en redes de servicios públicos.

- Plantear el desarrollo metodológico de fases posteriores para el diseño, implementación e implantación de modelos y metodologías para la evaluación de riesgo público en redes y la generación de escenarios de riesgo.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CONTENIDO
CAPÍTULO 2

2 ASPECTOS GENERALES 8
2.1 MARCO DE REFERENCIA 8
2.2 MARCO NORMATIVO 9
2.3 MARCO INSTITUCIONAL 24
2.4 ANTECEDENTES 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 2.1 Relación de eventos a nivel Local (Bogotá D.C.), Nacional e Internacional……2.1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Modelo de articulación de los tres sistemas en torno a la Gestión Local del Riesgo……2.3

Figura 2-2 Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá……2.7

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

2 ASPECTOS GENERALES

2.1 MARCO DE REFERENCIA

El proyecto esta enmarcado espacialmente para la evaluación de redes de servicios públicos en Bogotá Distrito Capital, esto implica el análisis de todos los elementos físicos que componen la infraestructura de los diferentes tipos de redes, tanto al interior del perímetro urbano, como en elementos de conducción, estaciones, plantas, tanques y otros que están fuera del perímetro urbano y que hacen parte integral y fundamental de las redes, y que en caso de daño generan riesgo público para la ciudad; sin embargo la prioridad está en la infraestructura estratégica mas vulnerable físicamente.

El proyecto incluye el análisis de los daños colaterales en las redes, los cuales se definen como aquellos daños que pueden afectar a otra red, prioritaria o estratégica para la ciudad y con un riesgo publico alto. Esta suma de efectos podría generar mayores daños que el mismo daño de la red inicialmente afectada.

La definición sobre el tipo de redes de servicios públicos a tener en cuenta están definidas por el PDPAE - Capítulo III – Escenarios de Gestión de Riesgo, Artículo 7 – Escenarios de la gestión del riesgo - Sector de Redes en Escenarios Sectoriales:

- Red de acueducto y alcantarillado
- Red eléctrica
- Red de gas natural
- Red de comunicaciones
- Red vial y de transporte masivo
- Red de recolección y disposición de residuos

La definición sobre la Infraestructura estratégica de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, energía eléctrica, telecomunicaciones, gas natural y residuos sólidos, donde se pueda generar riesgo público con consecuencias graves sobre las personas debe ser desarrollada a lo largo del presente trabajo.

La investigación de evaluación de riesgos dentro de este estudio aplica al conjunto de riesgos públicos de origen socio natural o antrópico no intencional, a los diferentes enfoques de evaluación de riesgos, y a los diferentes tipos de elementos expuestos de redes de servicios públicos (red de alcantarillado y acueducto, red eléctrica, red de gas natural, red de comunicaciones, red vial y de transporte masivo y red de recolección y disposición de

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

residuos), de acuerdo con los términos definidos en el Plan Distrital de Prevención y Atención de Emergencias Para Bogotá.

El riesgo público en redes de servicios públicos puede ser de tipo físico tal como el daño sobre otras estructuras, económico por pérdidas y pagos proporcionales al nivel de riesgo o social expresada en la afectación a la población (perdida de vidas o problemas de salud). La vulnerabilidad funcional de las redes de servicio público tiene consecuencias sociales y económicas directas en la población, sin embargo el fin del presente proyecto, es la prevención de los riesgos que afectan directamente la integridad física, la vida y la salud de las personas, es decir la prevención y mitigación de riesgo público físico producido por las redes (muertes, heridos, accidentes y daños). Por otra parte al ser las redes de servicios públicos sistemas tan complejos con múltiples componentes, el interés se centra en la infraestructura estratégica más vulnerable en términos de riesgo físico directo e indirecto sobre la población y sus bienes.

En el estudio se entiende por **Riesgo Público** la definición establecida en el DPAE: *El daño potencial que, sobre la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada, pueda causarse por la ocurrencia de amenazas de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, que se extiende más allá de los espacios privados o actividades particulares de las personas y organizaciones y que por su magnitud, velocidad y contingencia hace necesario un proceso de gestión que involucre al Estado y a la sociedad*.

Igualmente dentro del presente estudio el término "**Riesgo**" hace referencia exclusiva al riesgo público en términos de vulnerabilidad física y no en términos de vulnerabilidad funcional, esta ultima entendida como la incapacidad operacional de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera una amenaza latente sobre el elemento.

2.2 MARCO NORMATIVO

Desde 1989 cuando se expidió el Decreto Ley 919, reglamentario de la Ley 46, se creó la oficina de Prevención y Atención de Desastres en el país. Los dos instrumentos que regulan las acciones en materia de gestión de riesgos a nivel nacional son el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres - PNPAD y la estrategia para Consolidar la Ejecución para la Prevención y Atención de Desastres – CONPES 3146 de 2001. Se ha buscado con éstos un funcionamiento sinérgico, descentralizado y articulado de un sistema que se fundamenta en las acciones locales. Ver figura 2-1.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

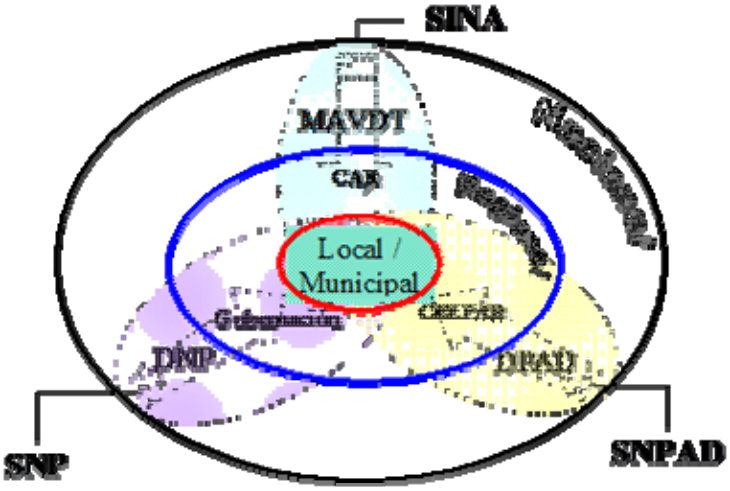


Figura 2-1 Modelo de articulación de los tres sistemas en torno a la Gestión Local del Riesgo.
Fuente: Presentación del Departamento Nacional de Planeación sobre lo local como el ámbito de intervención de la Gestión del Riesgo

En el PNPAD se planteó, en la estrategia de conocimiento sobre riesgo de origen natural y antrópico, como acción prioritaria, la instalación y consolidación de redes, procedimientos y sistemas de detección, así como el desarrollo de instrumentos metodológicos de evaluación de riesgos.

También se planteó la necesidad de desarrollar y actualizar planes de emergencia y contingencia así como un sistema integrado de información dentro del programa de fortalecimiento institucional.

Además existe normatividad asociada al riesgo público relacionada a cada una de las redes de servicios públicos.

Red de Acueducto y Alcantarillado

Por medio de la Resolución 822 del año 1998, se expidió el reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, que fue modificado mediante la Resolución 1096 de 2000, este instrumento incluyó la Gestión de Riesgos dentro del componente ambiental para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

Adicionalmente a ello, el Decreto 475 de 1998, reemplazado por el Decreto 1575 de 2007, por medio del cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad de agua para consumo humano, e incluye las normas de calidad de la misma, se dispone la

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

obligatoriedad de elaborar un mapa de riesgos para los sistemas de abastecimiento en todo el país.

Red de Energía Eléctrica

Dentro del marco normativo de las redes se destaca principalmente el Reglamento de Instalaciones Eléctricas el cual entró en vigor según la resolución numero 180498 del 25 de abril de 2005, del Ministerio de Minas y Energía.

El Ministerio de Minas y Energía en ejercicio de sus facultades legales, en especial las que el confiere el decreto 070 de 2001, modificó parcialmente la Resolución 180398 de 2004. El Ministerio de Minas y Energía expidió el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), mediante resolución 18 0398 del 7 de abril de 2004.

Este reglamento tiene el respaldo de la Corte Constitucional, la cual ha expresado que una falla en el servicio de electricidad puede significar no solo privar a un ciudadano de un servicio básico, sino posiblemente la producción de un daño que puede ser grave e irreparable, personal o patrimonial.

Así mismo la Corte Suprema de Justicia en Sentencia del 8 de octubre de 1992, se pronunció respecto de la peligrosidad de las actividades de uso y provisión de energía eléctrica.

Mediante Resoluciones 18 - 1760 de 2004 y 18 0372 de 2005 se prorrogó la fecha de entrada en vigencia del RETIE, la primera hasta el 31 de marzo de 2005 y la segunda hasta el 30 de abril de 2005, lo cual obedeció entre otros aspectos a la necesidad de realizar algunos ajustes al Reglamento Técnico antes de su entrada en vigencia, con el propósito de garantizar su efectiva aplicabilidad.

Actualmente la RESOLUCIÓN No.18 -1294 DE AGOSTO 06 DE 2008 contiene las mas recientes modificaciones efectuadas al RETIE. El objeto fundamental de este Reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

El reglamento fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones y busca que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

Para cumplir estos objetivos legítimos, el Reglamento Técnico se basó en los siguientes objetivos específicos:

a) Fijar las condiciones para evitar accidentes por contactos eléctricos directos e indirectos.

b) Establecer las condiciones para prevenir incendios y explosiones causados por la electricidad.

c) Fijar las condiciones para evitar quema de árboles causada por acercamiento a líneas de energía.

d) Establecer las condiciones para evitar muerte de animales causada por cercas eléctricas.

e) Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones.

f) Adoptar los símbolos de tipo verbal y gráfico que deben utilizar los profesionales que ejercen la electrotecnia.

g) Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.

h) Establecer claramente las responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, interventores, operadores, inspectores, propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, distribuidores o importadores de materiales o equipos y las personas jurídicas relacionadas con la generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad.

i) Unificar las características esenciales de seguridad para los productos eléctricos de mayor utilización, con el fin de asegurar la mayor confiabilidad en su funcionamiento.

j) Prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios, tales como la utilización o difusión de indicaciones incorrectas o falsas o la omisión de datos verdaderos que no cumplen las exigencias del presente Reglamento.

k) Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

l) Exigir requisitos para contribuir con el uso racional y eficiente de la energía y con esto a la protección del medio ambiente y el aseguramiento del suministro eléctrico.

El reglamento aplica a las instalaciones eléctricas, es decir los circuitos eléctricos con sus componentes tales como conductores, equipos, máquinas y aparatos que conforman un sistema eléctrico y que se utilicen para la generación, transmisión, transformación, distribución o uso final de la energía eléctrica, dentro de los límites de tensión y frecuencia establecidos por el Reglamento.

Sistema de Recolección de Residuos Sólidos:

Dentro de las normas de residuos existentes encontramos las siguientes:

Decreto 605 de 1994. Por la cual se dictan normas sobre disposiciones sanitarias de residuos sólidos y prestación de servicio de aseo. Art.45 establece mecanismos de separación.

Ley 142 de 1994. Por la cual dictan normas sobre prestación de servicios públicos.

Ley 253 de 1998. Por medio de la cual se ratifica el *Convenio de Basilea* en todas sus partes.

Ley 430 de 1998. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 2676. Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares generados por personas naturales o jurídicas que presten servicios de salud. Modificado por el Decreto 1669 de 2002.

Decreto 1713. Norma sobre características y calidad del servicio de aseo (recolección, transporte, etc.) Modificado por los Decretos 1140,1505 de 2003 y Decreto 838 de 2005.

Resolución 1164 de 2002. Por lo cual se adopta el “Manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia – MPGIRH”

Decreto 4741 de 2005. Por la cual se dictan normas sobre la clasificación, caracterización, identificación y presentación de los residuos peligrosos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Movilidad:

El Código Nacional de Transito Terrestre o Ley 769 de 2002, las normas de este Código rigen en todo el territorio nacional y regulan la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, que internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito; así como la intervención y reglamentación de las autoridades para garantía de la seguridad y comodidad de los habitantes, para la preservación de un ambiente sano y la protección del uso común del espacio público.

Ley 105 del 30 de diciembre de 1993, por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones.

Ley 336 del 20 de diciembre de 1996, por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Transporte.

Decreto 171 del 5 de febrero de 2001, por el cual se reglamenta el servicio público de transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera.

Ley 3800 de 2005, por la cual se reglamenta el transporte de carga extradimensionada y extrapesada en el territorio nacional.

Red de Telecomunicaciones:

Las normas que rigen los servicios de Telecomunicaciones son las siguientes:

Decreto No 1900 de 1990 del Ministerio de Comunicaciones, por el cual se reforman las normas y estatutos que regulan las actividades y servicios de telecomunicaciones y afines; El decreto tiene como objeto el ordenamiento general de las telecomunicaciones y de las potestades del Estado en relación con su planeación, regulación y control, así como el régimen de derechos y deberes de los operadores y de los usuarios.

Ley 55 de 2000, por la cual se regula los Servicios de Comunicación Personal, PCS y se dictan otras disposiciones

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Reglamentación a Nivel Distrital:

En el Distrito Capital de Bogotá desde 1990 con la expedición del Decreto 652 se crea el Fondo y la Oficina Coordinadora para la Prevención y Atención de Emergencias, que se transformó luego en la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de la Secretaría de Gobierno.

En 1999 mediante la expedición del Decreto 723 organizó un sistema que integra y articula a las entidades nacionales, regionales y distritales que cumplen actividades relacionadas con la reducción de riesgos, la atención de emergencias y la rehabilitación, reconstrucción y desarrollo de las zonas afectadas por la ocurrencia de fenómenos de origen natural o humano no intencional.

El artículo 2 del mencionado decreto definió el Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias, como “el conjunto de entidades públicas y privadas, políticas, normas, recursos, procedimientos y metodologías, organizados con el fin de contribuir a la reducción de las pérdidas humanas, económicas y sociales ocasionadas por fenómenos de origen natural o humano no intencional que se presenten en el Distrito”.

Este esquema se mantuvo hasta el 2004 cuando se promulgó el Decreto 332, mediante el cual se organizó el régimen y el sistema para la prevención y atención de emergencias en Bogotá D.C. En éste se establece que las entidades o personas públicas o privadas cuyas actividades puedan dar lugar a riesgos públicos deben hacer análisis de riesgos, de planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación.

Las empresas de servicios públicos domiciliarios, a través de sus gerentes, hacen parte del Comité Distrital de Prevención y Atención de emergencias, en tanto que, en la estructura actual, el Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias cuenta con instancias técnicas y de coordinación del SDPAE, con cinco Comisiones interinstitucionales. La Comisión de Infraestructura, Movilidad y Servicios Públicos tienen a su cargo las siguientes funciones en relación con las entidades que lo conforman:

a) Promover programas para reducir la vulnerabilidad física y funcional de la infraestructura y de las redes de servicios.

b) Contribuir al mejoramiento de los planes de monitoreo de las amenazas relacionadas con la infraestructura y servicios

c) Contribuir a la formulación de los planes de rehabilitación, reconstrucción y desarrollo sostenible post-evento.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

d) Conceptuar sobre el componente de riesgos en los planes maestros de servicios públicos.

e) Sugerir orientaciones para la preparación y adopción de medidas para reducir la vulnerabilidad funcional de la ciudad frente a desastres, calamidades y emergencias.
f) Brindar apoyo a la UESP en la implementación de acciones para el manejo de residuos, escombros, cementerios y demás servicios frente a situaciones de desastre, calamidad y emergencia.

En el año 2006 se promulgó el Decreto 423, mediante el cual se adoptó el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias con el fin de establecer las políticas, objetivos generales, áreas o sectores estratégicos y programas que orientarán las acciones de las entidades públicas y de los particulares en la gestión del riesgo público en el Distrito Capital durante diez años, es decir que contempla líneas de acción de identificación de riesgos, prevención de nuevos riesgos, mitigación de riesgos existentes, preparativos y administración de emergencias y recuperación y protección financiera del capital público y privado.

Este Plan identifica de manera principal cuatro escenarios territoriales y cuatro escenarios sectoriales para la gestión del riesgo, los servicios públicos hacen parte del escenario sectorial de redes, que involucra los actores, organizaciones y procesos relacionados con la gestión del riesgo público asociado a los sistemas urbanos de:

- Red de acueducto y alcantarillado
- Red eléctrica
- Red de gas natural
- Red de distribución de otros hidrocarburos
- Red de comunicaciones
- Red vial y de transporte masivo
- Red de recolección y disposición de residuos

Estos escenarios son la base para el ejercicio de concertación de la aplicación de instrumentos que permitan el logro de la gestión del riesgo en todos sus objetivos, a través de cuatro frentes de gestión: a) del entorno del escenario, b) del núcleo del escenario, d) del estado del riesgo y f) de efectos del riesgo.

En cumplimento del Decreto 423, en el 2007 se emitió la Resolución 138 que adoptó el documento técnico soporte del Plan Distrital de Prevención y Atención de Emergencias, que definió para cada escenario los proyectos, componentes, variable a tratar, frentes de gestión,

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

actividades, responsables, acompañantes, plazos y resultados esperados de cada uno de los escenarios identificados.

En el caso del escenario de redes se estableció como objetivo promover, fortalecer y articular la gestión del riesgo público, orientado a disminuir la vulnerabilidad física y funcional de las redes de servicios públicos, a través del conocimiento profundo de la infraestructura en la ciudad y la región. También se busca incluir el riesgo público en la planeación de redes, como factor importante en el control del crecimiento de los servicios públicos y la reducción de elementos vulnerables.

El programa involucra el análisis y la evaluación de riesgos de origen socio natural y tecnológico en el Distrito Capital sobre cada uno de los servicios identificados en el escenario, en los proyectos de:

- Desarrollo técnico y normativo para la reducción del riesgo público derivado de las redes.
- Reducción de la vulnerabilidad funcional en las redes para el control del riesgo público.
- Educación para la prevención del riesgo y la respuesta a emergencias.
- Fortalecimiento de la capacidad de respuesta ante eventos críticos.
- Reducción de la vulnerabilidad fiscal del distrito frente a desastres naturales.

Reglamentación en Colombia sobre seguridad social y salud ocupacional.

La Ley 100 de 1993 estableció la estructura de la Seguridad Social en el país, la cual consta de tres componentes como son:

- El Régimen de Pensiones
- La Atención en Salud
- El Sistema General de Riesgos Profesionales.

Cada uno de los anteriores componentes tiene su propia legislación y sus propios entes ejecutores y fiscales para su desarrollo. A continuación se describen los principales Decretos y Resoluciones que reglamentan la Salud Ocupacional en Colombia.

MinTra = Ministerio de Trabajo

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

SISTEMA GENERAL DE RIESGOS PROFESIONALES

El Sistema de Riesgos Profesionales, existe como un conjunto de normas y procedimientos destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades profesionales y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan, además de mantener la vigilancia para el estricto cumplimiento de la normatividad en Salud Ocupacional.

Reglamentación

El pilar de esta Legislación es el Decreto Ley 1295 de 1994, cuyos objetivos buscan:

- Establecer las actividades de promoción y prevención tendientes a mejorar las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores
- Fijar las prestaciones de atención en salud y las prestaciones económicas derivadas de las contingencias de los accidentes de trabajo y enfermedad profesional
- Vigilar el cumplimiento de cada una de las normas de la Legislación en Salud Ocupacional y el esquema de administración de Salud Ocupacional a través de las ARP.

Particularmente el Decreto 1295 en su Artículo 21 Literal D, obliga a los empleadores a programar, ejecutar y controlar el cumplimiento del programa de Salud Ocupacional en la empresa y su financiación. En el Artículo 22 Literal D, obliga a los trabajadores a cumplir las normas, reglamentos e instrucciones del programa de Salud Ocupacional de las empresas.

En la Resolución 001016 de 1989 en el Artículo 4 y Parágrafo 1, se obliga a los empleadores contar con un programa de Salud Ocupacional, específico y particular, de conformidad con sus riesgos potenciales y reales y el número de los trabajadores. También obliga a los empleadores a destinar los recursos humanos financieros y físicos, indispensables para el desarrollo y cumplimiento del programa de Salud Ocupacional, de acuerdo a la severidad de los riesgos y el número de trabajadores expuestos. Igualmente los programas de Salud Ocupacional tienen la obligación de supervisar las normas de Salud Ocupacional en toda la empresa, y en particular, en cada centro de trabajo.

Dada la complejidad y magnitud de esta tarea, se hace necesario que los programas de Salud Ocupacional sean entes autónomos, que dependan directamente de una unidad Staff de la empresa, para permitir una mejor vigilancia y supervisión en el cumplimiento de cada una de las normas emanadas de la Legislación de Salud Ocupacional.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Campo De Aplicación Del Sistema General De Riesgos Profesionales

Con las excepciones previstas en el Artículo 279 de la Ley 100 de 1993, el Sistema General de Riesgos Profesionales se aplica a todas las empresas que funcione en le territorio nacional y a los trabajadores, contratistas, subcontratistas de los sectores públicos, oficial, semioficial en todos sus órdenes y en le sector privado en general.

Conformación Del Sistema General De Riesgos Profesionales

El Gobierno Nacional determinó la organización y funcionamiento del Sistema General de Riesgos Profesionales, el cual está integrado así:

a) El Ministerio De Trabajo Y Seguridad Social Y El Ministerio De Salud (Hoy Fusionados Como Ministerio De Protección Social): Es el organismo de dirección del Estado en materia de Riesgos Profesionales. Tiene como función la determinación de regímenes específicos de vigilancia epidemiológica, el desarrollo de actividades de prevención y controlar la prestación del servicio de Salud a los afiliados al Sistema en las condiciones de calidad determinada por la Ley.

Para poder implementar sus funciones se creó la Dirección Técnica de Riesgos Profesionales. Esta dependencia tendrá la responsabilidad de promover la prevención de los Riesgos Profesionales, vigilar y controlar el funcionamiento del Sistema y aplicar las sanciones por violación a la norma.

b) El Consejo Nacional De Riesgos Profesionales: Organismo de dirección del Sistema conformado por miembros del ministerio, Entidades ARP, Trabajadores, Empleadores y Asociaciones Científicas de Salud ocupacional.

c) El Comité Nacional De Salud Ocupacional: Órgano consultivo del Sistema conformado por miembros de Salud Ocupacional del Ministerio y las ARP.

d) El Fondo De Riesgos Profesionales: Tiene por objeto desarrollar estudios, campañas y actividades de promoción y divulgación para la prevención de Riesgos Profesionales.

e) Las Juntas De Calificación De Invalidez: Son organismos de carácter privado creados por la ley. Sus integrantes son designados por el Ministerio de Protección Social. A través del dictamen médico laboral, resuelven las controversias suscritas frente a la determinación del

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

origen y/o grado de la invalidez, incapacidad permanente o parcial, enfermedad profesional, el accidente o muerte de los afiliados al Sistema.

f) La Superintendencia Bancaria: Controlan, autorizan, vigilan y garantizan el ejercicio de la libre competencia a las Entidades A.R.P.

g) Las Entidades Administradoras De Riesgos Profesionales A.R.P: Compañías Aseguradoras de Vida a las cuales se les ha autorizado por parte de la Superintendencia Bancaria para la explotación del ramo de los seguros.

Clasificación

En el momento de la vinculación de una empresa a una ARP ésta asignará una tarifa de acuerdo con la actividad principal de la empresa y la exposición a los factores de riesgo.

Para ello se han determinado cinco clases de Riesgo que contemplan las diversas actividades económicas de las empresas. Si una empresa tiene más de un CENTRO DE TRABAJO podrá ser clasificada para diferentes clases de riesgo, siempre que las instalaciones locativas, las actividades y la exposición a factores de riesgo sean diferentes.

PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL

Un Programa De Salud Ocupacional consiste en la planeación, organización, ejecución, control y evaluación de todas aquellas actividades tendientes a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores con el fin de evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El principal objetivo de un programa de Salud Ocupacional es proveer de seguridad, protección y atención a los empleados en el desempeño de su trabajo.

El incremento en los accidentes de trabajo, algunos más serios que otros, debido entre otras cosas a los cambios tecnológicos o la poca capacitación de los empleados, a la manipulación de materiales de uso delicado, infraestructuras inadecuadas y en alguna medida por fallas humanas, hacen necesario que toda empresa pueda contar con un manual que sirva de guía para minimizar estos riesgos y establezca el protocolo a seguir en caso de accidentes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Un programa de salud ocupacional debe contar con los elementos básicos para cumplir con estos objetivos, los cuales incluyen datos generales de prevención de accidentes, la evaluación médica de los empleados, la investigación de los accidentes que ocurran y un programa de entrenamiento y divulgación de las normas para evitarlos.

Como punto de partida del Programa, las directivas de toda compañía se deben pronunciar formalmente, a través de una política reflejando su interés por un trabajo realizado en forma segura y su compromiso hacia la Salud Ocupacional, posteriormente se definirán responsabilidades de todos los niveles de la organización en la implementación del Programa y cumplimiento de todos los normativos que para esto haya lugar.

La política de salud ocupacional contempla entre otros puntos los siguientes:

- Cumplimiento de todas las normas legales vigentes en Colombia sobre Salud Ocupacional y Seguridad Integral.
- Protección y mantenimiento del mayor nivel de bienestar, tanto físico como mental, de todos los trabajadores, disminuyendo al máximo la generación de accidentes de trabajo y los riesgos en su origen.
- Preservación de buenas condiciones de operación en los recursos materiales y económicos, logrando la optimización en su uso y minimizando cualquier tipo de pérdida.
- Garantía de que las condiciones y el manejo de residuos no contaminen el medio ambiente y cumplan las normas vigentes.
- Responsabilidad de todos los niveles de Dirección por proveer un ambiente sano y seguro de trabajo, por medio de equipos, procedimientos y programas adecuados.
- Responsabilidad de todos los trabajadores por su seguridad, la del personal bajo su cargo y de la empresa.
- Incorporación del control de riesgos en cada una de las tareas.

Esta política será publicada y difundida a todo el personal, para obtener así su cooperación y participación, siguiendo el ejemplo manifestado y demostrado por la alta gerencia.

Niveles de Participación

La responsabilidad del éxito de un programa de salud ocupacional debe ser compartida por todos, y es indispensable que todas las partes, empleados y gerencia realicen su mejor esfuerzo en este sentido. El programa de Salud Ocupacional parte desde la gerencia su desarrollo efectivo y se alcanzará en la medida que logre una concepción clara de la

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

importancia del mismo en los niveles de la organización. Por esto se plantean los siguientes niveles de participación.

a) Participación Del Empleador O Gerencia

La institución en la que se trabaja, debe proveer equipos de seguridad con los cuales se pueda obtener condiciones de seguridad adecuadas para el trabajo. De esta manera la gerencia o el empleador asumirá el liderazgo efectivo del programa de Salud Ocupacional y participará directamente realizando una serie de tareas como:

- Motivar al personal por la Salud Ocupacional a través de charlas, cartas de reconocimiento, asistir a reuniones formales entre otras.
- Dar prioridad a la Salud Ocupacional cuando deba tomarse una decisión en la que aquella esté en juego.
- Controlar resultados, conociendo el desarrollo de los subprogramas y funcionamiento del comité de Medicina, Higiene y Seguridad a través de estadísticas de accidentalidad, actas del comité, cumplimiento de los récords establecidos, pronunciándose al respecto.

Independientemente que el trabajo en las diferentes clases de empresas por su naturaleza involucre riesgos, el empleado no puede asumir la responsabilidad de accidentes debido a negligencias administrativas.

b) Participación De Los Trabajadores

A pesar de que el empleado es la razón final de un Programa de Salud Ocupacional y el mayor beneficiado en su desarrollo, es necesario hacer énfasis en que a él le corresponde la mayor parte de la responsabilidad. Es obligación del empleado:

- El seguimiento estricto de las Normas de seguridad a fin de garantizar un trabajo seguro.
- Cumplir las normas y procedimientos de Salud Ocupacional establecidas por la Empresa.
- Informar a sus superiores o al coordinador de Salud Ocupacional, sobre condiciones y/o actos sub-estándar en los lugares de trabajo ó cualquier circunstancia que pudiera provocar un accidente y presentar sugerencias para su estudio participando en la elaboración de normas y procedimientos seguros de trabajo.
- Participar activamente en las charlas y cursos de capacitación de Salud Ocupacional a que haya sido invitado.

La seguridad del empleado depende sobre todo de su propia conducta, lo cual está condicionado a un acto voluntario del trabajador por educación y motivación.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

RESPONSABILIDADES ANTE EL SISTEMA DE RIESGOS PROFESIONALES

Por parte de los trabajadores

A los trabajadores, como protagonistas activos y participativos del Sistema, la Ley les establece entre otros los siguientes deberes:

- Procurar el cuidado integral de su salud.
- Suministrar información veraz sobre su estado de salud.
- Velar por el cumplimiento de las obligaciones de los empleadores
- Participar en la prevención de riesgos profesionales
- Participar en el proceso de elección de sus representantes en el Comité de Salud ocupacional y colaborar con dicho ente.

El incumplimiento de instrucciones de los reglamentos para la prevención de riesgos profesionales que consten por escrito, podrá acarrear justificación para la terminación del vínculo laboral, previa autorización del Ministerio de Protección Social.

Por parte de los empleadores

Son los responsables directos de la salud de sus trabajadores y por tanto deberán proporcionar y mantener las mejores condiciones de trabajo y prevenirlos Riesgos Profesionales. Para ello deberá cumplir con las obligaciones que como empleador le ha impuesto la legislación:

- Afiliar a sus trabajadores al Sistema General de Riesgos Profesionales y efectuar cumplidamente el pago total de las cotizaciones.
- Elaborar e implementar el Programa de Salud Ocupacional para la empresa. Esto supone la existencia de recurso humanos, técnicos y financieros que garanticen el cumplimiento de los objetivos y actividades propuestas.
- Tener vigente el Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial.
- Constituir y garantizar el funcionamiento del Comité Paritario de Salud Ocupacional o Vigía Ocupacional. Para ello el empleador deberá cada dos años designar su representación y propiciar la elección libre de los representantes de los trabajadores, proporcionándoles el tiempo estipulado para su funcionamiento.
- Notificar a la ARP los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales diagnosticadas e informarle de las novedades laborales de sus trabajadores.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

2.3 MARCO INSTITUCIONAL

Las competencias y responsabilidades en materia de planificación urbana y prevención de desastres se fijan desde la Constitución Política de Colombia, las leyes y decretos que la desarrollan. Según estas leyes, las obligaciones en esta materia son función de las instituciones que conforman el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres - SNPAD (Decretos 919/89 y 93/98), el Sistema Nacional Ambiental – SINA (Ley 99/93) y del Sistema Nacional de Planeación (Ley 152/94).

Cada uno de los Sistemas corresponde a un conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten el logro de los objetivos específicos fortaleciendo la coordinación institucional a partir de la definición de las competencias de las entidades a nivel nacional, regional y local.

La integración de estos tres sistemas, se debe reflejar en el Municipio por la formulación de planes de reducción del riesgo con base en la identificación detallada de las amenazas y las acciones para la reducción de la vulnerabilidad de los pobladores.

El modelo de articulación de los tres sistemas en torno a la Gestión del Riesgo indica que la reducción de vulnerabilidad y el riesgo están ligados a las decisiones de política pública y a la adecuada gestión del riesgo la cual requiere de la articulación de las entidades del Estado competentes y las comunidades vulnerables a través de sus organizaciones sociales legítimas, bajo un esquema de investigación – acción – participación.

El SNAPD fue creado como un sistema descentralizado, que define la responsabilidad de la administración municipal como el ente responsable de una adecuada gestión del riesgo, partiendo de que ésta conoce los problemas y características de su región. Debido a la complejidad de los riesgos, es preciso contar con apoyo interinstitucional departamental y nacional.

En concordancia, el Distrito cuenta con El Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias, el cual se define como “el conjunto de entidades públicas y privadas, políticas, normas, recursos, procedimientos y metodologías, organizados con el fin de contribuir a la reducción de las pérdidas humanas, económicas y sociales ocasionadas por fenómenos de origen natural o humano no intencional que se presenten en el Distrito”.

Este esquema se mantuvo hasta el 2004 cuando se promulgó el Decreto 332, mediante el cual se organizó el régimen y el sistema para la prevención y atención de emergencias en Bogotá D.C., SDPAE. En éste se establece que las entidades o personas públicas o privadas

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

cuyas actividades puedan dar lugar a riesgos públicos deben hacer análisis de riesgos, de planes de contingencia y de medidas de prevención y mitigación.

Al interior del Distrito, el SDPAE esta encabezado por el Alcalde Mayor, quien preside el Comité Distrital de Prevención y Atención de Emergencias, que es la instancia superior de coordinación y consulta del Sistema Distrital. Ver figura 2-2.

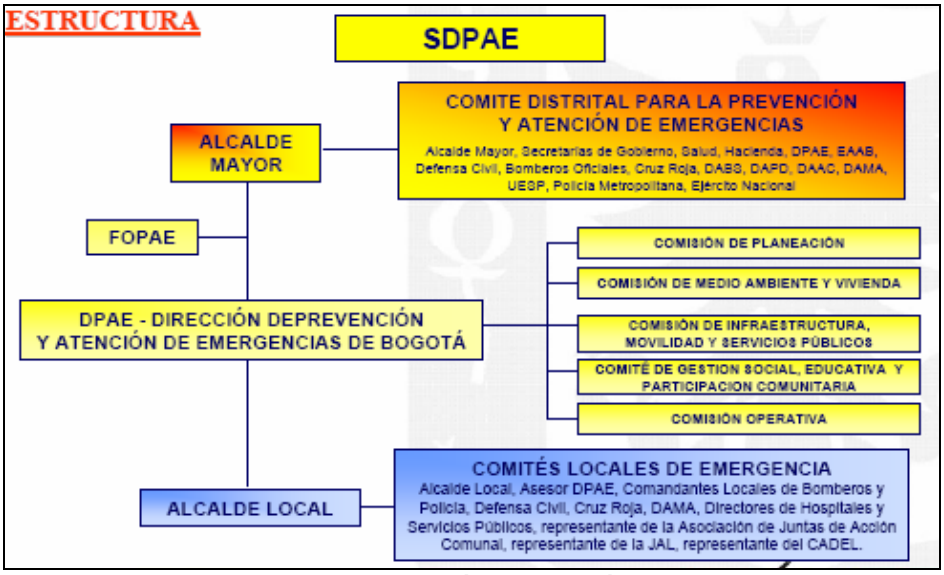


Figura 2-2 Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá.
Fuente, DPAE

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de la Secretaria de Gobierno del Distrito Capital, DPAE, ejerce la Secretaria Técnica del Comité Distrital. La DPAE es la responsable directa por la coordinación de la formulación y ejecución de políticas y planes del sistema.

Las empresas de servicios públicos domiciliarios, a través de sus gerentes, hacen parte del Comité Distrital de Prevención y Atención de emergencias, en tanto que, en la estructura actual, el Sistema Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias cuenta con cinco Comisiones interinstitucionales con instancias técnicas y de coordinación del SDPAE; la asociada al sistema de redes de servicios públicos de la ciudad es La Comisión de Infraestructura, Movilidad y Servicios Públicos domiciliarios, integrada por: DPAE (quien la coordina), IDU, STT (hoy Secretaria de Movilidad), SOP (Hoy Unidad de Mantenimiento y Rehabilitación Vial), Empresas de Servicios Públicos domiciliarios (EAAB, ETB, CODENSA, EPM, COMCEL, MOVISTAR, TIGO, TELECOM, GAS NATURAL), TRASMILENIO y UESP.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

2.4 ANTECEDENTES

Según los requerimientos de los términos de referencia, se hace una relación de eventos antecedentes entendida como la revisión histórica sobre riesgos por redes de servicios públicos generados por amenazas naturales y antrópicas no intencionales y con afectación sobre las personas, el equipamiento e infraestructura de la ciudad o de la zona en la cual se presenta.

La relación de documentación de eventos antecedentes a nivel local, nacional e internacional, se presenta en la Tabla No 2.1 y los registros se han dispuesto en el Anexo 2.1, en forma de fichas que relacionan cada uno de los eventos, ubicación espacio temporal, descripción del evento, descripción de afectaciones a las redes de servicios públicos, descripción de afectaciones a los usuarios, generados por el daño en la red de servicios públicos, afectaciones sobre la infraestructura de servicios públicos y efectos sobre la población. Estos eventos antecedentes son aquellos casos que tienen un énfasis directo al riesgo público, considerando únicamente las situaciones donde hay vulnerabilidad física y no eventos de todo tipo sin relación con el riesgo público.

En el anexo 2.2 se presenta una recopilación de eventos de orden nacional, tomados del texto Estadísticas de la Seguridad Ocupacional de Raúl Felipe Trujillo Mejía, los cuales son complementación a la información presentada en el anexo 2.1 de eventos antecedentes.

Por otra parte se realizó un análisis de los eventos registrados en la central de emergencias de DPAE a nivel local Bogota D.C, los cuales fueron seleccionados en función del enfoque de Riesgo Público y a su vez estos últimos clasificados de acuerdo a la red de servicio público a que pertenecen y el tipo de falla relacionada. Los resultados de este análisis se presentan en el anexo 2.3, de los cuales es necesario anotar:

- Los eventos considerados no tienen información suficiente para completar una ficha como se sugirió en el anexo 2.1. La ausencia de seguimiento a los casos implica un desconocimiento de los eventos en magnitud, tipo de falla, afectados, etc.
- Muchas veces no se puede determinar exactamente el tipo de falla y los elementos de la redes involucrados; los eventos no son concluyentes.
- La mayoría de los eventos son remitidos a la empresa de servicios públicos respectiva y no se realiza un seguimiento de forma mancomunada. Este factor aumenta la desinformación.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En formato digital se anexan los videos de Riesgo Público generado por falla de las redes de servicio público:

- Explosión de alcantarillado en Guadalajara
- Caída de torre de alta tensión en la Nucia, debido a incendio
- Colapso en telefonía de Perú, debido a temblor
- Explosión de planta de gas natural (GNL) en Australia
- Explosión de tubería de acueducto en San Cristóbal, Venezuela
- Terremoto de san francisco, colapso de autopista elevada.
- Granizada en Bogotá

El análisis de los eventos recopilados se observa en el capítulo 7, correspondiente a la recopilación de experiencia y revisión del estado del arte.

Tabla No 2.1

1.	**Eventos Locales**
1.1	Emergencia en el sur de bogotá por derrumbe en relleno sanitario doña juana
1.2	Cerca de 70 vehículos afectados por granizada en bogotá
1.3	Apagón en bogotá por falla en el sistema de generación
1.4	Derrumbe pone en riesgo tubo del acueducto.
1.5	Incendio de tanques de almacenamiento de la empresa ESSO Colombia, puente Aranda.
1.6	Tres heridos dejo un corto circuito en el centro de Bogotá
1.7.	Desbordamiento de río Fucha inundo Fontibón, en el occidente de Bogotá
1.8.	Se hundió sector de avenida chile
2.	**Eventos Nacionales**
2.1	Derrumbes en túneles del acueducto de Chingaza
2.2	Crisis energética de 1992 en Colombia
2.3	Destrucción de un sector del gasoducto centro - oriente km.31+500
2.4	Derrumbes afectan la línea
2.5	Vendaval genera caida de torre de telefonía celular en aguablanca

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

2.6	Efectos ocasionados por el terremoto del 25 de enero de 2009 en las redes de acueducto de la ciudad de Armenia, dpto. Quindío, Colombia
2.7	Erupción del nevado del Huila causo graves daños
3.	**Eventos internacionales**
3.1	Impacto del fenómeno del niño sobre el sistema de abastecimiento de agua potable de Manta, Ecuador
3.2	Explosiones en alcantarillado de Guadalajara, 1992
3.3	Explosión de gas natural en Santa Coloma de Gramenet, España
3.4	Una antena de telefonía móvil ha quedado destrozada tras el derrumbe de rocas en la ladera Parral
3.5	Vendaval destroza torres de alta tensión en la sierra de o candán
3.6	Incendios forestales dejan 170 muertos en Australia
3.7	Lidian con fuga durante 19 horas
3.8	Fuselaje de un avión Colombiano cae sobre Manaos, en el norte del Brasil
3.9	Suman 80 muertos por rotura de presa
3.10.	Explota tubería del acueducto de Zaragoza (España), dejando una victima fatal
3.11.	Explota tubería de gas en París y deja un muerto.
3.12.	Explosión de una tubería causa pánico en Nueva York y provoca la muerte de una persona
3.13.	La rotura de una tubería de agua abre un socavón de 20 metros.
3.14.	Rotura en una tubería de agua afecta dos viviendas
3.15.	Tubería de agua potable causante de deslave en Chiguilpe
3.16.	Se incendian dos subestaciones eléctricas en Madrid.
3.17.	Tres muertos por una explosión de gas

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CONTENIDO
CAPÍTULO 3

3 MARCO CONCEPTUAL ____ 30
3.1 INTRODUCCIÓN ____ 30
3.2 DEFINICIONES BÁSICAS ____ 30
3.3 PLANTEAMIENTO SISTÉMICO DEL PROBLEMA ____ 33
3.4 IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS GENERADORES DE DAÑO ____ 37
3.4.1 Obstrucción ____ 38
3.4.2 Desplazamientos ____ 38
3.4.3 Volcamiento ____ 39
3.4.4 Caída ____ 39
3.4.5 Rotura ____ 39
3.4.6 Fuga ____ 40
3.4.7 Accidentes de tránsito ____ 40
3.4.8 Represamiento ____ 41
3.4.9 Interrupción ____ 41
3.5 IDENTIFICACIÓN Del sistema de las redes de servicio PÚBLICO ____ 41
3.5.1 Acueducto. ____ 42
3.5.2 Alcantarillado. ____ 45
3.5.3 Energía eléctrica. ____ 47
3.5.4 GAS ____ 52
3.5.5 Telecomunicaciones ____ 54
3.5.6 Movilidad ____ 57
3.5.7 Residuos sólidos ____ 60

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

3 MARCO CONCEPTUAL

3.1 INTRODUCCIÓN

La experiencia sobre evaluación y administración de riesgo público en redes de servicio público, tanto de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá, DPAE, como de otras entidades relacionadas, está en sus inicios. Los avances han sido pobres y limitados en requerimientos y necesidades de información, definición de metodologías y modelos, uso y aplicación de tecnologías, y priorización de requerimientos.

Por tanto existe la necesidad de definir una base teórica de conocimientos que permita la actualización y el fortalecimiento de la capacidad técnica en esta área, el cual permita a la DPAE y las entidades que conforman el Sistema Distrital de Prevención y Atención de Emergencias – SDPAE, el soporte y conocimiento necesario de acuerdo con los requerimientos del Decreto 332 de 2004 y los artículos 8 y 9 del Decreto 919 de 1989.

El riesgo público en redes de servicios públicos puede ser de tipo físico, económico, social y otros. La vulnerabilidad funcional de las redes de servicio público, definida como la incapacidad física y operacional de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera una amenaza latente sobre el elemento, tiene consecuencias sociales y económicas directas en la población; sin embargo, el fin del presente proyecto es la prevención de los riesgos que afectan directamente la integridad física, la vida y la salud de las personas, es decir la prevención y mitigación de riesgo público físico producido por las redes (muertes, heridos, accidentes y daños).

En este capÍtulo se pretende establecer los conceptos básicos sobre los cuales se desarrollara la Investigación, así como el planteamiento del problema y la identificación de los eventos amenazantes asociados a las redes de servicios públicos que puedan causar daño a las personas e infraestructura.

3.2 DEFINICIONES BÁSICAS

Para la Investigación se parte de las definiciones básicas establecidas en el Decreto 423 del 2006, por el cual se adopta el PDPAE, en su artículo 3.

Con base en las siguientes definiciones se plantea la base sistémica del riesgo público en redes de servicio público de Bogotá.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Riesgo Público:

El daño potencial que, sobre la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada, pueda causarse por la ocurrencia de amenazas de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, que se extiende más allá de los espacios privados o actividades particulares de las personas y organizaciones y que por su magnitud, velocidad y contingencia hace necesario un proceso de gestión que involucre al Estado y a la sociedad.

Dentro del presente Plan, el término "Riesgo" hace referencia exclusiva al riesgo público en los términos ya señalados.

Amenaza:

Condición latente derivada de la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada. Es un factor de riesgo externo.

Vulnerabilidad:

Característica propia de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza. Es un factor de riesgo interno.

Daño:

Es la materialización del riesgo en el tiempo y en el espacio.

Prevención:

Políticas y acciones que buscan evitar la generación de nuevos riesgos. Está asociada a la gestión prospectiva del riesgo.

Mitigación:

Políticas y acciones tendientes a reducir el riesgo existente. Está asociada ala gestión correctiva del riesgo.

Atención de emergencias:

Medidas y acciones de respuesta a la ocurrencia de un evento tendientes a auxiliar a las víctimas, reducir el daño derivado del mismo y facilitar la recuperación, mediante la acción coordinada de distintas entidades públicas, el sector privado y la comunidad.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Recuperación:

Proceso de recuperación de las áreas y/o funciones afectadas por una emergencia, calamidad o desastre para el restablecimiento de condiciones socialmente aceptables y sostenibles de vida de la población, la reducción de las vulnerabilidades existentes antes de la emergencia y la intervención de procesos territoriales o sectoriales generadores de nuevos riesgos.

Resiliencia:

Capacidad de las personas, las organizaciones, la infraestructura y los ecosistemas de asimilar un impacto negativo o de recuperar su funcionalidad a continuación de una emergencia, desastre o calamidad.

Gestión del Riesgo:

Es un proceso social complejo que tiene como objetivo la reducción o la previsión y control permanente del riesgo en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial sostenibles.

Escenario de gestión:

Es el nivel de análisis e intervención del riesgo que corresponde a un espacio físico de la ciudad caracterizado por:

- Procesos territoriales o económicos similares de generación de riesgo
- Una red de actores sociales con niveles similares de desarrollo, relacionados con procesos comunes de ocupación y transformación del territorio o con una cadena de producción e intercambio de bienes o servicios.
- Similitud en el tipo, naturaleza y expresión de las amenazas naturales, socio-naturales o antrópicas.

Proceso de Generación de Riesgo:

Son cadenas de acciones dentro de los procesos generales de la ocupación y transformación del territorio, o de la producción y distribución de bienes y servicios, que por su localización, por las características de los medios empleados o por su forma de operar,

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

incrementan las amenazas o la vulnerabilidad. Tales procesos relacionan variables biofísicas, sociales, económicas y culturales que deben ser tenidas en cuenta en la gestión de cada escenario.

Programa:

Es el conjunto de líneas de acción, proyectos y metas que se deben adelantar en cada escenario de gestión para la consecución de los objetivos del Plan.

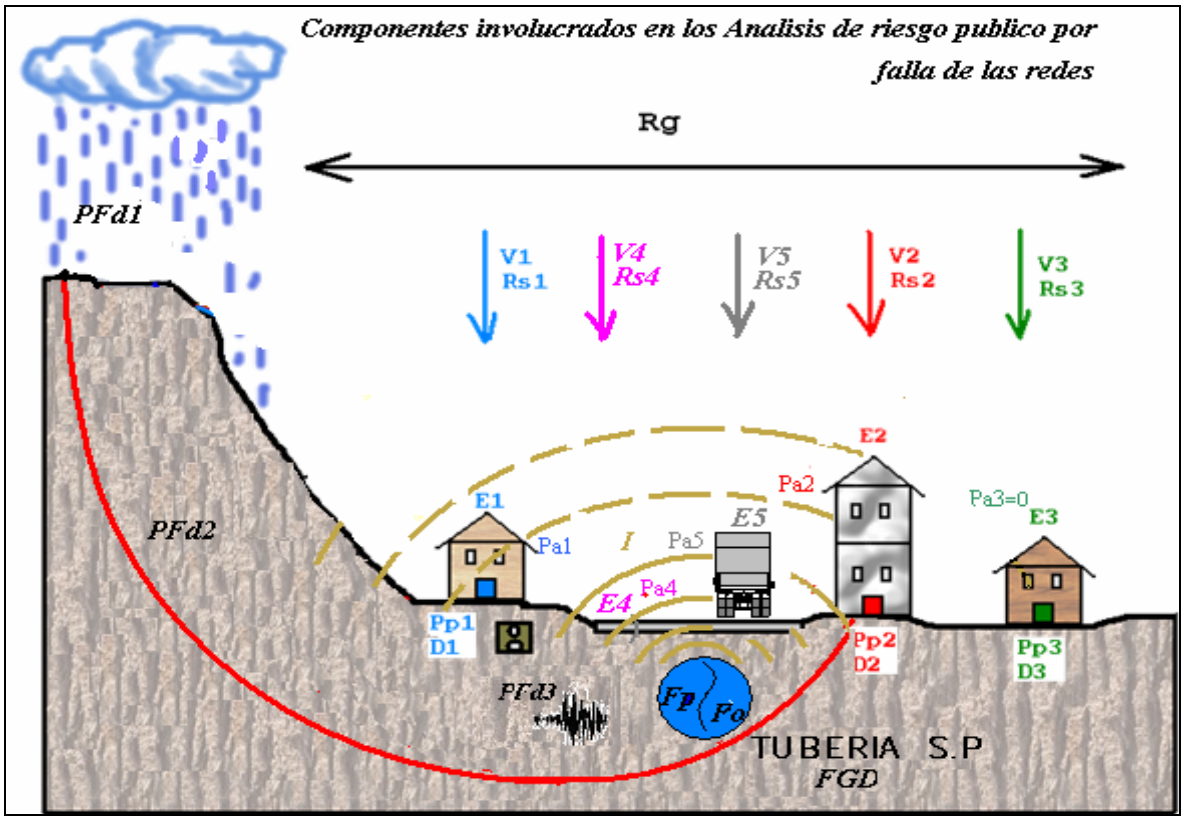
Instrumento:

Cada uno de los métodos o herramientas técnicas que se aplican a la gestión del riesgo, procedentes de distintas disciplinas y que inciden en los diferentes frentes de un escenario para modificar las causas o los efectos del riesgo.

3.3 PLANTEAMIENTO SISTÉMICO DEL PROBLEMA

Se busca enmarcar el problema a partir de la identificación y definición con precisión de un sistema base que permita la modelación del riesgo público por la falla de redes de servicio público. La figura 3.1 define el sistema de riesgo público por redes y la figura 3.2 presenta el protocolo que define el sistema a evaluar.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



PFd: Probabilidad de ocurrencia factor desencadenante **Fp: Factores permanentes** **Po: Probabilidad de ocurrencia del fenómeno (falla)** **Pa: Probabilidad de que la amenaza alcance elemento E** **Pp: Probabilidad de presencia del elemento E**	**FGD: Fuente generadora de daño** **E: Elemento expuesto** **I: intensidad del fenómeno** **Rs: Riesgo específico** **Rg: Riesgo total** **V: Valor del elemento E**

Figura 3.1 Sistema de análisis de riesgo publico por redes de servicios públicos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

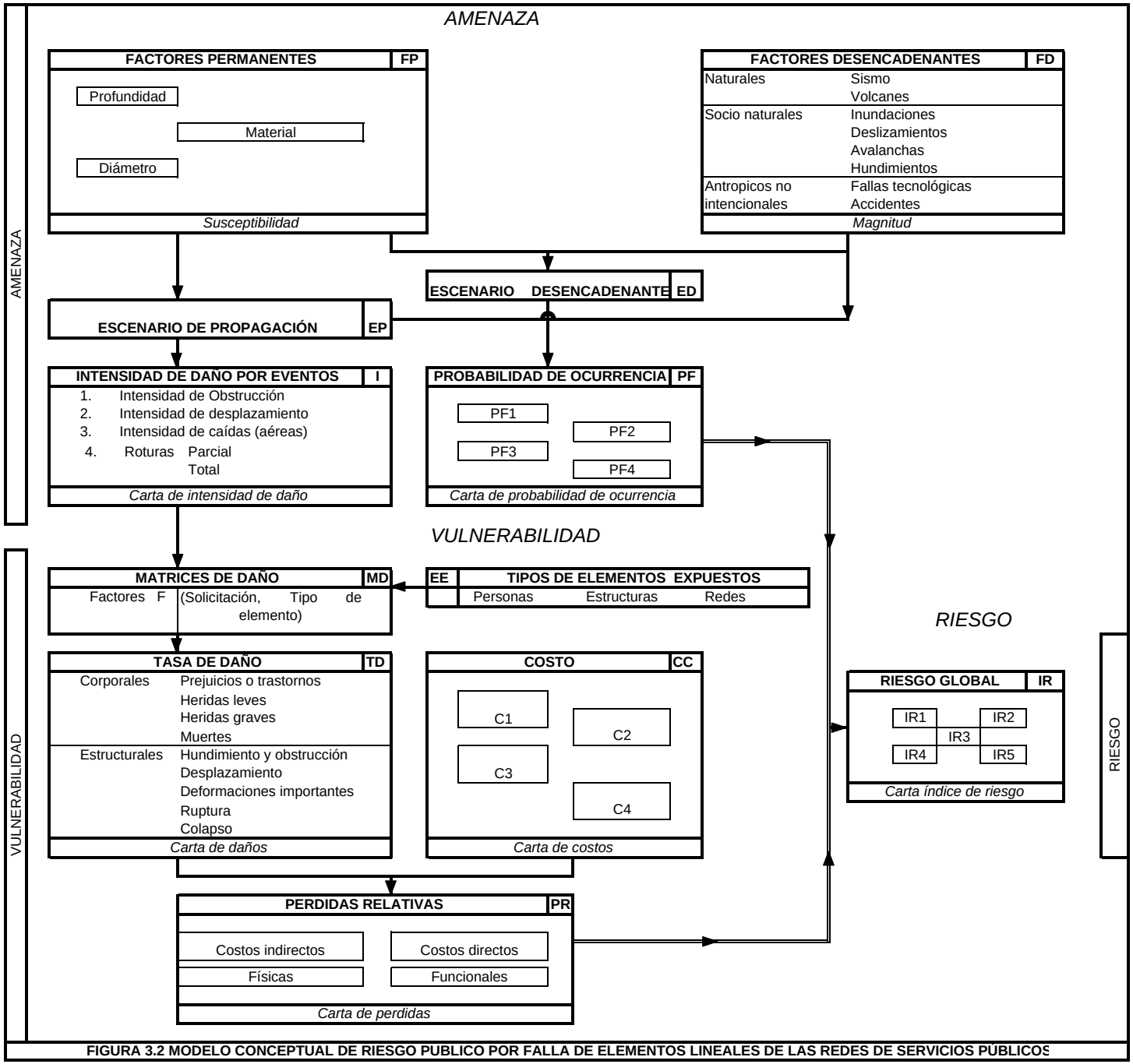


FIGURA 3.2 MODELO CONCEPTUAL DE RIESGO PUBLICO POR FALLA DE ELEMENTOS LINEALES DE LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS

La red de servicios públicos se caracterizan físicamente por estar conformadas por elementos lineales y puntuales, los lineales se asocian a la función de distribución mientras los puntuales corresponden a elementos de generación, operación y/o control de la red.

Para definir los elementos del sistema se parte de la teoría de riesgos, así se deben definir e identificar un agente amenazante, unos elementos amenazados o en riesgo y un espacio o entorno donde estos ocurren.

En el modelo planteado y partiendo de la definición de Amenaza tenemos:

Agente amenazante: es el elemento que conforma la red que una vez falla puede generar daño a su alrededor. La falla del elemento puede darse u ocurrir por múltiples factores, entre estos los de origen natural, socio natural o antrópico no intencional. El agente amenazante se define como la Fuente Generadora de Daño, como se observa en la figura 3.1.

Fenómeno físico: Este se asocia al tipo de falla del sistema que conforma la red de servicio público. Según el tipo de elemento que conforma la red: lineal o puntual los fenómenos físicos pueden identificarse de la siguiente manera:

Elementos Lineales (tuberías, cables, vías, etc) – obstrucción, desplazamiento, explosión, rotura, incendio, accidentes, represamiento, interrupción y fuga.

Elementos puntuales (plantas, centrales operación, puentes, etc.) – obstrucción, desplazamiento, rotura, colapso, volcamiento, fuga.

Partiendo que la amenaza se puede definir a partir de un grupo de características, externas o internas al sistema, que individual o conjuntamente pueden conducir a un estado futuro de falla, se establece que las fallas de los elementos que componen la red se generan por unos agentes externos y/o por sus propias características.

Como factores externos que pueden generar la falla de la red se pueden identificar los fenómenos físicos de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, como los sismos, deslizamientos, inundaciones, incendios, presurización, calor, explosión, etc.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Como factores internos que incidan en el mecanismo de falla de la red se cuenta: para los elementos lineales con el diámetro de la tubería o cable, el material y su localización; mientas para elementos fijos con la tipología, el material y su localización.

Entonces la amenaza se puede interpretar como la posibilidad de falla de la red que pueda causar daño a personas, bienes y/o infraestructura debido a la ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional que pueda causar daño.

Elementos Vulnerables: Estos son la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada. Para el caso del presente trabajo los elementos vulnerables se limitan a la población y sus bienes y la infraestructura, incluidas las mismas redes de servicios públicos.

La función de vulnerabilidad de los elementos expuestos estará asociada por una parte a su grado de exposición y sus características físicas y por otra a la relación entre el modo de falla de la red y la acción de este sobre el elemento expuesto.

La interrelación entre el agente amenazante y los elementos expuestos para los elementos lineales y puntuales de la redes se muestran en las tablas ubicadas al final del capitulo.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS GENERADORES DE DAÑO

La identificación de los eventos generadores de daño se realiza en un proceso de análisis de riesgo porque de ellos depende el grado de falla que se produce en un sistema. Se define falla del sistema como la reducción de la capacidad de un sistema para cumplir su función, estableciendo un incumplimiento del objetivo en alguna medida.

Para los sistemas de redes de servicios públicos, encontramos las siguientes topologías de falla que se pueden convertir en eventos generadores de daño. Estos son categorizados como acciones físicas o químicas que pueden presentarse en los elementos que componen cada red de servicios públicos:

- Obstrucción, desplazamiento, volcamiento, desconfinamiento, rotura total o parcial y colapso para los elementos puntuales

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Obstrucción, desplazamiento, fuga, accidente de tránsito, caídas para redes aéreas y roturas parcial o total en el caso de los elementos lineales.

A continuación se explican y caracterizan cada una de las fallas que se pueden presentar en una red de servicios públicos.

3.4.1 Obstrucción

Es el taponamiento parcial o total de uno o varios elementos de una red o estructura. La obstrucción se presenta en elementos puntuales como:

- Taponamiento de tanques y plantas de tratamiento.
- Taponamiento de maquinas y estructuras pertenecientes a la redes eléctrica y de aguas.
- Acumulación de materiales en los sistemas de captación de aguas para la potabilización.

Las manifestaciones en elementos lineales son:

- Presencia de un derrumbe o algún elemento en la vía que impida su uso
- Acumulación de material sobre canales de acueducto y alcantarillado que impidan la conducción adecuada.
- Flujos de tierra, avalanchas, escapes, derrames u otra salida a presión y / o velocidad que impida el funcionamiento de las redes.

3.4.2 Desplazamientos

Se define como la longitud de la trayectoria comprendida entre la posición inicial y la posición final de un punto, estructura o elemento. Los desplazamientos pueden ser verticales u horizontales y se pueden presentar en:

Elementos puntuales:

- Grandes estructuras y sin afectar su sistema estructural (desplazamiento total)
- Estructuras intermedias como torres, subestaciones, transformadores y que afecten en alguna medida la funcionalidad del sistema (desplazamiento total o de algunos elementos)
- De estructuras que implique desconexión, tal como las estaciones de bombeo

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Elementos de estructuras como muros, paneles, calzadas, afectando en alguna medida su funcionamiento (desplazamiento interno con o sin desplazamiento externo). Un ejemplo de este tipo de desplazamiento es la flexión en muros.

Elementos lineales:

- En tuberías de redes de acueducto, alcantarillado y gas, con afectación de condiciones de posición, flujo y presión (cambio de cotas o coordenadas de diseño)
- De elementos que impliquen desconexión, tal como las válvulas y reguladores (accesorios de tuberías).

3.4.3 Volcamiento

Este movimiento implica una rotación de unidades con forma de columna o bloque sobre una base, bajo la acción de la gravedad y las fuerzas ejercidas por unidades adyacentes. Se presenta volcamiento principalmente en estructuras de soporte de redes eléctricas y en torres de transmisión de telecomunicaciones fijas o móviles (elementos puntuales).

3.4.4 Caída

Es el descenso de las redes aéreas de energía eléctrica o telecomunicaciones. La caída no implica necesariamente rotura o interrupción total de la funcionalidad.

3.4.5 Rotura

Es el punto de la relación esfuerzo – deformación de un material donde, y por características intrínsecas, el elemento no soporta esfuerzo ni deformación. La rotura se presenta después de someter el material a solicitaciones externas y de fuerzas internas, en etapas de elasticidad, plasticidad o elasto-plasticidad. En forma visual, la rotura es la perdida de la continuidad del elemento.

La rotura puede ser parcial cuando incluye fisura y fracturamiento o total cuando implica daño estructural y colapso.

Se presentan roturas en elementos puntuales así:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Parcial sobre muros (por corte), elementos estructurales (columnas, vigas, uniones de columna y vigas), presas de tierra o concreto, paneles, pantallas, etc.
- Total cuando incluye el colapso de la edificación completa o de un sector especifico de la edificación.
- Parcial o total en puentes, siendo elementos puntuales de la malla vial, y como resultado de fuerzas de flexión o tracción en los elementos.

En elementos lineales:

- Sobre tuberías de acueducto, alcantarillado y gas, siendo una rotura total.
- Sobre vías con rotura parcial o total.

3.4.6 Fuga

La fuga hace referencia al escape de una sustancia gaseosa o liquida, bien sea de un sistema de generación, transporte, almacenamiento o de una red de conducción, que puede provocar algún daño o desequilibrio, irreversible o no, en el medio inicial. La fuga cambia las concentraciones del material que se ha escapado y del medio circundante y puede tener efectos secundarios como procesos de contaminación en el caso de sustancias tóxicas y por ende riesgo publico.

Las fugas se presentan en el aire, en el agua o en el suelo. En el caso de las redes de servicios públicos, este evento esta relacionado principalmente con los elementos de la red de residuos, en todas sus etapas:

- Generación: fugas relacionadas con los sólidos o líquidos ubicados en cualquier punto, generalmente a corta distancia de las viviendas, industrias y comercios, los cuales por diferentes procesos físicos pueden generar gases o líquidos tóxicos.
- Recolección y transporte: fugas de gases o líquidos provenientes de los residuos conducidos o transportados en elementos móviles desde su fuente de generación hasta el sistema de disposición final.
- Sistemas de disposición final: fugas en las estructuras de almacenamiento, incineración, celdas de seguridad, rellenos sanitarios y vertimientos.

3.4.7 Accidentes de tránsito

Los accidentes enmarca todo evento fortuito que se genere sobre los vehículos terrestres, aéreos o férreos y puedan generar riesgo publico. Se consideran fallas cuando se enmarcan

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

en el análisis de riesgo sobre la red de movilidad. También se consideran como eventos no intencionales cuando se generan sobre cualquier elemento de transporte: férreo, vehicular o aéreo.

En el código nacional de tránsito (Ley 769 de 2002) se define el accidente de tránsito así:

Accidente de tránsito: Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho.

3.4.8 Represamiento

Consiste en la acumulación de vehículos por una afectación de un elemento de la red de movilidad. Este es el caso de una obstrucción parcial de la vía que genera demoras de viaje pero donde existe algún tipo de continuidad de la red.

3.4.9 Interrupción

Consiste en la perdida de continuidad en la red de movilidad. Este es el caso del colapso de puentes y la rotura total de vías que impiden totalmente el paso de vehículos.

3.5 IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE LAS REDES DE SERVICIO PÚBLICO

Ahora, partiendo de la definición de riesgo público podemos identificar y definir los elementos que componen la red y las fallas asociadas a cada elemento según sus características propias y de funcionamiento.

En términos generales se contemplan dos análisis:

- El análisis de caracterización de cada red de servicios públicos, identificando los elementos de cada red y su caracterización respectiva, asociando tipos de falla.
- El análisis de caracterización de daños, donde se relaciona cada falla con la generación de daños sobre el medio circundante produciendo daños estructurales,

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

corporales y funcionales. Para el análisis de riesgo público por redes de servicios públicos se consideran relevantes los daños estructurales y corporales (referidos como daños a personas) debido a su influencia directa después de la falla.

Estos dos análisis nos permiten contemplar un panorama general involucrando la amenaza y la vulnerabilidad por red y caracterizar integralmente el riesgo.

3.5.1 Acueducto.

La red de acueducto cuenta con elementos lineales como lo son las líneas matrices, la red matriz y los accesorios, y con elementos puntuales que incluyen los embalses, los sistemas de captación, la planta de tratamiento, los tanques de almacenamiento y las estructuras de bombeo.

- Líneas matrices: son tuberías de grandes diámetros diseñadas para la conducción de agua de un punto a otro, sin ningún tipo de salida o bifurcación de agua. Son sistemas cerrados y regulados con una serie de válvulas y se usan ampliamente para la conducción de aguas a tanques, maquinas de bombeo o transporte de aguas a puntos lejanos sin distribución en sitios intermedios.

- Red matriz: se refiere a la configuración de tuberías encargadas de la distribución del agua potable a sus usuarios finales.

- Accesorios: elementos encargados de controlar el flujo dentro de la tuberías. Se reconocen como accesorios las válvulas de corte, reguladoras, de presión, Macromedidores, pitómetros, etc.

- Embalses: puntos diseñados para el represamiento de agua garantizando un abastecimiento continuo a la red de acueducto.

- Sistemas de captación: estructuras especializadas como puntos de toma de agua según los requerimientos de caudal. Estas estructuras se ubican en embalses o en el rió según se determine la fuente de abastecimiento. Los sistemas de captación pueden ser bocatomas en Embalses, captación de fondo ubicada en la base del río o captación lateral ubicada en las márgenes del río.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Planta de tratamiento: son estructuras especiales para el tratamiento y consecución del agua potable. Se conforman con procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración, y desinfección.

- Tanques de almacenamiento: Son estructuras de reserva de agua encargadas de regular los caudales que transportara la red matriz con agua potable. Estos tanques se ubican en la superficie, enterrados o elevados.

- Estructuras de bombeo: Son puntos adecuados con maquinas encargadas de elevar la energía del agua y garantizar la presión a lo largo de la tubería, la cual es necesaria para llegar a todas las edificaciones con correcto funcionamiento. El bombeo del agua se realiza con una disposición de maquinas en serie o paralelo según se necesite y generalmente poseen una estructura de protección especial.

Estos elementos se caracterizan por las siguientes fallas comunes: obstrucción, desplazamiento, rotura y contaminación. Estas fallas se definen teniendo en cuenta la forma física de los componentes, las características de los elementos de captación, almacenamiento, conducción o tratamiento del agua potable y las solicitaciones del líquido transportado. Dentro de estas características del elemento se contempla el material, la posición, el tipo de estructura, la geometría del elemento, la profundidad, entre otras, las cuales se ubican selectivamente en el marco de cada elemento según corresponda.

La obstrucción se presenta en tanques, embalses, plantas de tratamiento, sistemas de captación, estructuras de bombeo y redes con salidas, debido a la presencia de zonas abiertas que permitan la entrada de material que impida el funcionamiento y por ende interrumpa el servicio en alguna medida.

El desplazamiento se puede presentar para todos los elementos excepto para los embalses y puede ser generado por eventos externos como sismos o deslizamientos. El desplazamiento es una falla que directamente no produce riesgo público en la mayoría de los casos pero si puede causar daños funcionales que en una etapa posterior generen riesgo.
La rotura es la falla más común en los elementos de la red de acueducto a cual pude generar riesgo público. Es necesario anotar que la rotura por si misma no es problemática pero la salida de agua con las características de presión y velocidad en un escenario vulnerable si genera riesgo público.

El rebose es una falla de diseño de un embalse que se considera como falla por el riesgo publico que genera la propagación del agua y el impacto en las zonas de concentración humana.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La contaminación es la falla que al producirse en los elementos puntuales de gran capacidad como los embalses y al ser distribuida genera riesgo público.

La tabla 3.1 muestra la identificación completa de la red de acueducto.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

	COMPONENTES		CARACTERÍSTICAS		EVENTO AMENAZANTE
ACUEDUCTO	PUNTUALES	Tanques almacenamiento	Material	Concreto Acero	Obstrucción Desplazamientos Rotura Colapso
			Posición	Elevados Enterrados Superficiales	
			Tipo de estructura		
		Embalses	Altura de presa		Obstrucción Rotura Rebose
			Tipo de presa	De tierra Concreto	
		Plantas tratamiento	Tipo de estructura		Obstrucción Desplazamientos Rotura
		Estructuras de bombeo	Instalación Elevación		Obstrucción Desplazamientos Oxidación Desconexión Rotura
		Sistemas de captación	Tipo de estructura	Bocatoma De fondo Lateral	Obstrucción Desplazamientos Rotura
	LINEALES	Lineas matrices (con salidas)	Material	PVC	Obstrucción Desplazamientos Rotura
			Diámetro	16,24,30,36,42,48 pul	
			Profundidad		
		Red matriz (sin salidas)	Material	Asbesto - cemento	Obstrucción Desplazamientos Rotura
			Diámetro	72,78,86 pul	
			Profundidad		
			Presión		
		Accesorios : valvulas Est. Reguladoras de presion	Presión		Obstrucción Desplazamientos Rotura
			Localización		

Tabla 3-1 Identificación y caracterización red de acueducto.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

			IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS			
	EVENTO AMENAZANTE	**ELEMENTOS**	**DAÑOS ESTRUCTURALES**	**DAÑOS FUNCIONALES**	**DAÑOS CORPORALES**	**EFECTOS SECUNDARIOS**
ACUEDUCTO	Rotura	Puntuales	Daño a edificaciones vecinas Arrastre de cultivos flora y fauna	Desabastecimiento Contaminación Evacuación	SI	Inundación Escorrentía Avalancha
		Lineales	Daño a edificaciones cercanas	Perdida de agua Desconexión	SI	
	Desplazamientos	Puntuales		Desconexión Interrupción caudal	NO	
		Lineales		Interrupción caudal		
	Colapso	Puntuales	Daño a edificaciones	Desabastecimiento	SI	
		Lineales	Daño a edificaciones	Desabastecimiento	SI	

Continuación Tabla 3-2 Identificación y caracterización red de acueducto.

3.5.2 Alcantarillado.

La red de recolección y transporte de aguas residuales y lluvias involucra elementos lineales como son las redes principales y elementos puntuales como la planta de tratamiento PTAR, estaciones elevadoras y estaciones de control.

- Redes principales: la conforman las tuberías encargadas de transportar y conducir las aguas lluvias y residuales.

- Planta de tratamiento PTAR: encargada de realizar un tratamiento primario a las aguas y realizar una purificación previa al vertimiento en la corriente del río.

- Estaciones elevadoras: encargadas de incrementar la altura energética para conducir apropiadamente las aguas por gravedad. Garantizan que los flujos se mantengan y que la tubería no tenga una gran profundidad.

- Estaciones de control: puntos de regulación de caudales y calidad de agua.

A estos elementos se relaciona los siguientes tipos de falla: obstrucción, desplazamiento y rotura. Estas fallas se definieron teniendo en cuenta el material, localización, capacidad, diámetro, profundidad, posición y tipo de estructura características asociadas a cada elemento según corresponda.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La obstrucción se puede presentar en todos los elementos puntuales y lineales, debido a la presencia de zonas abiertas que permitan la entrada de material que impida el funcionamiento y por ende interrumpa el flujo de aguas lluvias o servidas.

El desplazamiento se puede presentar para todos los elementos y, en forma similar a la red de acueducto, es una falla que directamente no produce riesgo público en la mayoría de los casos pero si puede causar daños funcionales que en una etapa posterior generen riesgo.

La rotura es la falla más relevante en los elementos de la red de alcantarillado a cual pude generar riesgo público. La rotura por si misma no es problemática pero la salida de agua con las propiedades físico químicas características de las aguas servidas y lluvias y la velocidad de flujo en un escenario vulnerable si genera riesgo público.

La contaminación se considera como un efecto secundario después de la rotura y esta relacionada directamente con el escenario de propagación.

La tabla 3.2 muestra la identificación completa de la red de alcantarillado.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

SERVICIO	COMPONENTES		CARACTERÍSTICAS		EVENTO AMENAZANTE
ALCANTARILLADO	PUNTUALES	Planta tratamiento PTAR	Material Localización Capacidad		Obstrucción Desplazamientos Rotura Colapso
		Estaciones elevadoras	Posición	Elevados Enterrados Superficiales	Obstrucción Desplazamientos Rotura
		Estructuras de control	Tipo de estructura		Obstrucción Desplazamientos Rotura Colapso
	LINEALES	Redes principales	Diámetro Profundidad Material		Obstrucción Desplazamientos Rotura Explosion Rebose

Tabla 3-3 Identificación y caracterización red de alcantarillado

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

			IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS			
SERVICIO	EVENTO AMENAZANTE	ELEMENTOS	DAÑOS ESTRUCTURALES	DAÑOS FUNCIONALES	DAÑOS CORPORALES	EFECTOS SECUNDARIOS
ALCANTARILLADO	Rotura	Puntuales	Daño a edificaciones Arrastre del entorno	Contaminación Perdida funcionalidad	SI	Inundación Escorrentía
		Lineales	Contaminación Incineración	Desconexión Evacuación	SI	Contaminación Erosion
	Desplazamientos	Puntuales		Interrupción cambio caudal	NO	
		Lineales		Interrupción cambio caudal	NO	
	Rebose	Lineales	Daño a edificaciones	Interrupción cambio caudal	SI	Contaminación
	Obstruccion	Puntuales	Daño a edificaciones	Perdida funcionalidad	SI	
		Lineales	Daño a edificaciones	Perdida funcionalidad	SI	

Continuación Tabla 3-4 Identificación y caracterización red de alcantarillado

3.5.3 Energía eléctrica.

Una descripción general de la red de energía eléctrica se presenta a continuación:

Generación: Este parámetro fue expresado por medio de las centrales de generación, las cuales fueron básicamente centrales térmicas, centrales hidráulicas con embalse y centrales hidráulicas sin embalse.

- Las centrales térmicas son aquellas que utilizan combustibles como el gas o el carbón para dar movimiento a un grupo de turbinas que se encuentran mecánicamente unidas a sus respectivos generadores eléctricos, los cuales a su vez se encuentran conectados a la red.

- Las centrales hidráulicas utilizan la energía derivada del agua, es decir, se aprovecha la energía potencial del agua que se conduce por tuberías a través de diferentes alturas. Las centrales con embalse implican la construcción de una presa, por medio de la cual se acumula el agua para luego conducirla hasta las turbinas que finalmente pondrán en movimiento los generadores eléctricos. Las centrales hidráulicas sin embalse no poseen la construcción del mismo, sino que el agua cae por la tubería destinada para ello según la conducción que se logre efectuar según el caudal del río que sirve de fuente de agua para la central de energía.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Para las centrales hidráulicas el proceso requiere el almacenamiento y/o la conducción del agua al inicio del proceso mientras que para las centrales térmicas lo que se debe tratar y acondicionar es el combustible respectivo.

- Luego de esto, ambos tipos de centrales requieren la casa de maquinas que básicamente es el lugar donde se ubican las turbinas y generadores con sus equipos de control, para luego finalizar en los equipos de patio, es decir la subestación propia de la central, donde se encuentran ubicados los equipos desde los que se inicia la transmisión de energía eléctrica.

Siguiendo con los componentes mencionados en las tablas, se encuentran las subestaciones. Las subestaciones tipo patio poseen sus equipos de potencia a la intemperie, dotadas de las respectivas estructuras para la colocación de los conductores aéreos. Por lo general la subestación se encuentra encerrada por muro de ladrillo o concreto, o por malla eslabonada, o combinación de los anteriores.

- Las subestaciones de pedestal son aquellas en las que sus equipos (transformador, equipos de protección y maniobra) que se encuentran dentro de un encerramiento (cabina metálica) que se coloca a la intemperie. También por lo general se instala cerramiento en malla eslabonada para impedir el acceso de personal no autorizado.

- Luego encontramos las subestaciones subterráneas y las subestaciones en edificación, las cuales dependiendo de la tecnología de construcción pueden tener características similares pero se pueden diferenciar en que por lo general las subterráneas tienen su acceso desde la calle teniendo que entrar hasta un lugar por debajo del nivel de esta, mientras que la subestación de edificación puede estar ubicada en el primer nivel o el sótano de la misma.

- La subestación de poste, como su nombre lo indica, hace referencia al transformador, elementos de protección y maniobra que se encuentran ubicados en las partes altas de postes, según la configuración que se requiera de los mismos.

- Dentro de las tablas se menciona transformadores en aceite y tipo seco, haciendo claridad que los tipos secos pueden ser ubicados en sitios que no se encuentren a la intemperie y dentro de su respectiva celda.

Las torres y postes son las estructuras en las cuales cada cierta distancia se apoyan los conductores de una línea de transmisión o de una red de distribución. Estas estructuras pueden ser metálicas en celosía (torres) o postes metálicos, de concreto y de madera eventualmente.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Las cajas de inspección son las adecuaciones civiles subterranizadas que sirven para la inspección de tuberías y conductores eléctricos de media o baja tensión por debajo del nivel de la calle.

Como elementos lineales de la red eléctrica se tienen las redes de alta, media y baja tensión, con lo cual básicamente se está haciendo referencia a los conductores eléctricos que componen las líneas y redes.

Sobre estos elementos se presentan las siguientes fallas comunes: explosión, incendios, caída, rotura, desplazamientos, volcamiento y arco eléctrico, las cuales se definieron teniendo en cuenta el material, localización, profundidad, geometría e instalación. Las características especificas adjudican las fallas pertinentes a de cada elemento.

La explosión y los incendios son fenómenos relacionados a las instalaciones de las maquinas ubicadas en las centrales de generación, las subestaciones y transformadores.

La rotura, desplazamientos y volcamiento están relacionados con elementos puntuales como las subestaciones, torres, postes y cajas de inspección. El desplazamiento generalmente no genera riesgo público mientras que el volcamiento y la rotura si.

El arco eléctrico es un efecto secundario asociado a las redes de alta, media y baja tensión, sobre las cuales se genera una rotura. Si el campo eléctrico se une a una fuente combustible, se pueden generar incendios o explosiones.

La tabla 3.3 muestra la identificación completa de la red de energía eléctrica.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

Red	COMPONENTES		CARACTERÍSTICAS		ELEMENTOS	EVENTO AMENAZANTE
ENERGÍA ELÉCTRICA	PUNTUALES	Centrales de generación	Localización			
			Tipo	Térmica	Sistema de abastecimiento de combustible	Explosión
						Incendio
					Casa de máquinas	Explosión
						Incendio
						Falla Estructural
					Patio de equipos	Explosión
						Incendio
						Falla Estructural
				Hidráulica con embalse	Represa (altura, tipo constructivo, materiales, edad)	Falla estructural (agrietamiento, desprendimiento, colapso)
					Tuberías, canales y túneles (dimensiones, materiales)	Falla estructural
					Casa de máquinas	Explosión
						Incendio
						Falla Estructural
					Patio de equipos	Explosión
						Incendio
						Falla Estructural
				Hidráulica sin embalse	Tuberías, canales y túneles **(dimensiones, materiales)**	Falla estructural
					Casa de máquinas	Explosión
						Incendio
						Falla Estructural
					Patio de equipos	Explosión
						Incendio
						Falla Estructural
		Subestaciones	Nivel de tensión (Niveles de tensión definidos por la CREG)		Equipos	Explosión
						Incendio
			Tipo (ubicación)	Patio		
				Pedestal	Estructuras	Falla estructural
						Caída de elementos
				Subterránea		
				En edificación	Conductores	Rotura
						Caída de elementos
				En poste		Arco eléctrico
			Tipo de transformador	En aceite	Sala de control (si aplica)	Explosión
						Incendio
						Falla Estructural
				Seco		
		Torres	Nivel de tensión			
			Material			Desplazamientos
			Cimentación			Volcamiento
			Localizacion	en ladera		Colapso/Rotura
				otra		
		Postes	Material			Desplazamientos
			Cimentación			Volcamiento
			Localizacion	en ladera		Colapso/Rotura
				otra		
		Cajas de inspección	Material			
			Localización			Desplazamientos
			Dimensiones			Rotura
			Tipo	peatonal		
				vehicular		
	LINEALES	Redes de alta tensión	Nivel de tensión		Conductores	Rotura
			Diametro		Herrajes	Caída de elementos
			Material			Arco eléctrico
		Redes de media-baja tensión	Nivel de tensión		Conductores	
			Localización	Subterranea	Herrajes	Rotura
				Aérea		Caída de elementos
			Diametro			Arco eléctrico
			Material			
			Sistema de aislamiento			

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS
RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA

EVENTO	ELEMENTOS	DAÑOS	DAÑOS	DAÑOS FUNCIONALES	EFECTOS
Explosión	Puntuales	Daño a instalaciones	SI	Sin suministro	Propagación de explosión
				Evacuación	Incendios
				Interrupción de actividades	Fallas estructurales graves
				Temor de la población	
Incendio	Puntuales	Incineración	SI	Sin suministro	Propagación de incendio
	Lineales			Evacuación	Explosiones
				Interrupción de actividades	Fallas estructurales graves
				Temor de la población	
Caída de elementos	Puntuales	Daño a instalaciones	SI	Suministro parcial y/o intermitente	Fallas estructurales
	Lineales			Evacuación	
				Interrupción de actividades	
				Temor de la población	
Rotura de elementos	Puntuales	Daño a instalaciones	SI	Suministro parcial y/o intermitente	Fallas estructurales
	Lineales			Evacuación	
				Interrupción de actividades	
				Temor de la población	
Desplazamientos	Puntuales	Daño a instalaciones	SI	Suministro parcial y/o intermitente	Incendio
				Evacuación	Explosión
				Interrupción de actividades	Fallas estructurales graves
				Temor de la población	
Volcamiento	Puntuales	Daño a instalaciones	SI	Suministro parcial y/o intermitente	Incendio
				Evacuación	Explosión
				Interrupción de actividades	Fallas estructurales graves
				Temor de la población	
Colapso	Puntuales	Daño a instalaciones	SI	Suministro parcial y/o intermitente	Incendio
				Evacuación	Explosión
				Interrupción de actividades	Fallas estructurales graves
				Temor de la población	
Arco Eléctrico	Puntuales	Incineración	SI	Suministro parcial y/o intermitente	Incendio
	Lineales			Evacuación	Explosión
				Interrupción de actividades	
				Temor de la población	

Tabla 3-5 Identificación y caracterización red de energía eléctrica.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

3.5.4 GAS

La red de gas se compone por elementos puntuales como el City Gate, estaciones reguladoras, centros de control, estaciones vehiculares y contadores domiciliarios, y por elemento lineales como la red troncal de distribución y las redes secundarias.

- City Gate: Corresponde a la instalación en la cual el gas que proviene de la línea de transmisión es recibido y se regula su presión para llevarla a la presión de distribución. Generalmente se ubican en las afueras del perímetro urbano de las principales ciudades.

- Estaciones reguladoras: corresponden a estructuras encargadas de la disminución y regulación de la presión a medida que se transporte el gas hacia el distrito.

- Estaciones vehiculares: son puntos de distribución de gas vehicular ubicados en toda la ciudad y en los mismos centros de distribución de combustibles fósiles derivados del petróleo.

- Contadores domiciliarios: son medidores de control a la entrada de viviendas o industrias. Estos medidores pueden ser tipo diafragma, rotatorios o tipo turbina, los cuales se usan según caudales y se diferencian en los instrumentos patrón.

- Red troncal de distribución: corresponde a la red con derivaciones de menor diámetro que distribuye el gas directamente a las viviendas.

- Red general: corresponden a las tuberías que conducen gas a puntos fijos y sin derivaciones.

A la red de gas se le adjudican fallas del tipo explosión, incendio, rotura, desplazamiento, escapes y contaminación. Estas fallas se adjudican a cada elemento al considerar sus características de material, presión, capacidad, localización y tipo de instalación.

La falla tipo explosión e incendio están asociadas directamente a los elementos puntuales como los centros de control, las estaciones vehiculares y las estaciones reguladoras.

El escape se relaciona directamente con estructuras que son susceptibles a desarticulación en sus conexiones internas. Estos elementos son el City Gate, las estaciones vehiculares y los contadores domiciliarios.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La obstrucción, desplazamientos y rotura se pueden presentar sobre todos los elementos en función de sus características físicas y espaciales.

La contaminación se considera como efecto secundario de toda la red debido a que en primera instancia se debe presentar rotura, explosión o escape de manera que el fluido contenido en el actúe libremente sobre el medio circundante.

La tabla 3.4 muestra la identificación completa de la red de gas.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

SERVICIO	COMPONENTES		CARACTERÍSTICAS		EVENTO AMENAZANTE
GAS	PUNTUALES	City Gate	Presión Capacidad		Escape
		Estaciones reguladoras	Presión Capacidad Material Localizacion	Subterraneas	Obstrucción Desplazamientos Incendio Rotura
		Centros de control	Capacidad Material Localizacion		Obstrucción Desplazamientos Incendio Rotura
		Estaciones vehiculares	Capacidad de tanques Localización espacial Presión	Ladera	Obstrucción Desplazamientos Incendio Explosion Escape Rotura
		Contadores domiciliarios	Material Localización Tipo	 Domiciliarios Industriales	Obstrucción Desplazamientos Rotura Escape
	LINEAL	Red troncal de distribucion	Diámetro Material Presión	2,3,4,6 pul polietileno	Obstrucción Desplazamientos Rotura
		Redes	Diámetro Material Presión	1/2,3/4,1 pul polietileno	Obstrucción Desplazamientos Rotura

Tabla 3-6 Identificación y caracterización red de gas

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

		IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS			
			Gas		
EVENTO AMENAZANTE	**ELEMENTOS**	**DAÑOS ESTRUCTURALES**	**DAÑOS FUNCIONALES**	**DAÑOS CORPORALES**	**EFECTOS SECUNDARIOS**
Rotura	Puntuales	Incineración Daño a edificaciones	Sin suministro	SI	Incendios Explosiones
	Lineales	Incineración Daño a edificaciones	Sin suministro	SI	
Escape	Puntuales		Sin suministro	SI	
	Lineales		Sin suministro	SI	
Explosion	Puntuales	Daño a edificaciones	Sin suministro	SI	
	Lineales		Sin suministro	SI	
Incendio	Puntuales	Incineración	Sin suministro	SI	
	Lineales	Incineración	Sin suministro	SI	
Desplazamientos	Puntuales		Interrupción del servicio	NO	
	Lineales		Interrupción del servicio	NO	

Continuación Tabla 3-7 Identificación y caracterización red de gas

3.5.5 Telecomunicaciones

La red de telecomunicaciones contempla los servicios de telefonía fija, telefonía móvil, radio y televisión. Estos servicios se contemplaron en un mismo sistema porque sus elementos físicos son similares y poseen un sistema operativo similar; de esta forma se consideran, en general, dos tipos de componentes alámbricos e inalámbricos.

Componentes alámbricos corresponden a los servicios que poseen cableado a lo largo de la ciudad:

- Centrales: puntos de conexión general de las redes telefónicas y/o datos.
- Torres: estructuras generalmente en acero encargadas de equilibrar y mantener el cableado en posición elevada. Se ubican en toda la ciudad y en las afueras de la misma.
- Redes: corresponde a los elementos lineales o cables transmisores de impulsos eléctricos relacionados con la telefonía. Se ubican en forma aérea o subterránea.

Componentes inalámbricos corresponden a los servicios que por su naturaleza no poseen cableado a lo largo de la ciudad, únicamente elementos puntuales:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Torres y/o monopolos: son los elementos encargadas de ubicar en su parte superior los dispositivos encargados de la transmisión y garantizando la continuidad de las señales.

- Central de conmutación: puntos de control y ubicación de señales, intercambiando y enfocando las señales en el caso de la telefonía móvil.

- Antenas repetidoras: son elementos especiales encargados de generar una amplificación de las señales especialmente en los servicios de radio y televisión.

Las fallas que se relacionan con los elementos de la red de telecomunicaciones son la obstrucción, desplazamiento, rotura, volcamiento y caída.

La obstrucción se presenta para los elementos puntuales como son las centrales, subcentrales y las centrales de conmutación, la cual impide total o parcialmente la operación de sistema.

Los desplazamiento se presentan sobre todos los elementos, sin embargo este evento no produce riesgo publico para la mayoría de las situaciones.

La rotura es la falla que produce mayor riesgo público al igual que el volcamiento. Esta se puede presentar en todos los elementos de la red y esta relacionada con el material, tipo de estructura y localización espacial de cada elemento de la red. El volcamiento se produce sobre en las torres, antenas repetidoras y estaciones transmisoras que presentan una altura considerable y una cimentación susceptible al volteo.

La caída de elementos esta relacionada con las redes dispuestas en forma aérea y que no necesariamente presentan rotura.

La tabla 3.5 muestra la identificación completa de la red de telecomunicaciones.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

	COMPONENTES		CARACTERÍSTICAS	EVENTO AMENAZANTE
TELECOMUNICACIONES	ALAMBRICO	PUNTUALES		
		Centrales Central combinada Subcentrales Subcentral combinada	Tipo de estructura Material Ubicación	Obstrucción Desplazamientos Rotura
		Torres	Tipo de estructura Cimentación	Obstrucción Volcamiento Desplazamientos Rotura
		LINEALES		
		Redes	Diámetro Localizacion Aerea Subterranea Material	Caída Desplazamientos Rotura
	INALAMBRICO	PUNTUALES		
		Torres Monopolos	Tipo de estructura Cimentación	Volcamiento Desplazamientos Rotura
		Central de conmutación	Tipo de estructura	Obstrucción Volcamiento Desplazamientos Rotura
		Estaciones transmisoras		Volcamiento Desplazamientos Rotura
		Antenas repetidoras		Volcamiento Desplazamientos Rotura

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS

	EVENTO AMENAZANTE	ELEMENTOS	DAÑOS ESTRUCTURALES	DAÑOS FUNCIONALES	DAÑOS CORPORALES	EFECTOS SECUNDARIOS
TELECOMUNICA	Rotura	Puntuales	Daño a edificaciones	Interrupción del servicio	SI	Desorden
		Lineales		Interrupción del servicio	SI	administrativo
	Caída	Lineales		Interrupción del servicio	NO	
	Desplazamientos	Puntuales		Interrupción del servicio	NO	
		Lineales		Interrupción del servicio	NO	
	Colapso	Puntuales	Daño a edificaciones	Interrupción del servicio	SI	
		Lineales	Daño a edificaciones	Interrupción del servicio	SI	

Tabla 3-8 Identificación y caracterización red de telecomunicaciones

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

3.5.6 Movilidad

La red de movilidad la componen todos aquellos elementos relacionados con el transporte de personas o carga y que permiten conectividad entre diferentes puntos. La movilidad puede ser de tres tipos: terrestre (carreteable o férrea), aérea y acuática (marítima o fluvial). Para el caso de Bogotá se estudiaran los modos terrestre y aéreo.

Los elementos de cada modo son:

TERRESTRE

Puentes: elementos puntuales encargados de conectar fácilmente y en forma segura dos puntos de alta capacidad. Los puentes pueden ser peatonales o vehiculares y su falla esta en función del tipo de estructura, ancho, material y localización.

Terminales: son elementos puntuales encargadas de la organización, entrada y salida de la red de transporte. Son puntos de aglomeración y aprovisionamiento los cuales poseen una infraestructura dependiente de la capacidad de servicio; esta infraestructura puede presentar represamiento, interrupción y accidentes como tipo de falla.

Carreteras a la salida de la ciudad: Son los elementos lineales encargados de conectar la ciudad con el resto del país. Según sea su localización en ladera y su ancho pueden fallar por represamiento, interrupción y accidentes.

Vías internas: son elementos lineales dentro de la ciudad; estas vías se pueden clasificar como V0 a V8 dependiendo de su capacidad y del volumen transportado en ellas. Estas vías pueden fallar dependiendo de su capacidad, volumen, localización en ladera, con diferentes tipos de falla como los son el represamiento, interrupción y accidentes.

FÉRREO

Pasos a desnivel: Corresponden a los puntos de confluencia del sistema férreo con otro modo de transporte. Estos pasos pueden ser deprimidos o elevados y sobre estos se pueden presentar represamiento, interrupción y accidentes.

Terminales: en forma similar al modo terrestre, son puntos de organización, entrada, salida e intercambio modal. Pueden presentar represamiento, interrupción y accidentes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Vías férreas: corredores por donde se presenta el transporte de carga o pasajeros. Estos corredores pueden presentar represamiento o interrupción. También pueden presentar accidentes los cuales se catalogan como la falla más importante en términos de riesgo público.

AÉREO

Aeropuertos: son elementos puntuales encargados de la organización, disposición, entrada y salida de pasajeros y carga a los aviones como medio de transporte. En los aeropuertos se pueden presentar represamiento, interrupción y accidentes en función del la longitud de pistas, del tipo de estructura y de operación.

Corredores aéreos: se refiere a las rutas seguidas por los aviones a los diferentes destinos y a los conos de aproximación. Se puede presentar riesgo público para los sectores urbanos bajo estos corredores en el caso de ocurrencia de un accidente como falla de la red.

La tabla 3.6 muestra la identificación completa de la red de movilidad.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

SERVICIO	COMPONENTES			CARACTERÍSTICAS		EVENTO AMENAZANTE
MOVILIDAD	CARRETERO	INFRAESTRUCTURA	TRANSPORTE			
		PUNTUALES				
		Puentes		Tipo de estructura	luz	Represamiento
				Uso	Vehicular Peatonal	Interrrupcion Accidente de transito
				Ancho de via Material		
		Terminales Estaciones	Intercambiador Modal	Capacidad Modos confluyentes		Represamiento Interrrupcion
		LINEALES				
		Vias de acceso o salida	Intermunicipal	Localización en ladera Ancho de via		Represamiento Interrrupcion
				Volumen	Pasajeros Carga	Accidente de transito
		Vias	Vías Urbanas	Localización en ladera Tipo	V0 - V8	Represamiento Interrrupcion
				Volumen	Pasajeros Carga	Accidente de transito
	FERREOS	PUNTUALES				
		Pasos a desnivel		Tipo de estructura	luz	Represamiento Interrrupcion Accidente de transito
		Terminales	Intercambiador Modal	Capacidad Modos confluyentes		Represamiento
		LINEALES				
		Vias		Localización Pasajeros Carga		Represamiento Interrrupcion Accidente de transito
	AEREO	Aeropuerto	Intercambiador Modal	Categoria Numero de pistas Modos confluyentes		Represamiento Accidente
		Corredores aereos		Carga o pasajeros		Accidente
		Torre de control				Interrrupcion

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS

Movilidad

EVENTO AMENZANTE	ELEMENTOS	DAÑOS ESTRUCTURALES	DAÑOS FUNCIONALES	DAÑOS CORPORALES	EFECTOS SECUNDARIOS
Interrupcion	Puntuales		Incomunicación	NO	Represamientos
	Lineales		Incomunicación	NO	Represamientos
Represamiento	Lineales			NO	Perdidas Economicas
	Puntuales			NO	Perdidas Economicas
Accidente de transito	Puntuales	Daño a edificaciones Daño a elementos de la red Daño a vehículos		SI	Represamientos
	Lineales	Daño a edificaciones Daño a elementos de la red Daño a vehículos		SI	Represamientos

Tabla 3-9 Identificación y caracterización red de movilidad

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

3.5.7 Residuos sólidos

La red de recolección y disposición de residuos sólidos hace referencia al conjunto de procesos e infraestructura que permiten disponer, de una forma ambientalmente segura, los residuos que se producen tanto a nivel residencial, como industrial, comercial e institucional.

Esta red esta compuesta tanto por generadores como por operadores especializados, es decir que involucra individuos, empresas e infraestructura. Además incluye tanto el manejo y disposición final de residuos sólidos como el de los peligrosos, cuyo manejo debe considerarse de forma independiente.

Un residuo sólido o desecho1 se define como cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos, aquellos provenientes del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles.

En tanto que residuo o desecho peligroso, es aquel que por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana. También son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Los componentes de la red son los siguientes:

[1] Decreto 1713 de 2002, "Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos", ha sido modificado parcialmente por los decretos 1140 y 1505 de 2003, 838 de 2005, y 1684 de 2008. Además ha sido complementado por las Resoluciones 1045 de 2003, 477 de 2004, y 1390 de 2005, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Generador: son aquellos puntos donde se ubican inicialmente los sólidos, generalmente a corta distancia de las viviendas, industrias y comercios.

Recolección y transporte: corresponde a los elementos móviles encargados de conducir o transportar los residuos desde su fuente de generación hasta el sistema de disposición final.

Sistemas de disposición final: corresponden a las estructuras de almacenamiento, incineración, celdas de seguridad, rellenos sanitarios y vertimientos.

Las fallas asociadas a los elementos anteriormente numerados son las del tipo escapes o fugas, explosión, incendios y derrames, debido a que son los eventos relacionados con la salud pública que serian considerados como riesgo público. Estas fallas se determinaron teniendo en cuenta la capacidad, tipo y composición del residuo, ubicación, localización y seguridad de cada elemento.

La tabla 3.7 muestra la identificación completa de la red de recolección y disposición de residuos sólidos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

	COMPONENTES		CARACTERÍSTICAS		EVENTOS AMENAZANTES
RED DE RECOLECCION Y DISPOSICION DE RESIDUOS	**GENERADOR**				
		Residencial Industrial Comercial Institucional	Tipo de Residuo Estado Ubicación Volumen Segregación	Ordinarios Peligrosos Líquido Sólido Semisólido	Fugas Incendios Explosiones Derrames
	RECOLECCIÓN Y TANSPORTE				
		Vehículos	Tipo de vehículo Embalaje Seguridad Industrial		Fugas Incendios Explosiones Derrames
	SISTEMAS DE DISPOSICION FINAL				
		Almacenamiento	Capacidad Tipo de Residuo Volumen de Residuos Estibaje Ubicación Seguridad Industrial		Fugas Incendios Explosiones Derrames Desconfinamiento
		Hornos de Incineración	Capacidad Tipo de Residuo Volumen de Residuos Ubicación Seguridad Industrial		Fugas Incendios Explosiones
		Celdas de Seguridad	Capacidad Tipo de Residuo Volumen de Residuos Ubicación Aislamiento		Fugas Incendios Explosiones Desconfinamiento
		Rellenos Sanitarios	Capacidad Tipo de Residuo Volumen de Residuos Ubicación Aislamiento		Fugas Incendios Explosiones Desconfinamiento
		Vertimientos	Volumen Características: Físicas, químicas, biológi-cas y microbiológicas		Fugas

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS

EVENTOS AMENAZANTES	ELEMENTOS	DAÑOS ESTRUCTURALES	DAÑOS FUNCIONALES	DAÑOS CORPORALES	EFECTOS SECUNDARIOS
Fugas	Hídrica: Local, Zonal, Regional Aire: Local, Zonal, Regional Suelo: Local, Zonal		Pérdida de la calidad del recurso Afectación recursos biológicos	Aumento de la morbilidad y mortalidad	Afectación al componente finaciero y económico
Incendios, explosiones, derrames		Daños edificaciones	Infrestructura de servicios	Heridas, enfermedad, muerte	Afectación al componente finaciero y económico

Tabla 3-10 Identificación y caracterización red de residuos sólidos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CONTENIDO
CAPÍTULO 4

4 CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DESENCADENANTES DE EVENTOS AMENAZANTES EN LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS. 65

4.1 INTRODUCCIÓN 65

4.2 SISMOS 65

4.3 INUNDACIONES 71

4.3.1 Amenaza por inundación por desbordamiento del Río Bogotá 73

4.3.2 Amenaza de inundación por desbordamiento del Río Tunjuelo 74

4.3.3 Amenaza de inundación por desbordamiento del río Juan Amarillo 75

4.4 REMOCIÓN EN MASA 76

4.5 GRANIZO 81

4.6 VIENTOS 82

4.7 SUBSIDENCIA 84

4.8 AMENAZA TECNOLÓGICA 84

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Mapa de microzonificación sísmica de Bogotá. 66

Figura 4-2 Escenario de daños personas Fallecidas y heridas 67

Figura 4-3 Daños en la Red de Alta tensión debidos al sismo cercano fuerte y número de reparaciones en la red de gas. Fuente: Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá D.C. 68

Figura 4-4 Daños esperados en los puentes peatonales y vehiculares (red de movilidad) y la Red de Acueducto debidos al sismo cercano moderado (0.12 g). Fuente: Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá D.C. 69

Figura 4-5 Mapa de Amenaza por inundación de Bogotá. 72

Figura 4-6 Inundación Barrio La Florida por desborde de Río Bogotá 74

Figura 4-7 Mapa de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa de Bogotá. 78

Figura 4-8 Deslizamientos en Bogotá: Barrio Santa Helena, localidad Ciudad Bolívar (izq.) y Barrio La Carbonera (der.) 79

Figura 4-9 Granizada típica. Panorama General. 81

Figura 4-10 Flujo de vientos en las horas de la mañana y tarde. Fuente: IDEAM 82

Figura 4-11 Rosa de los vientos de Bogotá D.C. Fuente: IDEAM 83

Figura 4-12 Mapa de Amenaza Tecnológica. 87

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

4 CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DESENCADENANTES DE EVENTOS AMENAZANTES EN LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS.

4.1 INTRODUCCIÓN

En el territorio de Bogotá se presentan amenazas naturales representadas por los movimientos sísmicos y amenazas por eventos socio-naturales de los cuales se destacan los fenómenos de remoción en masa y las inundaciones, los cuales serán descritos en detalle a continuación. Existen otros eventos naturales y socio-naturales que afectan en menor medida a la ciudad, tales como los volcanes, las avalanchas y los hundimientos.

Adicionalmente se pueden presentar eventos asociados a fallas tecnológicas, las cuales corresponden a la posibilidad de ocurrencia de un accidente considerado para un sistema en particular, que produce una pérdida económica y/o un daño a las personas.
Estas amenazas se interpretan como eventos desencadenantes de fallas en los sistemas de redes de Servicios Públicos (Agentes detonantes).

4.2 SISMOS

La amenaza natural que mas afecta a la ciudad y a la construcción en partícula es el sismo, que causa grandes pérdidas económicas y de vidas humanas al afectar principalmente las diferentes estructuras. Las amenazas para las instalaciones como consecuencia de un sismo de alta intensidad en primer lugar son los asentamientos del subsuelo y plataforma y las vibraciones inducidas sobre las estructuras.

De acuerdo a la zonificación existente para el país y en términos generales, Bogotá presenta nivel de Amenaza Sísmica medio. Además y en relación con el estudio de microzonificación sísmica (Ver Figura 4.1) la ciudad se ha dividido en las siguientes cinco zonas homogéneas de acuerdo con la respuesta sísmica del subsuelo: Zona 1 Cerros, Zona 2 Piedemonte, Zona 3 Lacustre A. Zona 4 Lacustre B y zona 5 Terrazas y Conos.

En el estudio de microzonificación sísmica se establecieron tres fuentes sismogénicas principales: la primera corresponde a la zona de subducción del Pacifico Colombiano, la cual es significativa únicamente por las características de respuesta en algunas partes del subsuelo de Bogotá, la segunda corresponde a la fuente frontal de la cordillera oriental la cual resulta dominante en el caso de la ciudad y la tercera corresponde a las fuentes locales.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

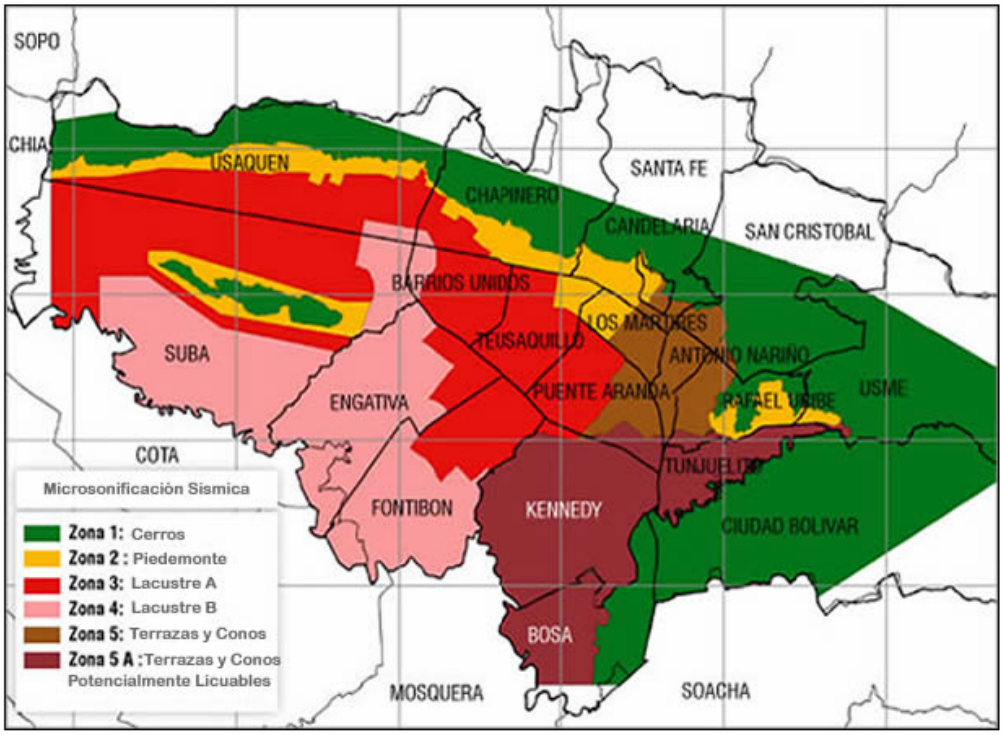


Figura 4-1 Mapa de microzonificación sísmica de Bogotá.

Fuente: www.fopae.gov.co

Los resultados del estudio de microzonificación sísmica permiten contar con los espectros de diseño para construcciones sismo resistentes que reduzcan el riego de la población. En un sismo las pérdidas están relacionadas con el colapso de estructuras en las cuales realizan sus actividades.

En el plan distrital de prevención y atención de emergencias de la ciudad de Bogotá y con base en el estudio de Escenarios de Riesgo y Pérdidas por Terremoto en Bogotá D.C, se analizaron los posibles daños como resultado de la ocurrencia de un sismo en la ciudad e interpretados al realizar el seguimiento de sucesos históricos, arrojando los porcentajes de las localidades de la ciudad que serian afectadas. Las localidades con mayor porcentaje de área destruida son San Cristóbal, Rafael Uribe, Usme, Mártires y Tunjuelito; las localidades con mayores efectos en los sectores residenciales son Candelaria, San Cristóbal, Rafael

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Uribe, Usme y Santa Fe; las localidades con mayores efectos estimados sobre los sectores comerciales son Rafael Uribe, Kennedy, Usme, San Cristóbal y Ciudad Bolívar.
Por último, el orden descendente de los sectores con daños esperados en edificaciones indispensables son STT, Seguridad, Energía, Acueducto y Alcantarillado, Educación, Salud, Administración, Gas y Telecomunicación fija.

Existen estudios sobre el impacto hipotético de un sismo de magnitud específica sobre todos los elementos de la ciudad como los son infraestructura, habitantes, redes de servicios públicos, daño ambiental, etc., obteniendo figuras ilustrativas de zonas de la ciudad más amenazadas y una cuantificación aproximada de los posibles daños. Este avance se realizó con el estudio de *microzonificación sísmica de Bogotá D.C* y el estudio *Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá D.C.*

En la Figura 4-2 se observa el escenario de daños personas Fallecidas y heridas y una primera aproximación a los daños en redes de servicios públicos.

Numero de Personas	Dia	Noche
Fallecidas	3.500	4.500
Heridas	20.000	26.000

Daño	
Redes de Acueducto	305 rupturas en tuberías
Redes de Energía	6 Kilómetros de Redes
Redes de Gas Domiciliario	60 Rupturas en líneas

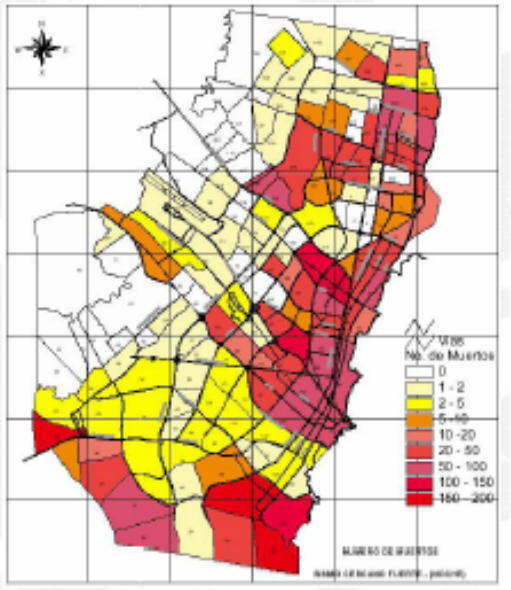


Figura 4-2 Escenario de daños personas Fallecidas y heridas
Fuente: Estudio Microzonificación Sísmica de Bogotá – INGEOMINAS – UNIANDES

De forma más específica, en la

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Figura 4-3 se observan los daños en la red de alta tensión y la red de gas de la ciudad de Bogotá debidos al sismo cercano fuerte, representando las fallas por kilómetro y una estimación del la longitud total afectada.

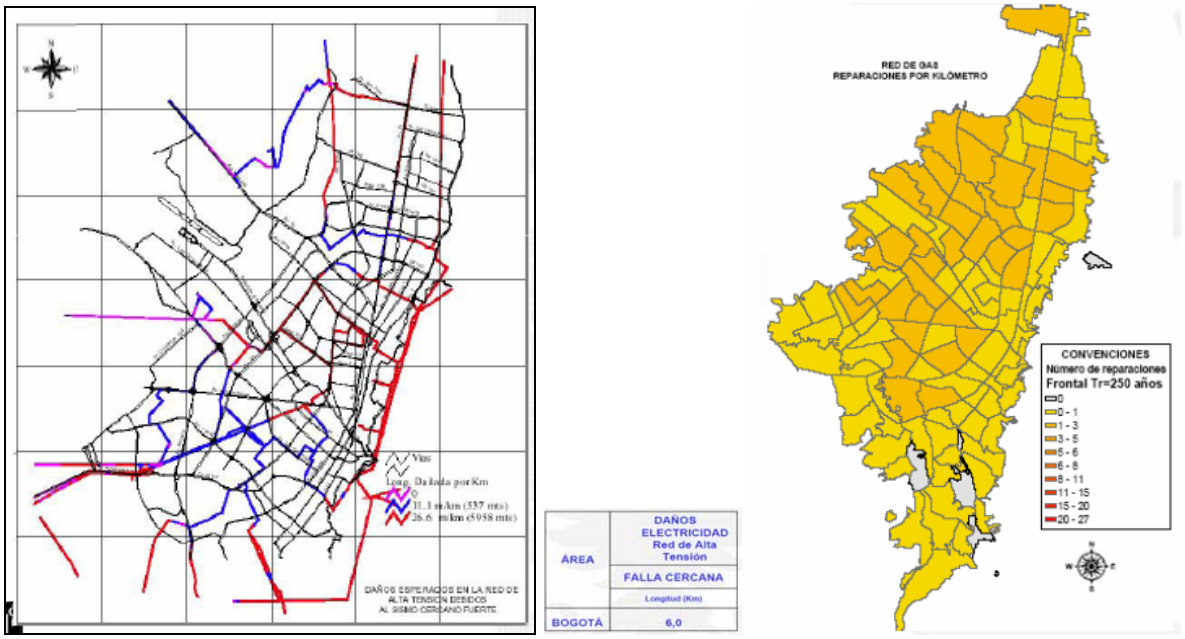


Figura 4-3 Daños en la Red de Alta tensión debidos al sismo cercano fuerte y número de reparaciones en la red de gas. Fuente: Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá D.C.

En forma similar, en la
Figura 4-4 se observan los daños esperados en la red de Acueducto debidos al sismo cercano moderado, representando las rupturas por kilómetro en la red principal como una cuantificación de daño. Las entidades encargadas de las redes realizan este tipo de análisis para disminuir el riesgo al mínimo.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

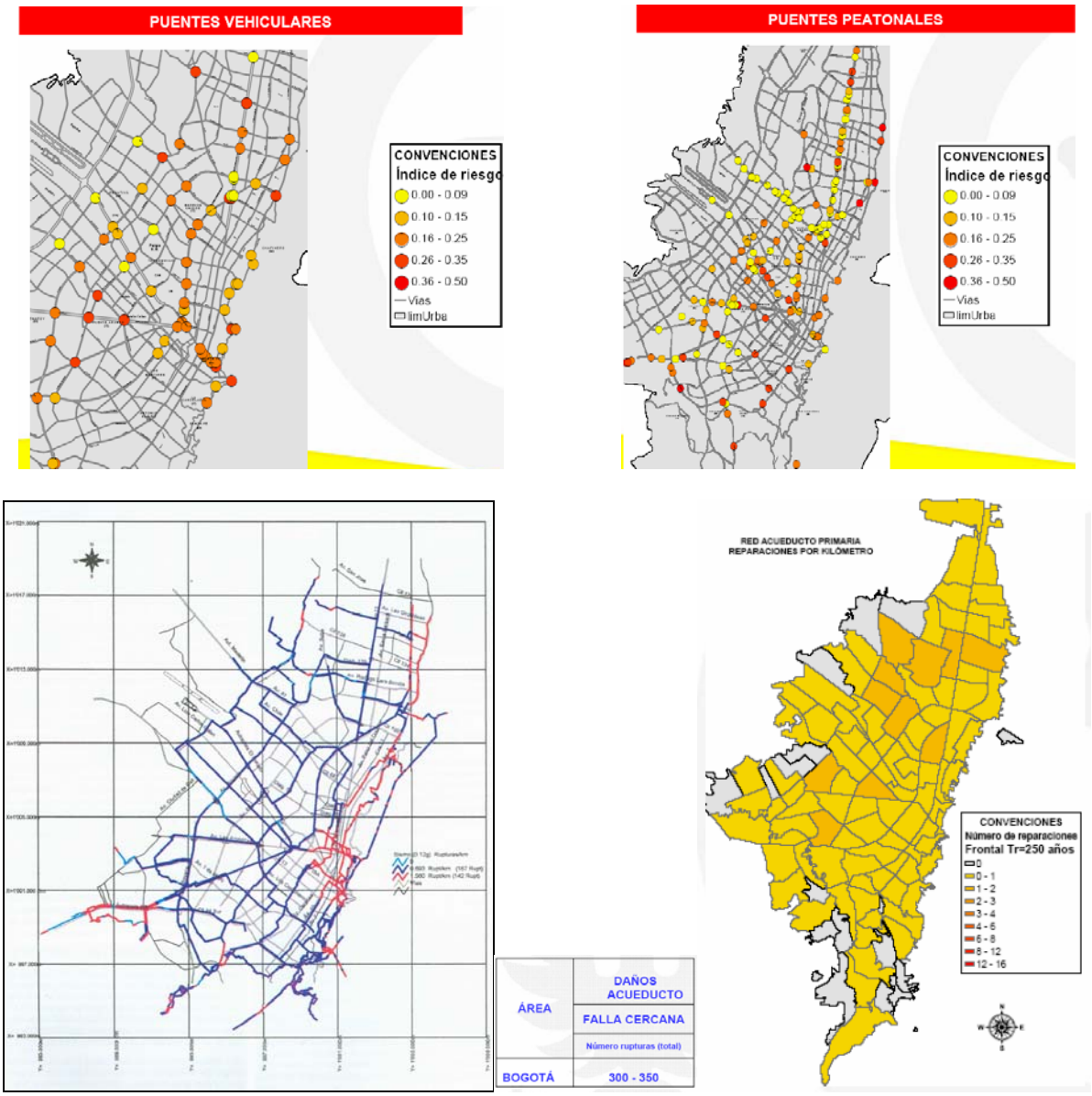


Figura 4-4 Daños esperados en los puentes peatonales y vehiculares (red de movilidad) y la Red de Acueducto debidos al sismo cercano moderado (0.12 g). Fuente: Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá D.C.

Los daños más comunes causados por estos eventos sísmicos son los siguientes:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En elementos puntuales:

- Obstrucción, contaminación, desplazamiento, rotura y colapso de tanques de almacenamiento, embalses, plantas de tratamiento, estructuras de bombeo y sistemas de captación correspondientes al acueducto.

- Desborde de embalses y tanques de almacenamiento.

- Obstrucción, desplazamiento, rotura y colapso de estaciones elevadoras, estructuras de control y plantas de tratamiento pertenecientes al alcantarillado
- Desplazamiento, volcamiento, rotura y colapso de centrales de generación, subestaciones y estructuras de soporte para la energía eléctrica

- Desplazamiento, rotura y colapso de estaciones reguladoras, vehiculares y contadores domiciliarios pertenecientes a la red de gas

- Desplazamiento, volcamiento, rotura y colapso de centrales, subcentrales y torres siendo estructuras pertenecientes a la telefonía fija y móvil.

- Desplazamiento, rotura y colapso de aeropuertos

- Obstrucción, desplazamiento, rotura y colapso de Chimeneas, celdas, plantas de tratamiento e incineración y pondajes de lixiviados en los sistemas de recolección de residuos.

En elementos lineales:

- Obstrucción, desplazamiento y rotura de las tuberías de: distribución de agua potable con sus accesorios, recolección de aguas residuales y lluvias, redes de distribución de energía eléctrica, malla de distribución de gas, cableado de telefonía fija, malla vial de la ciudad y carreteras existentes, sistemas lixiviador y de recolección de gases.

- Caída de cableado eléctrico y de telecomunicaciones.

- Cortos eléctricos que pueden generar fallas tecnológicas.

- Exposición y corrosión de tubería enterradas.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Como eventos que pueden ocurrir con posterioridad al sismo y relacionados con el son los deslizamientos, las inundaciones, la licuación de suelos y todas las fallas tecnológicas (incendios, explosiones, derrames y fugas.

En la tabla 4-1 ubicada al final del Capítulo se observa el resumen de la identificación y características de los sismo, junto con los daños asociados a la acción del evento a las redes.

4.3 INUNDACIONES

La inundación es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua como resultado de lluvias intensas y continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua. Con base en la definición de áreas de amenaza, se especifican las siguientes categorías:

- Amenaza alta: zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de una corriente de agua, calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, con una profundidad de lamina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos graves y potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad de ser inundada por lo menos una vez cada 10 años durante la vida útil del jarillón y probabilidad de ocurrencia mayor a 65%.

- Amenaza media: zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de la corriente de agua, calculado para el caudal creciente entre los periodo de retorno de 10 y 100 años, con una profundidad de lamina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos moderados potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad entre el 10 y el 65% de ser inundada durante la vida útil del jarillón.

- Amenaza baja: zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de la corriente de agua, calculado para el caudal de creciente de periodo de retorno mayor o igual a 100 años, con una profundidad de lamina de agua con efectos leves potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad de ser inundada por lo menos una vez cada 100 años durante la vida útil del jarillón y probabilidad de ocurrencia menor a 10%.

Para el caso de Bogotá, estas áreas de amenaza están representadas en la Figura 4-5, Mapa de Amenaza por Inundación. La amenaza por inundación primordial en la ciudad de

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Bogotá esta dada por el desbordamiento de tres ríos principales: el río Bogotá, el río Tunjuelo y el río Juan Amarillo, las cuales se explican más adelante.

Para la caracterización objetiva de los riesgos en el escenario de construcción se debe resaltar la problemática encontrada por encharcamiento en las localidades de Suba, Engativá, Fontibón, Bosa y Tunjuelito. En las localidades de Engativá, Suba, Kennedy, Fontibón y Bosa se presenta inundación por desbordamiento, reflujo y encharcamiento asociada a las áreas de los humedales. En la localidad de Usme por inundación del Río Tunjuelo y en Ciudad Bolívar por la influencia de las quebradas torrenciales que nacen en los cerros orientales.

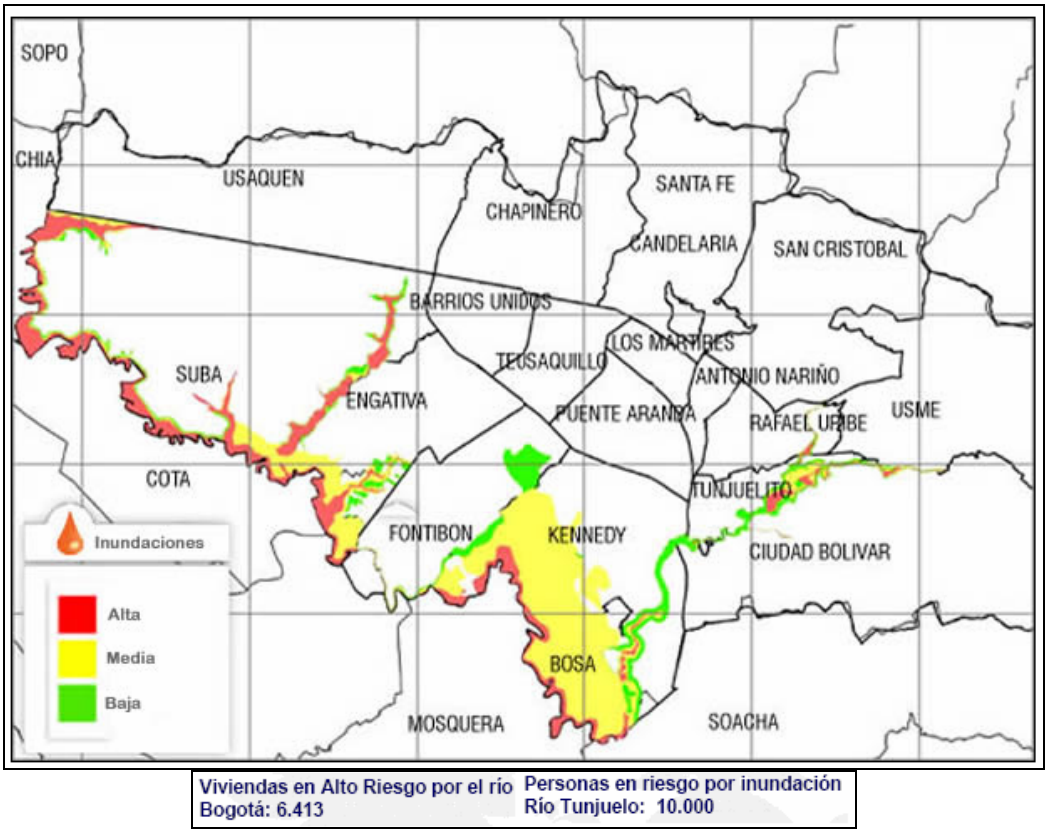


Figura 4-5 Mapa de Amenaza por inundación de Bogotá.
Fuente: www.fopae.gov.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

4.3.1 Amenaza por inundación por desbordamiento del Río Bogotá

La zona de afectación por el río Bogotá se presenta en la zona oriental paralela al río, siendo de ancho variable y determinada por la probabilidad de que se presente un desbordamiento de cauce para un periodo de retorno de 10 años ya sea por causas naturales, intervención antrópica no intencional y con una profundidad de lamina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos.

Con base en las características geomorfológicas regionales de valle aluvial del río Bogotá desde el puente del común al norte hasta el Alicachin al sur, dicho valle se divide morfológicamente en tres segmentos con características propias especiales. El sector alto presenta una alternancia de llanuras aluviales de inundación y llanuras de inundación activas, haciéndose estas últimas más frecuentes aguas abajo y ocupando mayor área dentro del lecho mayor. El sector medio desaparece el confinamiento lateral de la terraza alta, al entrar en una zona amplia en que predomina la llanura aluvial y las zonas de inundación activas en una franja que locamente sobrepasa los 6 Km. de ancho. Se presentan zonas de inundación activas sobre aguas abajo del Río Fucha más que en toda la vertiente occidental del río, que ha sido utilizada en los inviernos como zona de amortización.

Al frente de las bocas del Río Tunjuelo se encuentra igualmente una zona de inundación de aproximadamente 1 kilómetro cuadrado sobre la vertiente occidentales la confluencia del río Vasillas y la que fue antiguamente la boca del río Soacha se presenta una amplia zona de inundación a ambos lados del río Bogotá, con una forma triangular cónica que se reduce al distanciarse el mismo, lo cual indica la influencia de los ríos para su conformación. En el sector bajo se nota nuevamente el valle como una unidad geomorfológica excavada en la terraza que a su vez disminuye su extensión debido al cierre paulatino conformado por el basamento de rocas sedimentarias.

Las condiciones hidrológicas del río Bogotá permiten definir caudales medio con una distribución bimodal reflejando el régimen pluviométrico típico de la Sabana de Bogotá. Con un rezago de aproximadamente un mes, el caudal varia entre 15.4 M3/s en la estación río Bogotá, puente de la línea cerca de la localidad de Suba y 30.7 M3/s sobre la localidad de Kennedy. Las variaciones hidrológicas para el análisis de amenazas por inundaciones están relacionadas con los caudales máximos del río y sus afluentes principales.

Esta amenaza es debida a las condiciones hidráulicas del río Bogotá y particularmente a la deficiencia de sus jarillones. Los jarillones de la margen occidental del río son en algunos casos, más altos que los correspondientes a la margen oriental lo que origina que este se desborde sobre ésta tal como se observa en laFigura 4-6. La zona que afecta una mayor área urbana es la de Tíntales por corresponder a la parte baja del río.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 4-6 Inundación Barrio La Florida por desborde de Río Bogotá

4.3.2 Amenaza de inundación por desbordamiento del Río Tunjuelo

Existe la posibilidad de desbordamiento del río Tunjuelo aun para caudales con periodos de retorno de 10 años, en el tramo comprendido entre Cantarrana (aguas debajo de la confluencia de la quebrada Yomasa) y la entrada al embalse No 1, y a confluencia con la quebrada La estrella, las inundaciones afectan zonas no urbanizadas, actualmente explotadas comercialmente para la obtención de gravas; aguas debajo de la quebrada mencionada y hasta la entrada al embalse No 1, las inundaciones afectan áreas urbanizadas.

En el tramo inferior, el río forma su llanura aluvial amplia, que se traslapa con la llanura aluvial del río Bogotá y presenta un cauce meándrico donde e urbanismo a rellenado y cubierto gran parte de la morfología. Una de las características principales de este tramo es la presencia del dique perimetral que controla parcialmente las inundaciones, el cual presenta zonas inestables por procesos de socavación de la pata del talud con desplome del material de relleno. Según lo anterior, la inundación que se puede presentar en el Tunjuelo Bajo depende de la estabilidad de los diques y de las medidas de control de crecientes en el

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tunjuelo Bajo; dentro de las medidas realizadas para el control de los caudales esta el Embalse de Cantarrana, recientemente construido y que ayuda al alivio de las crecientes.

4.3.3 Amenaza de inundación por desbordamiento del río Juan Amarillo

En el río Juan Amarillo las corrientes del sector alto presentan velocidades altas, las cuales se ven considerablemente disminuidas en el momento que ingresan al sector medio. La parte baja amortigua las crecientes generadas en los sectores alto y medio en los embalses de Córdoba y Juan Amarillo antes de su entrega al río Bogotá, lo cual lo protege de inundaciones a sectores aguas abajo pero crea localmente condiciones de niveles altos de agua en inmediaciones de los embalses de amortiguación.

Los daños más comunes en las redes producidos por las inundaciones son los siguientes:

En elementos puntuales:

- Obstrucción, desplazamiento, socavación de cimentaciones y contaminación de tanques de almacenamiento, embalses, plantas de tratamiento, estructuras de bombeo y sistemas de captación correspondientes al acueducto.

- Obstrucción, desplazamiento, socavación de cimentaciones y colapso de estaciones elevadoras, estructuras de control y plantas de tratamiento pertenecientes al alcantarillado.

- Obstrucción, desplazamiento, socavación de cimentaciones y colapso de centrales de generación, subestaciones y estructuras de soporte para la energía eléctrica

- Obstrucción, desplazamiento, socavación de cimentaciones y colapso de estaciones reguladoras, vehiculares y contadores domiciliarios pertenecientes a la red de gas

- Desplazamiento, socavación de cimentaciones, rotura y colapso de centrales, subcentrales y torres siendo estructuras pertenecientes a la telefonía fija y móvil.

- Desplazamiento, rotura y colapso de aeropuertos

- Obstrucción, desplazamiento, socavación, rotura y colapso de Chimeneas, celdas, plantas de tratamiento e incineración y pondajes de lixiviados en los sistemas de recolección de residuos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En elementos lineales:

- Obstrucción, desplazamiento, rotura de las tuberías de: distribución de agua potable con sus accesorios, recolección de aguas residuales y lluvias, redes de distribución de energía eléctrica, malla de distribución de gas, cableado de telefonía fija, malla vial de la ciudad y carreteras existentes, sistemas lixiviador y de recolección de gases.

- Caída de cableado eléctrico y de telecomunicaciones.

- Exposición, corrosión y contaminación de tubería y elementos enterrados.

Las inundaciones en segunda instancia pueden producir contaminación de aire, agua y suelo y reflujos.

La identificación y caracterización de las inundaciones se puede observar en forma resumida en la tabla 4.1, ubicada al final del Capitulo, junto con los daños asociados a la acción del evento a las redes.

4.4 REMOCIÓN EN MASA

Las zonas de montaña que conforman los cerros de la ciudad están sometidas a un proceso natural de transformación constante de las formas de relieve debido a la acción frecuente de las lluvias, a la fuerza erosiva de los cursos de agua y a la resistencia que ofrecen las rocas y los suelos a ser desintegrados y arrastrados. Adema de estos procesos erosivos, se presentan movimientos de roca y suelo que se desplazan cuesta abajo. Estos procesos se conocen como Fenómenos de Remoción en Masa FRM y se deben a la perdida de equilibrio natural de la ladera.

Existen fenómenos de remoción en masa que se diferencian entre si por la forma en que las rocas y los suelos se rompen y desplazan a lo largo de las laderas. Los más frecuentes en nuestra ciudad son los deslizamientos, caídas y flujos.

Se consideran tres categorías de amenaza, alta, media y baja, definidas por la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino a los bienes, servicios, infraestructura, medio ambiente o a la vida. Estas categorías de amenaza demarcan zonas ubicadas en las zonas de pendiente y por ende se han realizado Mapas ilustrativos al detalle, como el mostrado en la Figura 4-7 de acuerdo a las siguientes características:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Amenaza alta: zona donde existe una probabilidad mayor de 44% de que se presente un fenómeno de remoción en masa en un periodo de 10 años, con un factor de seguridad menor de 1.1, con evidencia de procesos activos.

- Amenaza media: zona donde existe una probabilidad de entre 12 y 44% de que se presente un fenómeno de remoción en masa en un periodo de 10 años, con factor de seguridad igual o mayor de 1.1 y menor de 1.9, sin evidencia de procesos activos.

- Amenaza baja: zona donde existe probabilidad menor del 12% de que se presente un fenómeno de remoción en masa en un periodo de 10 años con un factor de seguridad mayor o igual a 1.9.

En las tres categorías los fenómenos de remoción en masa puede presentarse por causas naturales o por intervención antrópica no intencional.

En los últimos 40 años, los procesos de urbanización del distrito capital se han caracterizado por tener un crecimiento rápido y desordenado y han traído como resultado la ampliación del perímetro urbano hacia las partes altas de los cerros, transformando el uso del suelo de áreas rurales en zonas de explotación (canteras). Toda esta presión de la población por conseguir techo y trabajo ha traído como resultado la ubicación de familias en áreas que presentan alto riego por inestabilidad como canteras, zonas cercanas a cauces y ríos, zonas con evidencias de procesos de inestabilidad, pendientes altas, rellenos y botaderos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

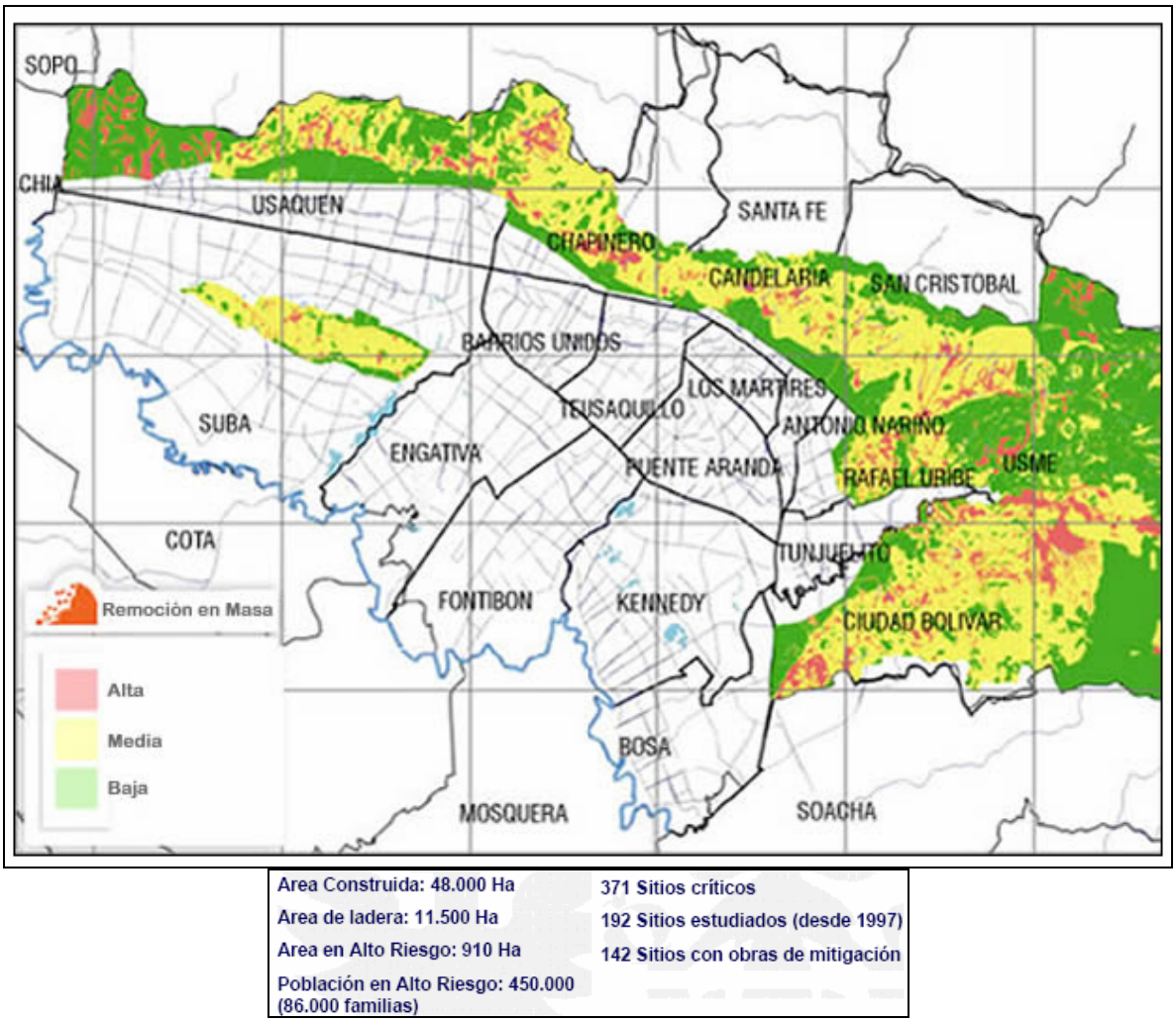


Figura 4-7 Mapa de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa de Bogotá.
Fuente: www.fopae.gov.co

En los estudios de zonificación de amenazas se han identificado cerca de 450 zonas urbanas afectadas por fenómenos de remoción en masa y alrededor de 200 escarpes, localizados en áreas de canteras consideradas como zonas potencialmente inestables. En la actualidad, las localidades mas afectadas por dichos fenómenos son Ciudad Bolívar, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Usme. Suba, Chapinero y Usaquén, tal y como se observa en la Figura 4-8

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 4-8 Deslizamientos en Bogotá: Barrio Santa Helena, localidad Ciudad Bolívar (izq.) y Barrio La Carbonera (der.)

Según diversos estudios, los FRM afectan generalmente áreas pequeñas (máximo una o dos manzanas), sin embargo ocasionan grandes daños como perdida total o parcial de viviendas, ruptura de las redes de servicios públicos de energía, acueducto, alcantarillado y teléfono, taponamiento y obstrucción de vías, interrupción o congestión de servicios de salud y educación y en menor grado perdida de vidas humanas.

La amenaza por remoción en masa puede ser disminuida por la intervención directa, es decir, por medio de la ejecución de obras de protección y control entre las cuales se encuentran anclajes y pernos en roca, muros de contención, zanjas de coronación y cunetas, estructuras de bajada, canales periféricos, filtros, mallas ancladas y gaviones o espolones, entre otros, que se aplican para caso especifico.

Los daños desencadenados por los fenómenos de remoción en masa son los siguientes:

En elementos puntuales:

- Acumulación de masas de tierra y rocas sobre cualquier estructura generando obstrucción, desplazamiento y/o rotura.
- Obstrucción, cambio de la calidad del agua, desplazamiento, rotura y colapso de tanques de almacenamiento, embalses, plantas de tratamiento, estructuras de bombeo y sistemas de captación correspondientes al acueducto.
- Acumulación de masas de tierra y rocas dentro del perímetro del embalse y daños en la presa.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Obstrucción, desplazamiento, rotura y colapso de estaciones elevadoras, estructuras de control y plantas de tratamiento pertenecientes al alcantarillado

- Desplazamiento, volcamiento, rotura y colapso de centrales de generación, subestaciones y estructuras de soporte para la energía eléctrica

- Desplazamiento, rotura y colapso de estaciones reguladoras, vehiculares y contadores domiciliarios pertenecientes a la red de gas

- Desplazamiento, volcamiento, rotura y colapso de centrales, subcentrales y torres siendo estructuras pertenecientes a la telefonía fija y móvil.

- Desplazamiento, rotura y colapso de aeropuertos

- Obstrucción, desplazamiento, rotura y colapso de Chimeneas, celdas, plantas de tratamiento e incineración y pondajes de lixiviados en los sistemas de recolección de residuos.

En elementos lineales:

- Obstrucción, desplazamiento y rotura de las tuberías de: distribución de agua potable con sus accesorios, recolección de aguas residuales y lluvias, redes de distribución de energía eléctrica, malla de distribución de gas, cableado de telefonía fija, sistemas lixiviador y de recolección de gases.

- Caída de cableado eléctrico y de telecomunicaciones.

- Exposición de tubería enterrada.

- Obstrucción total o parcial de la malla vial de la ciudad y carreteras existentes, impidiendo la movilidad.

Como eventos que pueden ocurrir con posterioridad a los fenómenos de remoción en masas y generados por él son las avalanchas, la erosión y la contaminación

En la tabla 4-1 ubicada al final del Capitulo se observa el resumen de la identificación y características de los fenómenos de remoción en masa, junto con los daños asociados a la acción del evento en las redes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

4.5 GRANIZO

Los acontecimientos en los cuales la lluvia, originalmente en estado líquido, pasa a estado sólido y se precipita en forma de hielo se le llama granizo. El granizo se produce en tormentas intensas en las que se producen gotas de agua sobreenfriadas, es decir, aún líquidas pero a temperaturas por debajo de su punto normal de congelación (0 °C).

Las bolas de granizo suelen ser pequeñas, de algunos milímetros de diámetro. Sin embargo, de vez en cuando se originan bolas mucho mayores, de varios centímetros de diámetro debido a que en la circulación ciclónica de la tormenta, las pequeñas bolas ascienden y descienden varias veces formándose distintas capas de hielo, unas sobre otras. Dependiendo de su tamaño, las bolas de granizo pueden no ser más que una pequeña molestia, causar daños en automóviles y estructuras de cristal, pudiendo causar heridas a las personas. Debido a su proceso de formación todas ellas tienen una estructura en forma de capas de cebolla.



Figura 4-9 Granizada típica. Panorama General.

En Bogotá el 3 de noviembre del año 2007 hubo una granizada fuerte en toda la ciudad, se presentaron emergencias por inundación y autos atrapados en toda la ciudad; así mismo se han presentado fuertes granizadas en sectores localizados de la ciudad generalmente el nororiente donde son mas frecuentes; destaca la presentada el 26 de marzo de 2008 en 5 barrios del noroccidente de la ciudad (Quirigua, Bachué, Bochica, Bolivia y Cortijo), el granizo alcanzo a cubrir el suelo con unos 15 cm. de altitud, al mismo tiempo se presentaron emergencias en las zonas residenciales por la rotura de los tejados y el colapso del techo un

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

colegio donde tuvieron que ser canceladas las clases por un día, aunque el granizo no supero los 3 cm. de diámetro, la tormenta con la caída del granizo duro cerca de media hora.

El Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos no descarta nuevas granizadas en la capital del país, en las diferentes temporadas invernales típicas del país. Sin embargo, no es posible precisar cuándo se pueden presentar una intensa caída de granizo como ha ocurrido anteriormente. El meteorólogo del IDEAM, Daniel Useche, explicó que se requiere un radar especial para poder detectar este fenómeno climático que se produce en cuestión de horas.

4.6 VIENTOS

En la ciudad como es común se presentan en las horas de la mañana velocidades medias menores a las registradas en las horas de la tarde.

El flujo de viento de las horas de la mañana es de un flujo de sur y oriente con dirección occidente de la ciudad, y otro del oriente hacia el norte de la ciudad en el sector NORTE, tal y como se observa en la figura 4-10

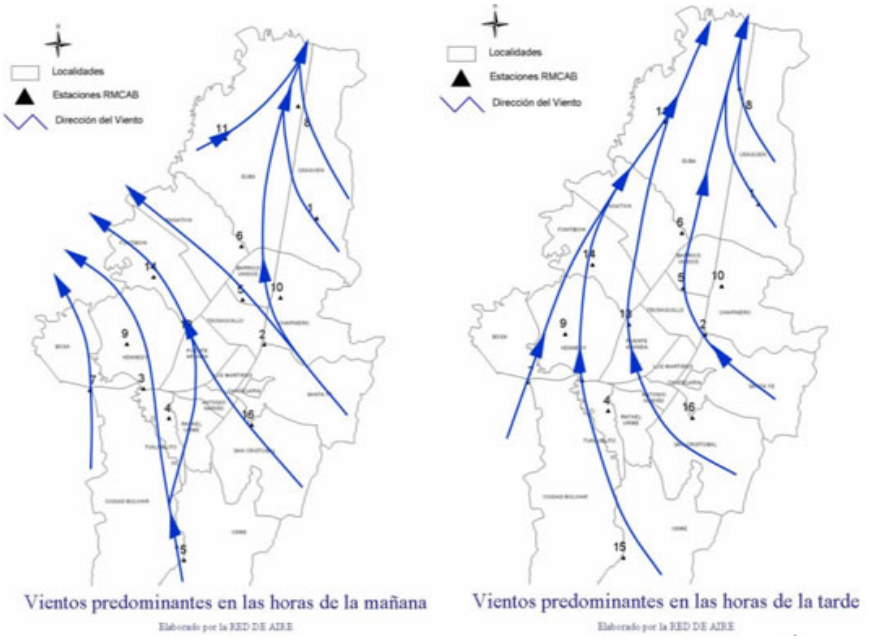


Figura 4-10 Flujo de vientos en las horas de la mañana y tarde. Fuente: IDEAM

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El las horas de la tarde la dirección del viento es del sur y sur occidente con dirección al norte en toda la ciudad.

Régimen anual de viento en Bogotá

La figura 4-11 resume las velocidades medias encontradas, las direcciones y los porcentajes de ocurrencia de los vientos de Bogotá, resultados obtenidos por el Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos. Se observa una preferencia de los vientos por la dirección Nor. Este y así mismo la velocidad del viento aumentan en esta dirección.

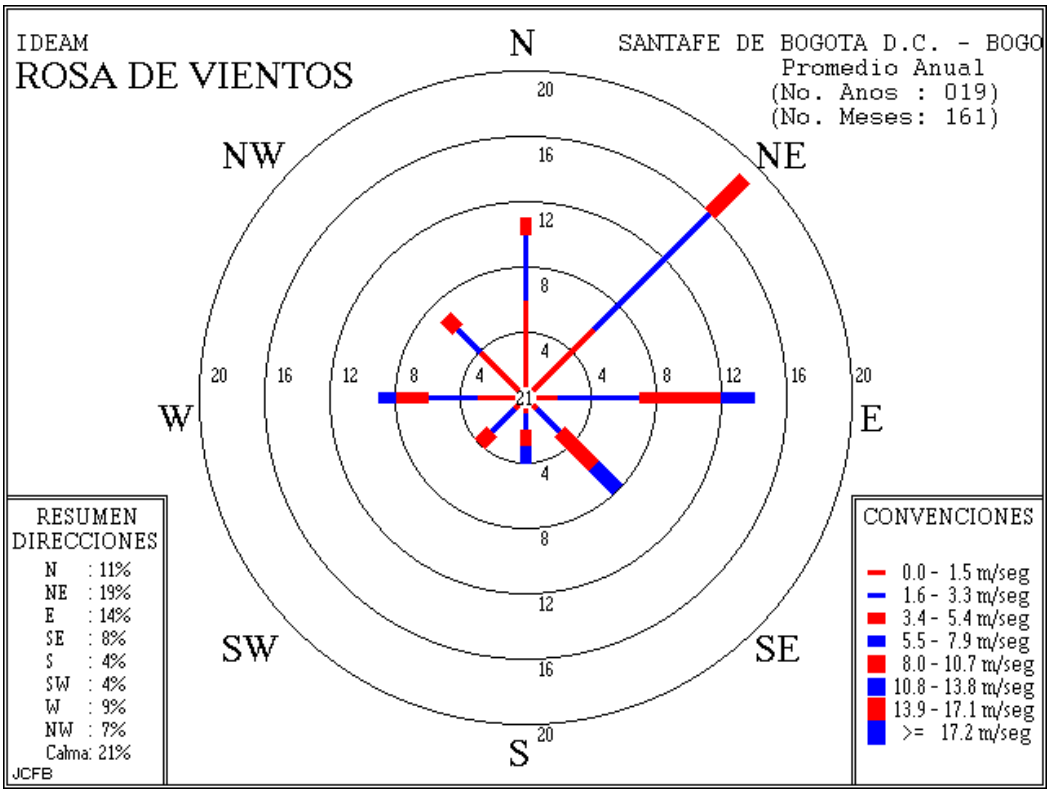


Figura 4-11 Rosa de los vientos de Bogotá D.C. Fuente: IDEAM

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

4.7 SUBSIDENCIA

La subsidencia es un problema que afecta grandes extensiones de terreno, sin embargo, las zonas urbanas, debido a la infraestructura existente, son más susceptibles a los pequeños movimientos del terreno. Se conocen casos a nivel mundial en ciudades como Las Vegas, Santa Clara y Long Beach en los Estados Unidos de América, Ciudad de México en México, y Venecia en Italia. En Bogotá, se ha identificado en algunos sectores el hundimiento progresivo del terreno, que potencialmente puede afectar la estabilidad de la infraestructura de la ciudad y originar situaciones de amenaza que merecen atención.

La ciudad de Bogotá se encuentra cimentada en gran parte sobre arcillas plásticas de color gris oscuro, en estratos de 0,4 a 1,0m de espesor, con interestratificaciones de lentes de arena y grava e intercalaciones de ceniza volcánica de color gris blancuzco, las cuales son más abundantes hacia la parte media del depósito. Los niveles arenosos y de gravas son importantes para el almacenamiento de agua.

De acuerdo con Pérez[1], la subsidencia en la sabana de Bogotá es un fenómeno natural inherente a la formación de la cordillera Oriental y al consecuente gran lago, del cual eran afluentes el río Bogotá y sus tributarios. El drenaje de este lago era en el salto del Tequendama. Otros[2], atribuyen la ocurrencia del fenómeno a la sobre-explotación de acuíferos en la sabana de Bogotá. Instituciones como el Departamento Administrativo de Media Ambiente – DAMA, hoy Secretaría Distrital del Ambiente, han realizado estudios de la afectación de los acuíferos, y concluyeron, que el volumen de extracción de agua a través de pozos profundos no podría generar un abatimiento del nivel freático, capaz de ocasionar una consolidación local del terreno.

4.8 AMENAZA TECNOLÓGICA

La amenaza tecnológica esta relacionada con los eventos que se pueden presentar dentro de las industrias o estructuras por situaciones inherentes a ella o por un agente externo intempestivo. Las amenazas industriales están relacionadas con incendios, explosiones, fugas y derrames generados por la liberación de sustancias químicas peligrosas presentes

[1] Pérez Preciado, Alfonso. *La estructura geológica principal de la sabana de Bogotá*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Junio de 2000.
[2] Rodríguez, César. *Subsidencia en la Sabana de Bogotá debido a la explotación de aguas subterráneas.* VII Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería en Colombia, 1992.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

en los establecimientos industriales o por inadecuado funcionamiento de los equipos involucrados en el proceso productivo; podrían ocurrir, entre otros:

- Fallos en tanque de almacenamiento y tuberías, debidos a corrosión interna, desgaste, grietas o rotura de soldaduras y por sobrepresión.

- Fugas por inadecuada impermeabilización de las paredes y fondo de tanques y/o recintos de contención

- Fallos en instalaciones auxiliares (como tuberías de carga – descarga y sistema eléctrico), por conexiones defectuosas, corrosión (tanto interna como externa), obstrucciones, roturas o debilitamiento, ya sea por vibraciones o tensiones cíclicas, fallos de conexión con el equipo correspondiente, corto circuitos y cortes del suministro de electricidad.

- Fallos en los elementos de regulación y control (como válvulas manuales / automáticas, indicadores / reguladores, válvulas e drenaje, purga, etc.), por falta de estanqueidad, fallo en la operación como bloqueo de la válvula, obstrucción de la sección de paso cierre defectuoso o actuaciones incontroladas, rotura, fallo a demanda o inversión de flujo.

- Fallos en elementos específicos de seguridad (como válvulas de seguridad, alarmas, discos de ruptura, etc.), por bloqueos o aperturas descontroladas.

- Fugas y / o derrames durante las operaciones de mantenimiento (remoción y limpieza de barros y fondos de tanques, transferencia de productos, etc.), durante la fase de operación. En la fase de abandono de instalaciones, existe la amenaza de contaminación del suelo del agua superficial o subterránea con barros y restos de hidrocarburo u otros productos.

En el distrito capital, la ocurrencia de eventos se debe principalmente a sustancias inflamables o combustibles cerca de fuentes de ignición (chispas eléctricas, electricidad estática, altas temperaturas y llamas), fuga de gases (cloro, propano, oxigeno y amoniaco), por deterioro de las válvulas de los cilindros, tanques de almacenamiento y carro tanques, fugas de propano también por deterioro de mangueras de carro tanques, fallas humanas por parte de los conductores, en el transporte de materiales peligrosos (gasolina, propano y sustancias corrosivas), procedimientos inseguros para el trasiego de sustancias peligrosas (ácidos y disolventes) y llenado de pipas de gas propano, operación incorrecta y manejo deficiente de calderas, deterioro de envases de sustancias peligrosas durante el transporte e incompatibilidades (reacciones peligrosas) entre materiales peligrosas por incorrecto

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

almacenamiento, entre otros. Los eventos ocurridos han levado a la obtención del Mapa de amenaza tecnológica, el cual se observa en la Figura 4-12.

Para conocer el riesgo tecnológico en la ciudad, es necesario que todas la entidades publicas y privadas desarrollen actividades industriales, realicen estudios y análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo tecnológico tanto interno como externo, que determinen la probabilidad de ocurrencia de emergencias o desastres en sus áreas de jurisdicción o influencia, o que puedan ocurrir con ocasión o a causa de sus actividades y las capacidades y disponibilidades en todos los ordenes para atenderlos, reflejados en los planes de emergencia y contingencia para cada amenaza identificada, garantizando que los riesgos internos no involucren el área de influencia externa.

A continuación se presentan los principales daños que se pudieren presentar por fallas tecnológicas:

En elementos puntuales:

- Contaminación, rotura y colapso de tanques de almacenamiento, embalses, plantas de tratamiento, estructuras de bombeo y sistemas de captación correspondientes al acueducto.

- Rotura y colapso de estaciones elevadoras, estructuras de control y plantas de tratamiento pertenecientes al alcantarillado

- Incineración, rotura y colapso de centrales de generación, subestaciones y estructuras de soporte para la energía eléctrica

- Incineración, rotura y colapso de estaciones reguladoras, vehiculares y contadores domiciliarios pertenecientes a la red de gas

- Rotura y colapso de centrales, subcentrales y torres siendo estructuras pertenecientes a la telefonía fija y móvil.
- Rotura, incineración y colapso de aeropuertos

- Rotura y colapso de Chimeneas, celdas, plantas de tratamiento e incineración y pondajes de lixiviados en los sistemas de recolección de residuos.

- Pérdida total o parcial e las redes de servicios públicos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En elementos lineales:

- Rotura o incineración de las tuberías de: distribución de agua potable con sus accesorios, recolección de aguas residuales y lluvias, redes de distribución de energía eléctrica, malla de distribución de gas, cableado de telefonía fija, sistemas lixiviador y de recolección de gases.

- Rotura e incineración del cableado eléctrico y de telecomunicaciones.

- Obstrucción total o parcial de la malla vial de la ciudad y carreteras existentes, impidiendo la movilidad.

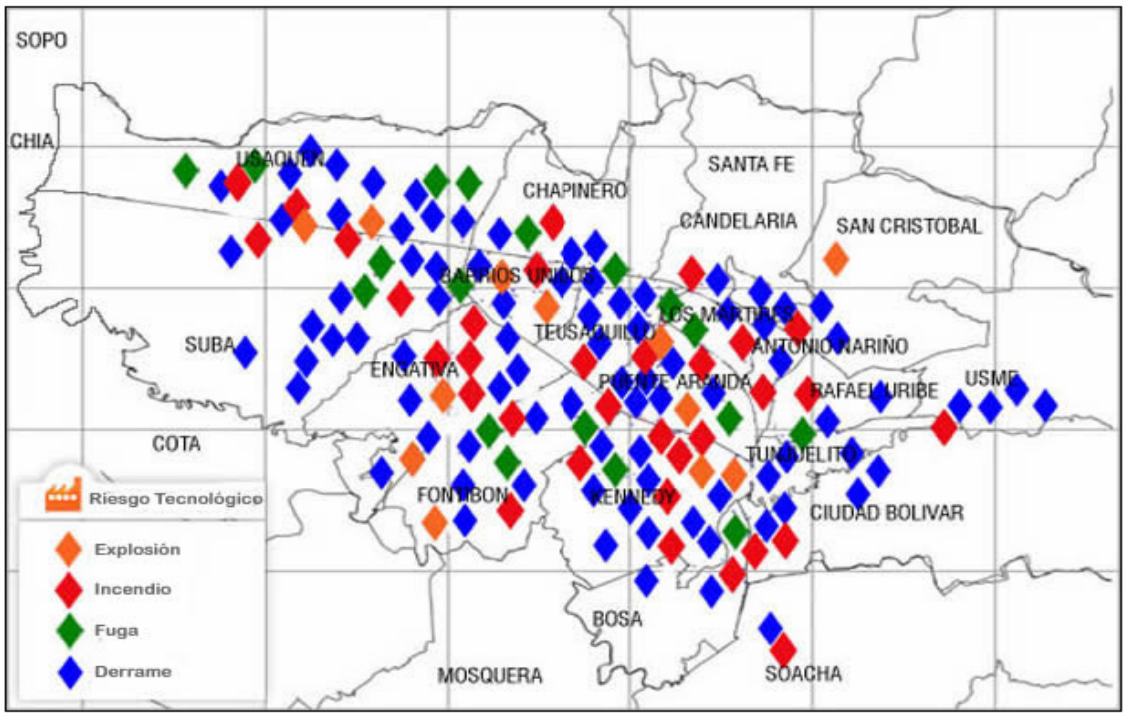


Figura 4-12 Mapa de Amenaza Tecnológica.
Fuente: www.fopae.gov.co

Como eventos que pueden ocurrir con posterioridad a las amenazas tecnológicas y generados por ellas son la contaminación y una sucesión de nuevas fallas tecnológicas como incendio y explosiones.

TABLA 4.1 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS EVENTOS DESENCADENANTES

	EVENTO	MANIFESTACIÓN	EFECTOS SECUNDARIOS	FACTORES DE CAUSA DE FALLA	TIPO DE FALLA ASOCIADA	
					Elementos	Falla
NATURALES	Sismo	Deformaciones Vibraciones Levantamientos Densificación	Deslizamientos Inundaciones Licuación	Magnitud Calidad del terreno	Lineales	Obstrucción Desplazamiento Rotura
					Puntuales	Obstrucción Desplazamiento Volcamiento Rotura Colapso
	Volcanes	Flujo piroclástico Lava Emisión de Gases Emisión de cenizas Explosión	Deslizamientos Avalanchas Incendios Sismos Contaminación	Energía Calor Velocidad	Lineales	Obstrucción Desplazamiento Rotura Incineración
					Puntuales	Obstrucción Desplazamiento Volcamiento Rotura Incineración
	Granizo	Precipitación de hielo Impacto	Inundaciones	Duración	Lineales	Obstrucción Desplazamiento Rotura
					Puntuales	Obstrucción Desplazamiento Rotura
	Vientos	Fuerzas		Velocidad	Lineales	Desplazamiento Rotura
					Puntuales	Desplazamiento Rotura
SOCIO - NATURALES	Inundaciones	Flujo de agua Arrastre Aumento altura de agua	Contaminación Reflujos	Nivel de agua Impacto Velocidad Permanencia Energía Duración lluvia	Lineales	Obstrucción Desplazamiento
					Puntuales	Obstrucción Desplazamiento Socavación Contaminación Colapso
	Deslizamientos	Desplazamientos Impacto Empujes Flujos Caídas	Avalanchas Contaminación Erosión	Volumen de masa Empuje Energía Distancia de viaje Compresión - tensión	Lineales	Obstrucción Desplazamiento Rotura
					Puntuales	Obstrucción Desplazamiento Volcamiento Colapso
	Avalanchas	Flujos muy rápidos	Contaminación	Velocidad	Lineales	Obstrucción Desplazamiento Rotura
					Puntuales	Obstrucción Desplazamiento Colapso
	Hundimientos	Deformaciones		Área	Lineales	Desplazamiento Rotura
					Puntuales	Desplazamiento Rotura
	Incendios	Calor Llama - luz	Explosiones	Magnitud Alimentación fuego Velocidad de propaga	Lineales	Incineración Rotura
					Puntuales	Incineración Colapso

ANTROPICOS NO INTENCIONALES - CONDUCTAS NEGLIGENTES	Fallas Tecnológicas	Explosiones	Emisión Calor Emisión Gases Onda explosiva	Incendios Contaminación	Magnitud	Lineales	Rotura
						Puntuales	Colapso Contaminación
		Incendios	Calor Llama - luz	Explosiones	Magnitud Alimentación fuego Velocidad de propaga	Lineales	Incineración Rotura
						Puntuales	Incineración Colapso
		Escapes	Perdida de gases	Explosiones Incendios Contaminación	Indetección Volatilidad	Lineales	Rotura Colapso
						Puntuales	Contaminación
		Derrames	Perdida de líquidos	Contaminación	Difusión rápida	Lineales	Rotura
						Puntuales	Rotura Contaminación
	Accidentes	Vehiculares	Impacto	Explosiones Incendios Derrames Escapes	Velocidad	Lineales	Obstrucción Desplazamiento Rotura
						Puntuales	Obstrucción Desplazamiento Rotura Colapso
		Aéreos	Impacto	Explosiones Incendios Derrames Escapes	Velocidad Magnitud		
		Férreos	Impacto	Explosiones Incendios Derrames Escapes	Magnitud		
	Rotura presas		Flujo	Inundaciones Avalanchas	Energía	Lineales	Obstrucción Desplazamiento

CONTENIDO
CAPÍTULO 5

5 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS. 97
5.1 ACUEDUCTO 97
5.1.1 TANQUES DE ALMACENAMIENTO 99
5.1.2 ESTACIONES 103
5.1.3 REDES MATRICES 106
5.1.4 HIDROELÉCTRICA 118
5.1.5 PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL PLAN MAESTRO (Agosto 2006) 120
5.2 ALCANTARILLADO 121
5.2.1 Estructuras de control de inundación o pondajes 123
5.2.2 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales 124
5.2.3 Estaciones Elevadoras 125
5.2.4 Redes Principales 125
5.3 ENERGÍA 127
5.3.1 Generación 127
5.3.2 Transmisión y Transformación 128
5.3.3 Distribución 130
5.4 TELECOMUNICACIONES 133
5.4.1 Telefonía Fija 133
5.4.2 Telefonía Móvil y Trunking 134
5.4.3 Radio y Televisión 135
5.5 GAS 135
5.5.1 Estación de Regulación Puerta de Ciudad: ERPC (CITY GATE) 136
5.5.2 Estaciones de Regulación de Presión ERP en espacio público y privado 137
5.5.3 Contadores o medidores domiciliarios. 137
5.5.5 Redes 138
5.6 RED VIAL Y TRANSPORTE MASIVO 139

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.7 RED DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS _____184
5.7.1 Relleno Sanitario Doña Juana _____185
5.7.2 Parques de Reciclaje _____190

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de Abastecimiento de Agua en Bogotá 5-2
Figura 2 Interrelación de la Ciudad con los Servicios de Acueducto y Alcantarillado 5-2
Figura 3. Modelo de sistema de estructuras de control. 5-8
Figura 4. Red Matriz del acueducto en obra. 5-9
Figura 5. Centro de control Modelia. 5-18
Figura 6. Maquinaria de la central hidroeléctrica Santa Ana 5-19
Figura 7. Maquinaria de la central hidroeléctrica Santa Ana 5-19
Figura 8 Sistema de alcantarillado EAAB 5-22
Figura 9 Tratamiento de Aguas Cuenca Media 5-25
Figura 10 Definición de Zonas Eléctricas en Bogotá 5-31
Figura 11 Distribución de la Red Nacional Principal de GAS 5-35
Figura 12 Mapa red vial Bogotá 5-40
Figura 13 Composición del subsistema vial de Bogotá D.C. 5-41
Figura 14 Estado de la Malla Vial de Bogotá D.C. 5-42
Figura 15 Diagnostico del Subsistema vial de Bogotá D.C. 5-42
Figura 16 Sistema de Ciclorutas de Bogotá D.C. 5-45
Figura 17 Ejemplo de señalización vertical y horizontal e intersección semaforizada 5-49
Figura 18 Red de Transporte Transmilenio 5-49
Figura 19 Panorámica de Estación sencilla 5-51
Figura 20 Panorámica de estación cabecera o portal 5-51

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Figura 21 Estación Intermedia 5-52
Figura 22 Cruce Peatonal Semaforizado 5-52
Figura 23 Patio de Operación, Mantenimiento y Estacionamiento 5-53
Figura 24 Servicio de transporte publico individual 5-56
Figura 25 Distribución de modelos del Terminal de transporte de Bogotá 5-57
Figura 26 Panorámica del terminal de sur 5-58
Figura 27 Ubicación del Aeropuerto el Dorado 5-59
Figura 28 Localización de la Concesión Fontibon - Facatativa - Los Alpes 5-61
Figura 29 Peaje Rió Bogotá 5-62
Figura 30 Localización de la concesión Bogotá (El Cortijo) - Siberia - La Punta - El Vino .5-63
Figura 31 Peaje Siberia y Panorámicas de la Vía 5-64
Figura 32 Localización de la Concesión Bogotá - Girardot 5-65
Figura 33 Peaje Chusaca 5-65
Figura 34 Localización de la concesión Bogotá - Villavicencio 5-67
Figura 35 Punto de control el Boqueron II 5-67
Figura 36 Localización de la concesión Bogotá Los Patios - La Calera - Guasca y Salitre - Sopo - Briceño 5-69
Figura 37 Peaje los Patios 5-70
Figura 38 Localización de la concesión Desarrollo vial del Norte de Bogotá 5-71
Figura 39 Peaje Andes 5-72
Figura 40 Localización de la concesión Briceño-Tunja-Sogamoso 5-73
Figura 41 Panorámica Trayecto 5 5-74
Figura 42 Localización de la concesión Zipaquirá – Palenque 5-75

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Figura 43 Panorámicas de la vía 5-76

Figura 44 Aspectos generales de la concesión Zipaquirá – Palenque 5-77

Figura 45 Distribución de zonas en Doña Juana 5-79

Figura 46 Esquema de operación zona II Doña Juana 5-81

Figura 47 Aislamiento Perimetral 5-82

Figura 48 Descarga de Residuos 5-82

Figura 49 Cubrimiento Con Geotextil 5-82

Figura 50 Material de Cobertura 5-83

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 5-1 TANQUES OPERADOS POR LA DIRECCIÓN RED MATRIZ DEL ACUEDUCTO. 103
TABLA 5-2. INVENTARIO DE ESTACIONES DE BOMBEO DEL ACUEDUCTO 104
TABLA 5-4. INVENTARIO DE ESTRUCTURAS DE CONTROL. 105
TABLA 5-5. INVENTARIO DE ESTACIONES CONTROLADORAS..... 106
TABLA 5-6. ESPECIFICACIONES E INVENTARIO DE LAS REDES MATRICES 116
TABLA 5-7. PROYECTOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO – (POT 2004-2010) 120
TABLA 5-8 LONGITUDES DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO 126
TABLA 5-9 LONGITUDES REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL..... 127
TABLA 5-10 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 KV DE LA EEB..... 129
TABLA 5-11 LONGITUD DE CABLE DE MENOS DE 50 KV 132
TABLA 5-12 LONGITUD TOTAL DE LAS LÍNEAS DE SUMINISTRO DE GAS EN BOGOTÁ D.C..... 139
TABLA 5-13 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE VÍAS EN BOGOTÁ 140
TABLA 5-14 DISTRIBUCIÓN RED VIAL DE EMERGENCIAS BOGOTÁ..... 146
TABLA 5-15 TARIFA DEL TRANSPORTE PUBLICO INDIVIDUAL..... 160
TABLA 5-16 TARIFA DEL SERVICIO PUERTA A PUERTA..... 160
TABLA 5-17 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN FONTIBÓN - FACATATIVA - LOS ALPES .. 167
TABLA 5-18 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN BOGOTÁ (EL CORTIJO) - SIBERIA - LA PUNTA - EL VINO 169
TABLA 5-19 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN BOGOTÁ - GIRARDOT..... 171
TABLA 5-20 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN BOGOTÁ VILLAVICENCIO..... 173
TABLA 5-21 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN LOS PATIOS - LA CALERA - GUASCA Y SALITRE - SOPO - BRICEÑO 175
TABLA 5-22 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN DESARROLLO VIAL DEL NORTE DE BOGOTÁ 178
TABLA 5-23 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN BRICEÑO-TUNJA-SOGAMOSO 180

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

TABLA 5-24 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN ZIPAQUIRÁ – PALENQUE 183
TABLA 5-25 ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN DESARROLLO VIAL DE LA SABANA 184

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS.

Los servicios públicos se definen como aquellos bienes tangibles o intangibles que reciben las personas en su domicilio o lugar de trabajo, para la satisfacción de sus necesidades básicas de bienestar y salubridad, prestados por el estado o por los particulares mediante redes físicas o humanas con puntos terminales en los lugares donde habitan o laboran los usuarios, bajo la regulación, control y vigilancia del estado, a cambio de una tarifa previamente establecida.

La ciudad de Bogotá D.C. actualmente cuenta con todos los servicios públicos establecidos por la ley para el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, estos son ofrecidos por medio de redes de acueducto, redes de alcantarillado, redes eléctricas, redes de gas natural, red de comunicaciones, red vial y de transporte masivo y la red de recolección y disposición de residuos, los cuales aunque no llegan al 100% de la comunidad en la actualidad, pero si cubren un gran porcentaje de la ciudad y se proyectan para cumplir este objetivo.

En el presente capitulo se realiza una descripción de los diferentes servicios públicos ofrecidos en Bogotá D.C., en cuanto a su distribución dentro de la capital y los diferentes procesos operacionales en que incurren las empresas para suministran el servicio a cada uno de los habitantes.

5.1 ACUEDUCTO

La empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, es responsable del abastecimiento de agua, servicio de alcantarillado y drenaje en la ciudad de Bogotá. En lo que respecta al sistema de Acueducto, el sistema de distribución consta de redes matrices de túneles, tuberías de acero, una red de distribución principal y una red de distribución detallada, de tubería menor a 12” de diámetro. La empresa cuenta con estaciones de bombeo para abastecer las áreas montañosas, generalmente de alturas superiores a 3.000 msnm. El sistema posee además tanques de almacenamiento y compensación los cuales tienen como propósito disminuir la presión del agua que corre en la red matriz. Los elementos de la red operada por el sistema de acueducto son presentados en detalle a continuación.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

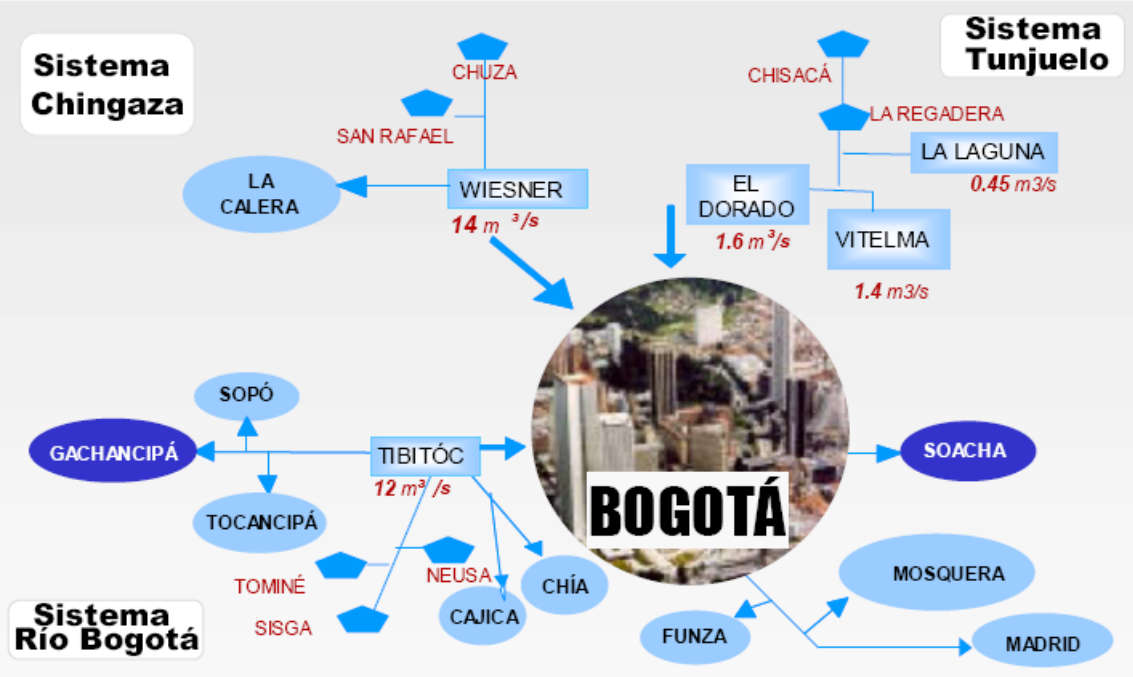


Figura 5-1 Esquema de Abastecimiento de Agua en Bogotá
Fuente: EAAB, Plan maestro de Acueducto y Alcantarillado, 2006

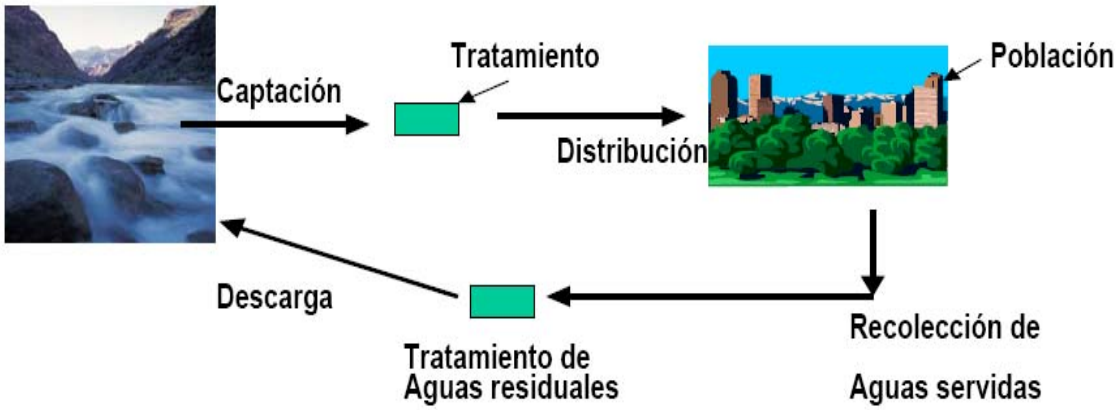


Figura 5-2 Interrelación de la Ciudad con los Servicios de Acueducto y Alcantarillado
Fuente: EAAB, Plan maestro de Acueducto y Alcantarillado, 2006

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.1.1 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

La Dirección Red Matriz Acueducto para el proceso de Conducción y Distribución de Agua Potable en Redes Matrices opera cincuenta y cinco tanques de almacenamiento los cuales se encargan de mantener el agua y entregar a las redes.

Los tanques operados por la Dirección Red Matriz Acueducto son estructuras compuestas por compartimientos lo que permite minimizar las afectaciones de servicio cuando se realizan mantenimientos y lavado a los mismos.

En el Esquema del Sistema Matriz se visualizan los tanques de almacenamiento que son operados por la Dirección con sus principales características.
Los Tanques operados por la Dirección Red Matriz acueducto son:

• SUBA MEDIO	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Carrera 68 con Calle 152 TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 4000 m³ COTA DE REBOSE: 2687 m ALTURA: 4 m	• NUEVO DE SUBA	Estructura de Control y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 126 No. 665 TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 92000 m³ COTA DE REBOSE: 2648 m ALTURA: 9.40 m
• SUBA ALTO	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 152 B con Carrera 86 TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 2000 m³ COTA DE REBOSE: 2735 m ALTURA: 4 m	• QUINDÍO	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Carrera 17ª Este No. 46ª Sur TELÉFONO: 2068969 CAPACIDAD: 2500 m³ COTA DE REBOSE: 3043 m ALTURA: 6 m
• CODITO II	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Carrera 26 No. 187 Bis – 27 TELÉFONO: 6797562 CAPACIDAD: 850 m³ COTA DE REBOSE: 2707 m ALTURA: 4.5 m	• LOS ALPES	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 32 sur No. 13 este TELÉFONO: No Tiene CAPACIDAD: 6600 m³ COTA DE REBOSE: 2941 m ALTURA: 4.48 m
• CODITO III	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: 400 m de Codito III TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 1000 m³ COTA DE REBOSE: 2793 m ALTURA: 4.5 m	• JUAN REY ANTIGUO	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 73 sur No. 21 Este TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: T. Antiguo 2000 m³ y T. Nuevo 2076 m³ COTA DE REBOSE: T. Antiguo 3122 m y T. Nuevo 3122 m ALTURA: T. Antiguo 4 m y T. Nuevo 4 m
• SORATAMA I	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 167 A No. 8A TELÉFONO: 6787246 CAPACIDAD: 245 m³ COTA DE REBOSE: 2740 m ALTURA: 2.80 m	• SANTA LUCIA	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 41 sur con Transversal 15 TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 28000 m³ COTA DE REBOSE: 2626 m ALTURA: 6.50 m

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

• SORATAMA II	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 167 No. 2A TELÉFONO: 6705007 CAPACIDAD: 228 m³ COTA DE REBOSE: 2864 m ALTURA: 2.85 m	• LA FISCALA	Estructura de Control y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Carrera 4 Este No. 79 A – 47 Sur TELÉFONO: 7623383 CAPACIDAD: 8000 m³ COTA DE REBOSE: 2754 m ALTURA: 5.60 m
•CERRO NORTE II	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Diagonal 163 No. 8C – 53 TELÉFONO: 6729928 CAPACIDAD: 454 m³ COTA DE REBOSE: 2730 m ALTURA: 3 m	• LA LAGUNA	Estructura de Control y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Usme costado sur TELÉFONO: 7660654 CAPACIDAD: 1500 m³ COTA DE REBOSE: 2890 m ALTURA: 3 m
• CERRO NORTE III	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 160 No. 7B – 12 TELÉFONO: 6720820 CAPACIDAD: 291 m³ COTA DE REBOSE: 2790 m ALTURA: 2.80 m	• JALISCO ANTIGUO	Estructura de Control, Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Transversal 17 D No. 62 A sur TELÉFONO: 7650151 CAPACIDAD: T. Antiguo 1900 m³ y T. Nuevo 4160 m³ COTA DE REBOSE: T. Antiguo 2683 m y T. Nuevo 2683 m ALTURA: T. Antiguo 3 m y T. Nuevo 4 m
• CERRO NORTE IV	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Carrera 3 C No. 162 – 13 TELÉFONO: 6723938 CAPACIDAD: 479 m³ COTA DE REBOSE: 2890 m ALTURA: 4.97 m	• JALISCO NUEVO	Estructura de Control, Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Transversal 17 D No. 62 A sur TELÉFONO: 7650151 CAPACIDAD: T. Antiguo 1900 m³ y T. Nuevo 4160 m³ COTA DE REBOSE: T. Antiguo 2683 m y T. Nuevo 2683 m ALTURA: T. Antiguo 3 m y T. Nuevo 4 m

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

• CERRO NORTE V	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: 200 m arriba de Cerro Norte IV TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 377 m³ COTA DE REBOSE: 2990 m ALTURA: 2.90 m	• MONTE BLANCO	Estructura de Control, Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 93 sur No. 50 – 50 Este TELÉFONO: 2001601 CAPACIDAD: 5000 m³ COTA DE REBOSE: 2754 m ALTURA: 5.50 m
UNICERROS	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Carrera 7 No. 131 – 20 TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 560 m³ COTA DE REBOSE: 2757 m ALTURA: 3.50 m	CASTILLO NUEVO	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Carrera 18 L No. 67 B – 10 CAPACIDAD: 4400m³ COTA DE REBOSE: 2731 m ALTURA: 6 m Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 67ª No. 18L – 40 CAPACIDAD: 750m³ COTA DE REBOSE: 2729 m ALTURA: 3 m
• SANTA ANA	Estructura de Control y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 119 No. 3 al este TELÉFONO: 2131705 CAPACIDAD: 30000 m³ COTA DE REBOSE: 2710 m ALTURA: 9 m	• EL VOLADOR	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Carretera Quiba Calle 69 Sur TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 3780 m³ COTA DE REBOSE: 2827 m ALTURA: 5.70 m
• USAQUÉN	Estación Reductora de Presión DIRECCIÓN: Calle 110 No. 9 – 90 TELÉFONO: 2133965 Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 110 No. 14 – 40 TELÉFONO: 3447961 CAPACIDAD: 400 m³ COTA DE REBOSE: 2585 mALTURA: 3.20	• QUIBA	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 72 Bis Sur No. 26 Este TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 1100 m³ COTA DE REBOSE: 2969 m ALTURA: 7 m
• CHICO	Estructura de Control y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Carretera La Calera TELÉFONO: 2362817 CAPACIDAD: 7000 m³ COTA DE REBOSE: 2765 m ALTURA: 7 m	• ALPES II	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: 200 M arriba del Tanque de Quiba TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 10 m³ COTA DE REBOSE: 2993 m ALTURA: 2 m

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

• PARDO RUBIO II	Estación de Bombeo y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Diagonal 43 No. 3 – 20 Este TELÉFONO: 2874533 CAPACIDAD: 145 m³ COTA DE REBOSE: 2745 m ALTURA: 3.30 m	•CASABLANCA	Estructura de Control, Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Av. Jorge Gaitán Cortés No. 72 Sur TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 143248 m³ COTA DE REBOSE: 2636 m ALTURA: 12 m
• PARDO RUBIO III	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 51 con Av. Circunvalar TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 91 m³ COTA DE REBOSE: 2801 m ALTURA: 2.38 m	• SIERRA MORENA II	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 76 A sur No. 54 – 15 TELÉFONO: 7182755 CAPACIDAD: 10200 m³ COTA DE REBOSE: 2736 m ALTURA: 7.20 m
• PARAÍSO II	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Diagonal 43 No. 3 – 20 Este TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 900 m³ COTA DE REBOSE: 2780 m ALTURA: 2.80 m	• SIERRA MORENA III	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 76 A sur No. 56 TELÉFONO: 7182699 CAPACIDAD: 10200 m³ COTA DE REBOSE: 2836 m ALTURA: 7.20 m ESTACIÓN SANTILLANA
• PARAÍSO III	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Diagonal 43 No. 29 – 27 Este TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 300 m³ COTA DE REBOSE: 2855 m ALTURA: 3.0 m	• SANTILLANA	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Autopista Sur Entrada 3 – Carrera 3 TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 320 m³ COTA DE REBOSE: 2836 m ALTURA: 1.85 m
• SILENCIO	Estructura de Control y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 33 con Avenida Circunvalar TELÉFONO: 2886117 CAPACIDAD: 30000 m³ COTA DE REBOSE: 2753 m ALTURA: 6.25 m	• JULIO RINCÓN	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Barrio Julio Rincón TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 80 m³ COTA DE REBOSE: 2701 m ALTURA: 2.60 m
• SAN DIEGO NUEVO	Estructura de Control y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 3 No. 26 A – 10 TELÉFONO: 2430262 CAPACIDAD: 28000 m³ COTA DE REBOSE: 2700 m ALTURA: 6.20 m	• CAZUCA	Estructura de Control y Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Carrera 10 E No. 8 – 21 TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 10000 m³ COTA DE REBOSE: 2655 m ALTURA: 6.80 m
• SAN DIONISIO	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Calle 3 No. 15 Este TELÉFONO: 2339384 CAPACIDAD: 1000 m³ COTA DE REBOSE: 2920 m ALTURA: 3.14 m	• VITELMA	Estructura de Control, Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 9 sur con Avenida Circunvalar TELÉFONO: 2463587 – 2891772 CAPACIDAD: 38000 m³ COTA DE REBOSE: 2787 m ALTURA: 2.48 m

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

• EL CONSUELO	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Av. Circunvalar No. 4 Sur TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 2000 m³ COTA DE REBOSE: 2860 m ALTURA: 4.80 m	• EL DORADO II	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Kilómetro 9 Vía al Llano TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 3000 m³ COTA DE REBOSE: 2946 m ALTURA: 5.10 m
• SAN VICENTE	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Calle 33 A sur No. 6 este TELÉFONO: 2068447 CAPACIDAD: T. Antiguo 2250 m³ y T. Nuevo 6250 m³ COTA DE REBOSE: T. Antiguo 2840 m y T. Nuevo 2840 m ALTURA: T. Antiguo 4.15 m y T. Nuevo 5.10 m	• EL PASO	Tanque de Almacenamiento DIRECCIÓN: Kilómetro 9 Vía al Llano TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 2000 m³ COTA DE REBOSE: 3030 m ALTURA: 5.80 m
• QUINDÍO	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Carrera 17ª Este No. 46ª Sur TELÉFONO: 2068969 CAPACIDAD: 2500 m³ COTA DE REBOSE: 3043 m ALTURA: 6 m	• PIEDRA HERRADA	Estructura de Control, Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Kilómetro 13 Vía al Llano TELÉFONO: No tiene CAPACIDAD: 9000 m³ COTA DE REBOSE: 2870 m ALTURA: 5.30 m
• EL UVAL	Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Carrera 4 No. 10 Usme TELÉFONO: 7660671 CAPACIDAD: T. Antiguo 2000 m³ y T. Nuevo 2000 m³ COTA DE REBOSE: T. Antiguo 2820 m y T. Nuevo 2820 m ALTURA: T. Antiguo 4.50 m y T. Nuevo 4.50 m	• PARQUE NACIONAL	Estructura de Control, Tanque de Almacenamiento y Estación de Bombeo DIRECCIÓN: Avenida 39 No. 6 TELÉFONO: 2320151 CAPACIDAD: 51200 m³ COTA DE REBOSE: 2635 m ALTURA: 7.30 m

Tabla 5-1 Tanques operados por la Dirección Red Matriz del Acueducto.
Fuente: www.acueducto.com.co

5.1.2 ESTACIONES

Existe otro tipo de infraestructura operada por la Dirección Red Matriz Acueducto, la cual comprende:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.1.2.1 Estaciones de Bombeo:

Esta infraestructura cumple la función de impulsar ó elevar el agua potable a los puntos más altos de la ciudad.

No.	ESTACIÓN DE BOMBEO	CAPACIDAD DE BOMBEO NOMINAL (l/s)
1	CODITO I	66,7
2	CODITO II	58,3
3	SORATAMA I	12,5
4	CERRO NORTE I	55,6
5	CERRO NORTE I - SORATAMA I	55,6
6	CERRO NORTE II	41,7
7	CERRO NORTE III	41,7
8	CERRO NORTE IV	14,4
9	UNICERROS	20,8
10	PARAÍSO I	66,7
11	PARAÍSO II	23,1
12	PARDO RUBIO II	12,2
13	PARQUE NACIONAL	
14	SUBA CERRO NORTE - MEDIO	90
15	SUBA CERRO NORTE - ALTO	50
16	COLUMNAS	284,2
17	SAN VICENTE	300,8
18	LOS ALPES	1090
19	EL QUINDÍO	290,3
20	QUINTANARES	17
21	JALISCO	305
22	CASTILLO	173,6
23	VOLADOR	33
24	QUIBA	389
25	SIERRA MORENA I	284,7
26	SIERRA MORENA II	284,7
27	SAN DIONISIO	84,2
28	EL CONSUELO	117,5
29	SAN ISIDRO	3,2
30	PIEDRA HERRADA	94
31	EL PASO	105
32	MONTEBLANCO	86
33	UVAL	70
	CAPACIDAD DE BOMBEO NOMINAL (l/s)	**4621,5**

Tabla 5-2. Inventario de estaciones de bombeo del Acueducto
Fuente: www.acueducto.com.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.1.2.2 Estructuras de Control

Este tipo de infraestructura tiene como función principal regular el caudal y la presión de entrada a los tanques de almacenamiento.



Figura 5-3Modelo de sistema de estructuras de control.
Fuente: www.acueducto.com.co

No.	ESTRUCTURAS DE CONTROL
1	SANTA ANA
2	SUBA NUEVO
3	CHICO
4	SILENCIO
5	USAQUÉN
6	SAN DIEGO
7	PARQUE NACIONAL
8	JALISCO
9	VITELMA
10	CASABLANCA
11	CAZUCA
12	PIEDRA HERRADA
13	LA FISCALA
14	MONTEBLANCO
15	SANTA LUCIA

Tabla 5-3. Inventario de Estructuras de Control.
Fuente: www.acueducto.com.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.1.2.3 Estaciones Controladoras de Presión

Este tipo de Infraestructura tiene como función principal regular la presión en línea. La Dirección Red Matriz Acueducto opera las siguientes estaciones:

No.	ESTACIONES CONTROLADORAS
1	SANTA FE
2	MÉXICO
3	GRANADA SUR
4	CHICO

Tabla 5-4. Inventario de estaciones controladoras
Fuente: www.acueducto.com.co

5.1.3 REDES MATRICES

Un componente de gran importancia, en cuanto infraestructura se refiere, para la Conducción y Distribución de Agua Potable son las redes por donde se conduce y se distribuye; la Dirección Red Matriz Acueducto debe operar las Redes Matrices, es decir la malla principal del servicio de la cuidad y que distribuye el agua procedente de la conducción desde las plantas de tratamiento, las cuales son operadas por la Dirección de Abastecimiento, o tanques de almacenamiento, a las redes secundarias.

Las Redes Matrices mantienen las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema y generalmente no reparten agua en ruta.

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado ha definido que la Dirección Red Matriz Acueducto opere y mantenga las redes con las siguientes características:

• Diámetros mayores a 12”
• Redes de Impulsión en cualquier diámetro.
• Las Redes Matrices está compuestas por:
• Tubería
• Accesorios tales como válvulas, Macromedidores, pitómetros, entre otros.
• Cajas ó cámaras, cuya función es alojar y proteger los accesorios.
• Las redes menores a 12” son operadas por las Gerencias de Zona.

Actualmente la Dirección Red Matriz Acueducto opera aproximadamente 500 kilómetros de Red.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-4. Red Matriz del acueducto en obra.
Fuente: www.acueducto.com.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

INVENTARIO DE REDES MATRICES

GERENCIA CORPORATIVA DEL SISTEMA MAESTRO

DIRECCIÓN RED MATRIZ ACUEDUCTO

				FECHA 15-SEPT DE 2005			
ORDEN	**CÓDIGO E.A.A.B.**	**DESCRIPCIÓN**	**TIPO**	**EDAD**	**DIÁM. (PULG)**	**CLASE (PSI)**	**LONG. FINAL (mts)**
LÍNEAS EXPRESAS							
1	BIV60086	Silencio - Vitelma	ACERO REV. MORTERO.	1986	60	250	6787,06
2	RD2842045	Silencio - San Diego - Parque nacional.	C.C.P.	1970	42	200 - 150	153,03
3	BIV4842099	Silencio - Casablanca	ACERO REV. BITUMINOSO	1987	48	350	7620
	BIV4842099		ACERO REV. BITUMINOSO	1987	42	350	7030
4	BIV42074	Silencio - Cazucá	ACERO REV. BITUMINOSO	1987	42	N.D	2887,6
		INTERCONEXIONES					
5	RM78001	Interconexión El Espinal	ACERO REV. BITUMINOSO	1968	60	185	89,9
6	RM78001	Interconexión La Caro	ACERO REV. BITUMINOSO	1968	60	185	32,9
7	RM78001	Interconexión Puente Piedra	C.C.P.	1968	60	185	389,26
8	CC9001	Interconexión Calle 150	C.C.P.	1973	60	185	2034,03
9	RM60002	Interconexión Calle92 -Calle 129	C.C.P.	1973	60	150	4110,47
10	BIV60080	Interconexión Los Rosales - Tanque El Silencio (Entrada Tque)	ACERO REV. BITUMINOSO	1987	60	250	255
11	BIV60081	Interconexión Tanque El Silencio - Casablanca (Salida Tque)	ACERO REV. BITUMINOSO	1987	60	250	190,04
	BIV60081		ACERO REV. BITUMINOSO	1987	48	250	220
12	RD2842109	Interconexión Tanque El Silencio - Conducción Parque Nacional - San Diego	C.C.P.	1987	42	150	187,5
13	BIV36110	Interconexión San Diego - Zona Intermedia II	C.C.P.	1986	30	150	280
			C.C.P.	1986	42	150	1070
14	BIV36110A	Interconexión Zona Intermedia - Zona Baja	C.C.P.	1986	36	150	312,14

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

15	BIV24102	Interconexión Línea Ferrocarril Autopista El Dorado	C.C.P.	1986	24	150	1208,31
16	BIV24116	Interconexión Calle 21 (Av. 3ra. - Cra. 1ra.)	C.C.P.	1988	24	150	178,9
17	BIV24139	Interconexión Tanque San Vicente			24	N.D	
18	CC9002	Interconexión Los Alpes	C.C.P.	1988	24	150	147,31
19	RD924026	Interconexión Calle 151	C.C.P.	1973	24	150	898,35
20	BIV24115	Interconexión Cra. 4 - Lourdes.	C.C.P.	1988	24	150	580
21	BIV2416113	Interconexión El Verbenal	C.C.P.	1987	16	150	479,81
LÍNEAS NO EXPRESAS							
22	RM78001	Tibitoc - Cantarrana (CASABLANCA)	P.C.C.P.	1970	78	180 - 150	52694,83
23	BIV60092	Línea a Suba	ACERO REV. BITUMINOSO	1986	60	150	5750,68
24	CC9003	Tibitóc - Usaquén.	C.C.P.	1956	60	N.D	38000
25	BIV60078	T. Silencio a Control Vitelma.	C.C.P.	1988	60	250	213,35
26	BIV60076	Tanque de Santa Ana - Usaquén	ACERO REV. BITUMINOSO	1990	60	N.D	1653,55
27	BIV48100	San Diego Zona Intermedia I	ACERO REV. MORTERO.	1987	48	150	2188,55
28		Av. 39 x Univ. Nal al parque Nacional.	ACERO REV. BITUMINOSO	1954	42	150	2180
29	RD1442007	San Diego Calle 22 x Cra. 5a.	C.C.P.	1973	42	150	852,68
30	RD2742010	San Diego Norte (Pque. Nacional - San Diego)	C.C.P.	1970	42	150	151,44
	RD2742010		C.C.P.	1975	42	150	1804,24
31	BIV42087	Vitelma - Columnas (Refuerzo -oriental)	C.C.P.	1986	42	200	1550,72
32	RD1942009	Vitelma - Columnas (occidental)	C.C.P.	1975	42	200	2033,52
33	RD1742008	San Diego Sur - Cra 9 - Calle 22	C.C.P.	1970	42	150	3434
34	RM36012	Av. 78xAv. Américas (cras 60 y 50) - (Esc. Militar - Pte. Aranda)	C.C.P.	1965	42	150	6763,5
	RM36012		C.C.P.	1965	36	150	918,36
	RM36012		C.C.P.	1965	30	150	2018,13
35	RD742005	Línea San Francisco	C.C.P.	1973	42	150	4900

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

36	RD842006	Av. Ferrocarril x Cra. 50 y 112 hacia Municipios. (Línea a Fontibón)	C.C.P.	1973	42	150	2956,92
	BIV36075		C.C.P.	1994	36	150	2140
	BIV36075		C.C.P.	1994	30	150	1573,04
37	BIV4230112	Conducción Abastecimiento Cazucá - Soacha.	C.C.P.	1987	42	150	530,73
	BIV4230112		C.C.P.	1987	30	150	548,56
38	RM42003	Sur orientales Altos. (San Blas- Estación Columnas)	C.C.P.	1976	42	200	1370,07
39	RM42004	Centro Nariño - Cama Vieja, Cra 30 a la 50 EAAB.	C.C.P.	1982	42	150	2032,66
40	RMZI36016	Zona Intermedia	C.C.P.	1959	42	150	5259,18
			C.C.P.	1997	36	150	4830,93
			C.C.P.	1959	30	150	1747,2
41	CC9004	Av. Quito, Sta Lucia (Av. 78 a la diagonal 44 sur) Zona B. Sur	C.C.P.	1955	36	150	11419,52
42	S36098	Refuerzo Autop. Sur x Prolong. S. Carlos-Soacha	C.C.P.	1997	36	150	1780
43	BIV36101	Refuerzo Autopista del Sur	C.C.P.	1986	36	150	3854,95
44	BIV36084	Refuerzo Suba Zona Baja	C.C.P.	1986	36	150	2317,54
45	RMZ130013	Zona Intemedia - Etapa Final - Prolongación	C.C.P.	1973	30	150	7413,43
46	BIV3024068	Línea El Rincón	C.C.P.	1988	30	150	1317,4
	BIV3024068		C.C.P.	1988	24	150	1202,51
47	BIV30111	Columnas (B) - San Vicente	C.C.P.	1987	30	150	707,77
48	BIV3024091	Refuerzo Zona Occidental	C.C.P.	1986	30	150	724,55
	BIV3024091		C.C.P.	1986	24	150	1639,21
49	RM30015	Conducción Funza - Mosquera - Madrid	C.C.P.	1994	36	150	8408,54
			C.C.P.	1994	20	150	3120,52
			C.C.P.	1994	20		2790,93
50	STF24132	Bosa - Los Laureles.	C.C.P.	1998	24	150	2929,4
51	STF24134	Variante Barrio Las Lomas	C.C.P.	1994	24	200	430
52	STF24135	Av. Moriscos (Cras 91 y 116)	C.C.P.	1998	24	150	2480,82
53	STF24140	Conducción Calle 63 - Engativá	C.C.P.	1998	24	150	2296,5
54	RD224017	Carretera Central - Cra. 7 Calle 110 a 170	C.C.P.	1973	24	150	2732,13

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

55	RD324018	Camino de La Sirena Conducción Estación de Bombeo Suba	C.C.P.	1974	24	150	983,31
	RD3A24019		C.C.P.	1975	24	150	1729,37
56	RD424020	Autop. Medellín por Av. Boyacá a la Cra 116	C.C.P.	1972	24	150	3912,55
57	RD4A24021	Av. Boyacá - Tibabuyes.	C.C.P.	1975	24	150	2556,11
58	RD2024022	Cementerio del Sur - Av. Ciudad de Quito por Cra. 26 - Av. 27.	C.C.P.	1972	24	150	1035,21
59	RD2424022	Zona Intemedia - Sta. Lucia	C.C.P.	1972	24	150	559,24
60	RD524024	Calle 67 por Cra 50 a la Av. Boyacá. (Línea RD5)	C.C.P.	1972	24	150	2400,91
61	RD624025	Av. Dorado (Cra. 68 a la cra 94) (Línea RD6)	C.C.P.	1972	24	150	2974,24
62	RD1024027	Calle 8 sur y de Cra. 27 a Tranvs 50.	C.C.P.	1972	24	150	3065,2
63	RD1124028	Av. Boyacá a Escuela Gral. Santander - Diag 43 sur.	C.C.P.	1972	24	150	2987,02
64	RD1224029	Línea Carretera del Sur - Prolongación Soacha	C.C.P.	1972	24	150	4317,5
	RD2924043		C.C.P.	1972	24	150	3472,87
65	RD1324030	Línea El Tunal	C.C.P.	1973	24	150	7093,46
66	RD13A24031	Línea El Tunal - San Franciso.	C.C.P.	1975	24	150	1293,48
67	RD1524032	Cra.7 por Clls. 22 y 19.	C.C.P.	1974	24	150	192,71
68	RD1624033	Línea Carrera 4a.	C.C.P.	1976	24	150	4016,46
69	RD1824034	Línea calle 11 sur	C.C.P.	1973	24	150	988,67
70	RD2124036	Calle 1ra. a la Av. 1 mayo por cra 8	C.C.P.	1972	24	150	3205,49
71	RD2224037	Línea RD-22 - Diag. 30	C.C.P.	1972	24	150	2510,47
72	RD26A24041	San Carlos - Altos de Jalisco	C.C.P.	1972	24	250	2125,14
	RD2624040	Santa Lucía - Av. Tunjuelito.	C.C.P.	1973	24	200	1232,81
	RD2524039	Vitelma - Santa Lucía (La Colina Santa Lucía).	C.C.P.	1973	24	200	2177,88
	RD23240	Vitelma - Santa Lucía (San Blas - La Colina).	C.C.P.	1975	24	200	3196,47

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

73	RD3124043	Calle 125 A x Av. Boyacá a la Av. Suba.	C.C.P.	1983	24	150	818,03
74	BIV24089	Línea refuerzo Av. Las Américas	C.C.P.	1988	24	150	1713,26
75	JR241601	Línea Refuerzo Puente Aranda - Kennedy	C.C.P.	1965	24	150	4302,65
76	BIV24090	Línea refuerzo Av. Primero de Mayo	C.C.P.	1986	24	150	1909,85
77	BIV24124	Refuerzo Tanque los Alpes	C.C.P.	1988	24	N.D	210
78	RM24106	Columnas - San Vicente - La capilla	C.C.P.	1977	24	N.D	1497,96
79	RM24104	Línea Usaquén - La Bella Suiza - Los Cedritos	C.C.P.	1967	24	150	3856
80	RD21105	Línea By Pass - Santa Lucia	C.C.P.	1987	24	200	215,21
81	RM24107	Alpes (B) - Quindío (B)	C.C.P.	1977	24	200 - 150	1502,25
82	RM24108	Quindío (B) - Juan Rey (B).	C.C.P.	1977	24	200 - 150	3078,86
83	RM241MAYO	Av. 1ro. De Mayo. Cra 86A. Cra. 112 por Clls 56 Sur - Bosa. Brasil.	C.C.P.	1996	24	150	3790,96
			C.C.P.	1996	16	150	984,54
84	CC9006	Jalisco - El Castillo	C.C.P.	1975	24	N.D	1167,91
85	CC9007	San Diego - Vitelma	C.C.P.	1987	24	N.D	4707,99
86	CC9008	Zona Baja Sur - Brazo Oriental (cra. 20 - Cll 37 a 75)	C.C.P.	1973	24	150	5612,54
87	CC9010	San Diego Norte	C.C.P.	1969	24	150	1915,84
88	BIV30069	Ruta Baja Jerusalén	C.C.P.	1988	36	150	350
	BIV30069		C.C.P.	1988	30	150	849,81
89	BIV30069	Ruta Baja Arborizadora	C.C.P.	1988	24	150	700
	BIV30069		C.C.P.	1988	20	150	
90	BIV36070	Tubería de Succión Ciudad Bolívar.	C.C.P.	1987	36	N.D	178,74
	BIV36070	Tubería de Impulsión Ciudad Bolívar.	C.C.P.	1987	30	250 - 150	893,58
	BIV20070	Tanque Intermedio - Tanque Alto Ciudad Bolívar	C.C.P.	1987	20	150	642,56
91	BIV30071	Ruta Alta Jerusalén.	C.C.P.	1988	30	150	758,81
	BIV30071	Ruta alta Arborizadora	C.C.P.	1988	20	150	

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

92	BIV30073	Ruta baja Sierra Morena	C.C.P.	1988	30	150	947,44
93	BIV20072	Ruta alta Sierra Morena	C.C.P.	1988	20	150	486,7
94	BIV1624114	Conducción Gran Britalia - Cll 49 sur de Cra. 86 a Cra. 96.	C.C.P.	1987	24	150	1515
	BIV1624114		C.C.P.	1987	16	N.D	1035,38
95	BIV20083	Tanque Monteblanco. (Tuberías de Entrada y Salida)	ACERO REV. MORTERO.	1988	20	N.D	283,05
96	CC9011	Vitelma - Diana Turbay (Monte Blanco)	C.C.P.	1950	20	N.D	10526,06
97	CC9012	La Laguna - Monteblanco	C.C.P.	1950	20	N.D	4885,06
98	CC9013	Línea Av. Primera.	C.C.P.	1973	20	N.D	2619,22
99	CC9014	Tanque Egipto a Cra. 9 x Cll.12	C.C.P.	1973	16	N.D	1489,88
100	RM16067	Línea Calle 100 - Av. Suba	ASB. CEMENTO	1969	16	150	3878,59
101	STF16125	Ciudadela Colsubsidio sector IV	C.C.P.	1998	16	150	1395,15
102	STF20126	Ave. Ciudad de Cali.	C.C.P.	1996	20	150	1514,98
103	STF16129	Línea Avenida de las Américas.	C.C.P.	1994	16	150	3627,64
104	STF1624131	Bosa - Kennedy. Av. Américas. Av. Dagoberto Mejía (cra. 86)	C.C.P.	1994	24	150	3279,26
	STF1624131		C.C.P.	1994	16	150	2154,59
105	STF2016133	Línea Av. Cundinamarca - Av. Suba	C.C.P.	1994	16	150	1786,7
106	STF16136	Av. Villavicencio Sector Gran Britalia.	C.C.P.	1994	16	150	863,39
107	STF16137	Av. Villavicencio Sector Tintalito y Gran Britalia.	C.C.P.	1994	16	150	2244,02
108	STF16138	Av. Centenario, Zona Franca.	C.C.P.	1994	16	150	1578,18
109	RM16045	Distribución Tanque Los Alpes	FUNDICIÓN	1967	16	N.D	880
110	RM16049	Avda. 44 Sur x Cra.25 - El Carmen	FUNDICIÓN	1957	16	150	1694,93
111	RM16050	Autop. El Dorado cruce con Puente Calle 68. (Cambio de localización)	C.C.P.	1968	16	N.D	32,32
112	RM16051	Calle 73 x Cra. 53.	FUNDICIÓN	1956	16	150	3523,15

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

113	RM16052	Santa Lucia - San Carlos.	FUNDICIÓN	1956	16	200	420
114	RM16053	Av. 6 x Cra. 36 a la Av. Primera x Cra. 14.	FUNDICIÓN	1973	16	N.D	3533,4
115	RM16055	Conducción San Carlos	FUNDICIÓN	1957	16	150	1228,71
116	RM16056	Las Granjas - Fontibón	C.C.P.	1965	16	150	4910
117	RM16057	Av. Boyacá - Av. Centenario. (Relocalización)	C.C.P.	1989	16	150	313,61
118	RM16058	Av. El Dorado por Av. Cra. 47 Cra. 66A (Av. Rojas)	C.C.P.	1967	16	150	2214,14
119	RM16059	Externado de Colombia - Renovación.	C.C.P.	1967	16	150	186,75
120	RM16060	Calle 63 - Av. Boyacá a Cra. 60	C.C.P.	1968	16	150	2350
121	RM16061	Alimentación Timiza	C.C.P.	1968	16	150	2316,41
122	RM16062	Calle 13 - Cra. 53 a Cra. 68	C.C.P.	1968	16	150	1969,34
123	RM16063	Carretera del Sur. (Fátima - La Laguna)	ASB. CEMENTO	1967	16	N.D	1134,32
124	RM16064	Tubería de Distribución Sur - Orientales	C.C.P.	1965	16	N.D	591,16
125	S16093	Línea Santa Ana (Soacha)	C.C.P.	1997	16	150	584
126	S1612095	Refuerzo Línea San Carlos (Soacha)	C.C.P.	1997	16	N.D	1340,8
127	BIV16088	Refuerzo - El Castillo (B) - Volador	C.C.P.	1987	16	250 - 150	1348,56
128	BIV12118	Tanque San Dionisio Nuevo - Tanque el Consuelo	C.C.P.	1990	16	N.D	980
129	BIV141	Estructura de control - Tque Casablanca				N.D	
130	BIV16082	Refuerzo San Vicente - La victoria.	C.C.P.	1999	16	N.D	411,27
131	CC9017	Refuerzo No.1 Calle 170 (Auto Norte a la Cra. 53)	C.C.P.	1999	16	N.D	1268,21
	CC9017	Refuerzo No.5 Calle 170 (Av. 7 a la Auto Norte)	C.C.P.	1999	16	N.D	2847,2
SUB - TOTAL LONGITUDES RED MATRIZ (ml.)							**426.676,73**

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

LÍNEAS NUEVAS							
132	BIV60077	Tanque Suba a Tubería de 78"	ACERO REV. BITUMINOSO	2000	86	N.D	1050
133	21-099	Conducción Wiesner - Suba (T. Santa Ana - Cra. 11)	ACERO REV. MORTERO.	2000	86		1534,81
134	21-098	Conducción Wiesner - Suba (Av. Boyacá- T.Suba)	ACERO REV. MORTERO.	2000	86		1079,53
135		Refuerzo No. 2 Auto norte Calle 170 - 147	C.C.P.	2000	24	150	2000
136		Refuerzo No. 6 Auto norte Calle 147 - 129	C.C.P.	2000	24	150	2057,09
137	53-053	Línea Av. Titntal Sur	ACERO REV. MORTERO.	2000	16		1400,76
138	23-051	Línea Avenida Alsacia		2000	24		1586,02
SUB - TOTAL LONGITUDES RED MATRIZ (ml.)							**10.708,21**
CONDUCCIONES AGUA CRUDA							
139	CC9005	Conducción La Regadera - Vitelma (AGUA CRUDA)	ACERO REV. BITUMINOSO	1936	34	N.D	16136,53
SUB - TOTAL LONGITUDES RED MATRIZ (ml.)							**16.136,53**
LÍNEAS NUEVAS							
ORDEN	CÓDIGO EAAB	DESCRIPCIÓN	TIPO	EDAD	DIÁMETRO (mm)	PRESIÓN (BARES)	LONGITUD (m)
140	S.D.	Construcción red matriz zona media del sector altos de la Estancia	H.D	2000	400	30	2798
		CONDUCCIONES EXPRESAS RED MATRIZ DORADO					
141	S.D.	Conducción Tanque Dorado - Tanque Piedra Herrada	H.D	2002	700	24	1472
	S.D.	Conducción Tanque Dorado - Tanque Piedra Herrada	H.D	2002	600	26	933
142	S.D.	Conducción Tanque Dorado - Tanque Paso	H.D	2002	400	30	1669
143	S.D.	Conducción Tanque Piedra Herrada - Tanque La Fiscala	H.D	2002	600	26	1004
	S.D.	Conducción Tanque Piedra Herrada - Tanque La Fiscala	H.D	2002	500	28	6293
	S.D.	Conducción Tanque Piedra Herrada - Tanque La Fiscala	H.D	2002	300	41	20
	S.D.	Desde Válvula 20" del K1+815	H.D	2002	500	28	5399

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

144	S.D.	Conducción Tanque Piedra Herrada - Tanque Monteblanco	H.D	2002	600	26	1004
	S.D.	Conducción Tanque Piedra Herrada - Tanque Monteblanco	H.D	2002	500	28	777
	S.D.	Conducción Tanque Piedra Herrada - Tanque Monteblanco	H.D	2002	350	35	487
145	S.D.	Conducción La Fiscala - Red Monteblanco	H.D	2002	600	26	1544
146	S.D.	Conducción La Vitelma - Tanque La Fiscala	H.D	2002	600	26	6272
	S.D.	Conducción La Vitelma - Tanque La Fiscala	H.D	2002	300	41	20
REDES DE DISTRIBUCIÓN - RED MATRIZ DORADO							
147	S.D.	Tanque El Dorado	H.D	2002	500	28	1100
	S.D.	Tanque El Dorado	H.D	2002	400	30	500
	S.D.	Tanque El Dorado	H.D	2002	300	41	2000
148	S.D.	Tanque Piedra Herrada	H.D	2002	500	28	500
	S.D.	Tanque Piedra Herrada	H.D	2002	400	30	1750
	S.D.	Tanque Piedra Herrada	H.D	2002	300	41	2000
149	S.D.	Tanque El Paso	H.D	2002	400	30	1450
	S.D.	Tanque El Paso	H.D	2002	300	41	1550
150	S.D.	Línea de Refuerzo Ciudad Bolívar	C.C.P.	2003	24	N.D	2.900
151	S.D.	Construcción red matriz Soacha - Terreros	H.D	2003	400	30	1790
	S.D.	Construcción red matriz Soacha - Terreros	HD	2003	300	41	3540
SUB - TOTAL LONGITUDES RED MATRIZ (ml.)							**48772**
TOTAL REDES MATRICES (metros)							**502.293,47**

Tabla 5-5. Especificaciones e inventario de las redes matrices
Fuente: www.acueducto.com.co

5.1.1. CENTRO DE CONTROL

La Dirección Red Matriz Acueducto en la gestión del proceso de Conducción y Distribución de Agua potable en Redes Matrices, debe monitorear y controlar una serie de variables

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

hidráulicas para así asegurar la oportunidad, la calidad, la cantidad y la continuidad del servicio, estas variables son:

• Presión
• Caudal
• Niveles de agua en tanques de almacenamiento
• Calidad del agua a la salida de tanques de almacenamiento



Figura 5-5. Centro de control Modelia.
Fuente: www.acueducto.com.co

El Centro de Control, el cual es operado por la Dirección Red Matriz Acueducto permite captar los datos de las diferentes variables en tiempo real a través de una serie de instrumentos instalados en las estaciones y accesorios que hacen parte de la infraestructura para la conducción de agua potable, los cuales permiten:

• Recepcionar y enviar datos en tiempo real para tomar decisiones y optimizar la operación de las estaciones operadas por la Dirección Red Matriz.
• Registrar datos históricos con el objeto de realizar análisis estadísticos.
• Disminuir la vulnerabilidad en la operación del sistema.
• Disminuir los costos de operación.

Adicionalmente, se realizará el control de las estaciones de Bombeo de Aguas Servidas, actualmente operadas por las Gerencias de Zona a través de las Direcciones de Servicio Acueducto y Alcantarillado.
Para la implementación del Centro de Control la Empresa de Acueducto y Alcantarillado ha implementado un sistema de toma y transporte de información remota.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.1.4 HIDROELÉCTRICA

El Sistema Chingaza junto con la Planta Wiesner constituyen el principal sistema de suministro de agua a la ciudad. La Planta se encuentra ubicada al oriente de la ciudad en el municipio de La Calera a 2 825 msnm y tiene una capacidad de tratamiento de 14 m3/s. El caudal de agua tratada es conducido a la ciudad a través del denominado Túnel Alterno de Usaquén y es entregado por una parte al sur de la ciudad a través del túnel de Los Rosales y por otra al ramal que conduce agua a los tanques de Santa Ana y Suba. Los anteriores tanques se encuentran ubicados a 2 711 msnm, en Santa Ana Oriental, y 2 648 msnm, en el cerro de Suba, con capacidad de 30 000 m3 y 90 000 m3 respectivamente.

Con el objeto de aprovechar la diferencia de altura disponible entre la Planta Wiesner y el tanque de Santa Ana y el flujo de agua entregado a la ciudad a través de ese sistema, se construyó entre los años 2000 y 2003 la Central Hidroeléctrica de Santa Ana en cercanías del Tanque de Santa Ana existente



Figura 5-6. Maquinaria de la central hidroeléctrica Santa Ana
Fuente: www.acueducto.com.co

Las características técnicas principales de la CENTRAL son las siguientes: una válvula multichorro de 54" de diámetro, una derivación de alta presión de 72" de diámetro, una turbina tipo francis de eje horizontal, potencia nominal 12 MW para generar energía con caudales entre 5,5 m3/s y 13,5 m3/s, saltos netos de operación entre 84 mca y 109 mca, velocidad de rotación 600 rpm, generador tipo sincrónico, capacidad de 15 MVA, factor de potencia 0,80, voltaje de generación 13,8 kV, voltaje de transmisión 34,5 kV. La construcción de la CENTRAL tuvo un costo aproximado de 10 millones de US$ del año 1999. La CENTRAL se encuentra conectada con el Sistema Interconectado Nacional SIN mediante una línea de transmisión eléctrica entre sus instalaciones y la Subestación de energía de

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Usaquén, ubicada en la Calle 110 con Carrera 11, utilizando algunos activos de conexión propiedad de CODENSA.



Figura 5-7. Maquinaria de la central hidroeléctrica Santa Ana
Fuente: www.acueducto.com.co

A través de la CENTRAL se entrega a la ciudad el caudal requerido por los tanques de Santa Ana y de Suba, normalmente, este caudal puede ser utilizado por la unidad turbogeneradora para la producción de energía eléctrica. En los momentos en que la unidad turbogeneradora se encuentre fuera de servicio (en caso de falla, bajo caudal o mantenimiento), el caudal será conducido por la válvula multichorro instalada en una tubería paralela, en forma automática. En la eventualidad que la CENTRAL (unidad turbogeneradora y válvula multichorro) se encuentre fuera de servicio, el caudal puede ser conducido a través de la derivación de alta presión (Caja F3).

Las primeras pruebas efectuadas a la válvula multichorro marca PRATT, indicaron que requería ajustes para que su comportamiento se ajustara a lo establecido en el diseño. Una vez efectuados los ajustes en la válvula, durante los meses de diciembre de 2003 y enero de 2004, se procedió a ejecutar las pruebas finales, incluyendo entre otras: velocidad de reacción de la válvula ante paradas intempestivas de la unidad de generación y ajustes de presiones aguas abajo, calidad de la energía generada, obteniéndose resultados satisfactorios de tal manera que el día 29 de enero de 2004 se generó con una potencia de 4 MW siendo recibida esta energía por la red de distribución de CODENSA.

Por lo descrito, en este momento, desde el punto de vista técnico, la CENTRAL se encuentra lista para iniciar su operación comercial en la categoría de planta menor. Se estima que con el caudal turbinable, de 7,5 m3/s, es posible generar como mínimo 40 000 kWh/año. Para dar inicio a la operación comercial de la CENTRAL es necesario que el ACUEDUCTO firme el contrato de conexión con CODENSA, el cual se encuentra en proceso de negociación entre las partes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Conforme a lo dispuesto en el artículo 18 de la ley 142 de 1994, las empresas de servicios públicos pueden tener un objeto social múltiple, es decir, pueden dedicarse a la prestación de uno o más servicios públicos; por lo tanto en adición a los servicios de acueducto y alcantarillado se podría prestar el servicio público de energía eléctrica. Sin embargo, el artículo 3º de los Estatutos Sociales vigentes del ACUEDUCTO, establece que la Empresa tiene como objeto exclusivo la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado. Consecuentemente con lo anterior, el ACUEDUCTO no se encuentra facultado para prestar el servicio público de energía, ni las actividades complementarias de generación y de comercialización.

5.1.5 PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EL PLAN MAESTRO (Agosto 2006)

En relación con el servicio de acueducto, el POT define la estructura del sistema requerida para la prestación del servicio desde la fuente de abastecimiento, hasta los sistemas de tratamiento, conducción, almacenamiento y distribución de tal forma que se cumpla con las condiciones técnicas del suministro en todo el territorio urbano y de expansión.

Como objetivos de intervención en el sistema de acueducto y alcantarillado, se establece la necesidad de garantizar la provisión del servicio mediante el aprovechamiento óptimo de la infraestructura existente y la extensión ordenada de las redes de distribución, en coordinación con los demás proyectos previstos en el POT.

PROYECTO
SISTEMA DE ACUEDUCTO EL ZUQUE (SISTEMA RED MATRIZ ZONA SUR ORIENTAL)
TANQUE LOS SOCHES
ESTACION DE BOMBEO EL PASO
ESTACION DE BOMBEO LA FISCALA
IMPULSION EL PASO - LOS SOCHES
LINEA CALLE 153 - CALLE 160
LINEA CR 99 SUBA
LINEA LAS VILLAS CRA 52

Tabla 5-6. Proyectos del Sistema de Acueducto – (POT 2004-2010)
Fuente: Plan maestro de Acueducto y Alcantarillado, Agosto 2006.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.2 ALCANTARILLADO

Es la recolección municipal de residuos, principalmente líquidos, por medio de tuberías y conductos.

El sistema de alcantarillado en la ciudad de Bogotá está compuesto por una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recolectar y evacuar las aguas residuales de una población y la escorrentía superficial producida por la lluvia.

Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de aguas que conducen, de la siguiente forma:

- **Alcantarillado Sanitario:** Es el sistema de recolección diseñado para llevar las aguas domésticas e industriales.

- **Alcantarillado pluvial:** Es el sistema compuesto por todas las instalaciones e infraestructura destinada a la evacuación, recolección, conducción de aguas lluvias, drenaje de la escorrentía superficial, con el fin de controlar las crecientes y mitigar el riesgo por inundación en época de invierno de acuerdo con las condiciones topográficas, hidrológicas y socioeconómicas.

- **Alcantarillado Combinado:** Es un sistema que conduce, evacua y permite el drenaje por condiciones técnicas y condiciones topográficas simultáneamente de aguas residuales y aguas lluvia.

Para la prestación de los servicios de aguas sanitaria y pluvial se tiene el siguiente orden de actividades:

- **Recolección de Aguas Servidas y Lluvias**: El proceso que se requiere para evacuar las aguas residuales producidas en los hogares y en las industrias y conducirlas a través de las redes locales de alcantarillado sanitario e interceptores (tuberías más grandes) a los puntos de disposición final o a la planta de tratamiento de aguas residuales. Por otra parte, la actividad de recolección de aguas lluvias consiste en la evacuación de las aguas lluvias a través de los sumideros, las redes locales, los colectores y los canales con el objetivo de conducirlas a puntos de disposición en ríos o cuerpos de agua, hay que tener en cuenta que este servicio reduce el riesgo por inundación en la población mediante el control de creciente de los ríos y quebradas.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- **Tratamiento de Aguas Residuales:** Esta actividad la realiza actualmente la EAAB ESP a través de la PTAR Salitre, la cual consiste en tratar las aguas residuales mediante procesos físico-químicos con el objetivo de evacuarlas a los cuerpos de agua sólo hasta que cumplan parámetros de calidad.

- **Disposición final de aguas servidas y aguas lluvias:** Esta actividad consiste simplemente en el proceso de evacuar las aguas residuales tratadas de la planta de tratamiento y las aguas lluvias hacia los cuerpos de agua (ríos, quebradas y humedales).

- **Gestión Comercial y de Servicio al Cliente:** Esta actividad es de vital importancia dentro de la cadena de valor ya que consiste en todo el proceso de lectura, facturación, atención de reclamos y servicio al cliente en aspectos técnicos, comerciales y operativos; de acuerdo con la prestación de los servicios que se le presta a cada uno de los usuarios.



Figura 5-8 Sistema de alcantarillado EAAB
Fuente: EAAB, Plan Maestro Acueducto y Alcantarillado, 2006

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.2.1 Estructuras de control de inundación o pondajes

Las estructuras de control de inundación o pondajes son aquellas obras que permiten mitigar o evitar las inundaciones y las cuales se ubican en los márgenes siguiendo el cauce normal del cuerpo de agua o su sección transversal.

Las estructuras de control más importantes en la ciudad de Bogotá son, la presa de cantarrana, el muro de san benito, los jarillones y el vertedero de excesos, las cuales se describen a continuación:

- **Presa Cantarrana**

La Presa Seca Cantarrana, ubicada en la localidad de Usme, es una estructura de 38 metros de altura y 600 metros de longitud con capacidad para almacenar hasta 2,5 millones de metros cúbicos de agua.

- **Muro San Benito**

Para proteger la vida y bienes de más de mil familias de la localidad de Tunjuelito, el Acueducto de Bogotá concluyó la construcción de un muro de más de medio kilómetro de largo y 5 metros de alto que servirá para contener las crecientes del río Tunjuelo evitando inundaciones en el sur de la ciudad. Este muro, que funciona como una barrera de protección ante el aumento de los niveles del río Tunjuelo, se levantó en la margen derecha, paralelo al barrio San Benito, uno de los sectores más afectados por las inundaciones del 2002 en donde el nivel del agua superó los dos metros de altura afectando a cientos de viviendas.

- **Jarillones**

Dentro del proyecto de San Benito, se ejecuta el **realce de jarillones** al lado y lado del río. De igual forma a su paso por las localidades de Ciudad Bolívar, Bosa y Kennedy, el río Tunjuelo está siendo objeto de dragados con maquinaria pesada con lo cual se espera retirar al menos 220 mil metros cúbicos de lodo facilitando un mejor recorrido de las aguas.

- **Vertedero de Excesos**

A la altura de los barrios Olarte y Nuevo Chile en la localidad de Kennedy se construye un **vertedero** (estructura compuesta por un canal y muro de retención de aguas) que servirá para controlar y evacuar las aguas de las crecientes del río.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.2.2 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

El Distrito ha adoptado para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad la construcción de dos plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). La primera para el tratamiento de las aguas residuales generadas en la cuenca El Salitre y la segunda para las cuencas del Fucha y Tunjuelo, así como la construcción de una serie de interceptores como el ENCOR, IFT, ITC, entre otros.

En la actualidad la ciudad descarga aproximadamente unos 14 m3/s de aguas residuales al sistema de alcantarillado; de este caudal, el 29.6% proviene de la cuenca del Salitre (incluye la cuenca Torca), el 39,3% de la del Fucha, el 31,1% de la del Tunjuelo, en estas dos últimas cuencas se tienen en cuenta la producción de las cuencas Tintal, Soacha y otras menores).
La actual PTAR El Salitre hace parte de este esquema de saneamiento el cual esta articulado con la construcción de los interceptores de aguas residuales y la futura PTAR Canoas. Los interceptores recolectan las aguas residuales que transportan las redes de alcantarillado de la ciudad, evitando que estas sean descargadas a los cuerpos de agua y sean conducidas hasta las plantas para que por medio de diferentes procesos se remuevan los contaminantes del agua y estas puedan ser descargadas al Río Bogotá, permitiendo con el tiempo recuperar la calidad de agua del Río, aumentando su concentración de oxígeno disuelto. De esta forma la ciudad de Bogotá realiza un aporte a la solución de la contaminación del Río, evitando que las aguas residuales que genera la ciudad sean descargadas directamente al Río Bogotá y sus otros afluentes.

La PTAR El Salitre trata las aguas residuales producidas por el norte y el Noroccidente de la ciudad, que se captan de la cuenca del río Salitre o Juan Amarillo por medio del sistema de alcantarillado e interceptores que se extiende desde la calle 26 hasta la calle 200, abarcando alrededor de 2.200.000 habitantes.

Actualmente la PTAR El Salitre trata 4.000 L/s. de aguas residuales, y se tiene proyectada su ampliación a 8.000 L/s., para tratar la totalidad de las aguas residuales que se generarían para el año 2025 con la optimización y ampliación del sistema de alcantarillado en esta cuenca de la ciudad.

En épocas de invierno, los niveles del río Bogotá y Juan Amarillo han aumentado considerablemente hasta tal punto que el agua comenzaba a devolverse por el alcantarillado de la ciudad, generándose así una problemática socio ambiental; ya que se ven afectadas las viviendas por inundaciones, provocando daños, pérdidas, y obligando al desalojo de la comunidad; sin embargo desde que la planta inicio su operación, y gracias a la coordinación de los operadores del alcantarillado con los de la planta, la Estación Elevadora de la PTAR, ha permitido que estas situaciones desaparezcan, que el alcantarillado drene normalmente y

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

que las aguas del río Bogotá, mantengan su curso normal y no afecten a la población de Bogotá de la cuenca Salitre.

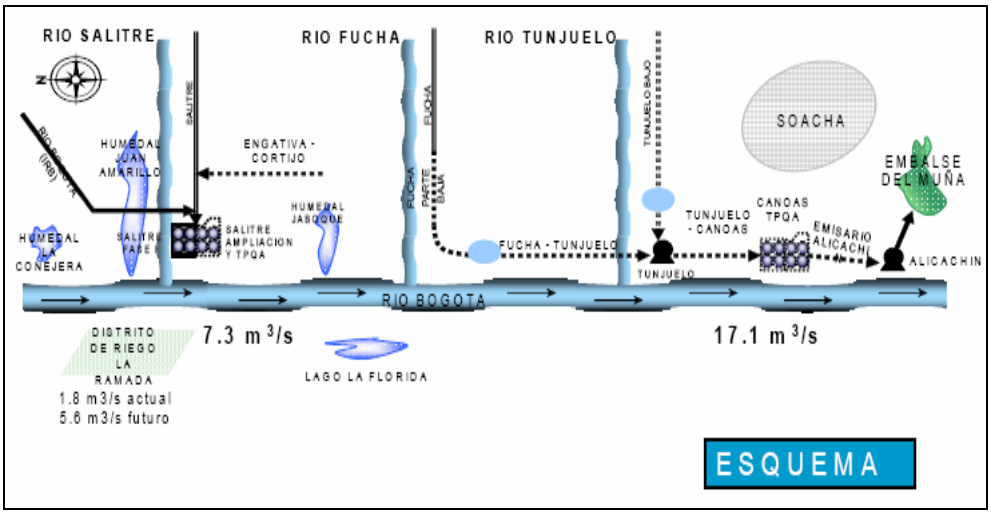


Figura 5-9 Tratamiento de Aguas Cuenca Media
Fuente: EAAB, Plan maestro de Acueducto y Alcantarillado, 2006

5.2.3 Estaciones Elevadoras

Actualmente en Bogotá se cuenta con dos estaciones elevadoras como lo son canoas y Tunjuelito, estas estaciones bombean los líquidos residuales de microcuencas hacia conductos mayores de la red troncal.

5.2.4 Redes Principales

Dentro del componente de saneamiento básico de la ciudad se encuentra el alcantarillado sanitario que comprende los componentes de recolección transporte, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos generados de manera intra domiciliar (Ley 142 de1994). Teniendo en cuenta que el proceso de tratamiento de aguas residuales actualmente está siendo realizado por la EAAB ESP. La disposición del sistema de alcantarillado sanitario comprende igualmente redes primarias y secundarias cuya distribución de longitud de redes por localidad y total.

Los planos del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad, información que confrontada con la conformación territorial del Distrito en UPZ demuestra la amplia cobertura lograda por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - ESP de Bogotá del 96%.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Localidad	Longitud de Redes Primarias Alcantarillado Sanitario (m)	Longitud de Redes Secundarias Alcantarillado Sanitario (m)
ANTONIO NARIÑO	9.953	116.229
BARRIOS UNIDOS	23.503	373.226
BOSA	27.456	168.213
CHAPINERO	12.572	203.183
CIUDAD BOLIVAR	22.674	217.310
ENGATIVA	55.440	437.818
FONTIBON	29.253	253.183
KENNEDY	28.380	445.662
LA CANDELARIA	2.380	33.208
LOS MARTIRES	9.841	159.970
PUENTE ARANDA	30.829	355.266
RAFAEL URIBE	11.718	261.871
SAN CRISTOBAL	11.028	301.946
SANTAFE	9.674	130.212
SUBA	71.177	541.435
TEUSAQUILLO	29.643	193.023
TUNJUELITO	6.105	144.917
USAQUEN	57.899	410.312
USME	13.341	113.892
TOTAL REDES ALCANTARILLADO SANITARIO	462.867	4.860.875

Tabla 5-7 Longitudes de Redes de Alcantarillado Sanitario
Fuente: EAAB, Plan Maestro Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2006

Por otra parte, el sistema de drenaje pluvial hace parte de la infraestructura de alcantarillado de la ciudad y comprende las actividades de recolección, transporte y disposición de las aguas provenientes de la precipitación y escorrentía de la ciudad.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Localidad	Longitud de Redes Primarias Alcantarillado Pluvial(m)	Longitud de Redes Secundarias Alcantarillado Pluvial (m)
ANTONIO NARIÑO	11.708	6.594
BARRIOS UNIDOS	23.182	41.280
BOSA	9.955	41.994
CHAPINERO	15.092	24.918
CIUDAD BOLIVAR	2.634	43.170
ENGATIVA	58.336	243.887
FONTIBON	34.677	94.361
KENNEDY	23.386	222.754
LA CANDELARIA	2.380	-
LOS MARTIRES	10.877	9
PUENTE ARANDA	16.756	137.237
RAFAEL URIBE	16.342	35.627
SAN CRISTOBAL	10.786	50.362
SANTAFE	7.182	733
SUBA	103.074	268.846
TEUSAQUILLO	26.345	63.928
TUNJUELITO	9.827	55.777
USAQUEN	60.658	240.391
USME	-	23.465
TOTAL REDES MATRICES ALCANTARILLADO PLUVIAL	443.197	1.595.334

Tabla 5-8 Longitudes Redes de Alcantarillado Pluvial
Fuente: EAAB, Plan Maestro Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2006

5.3 ENERGÍA

El suministro de electricidad en el área metropolitana de Bogotá es proveído por varias compañías prestadoras del servicio como EMGESA, EEB, CODENSA, AMBAS e ISA. Casi el 100% de los habitantes posee servicio de electricidad. La red de generación y transmisión no es independiente, y esta conectada al sistema eléctrico nacional a través del Sistema Nacional de Transmisión. Esto significa que la ciudad de Bogotá y los otros municipios pueden ser surtidos por plantas de generación localizadas en otras regiones de Colombia o incluso desde Venezuela o Ecuador. La compañía de interconexión eléctrica S.A. o ISA tienen a cargo la mayor parte de la red de transmisión nacional.

5.3.1 Generación

Actividad consistente en la producción de energía eléctrica mediante una planta hidráulica o una unidad térmica conectada al Sistema Interconectado Nacional (SIN), bien sea que desarrolle esa actividad en forma exclusiva o en forma combinada con otra u otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ellas sea la actividad principal.

Los agentes generadores conectados al Sistema Interconectado Nacional se clasifican como: Generadores, Plantas Menores, Autogeneradores y Cogeneradores.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- **Generadores**
  Los agentes a los que se les denomina genéricamente *Generadores*, son aquellos que efectúan sus transacciones de energía en el Mercado Mayorista de Electricidad (normalmente generadores con capacidad instalada igual o superior a 20 MW).

- **Plantas Menores**
  Las Plantas Menores son aquellas plantas o unidades de generación con capacidad instalada inferior a los 20 MW.

- **Autogeneradores**
  Se define como Autogenerador, aquella persona natural o jurídica que produce energía eléctrica exclusivamente para atender sus propias necesidades. Por lo tanto, no usa la red pública para fines distintos al de obtener respaldo del Sistema Interconectado Nacional y puede o no, ser el propietario del sistema de generación.

- **Cogeneradores**
  Se define como Cogenerador, aquella persona natural o jurídica que produce energía utilizando un proceso de Cogeneración y que puede ser o no, el propietario del sistema de Cogeneración. Entendiendo como Cogeneración, el proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de una actividad productiva, destinadas ambas al consumo propio o de terceros y destinadas a procesos industriales o comerciales.

La generación eléctrica para Cundinamarca y el resto del país es mantenida por EMGESA. EMGESA esta a cargo por lo general de la administración, mantenimiento y reparación de las plantas de energía eléctrica. Hay nueve plantas de generación, las cuales consisten en una planta termoeléctrica y ocho plantas hidroeléctricas.

Plantas Termoeléctricas:	1. Termozipa	4. El Salto	7. Canoas
Plantas Hidroeléctricas:	2. El paraíso	5. La Guaca	8. Guavio
	3. Laguneta	6. Darío	9. Nuna

5.3.2 Transmisión y Transformación

La EEB esta generalmente a cargo del mantenimiento y reparación de los circuitos de las líneas de alta tensión 230 kV (Transmisión desde las plantas generadoras hacia la ciudad de Bogotá D.C.), La tabla 1 se discrimina la longitud total de las líneas de transmisión de 230 kV pertenecientes a la EEB.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Para desarrollar la actividad de transmisión, consistente en los servicios de transporte de energía eléctrica por las redes de alta tensión, de conexión al Sistema de Transmisión Nacional y de coordinación, control y supervisión de la operación de los activos de transmisión, la Empresa cuenta con 344.3 Km de líneas doble circuito a 230 kV y 3.2 Km de tramos de línea a 230 kV circuito sencillo, con activos en 10 subestaciones a 230 kV (40 bahías de líneas, 7 bahías de acople, 5 bahías de seccionamiento y 8 módulos comunes) y 5 bancos de compensación capacitiva conectados a 115 kV (285 MVAr en total), incluyendo las nuevas bahías. Dos plantas de generación ubicadas al sur occidente de Bogotá – La guaca y el paraíso están conectadas por una línea de doble transmisión cada una de 7.5 Km, mientras que la planta la Guaca tiene conexión solo al sistema nacional a través de líneas de 230 kV. La planta el paraíso esta conectada con las subestaciones San Mateo y el Circo, las cuales se encuentras dentro del área Sur y Este de Bogotá respectivamente. Es necesario clarificar que la conexión entre la planta La Guaca y Bogotá D.C. se realiza por líneas de menos de 230 kV. De otro lado la planta de generación del Guavio tiene conexión directa a la red nacional, y adicionalmente esta conectada a las subestaciones el Circo y Tunal por medio de líneas de 230 kV, una por cada subestación.

Otras tres subestaciones que reciben líneas de 230 kV, pero esta vez la red de ISA, son Torca localizada en la parte norte de Bogotá, y las subestaciones Noroeste y Balsillas ubicadas en las zonas noroeste y oeste de Bogotá. Estas tres subestaciones están interconectadas con la estación Noroeste funcionando como puente entre Balsillas y Torca.

Origen	Destino	Empresa de Destino	Longitud Total (Km)
Planta generadora El paraiso	Subestación San Mateo	Codensa	33,9
	Subestación El Circo	Codensa	50
	Planta Generadora La Guaca	Emgesa	7,5
	Planta Generadora La Guaca	Emgesa	7,5
Planta Generadora La Guaca	Subestación La Mesa	ISA	5
	Subestación La Mesa	ISA	5
Planta Generadora El Guavio	Subestación El Circo	Codensa	109,8
	Subestación El Circo	Codensa	109,6
	Subestación Tunal	Codensa	155,1
	Subestación La Reforma	ISA	80,4
Subestación Tunal	Subestación La Reforma	ISA	74,7
	Subestación El Circo	Codensa	29,8
	Subestación San Mateo	Codensa	14,8
Total			683,1

Tabla 5-9 Líneas de Transmisión de 230 kV de la EEB
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, Estudio para la prevención de desastres en el área metropolitana de Bogotá en la república de Colombia, 2002.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- **Subestaciones Nivel 4 (AT/AT) de conexión al Sistema de Transmisión Nacional.**

Este tipo de subestaciones se caracterizan por tener un nivel de tensión secundaria entre 57.5 y 115 kV. Son subestaciones de conexión al Sistema de Transmisión Nacional -STN- con potencia instalada de 168 a 672 MVA.

Cuentan con una infraestructura de: equipos de patio barrajes, transformadores de potencia, edificación para cuarto de control y protecciones, caseta para celador y patio para estacionamientos.

Llegan y salen líneas de transmisión de alta tensión con sus torres y salen circuitos de distribución de nivel de tensión 4 (115 kV).

- **Subestaciones nivel 2 y 3 (AT/MT)**

Estas subestaciones tienen nivel de tensión secundaria en Media Tensión (11.4kV, 13.2kV, 34.5 kV). En Bogotá 115/11.4 kV, 115/34.5 kV, 230/11.4 kV, 230/34.5 kV, en Cundinamarca para municipios grandes 115/13.2 kV., con potencias de 15 a 30 MVA.

Cuentan con equipos de patio, barrajes, transformadores de potencia, edificación para cuarto de control y protecciones, celdas de distribución, caseta para celador y patio para estacionamientos.

Llegan y salen líneas de transmisión con sus torres y salen circuitos de distribución de nivel de tensión 2 (11.4 kV, 13.2 kV).

- **Redes de alta tensión**

Una línea de transporte de energía eléctrica o línea de alta tensión es básicamente el medio físico mediante el cual se realiza la transmisión de la energía eléctrica a grandes distancias. Está constituida tanto por el elemento conductor, usualmente cables de cobre o aluminio, como por sus elementos de soporte, las Torres de alta tensión. Están sujetos a tracciones causadas por la combinación de agentes como el viento, la temperatura del conductor, la temperatura del viento, etc.

5.3.3 Distribución

Actividad de transportar energía eléctrica a través de un conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV que no pertenecen a un Sistema de Transmisión Regional (STR) por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.

Se entiende como Distribución, los Sistemas de Transmisión Regionales (STR) y los Sistemas de Distribución Local (SDL).

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Estos sistemas se definen como:

- Sistema de Transmisión regional (STR).

  Sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes regionales o interregionales de transmisión; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV y que no pertenecen a un sistema de distribución local.

- Sistema de Distribución Local (SDL)

  Sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes de distribución municipales o distritales; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV que no pertenecen a un Sistema de Transmisión Regional por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.

La distribución de energía para las casas en Bogotá D.C. es suministrada por CODENSA, la cual esta generalmente a cargo de la expansión, mantenimiento y reparación de la red de distribución de menos de 115 kV y las instalaciones relacionadas con la distribución, como subestaciones, postes transformadores eléctricos, etc.

El área de servicio de CODENSA esta dividida en tres áreas para Bogotá como se muestra en la figura 8. UN es la zona norte desde la autopista El Dorado, UC esta localizada entre la autopista el Dorado y la avenida 1° de mayo, y US es la zona sur desde la 1° de mayo. La longitud total de cable zonal con menos de 50 kV se representa en la tabla 10. La longitud total del cable en la ciudad es 5.205 Km., y la mayor longitud total (de 1.994 Km) se observa en la zona US o zona sur de la ciudad; las otras zonas tienen longitud de cableado equivalente aproximadamente a 1.600 Km. La relación de cable aéreo y cable subterráneo es significativamente diferente de acuerdo al estrato. Las áreas de estratos 1 a 3, están equipadas con cable aéreo con cubrimiento del 80% al 100%. Entretanto las áreas clasificadas entre 4 y 6, presenta una relación de cobertura con cable aéreo entre 5% y 20%.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

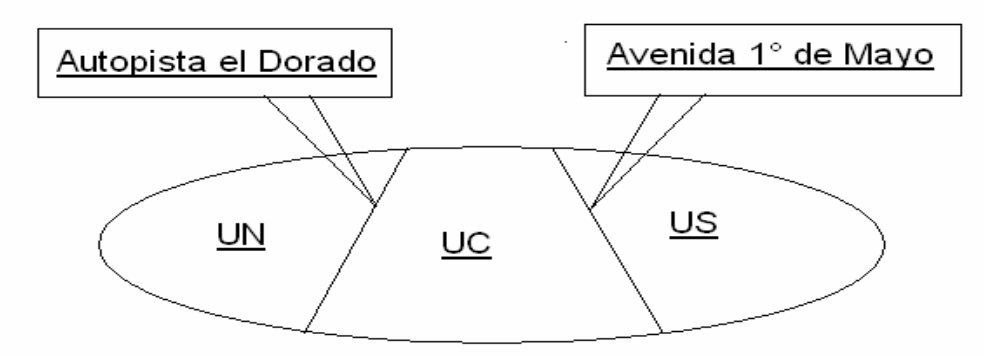


Figura 5-10 Definición de Zonas Eléctricas en Bogotá

ZONA	LONGITUD DE CABLE (Km)		
	Aereas	Subterraneas	Total
UN	869	760	1629
UC	681	901	1582
US	1574	420	1994
Total	**3124**	**2081**	**5205**

Tabla 5-10 Longitud de cable de menos de 50 kV
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, Estudio para la prevención de desastres en el área metropolitana de Bogotá en la república de Colombia, 2002.

La longitud total del sistema de 115 kV es aproximadamente de 617.4 Km y, el total del sistema de 57.5 kV es aproximadamente de 80.4 Km.

- **Subestaciones Nivel 1 (MT/BT) de transformación**

Tienen nivel de tensión secundaria menor a 1kV. En Bogotá 11.4/0.208 kV., en Cundinamarca 13.2/0.208 kV.

Incluyen: Centros de transformación de tipo Pedestal, local, subterráneas y en postes.

- **Redes de media y Redes de Baja tensión**

Las redes de Media Tensión (5 kV a 46 kV) son utilizadas cuando se requiere llevar grandes cantidades de energía eléctrica a niveles de media tensión donde la utilización de las líneas aéreas no es factible ya sea por condiciones técnicas, de seguridad o ambientales.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Se considera instalación de baja tensión eléctrica aquella que distribuya o genere energía eléctrica para consumo propio y a las receptoras en los siguientes límites de tensiones nominales:

- Corriente alterna: igual o inferior a 1000 voltios.
- Corriente continua: igual o inferior a 1500 voltios.

5.4 TELECOMUNICACIONES

5.4.1 Telefonía Fija

El servicio de telecomunicaciones en el área metropolitana de Bogotá es prestado por varias empresas. En Bogotá D.C. tres compañías prestan el servicio de comunicación local a través de teléfonos fijos. Estas son: Empresa de Teléfonos de Bogotá – ETB -, CAPITEL y Empresas Publicas de Medellín en Bogotá – EPM – Bogotá-. A excepción de CAPITEL, las otras compañías prestan también el servicio de comunicación a larga distancia, sin usar redes propias sino una que pertenece a TELECOM, quien ofrece el servicio de larga distancia para Bogotá y el servicio de comunicación local en los ocho municipios. La comunicación local se ejecuta a través de un sistema de cables mientras que la larga distancia es transportada a través de ondas.

La ETB tiene 37 centrales telefónicas y 4500 armarios en Bogotá D.C. La información es suministrada mediante datos SIG. La longitud promedio de los cables principales por armario es de aproximadamente 42000 m, y la longitud promedio de los cables locales o secundarios por un armario es casi 2410 m. Las participaciones de cable aéreo por tipo son las siguientes: cables principales, 1%, cables locales, 49%. El número total de postes es de aproximadamente 120000.

CAPITEL posee una red de cableado telefónico y una red móvil de teléfonos. La información de las dos redes es suministrada por una bien organizada base de datos SIG, que contiene radio estaciones móviles, redes de cables aéreos, redes de cables subterráneos y redes de cable de teléfono y postes de teléfono. La porción de cable aéreo es del 58% y la de cable subterráneo es del 42%.

TELECOM mantiene y opera la red local de comunicaciones en los ocho municipios y a su vez mantiene la comunicación de larga distancia por medio de torres de transmisión de

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

microondas ubicadas en las cumbres de las montañas, con una altura de 8 a 40 metros; todas las torres son auto soportadas de sección cuadrada.

- **Centrales de Conmutación**

Las centrales de conmutación se clasifican en centrales y subcentrales netas, refiriéndose e los casos en los que la central tiene en su predio un uso exclusivamente técnico (equipos y controles técnicos) o son pequeñas centrales (subcentrales) con equipos técnicos atendidos a control remoto. Una central telefónica es el lugar (puede ser un edificio, un local o un contenedor), utilizado por una empresa operadora de telefonía, donde se albergan el equipo de conmutación y los demás equipos necesarios, para la operación de llamadas telefónicas en el sentido de hacer conexiones y retransmisiones de información de voz. En este lugar terminan las líneas de abonado, los enlaces con otras centrales y, en su caso, los circuitos interurbanos necesarios para la conexión con otras poblaciones.
Las centrales que se combinan con equipamientos se ajustaran a las normas establecidas para los equipamientos, cuando la proporción de espacio requerido por la central o subcentral, es inferior al uso principal.

- **Redes Troncales**

Una línea troncal es un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica concentrando y unificando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión a distancia más eficiente (generalmente digital) y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera de ellas.

La red principal de transmisión de la ETB esta digitalizada al 100% en fibra óptica usando tecnología SDH; 83% de la conmutación es digital. Existen proyectos bajo la reposición ejecución de líneas análogas para lograr una digitalización del 100% en conmutación.

5.4.2 Telefonía Móvil y Trunking

La telefonía móvil celular es un servicio público de telecomunicaciones que les permite a todos los usuarios comunicarse desde el sitio en que se encuentren. Para poder lograr la cobertura del servicio de comunicación desde cualquier sitio, se instalan estaciones distribuidas en toda la ciudad con antenas para atender zonas agrupadas en pequeñas celdas o células. Se deben instalar mas estaciones a medida que aumentan los usuarios. La cobertura de una estación base urbana típica esta entre 200 y 1000 m aproximadamente. La cobertura es distribuida en pequeñas celdas o células que conjuntamente permiten proveer servicio dentro de extensas áreas de cobertura (ciudades, carreteras, etc.).

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Debido a las bajas de potencia de transmisión de los móviles y de las estaciones base, es necesario distribuir en las grandes ciudades un grupo de estaciones base con el fin de garantizar niveles óptimos de señal a los usuarios. En cuanto a los equipos la frecuencia máxima de un móvil es de 0.60 W y la de las estaciones base es de 25 W.

5.4.3 Radio y Televisión

Las principales cadenas de emisoras en Bogotá D.C. son:

- Caracol: Ubicada en la calle 67 con carrera séptima
- RNC: Ubicada en la calle 37 No. 13ª - 19
- Todelar: Ubicada Av. 13 (autopista norte) No. 84 - 42

Estas tres cuentan con emisoras tanto en AM como en FM

Existen 5 canales públicos que transmiten en Bogotá y a nivel nacional:

- Canal institucional: Ubicado calle 121 No. 45ª - 76
- Canal 1: Ubicada en la calle 97 No. 13ª - 18
- Señal Colombia: Ubicada en la Av. 68 No. 55 - 65
- Canal Caracol: Ubicada en la calle 103 No. 69B - 43
- Canal RCN: Ubicada en Av. Las Américas No. 65 - 82

Adicionalmente se cuenta con canales regionales como:

- City TV: Ubicada en la calle 19 con carrera séptima
- Canal Capital: Ubicada carrera 8 No. 7 - 27

5.5 GAS

Los recursos de gas natural que llegan a Bogotá se extraen principalmente del pozo Ballenas en alta mar (70% de la cantidad total de gas consumida en Colombia), administrado por la compañía Texaco y ubicado en el Océano Atlántico, en el departamento de la Guajira. La segunda fuente de gas proviene de los pozos Apiay (25% del consumo nacional) ubicados en el oriente Colombiano, y su administración se lleva a cabo por parte de ECOPETROL. Después de extraído, el gas natural es transportado por líneas de conducción administradas por la empresa ECOGAS, la cual es una empresa publica nacional. La capacidad máxima de transporte de la línea Norte es de 30 millones de pies cúbicos por día. La demanda actual en la ciudad de Bogotá se encuentra alrededor de 25 millones de pies cúbicos por día.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

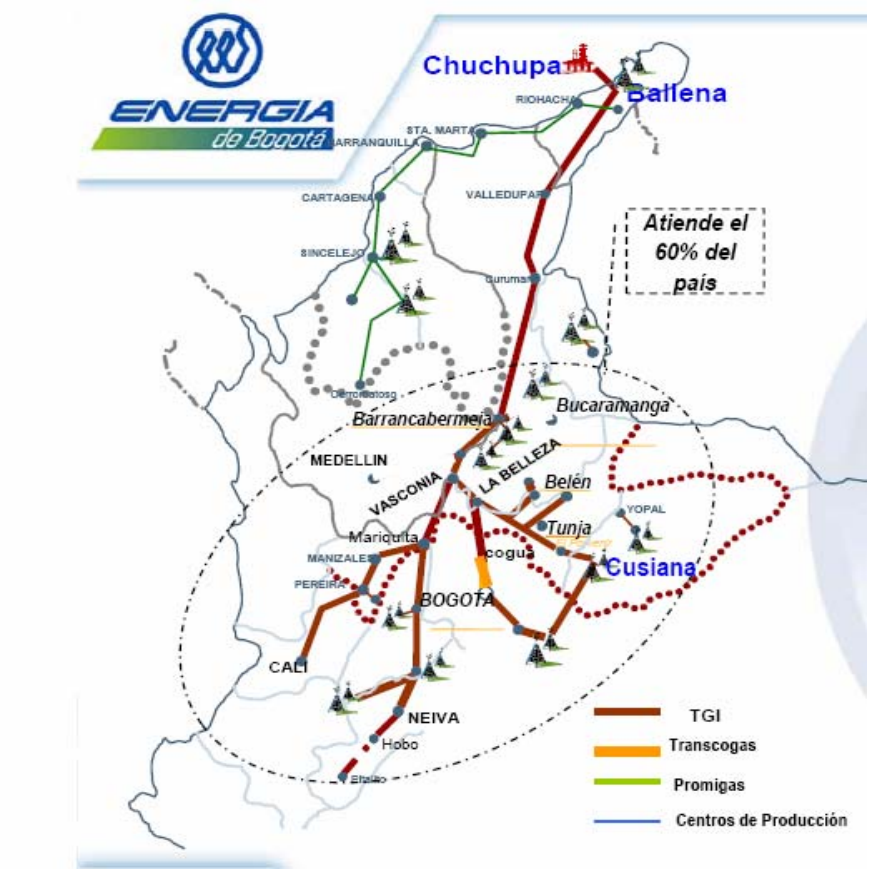


Figura 5-11 Distribución de la Red Nacional Principal de GAS
Fuente: www.eeb.com.co

5.5.1 Estación de Regulación Puerta de Ciudad: ERPC (CITY GATE)

En el sistema de distribución conocido como red de distribución de alta presión comienza a partir de las Estaciones Receptoras de Ciudad ó City Gate "es una instalación en la cual el gas que proviene de la línea de transmisión es recibido y se regula su presión para llevarla a la presión de distribución". Opera a una presión de 250 psi (libras por pulgada cuadrada), la máxima presión permitida en zonas urbanas es de 275 psi. Para la distribución a alta presión se utiliza como material de conducción la tubería de acero.

Alrededor de Bogotá se encuentran dos City – gates de acceso a la ciudad: El primero se encuentra cerca del municipio de Cogua, al Noroeste de la ciudad y recibe el gas proveniente de los pozos en Ballenas, mientras que el segundo se encuentra en Usme (Sur

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

de Bogotá) y recibe el gas del área de Apiay. Las principales líneas que se dirigen desde los City - gates hacia Bogotá y las redes de distribución no son controladas por ECOGAS sino por la empresa de Gas Natural.

5.5.2 Estaciones de Regulación de Presión ERP en espacio público y privado

La red de distribución a media presión opera a una presión de 60 psi. Se llega a esta presión por las Estaciones Reguladoras de Distrito, que son instalaciones mediante las cuales se regula la presión. Se disminuye la presión de la red de distribución (250 psi) a la presión de distribución a media presión (60 psi). Como material de conducción se utiliza tubería en polietileno y las instalaciones internas operan a una presión de 0.25 psi.

5.5.3 Contadores o medidores domiciliarios.

Los siguientes son los medidores de gas establecidos por la empresa GAS NATURAL S.A. E.S.P. para el control de este combustible dentro de las viviendas del distrito capital y a nivel nacional.

- **Medidores de gas tipo diafragma:**

Rango:	Caudales entre 16 L/h y 6000 L/h
Denominaciones:	G1.6, G2.5 y G4
Norma:	OIML R31:1995
Incertidumbre:	+/- 0.65%
Instrumentos patrón:	Medidor patrón de cámara húmeda Rango: 16 L/h a 600 L/h División de escala: 0.02 L Medidor patrón de cámara húmeda Rango: 500 L/h a 6000 L/h División de escala: 0.10 L

- **Medidores Rotatorios**

Rango:	Caudales entre 0.8 m3/h y 250 m3/h
Denominaciones:	G25 y G160
Norma:	OIML R32:1989 (E)
Incertidumbre:	+/- 0.69%
Instrumentos patrón:	2 Medidores patrón tipo rotatorio Rango: 0.64 m3/h a 283 m3/h

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Indicación digital

- **Medidores tipo turbina:**

Rango:	Caudales entre 0.8 m3/h y 250 m3/h
Denominaciones:	G25 y G160
Norma:	OIML R32:1989 (E)
Incertidumbre:	+/- 0.74%
Instrumentos patrón:	2 Medidores patrón tipo rotatorio Rango: 0.64 m3/h a 283 m3/h Indicación digital

5.5.4 Estaciones de Gas para Vehículos

Según Gas Natural ESP SA actualmente se cuenta con 106 estaciones del servicio de gas vehicular [EDS] las cuales están diseñadas para atender, en promedio 800 vehículos por día por estación, ya que tienen una capacidad instalada de 1.000 m3/hora de gas natural. Para la ubicación de las Estaciones de Servicio en la ciudad de Bogotá D.C., se realizan alianzas estratégicas entre Gas Natural s.a. esp y las empresas distribuidoras de combustibles líquidos tales como Esso, Mobil, Texaco, Shell, Brio, etc. para que en sus estaciones de servicio se instalen islas o surtidores de gas.

5.5.5 Redes

La extensión actual de las redes primarias y de distribución cubre aproximadamente 90% del área urbana en Bogotá D.C. Para la capital la red atiende 751.734 usuarios (Casas o apartamentos) y esta en capacidad de atender un total de 1.140.080 usuarios; De la misma forma, los datos para Soacha son 91.122 y 306.556 respectivamente, mientras que para chía son 4.160 y 21.042 respectivamente.

La red principal o de alta presión consiste en cierto tipo de anillos de distribución dentro de la ciudad, organizados de manera tal que si una línea es rota o averiada, el servicio de gas hacia el área afectada puede ser distribuido desde otra rama diferente. Este sistema redundante no se encuentra instalado para toda la ciudad de Bogotá y su presencia o no depende del área de la ciudad donde el daño pueda ocurrir.

Una línea de transmisión de gas es instalada desde una o varias fuentes de abastecimiento hacia uno o mas centros de distribución. Dichas líneas difieren de las líneas de distribución principales, las cuales operan con presiones más altas. La extensión total de las líneas de distribución de gas puede observarse en la tabla 3.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Área	Longitud (km)
Bogotá	8023
Soacha	584
Total	8607

Tabla 5-11 Longitud total de las Líneas de Suministro de Gas en Bogotá D.C.
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, Estudio para la prevención de desastres en el área metropolitana de Bogotá en la república de Colombia, 2002.

5.6 RED VIAL Y TRANSPORTE MASIVO

Quienes viven o visitan la ciudad de Bogotá, se encuentran con una ciudad cosmopolita, interesante, con grandes cambios en su infraestructura vial y múltiples formas de desplazamiento terrestre. Entre ellas se cuenta el transporte público colectivo (buses, busetas y microbuses), transporte público individual (taxis), un sistema de transporte masivo (Transmilenio) y transporte particular. Otros medios de transporte son la bicicleta y el tren. El transporte público está al alcance de todos y cubre el 100% de una Bogotá hospitalaria y pujante.

La clasificación funcional vial establecida en el acuerdo 2, 1980 de Bogotá D.C. según el acuerdo, las vías están clasificadas en tres tipos, como se menciona a continuación: vías principales, vías colectores y vías locales. Las vías principales se clasifican en cuatro tipos, los colectores en dos y las locales en cuatro. El ancho de las secciones típicas de cada tipo de vía se visualiza en la tabla.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 5-12 Clasificación funcional de vías en Bogotá

Clasificación (Tipo de carretera)		Carril derecho (m)	Ancho del Carril (m)	No. De carriles (m)
Vía Principal	V - 0	100	3,50 (H), 3,50 (L)	6(H)+6(L)=12
	V - 1	60	3,75 (H), 3,33 (L)	4(H)+6(L)=10
	V - 1P	60	3,33 (L)	6(L)=6
	V - 2	40	3,33 (L)	6(L)=7
	V - 3	30	3,00 (L)	6(L)=8
	V - 3E	25	3,75 (L)	4(L)=4
	V - 3R	18	3,00 (L)	4(L)=4
Collector	V - 4	25	3,75 (L)	4(L)=4
	V - 4A	22	5,00 (L)	2(L)=2
	V - 5	18	5,00 (L)	2(L)=2
Vía Local	V - 6	16	4,50 (L)	2(L)=2
	V - 7	13	3,50 (L)	2(L)=2
	V - 8	10	3,00 (L)	2(L)=2
	V - 9	8	3,00 (L)	1(L)=1
	V - 9E	6	2,00 (L)	1(L)=1

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, Estudio para la prevención de desastres en el área metropolitana de Bogotá en la república de Colombia, 2002.

5.6.1 Malla Vial de Bogotá D.C.

El sistema vial radial consiste en cuatro líneas principales que conectan a Bogotá D.C. y otras ciudades que a continuación mencionamos:

a) Carretera Nacional No. 55 (Bogotá D.C. a Tunja/ Cúcuta/ Venezuela).
b) Carretera Nacional No. 45A (Bogotá D.C. a Tunja/ Cúcuta/ Venezuela).
c) Carretera Nacional No. 50 (Bogotá D.C. a Manizales/ Medellín/ Cali).
d) Carretera Nacional No. 40 (Bogotá D.C. a Villavicencio).

El área urbanizada de Bogotá es de aproximadamente 17 Km de oriente a occidente y 35 Km de sur a norte. Seis vías principales atraviesan la ciudad. Están son vías importantes de suministro en el área de estudio y otros municipios. Las vías de acceso de Medellín y Cali, en la parte occidental de Colombia, se caracterizan por transportar provisiones de comida.

a) Vías de Acceso desde el Norte de Colombia:
Autopista Norte – Tunja/ Cúcuta/Venezuela.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Avenida la Calera –Tunja/ Cúcuta

b) Vías de Acceso desde el Occidente de Colombia:
Autopista Medellín - Manizales/ Medellín.
Avenida Centenario – Manizales/ Medellín.
Autopista Sur – Armenia/ Cali.

c) Vías de acceso desde el sur de Colombia:
Avenida Villavicencio - Villavicencio.

La principal red vial en Bogotá D.C. esta formada por tres (3) anillos viales y siete (7) vías radiales. Las siete vías radiales salen hacia las afueras de la ciudad desde el centro y sirven como sistema de distribución para cada Barrio, mientras que las tres en forma de anillo actúan como vías de conexión hacia las radiales. Dichos anillos y vías radiales son:

- Anillos viales:

a) Avenida Ciudad de Quito.
b) Avenida del Congreso.
c) Avenida Boyacá.

- Vías Radiales:

a) Autopista Norte
b) Autopista del Sur
c) Avenida Villavicencio
d) Avenida las Américas
e) Autopista el Dorado
f) Autopista Medellín
g) Avenida Suba

Las vías secundarias han sido desarrolladas de acuerdo con el progreso de la vivienda y los desarrollos industriales. La red vial secundaria en el área urbana de Bogotá D.C. sirve como patrón de malla.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

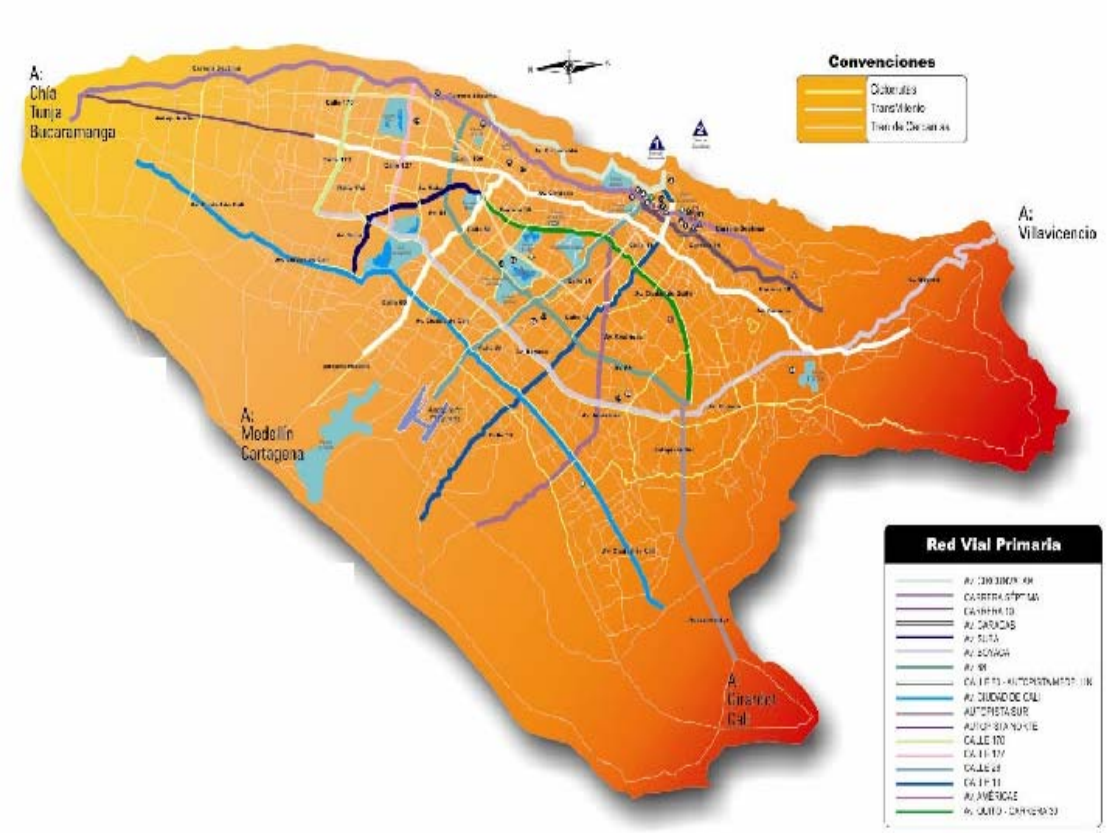


Figura 5-12 Mapa red vial Bogotá
Fuente: www.maps.google.com

La Malla Vial de Bogotá D. C. a diciembre de 2008 alcanza 15.624 Kilómetros carril de los cuales el 94.6% (14.781 km-carril) corresponden al Subsistema Vial y el 5.4% (843 km-carril) al Subsistema de Transporte (Troncales Transmilenio).

El Subsistema Vial está compuesto por la malla vial arterial, intermedia y local. La malla vial arterial es la red de vías de mayor jerarquía, que actúa como soporte de la movilidad y la accesibilidad urbana y regional y de conexión con el resto del país. Igualmente, facilita la movilidad de mediana y larga distancia como elemento articulador a escala urbana. La malla vial intermedia está constituida por una serie de tramos viales que permean la retícula que conforma la malla vial arterial, sirviendo como alternativa de circulación. Permite el acceso y la fluidez de la ciudad a escala zonal. La malla vial local está conformada por los tramos

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

viales cuya principal función es la de permitir la accesibilidad a las unidades de vivienda. La composición del Subsistema Vial se observa en la siguiente gráfica:

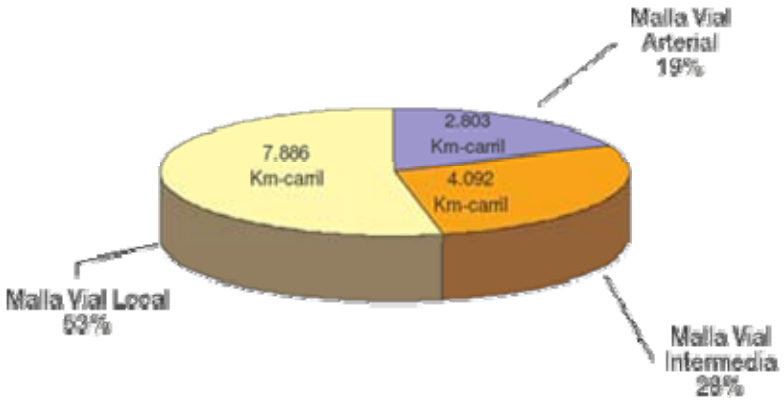


Figura 5-13 Composición del subsistema vial de Bogotá D.C.
Fuente: Base de Datos del Inventario y Diagnóstico de la Malla Vial - IDU - Diciembre de 2008.

El estado de condición de las vías se estableció con el Índice de Condición del Pavimento (ICP), parámetro que permite calificar la condición superficial de la estructura del pavimento. Este Índice depende del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) que determina la regularidad superficial del pavimento y del Índice de Fallas (IF) que fija el nivel de fallas superficiales que se presentan en el pavimento.

El diagnóstico de las vías está asociado al estado de condición de cada una, medido con el Índice de Condición de Pavimento así:

- ICP <= 30 Vías en mal estado
- 31 <= ICP < =70 Vías en regular estado
- ICP >= 71 Vías en buen estado

Con base en lo expuesto anteriormente, el estado de la malla vial de Bogotá D. C., correspondiente al Subsistema Vial, es el presentado en la siguiente gráfica:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

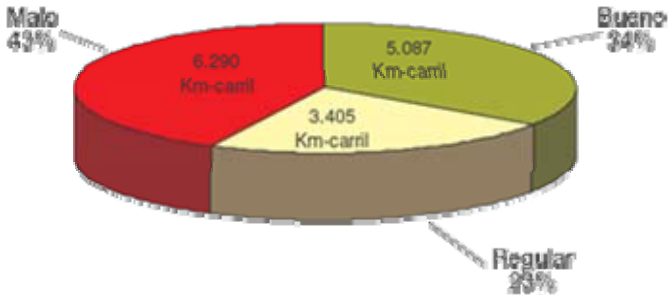


Figura 5-14 Estado de la Malla Vial de Bogotá D.C.
Fuente: Base de Datos del Inventario y Diagnóstico de la Malla Vial - IDU - Diciembre de 2008.

El estado de cada una de las mallas que conforman el Subsistema Vial se puede apreciar en la siguiente gráfica:

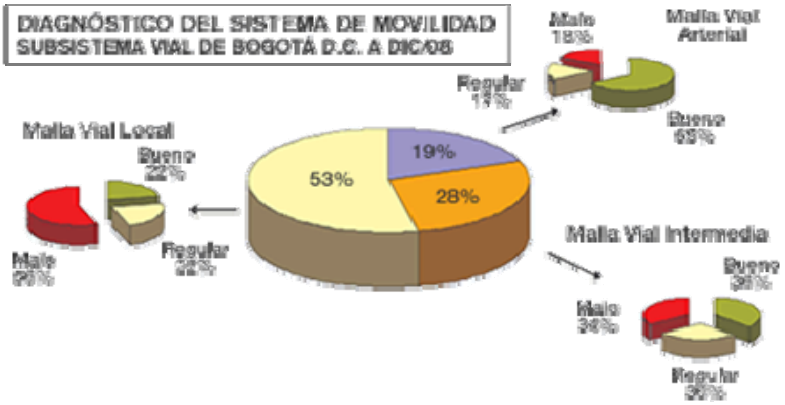


Figura 5-15 Diagnostico del Subsistema vial de Bogotá D.C.
Fuente: Base de Datos del Inventario y Diagnóstico de la Malla Vial - IDU - Diciembre de 2008.

5.6.2 Red Vial de Emergencias

Es necesario tener en cuenta las prioridades básicas de movilidad urbana de la ciudad en caso de una emergencia por sismo. El grupo de trabajo evaluó el sistema vial de la ciudad teniendo en cuenta las prioridades institucionales de salud, de gobierno, de servicios, económicas y de obra urbana y consolidó de esta forma un mapa de red vial de emergencias principal y secundaría.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Este sistema de vías debe estar activo en la ocurrencia de la emergencia o con prioridad alta para el restablecimiento oportuno de la movilidad y de esta forma el servicio. El programa de reforzamiento de puentes del IDU se lleva a cabo en gran parte de este sistema de emergencias de la ciudad. Se debe realizar el ajuste del programa de acuerdo al sistema de malla vial principal y secundaria.

Este sistema vial debe ser priorizado por la Secretaría de Transito, Policía de Transito y Transmilenio para garantizar los corredores de movilidad urbana. Todo el sistema de Transmilenio debe ser utilizado como red vial de emergencias. Es un sistema nuevo o adecuado en cuanto a infraestructura y presenta un corredor exclusivo para la movilidad. En cualquier forma y con el fin de restablecer la normalidad de la ciudad Transmilenio debe garantizar que en todo su recorrido se preste el servicio normal de buses. Se considera que los puentes vehiculares y peatonales presentan estándares de sismoresistencia adecuados y que por lo tanto estos corredores estarán en adecuada movilidad.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 5-13 Distribución Red Vial de Emergencias Bogotá

Tipo de via	Nombre	De	a	Localidad	Descripción
Principal	Avenida NQS	Matatigres	Cll 92	Bogotá	Bueno
Principal	Avenida Caracas	Portal de Usme	Heroes	Bogotá	Bueno
Principal	Avenida Boyaca	Entrada tunel Boqueron	Cll 170	Bogotá	Bueno
Principal	Autopista Sur	Soacha	Cll 8 sur	Bogotá	Bueno
Principal	Avenida Las Americas	Av Ciudad de Cali	Clinica San pedro claver	Bogotá	Bueno
Principal	Avenida Centenario Calle 13	Fontibon	Av Jimenez	Bogotá	Regular en la Localidad de Fontibon
Principal	Avenida el Dorado Calle 26	Aeropuerto	Carrera 3	Bogotá	Bueno
Principal	Avenida Medellin calle 80	La florida	Heroes	Bogotá	Bueno
Principal	Avenida Suba Alfredo Bateman	Calle 82 Tv 33	Portal Suba	Bogotá	Bueno
Principal	Autopista norte avenida 13	Heroes	Calle 200	Bogotá	Bueno
Secundaria	Avenida Ciudad de Cali	Bosa	DG 116	Bogotá	Bueno
Secundaria	Avenida Ciudad de cali	Carrera 101	Cll 170	Bogotá	Bueno
Secundaria	Avenida congreso Eucaristico Av 68	Venecia	Cll 100 Cra 15	Bogotá	Bueno
Secundaria	Avenida primera de mayo	Bosa	Cra 2 B este sur	Bogotá	Regular hacia la localidad de Kenedy y hacia la localidad de San Cristobal
Secundaria	carrera 7	Calle 33 sur	Cll 170	Bogotá	Bueno
Secundaria	Carrera 10 avenida fernando mazuera	Calle 37 sur	Cll 26	Bogotá	Bueno
Secundaria	calle 170 av San Juan Bosco	Carrera 7	Cra 62	Bogotá	Bueno
Secundaria	Avenida Agoberto Mejia	Banderas	Av ciudad de Villavicencio	Bogotá	Bueno
Local	Av la Victoria	Calle 39 sur	Tv 4 Este	San Cistobal	Regular
Local	Av antiguo camino oriente	Carrera 10 con calle 33 sur	Entrada tunel Boqueron	San Cristobal	Malo
Local	via molinos	Calle 50 sur	Polideportivo Molinos	Rafael Uribe Uribe	Regular
Local	via molinos	Picota	Entrada y Salida Diana Turbay	Rafael Uribe Uribe	Regular
Local	av jorge gaitan cortes	DG 76 sur	Matatigres	Rafael Uribe Uribe	Regular
Local	calle 11 sur	Carrera 24	Tv 2 Este	Santa Fe	Regular en el Punto ubicado entre la avenida caracas y la carrera 10
Local	calle 27 sur	Carrera 7	Tv 28	Antonio Nariño Rafael Uribe Uribe	Bueno
Local	Av General santander carrera 27 sur	Cra 40 Av 68	Cll 8 sur	Antonio Nariño Rafael Uribe Uribe	Regular
Local	Av de la Hortua	Calle 8 sur	Cra 10	Los martires	Regular
Local	Carrera 77A	calle 72	Calle 53	Engativa	Bueno
Local	Calle 8 sur	carrera 44	Av General Santander	Antonio Nariño	Regular
Local	Av mariscal sucre carrera 24 sur	Avenida Boyaca	Av Primera de Mayo	Rafael Uribe Uribe	Malo
Local	Av santa lucia	Av Gaitan Cortes	Av caracas	Rafael Uribe Uribe	Bueno
Local	Av montes carrera 3	Av 68	Cll 6 Av caracas	Los martires Puente Aranda	Regular

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tipo de via	Nombre	De	a	Localidad	Descripción
Local	Av ciudad lima calle 19	Av Americas	Cra 3	Los martires	Bueno
Local	Av esperanza	Cra 129	Cra 39 Av Americas	Fontibon Puente Aranda Teusaquillo	Bueno
Local	Carrera 100	Autopista el Dorado	Calle 22 Variantre Calle 13	Fontibon	Regular
Local	Av pedro leon trabuchi	DG 24	Tv 39A	Puente Aranda	Bueno
Local	Av carrera 50	Tv 41A	Av Pablo VI calle 63	Teusaquillo puente Aranda	Regular entre la interseccion de la avenida 1 de mayo y la avenida de las americas
Local	Av Pablo VI calle 53	Cra 3	Av 68	Teusaquillo	Bueno
Local	Av Jose celestino mutis calle 63	Av Rojas	Cra 11	Chapinero Barrios Unidos	Bueno
Local	Av Gabriel Andrade Lleras calle 68	Av caracas Cll 68	Av longitudinal de Occidente	Barrios Unidos	Bueno
Local	Av Chile	Av 68	Cra 5	Chapinero Barrios Unidos	Bueno
Local	Carrera 24	Cll 53	Calle 80	Barrios Unidos	Regular
Local	Av de la Constitucion	Av Suba	Calle 80	Usaquen	Bueno
Local	Av Pepe Sierra	Av Boyaca	Cra 7	Usaquen	Bueno
Local	DG 47	Av Ciudad de Cali	Av El dorado	Engativa	Regular
Local	Av contador	Autonorte	Cra 7	Usaquen	Bueno
Local	Av Cedritos	Autonorte	Cra 7	Usaquen	Regular
Local	Av Camino del Prado	Av Boyaca	Autopista Norte	Usaquen	Regular
Local	Av Agoberto Mejia	Av Villavicencio	Calle 59 sur	Bosa	Regular
Local	Calle 59 sur	Av Agoberto Mejia	Autopista Sur	Bosa	Bueno
Local	Av Ciudad de Villavicencio	Av Boyaca	Portal Americas	Ciudad Bolivar	Bueno

Fuente: IDU, Plan Institucional de Respuesta a Emergencias por Terremoto, Junio 2006.

5.6.3 CicloRutas

Bogotá cuenta con 344 kilómetros de ciclorruta en vías principales y secundarias, que la convierten en la red más grande de Latinoamérica. Cada día se registran más usuarios de la bicicleta, como una forma alternativa de desplazamiento.

La Actual red de ciclorrutas se compone por más de 60 vías donde se han realizado adecuaciones para el tránsito exclusivo de bicicletas además de parques, humedales, canales y alamedas.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-16 Sistema de Ciclorutas de Bogotá D.C.
Fuente: www.movilidadbogota.gov.co – SDM

El proyecto de CicloRuta fue concebido inicialmente bajo el nombre de red vial de ciclovías en el Plan de Desarrollo 1995 – 1997 “Formar Ciudad”, como uno de los proyectos pertenecientes a la prioridad de Espacio Público. El objetivo del proyecto fue construir un sistema de ciclovías permanentes en el Distrito Capital que articulara el sistema hídrico y el sistema verde metropolitano y que sirviera, principalmente, como medio de recreación.

Con el Plan de Desarrollo 1998 - 2001 “Por la Bogotá que Queremos”, el proyecto CicloRuta formó parte integral del Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas en el capítulo de Movilidad.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El proyecto surgió a partir de la elaboración de un Plan Maestro de CicloRuta el cual se contrató en 1998 y fue realizado en forma coordinada y concertada por diferentes entidades del Distrito. El Plan Maestro de CicloRuta (PMC) tuvo como propósito central, establecer una red óptima teniendo en cuenta todos los factores operativos, técnicos, de mercadeo y financiación necesarios para su construcción e implementación, considerando su interrelación con los demás medios de transporte existentes.

Paralelamente y con fundamento en el Plan Maestro de CicloRuta, se incorporó el Proyecto de Transporte Alternativo - CicloRuta dentro del POT, cuyos componentes están relacionados en el Artículo 179 y, en el Artículo 180 del POT, se relacionan los corredores que conforman el Sistema de CicloRuta.

El sistema CicloRuta se ha convertido en una alternativa seria de transporte para muchos usuarios de la bicicleta en la ciudad, que cuentan con un espacio cómodo, seguro y rápido. Actualmente, conformado por 344 Km. construidos por la Administración, el sistema se encuentra extendido en forma de red por toda la ciudad y zonificado por las futuras ciclo-estaciones que proporcionarán las funciones complementarias que dan soporte y refuerzan la movilidad a los corredores.

Su excelente aceptación por la ciudadanía ha generado un cambio de conciencia ciudadana para ver en la bicicleta un vehículo de transporte cotidiano y en las CicloRuta, un espacio de movilización.

Las CicloRuta Zonales surgen como una nueva alternativa de desarrollo local urbano a partir de la recuperación y organización del espacio público peatonal, especialmente en aquellas zonas de la ciudad donde el sistema Transmilenio no se ha desarrollado y requiere movilizar hacia los corredores urbanos viales y troncales de la ciudad, permitiendo la complementariedad y desarrollo hacia un verdadero sistema de transporte intermodal para la ciudad.

5.6.4 Plan Maestro de CicloRutas

El Plan Maestro de CicloRuta (PMC) es una estrategia orientada a promover la movilización cotidiana en bicicleta por la ciudad de Bogotá, con la finalidad de reducir el tráfico y la congestión y lograr positivos dividendos sociales, económicos y ambientales.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El estudio con proyección a nueve (9) años, estuvo a cargo del consorcio Projekta e Interdiseños Ltda, con la interventoria de la firma Pablo E. Bocarejo. Las metas proyectadas a corto, mediano y largo plazo, se dividieron en 3, 6 y 9 años, coincidiendo con los plazos del Plan de Ordenamiento Territorial que elabora el Departamento Administrativo de Planeación Distrital.

El Plan previó la construcción de 301 kilómetros de vías (CicloRutas), con la solución de cruces, intersecciones y conexiones con otros sistemas de transporte, servicios y facilidades como parqueaderos con servicios complementarios para el usuario y el peatón, amoblamiento urbano, paisajismo y señalización. Así mismo, previó que para conectarse con los otros municipios de la Sabana de Bogotá, se dispusieran de los puntos de contacto respectivos.

El análisis del ámbito espacial donde se desarrolló el Plan Maestro de CicloRutas, así como los aspectos ambientales, espacio público y urbanismo, orientó la exclusión en primera instancia de algunos corredores potenciales dada la precariedad de las condiciones encontradas, y a su vez se dejó abierta la viabilidad de otros.

A los corredores con posibilidad de acoger el proyecto se aplicaron indicadores de valoración, que determinaron su viabilidad social, económica y urbanística, así:

- **Viabilidad técnica (43%)**
  Disponibilidad de espacio (5%)
  Ajuste de la demanda (15%)
  Integración con los sistemas de transporte (6%)
  Seguridad vial (10%)
  Accesibilidad (7%)

- **Adaptabilidad (22%)**
  Papel estructurante (10%)
  Fluidez o continuidad (5%)
  Compatibilidad con el uso adyacente (7%)

- **Calidad ambiental y espacial (20%)**
  Nivel de contaminación (Ruidos y vibraciones - Calidad del aire) (8%)
  Afectación de vegetación y/o de cuerpos de agua (4%)
  Valores en el recorrido y ejes visuales (4%)
  Potencial visual paisajistico (4%)

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- **Valoración social (15%)**
  Demanda social (8%)
  Seguridad social (7%)

Una vez calificados los corredores viables los siguientes obtuvieron el mayor puntaje:

· Avenida las Américas - 86 puntos.
· Avenida el Dorado - 82 puntos.
· Avenida Ciudad de Cali - 80 puntos.
· Calle 80 - 75 puntos.
· Avenida el Centenario - 75 puntos.
· Avenida Longitudinal de Occidente - 74 puntos.
· Avenida Boyacá - 73 puntos.
· Avenida Caracas - vía a Usme - 73 puntos.
· Calle 170 - 70 puntos.
· Avenida 19 - transversal 94 - 67 puntos
· Canal del Arzobispo - 66 puntos.

La definición de este sistema, como red óptima, no implica la descalificación de los demás tramos analizados.

El estudio incluyó además, la elaboración del Manual de diseño de CicloRuta, que proporciona los parámetros y políticas generales que se deben tener presentes para la elaboración del diseño definitivo de CicloRuta.

Los criterios para el diseño del sistema de infraestructura fueron determinantes de acuerdo a la morfología de la ciudad, debido a que la ciudad en el sentido N-S la topografía es relativamente plana y en el sentido E-O presenta diversos tipos de pendientes.

De acuerdo con este criterio se determinaron los siguientes cinco tipos de sub-redes, que se articulan y complementan dentro del sistema:

Red principal: Es la red que une en forma más directa y expedita los polos de atracción como los centros de empleo y educación con las áreas residenciales más densas, recogiendo además flujos de ciclistas de la red secundaria.

Red Secundaria: Es la red alimentadora de la red principal, conecta centros de vivienda o centros de importancia ciudadana con la red principal, cumple funciones de colectar y distribución de los flujos de ciclistas desde los centros de atracción o centros de vivienda, hacia la red principal.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Red Complementaria: Enlazan y dan continuidad a la red. Esta red está constituida por tramos de CicloRuta necesarios para configurar el sistema de malla y distribuir flujos de ciclistas en sectores específicos. Incluyen la red ambiental y recreativa, las redes locales y de barrio y el sistema de parques lineales.

5.6.5 Señalización y semaforización

La Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá D.C., es la autoridad única en materia de tránsito y transporte en la ciudad, como tal tiene a su cargo las funciones de señalización y semaforización.

Para cumplir con este propósito existe un grupo encargado específicamente de esta función formado por profesionales con experiencia en aspectos relacionados con seguridad vial, señalización horizontal y vertical, georeferenciación, dispositivos de control de tránsito y planes de manejo para obras de baja, media y alta interferencia. Este grupo tiene dentro de sus labores la implementación de programas específicos de señalización en las diferentes localidades de la ciudad, el mantenimiento y reposición de las señales, así como el retiro de aquellos elementos como vallas, señales y avisos que no correspondan a elementos de señalización y que estén interfiriendo o afectando, la interpretación de los símbolos viales especificados en la norma y por ende las condiciones de seguridad en las vías.

Respecto a la semaforización existe un grupo encargado del planeamiento y de la priorización para la implementación de nuevas intersecciones semaforizadas, así como del seguimiento de las existentes.



Figura 5-17 Ejemplo de señalización vertical y horizontal e intersección semaforizada Fuente: www.movilidadbogota.gov.co – SDM

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.6.6 Transporte Público Masivo – TRANSMILENIO

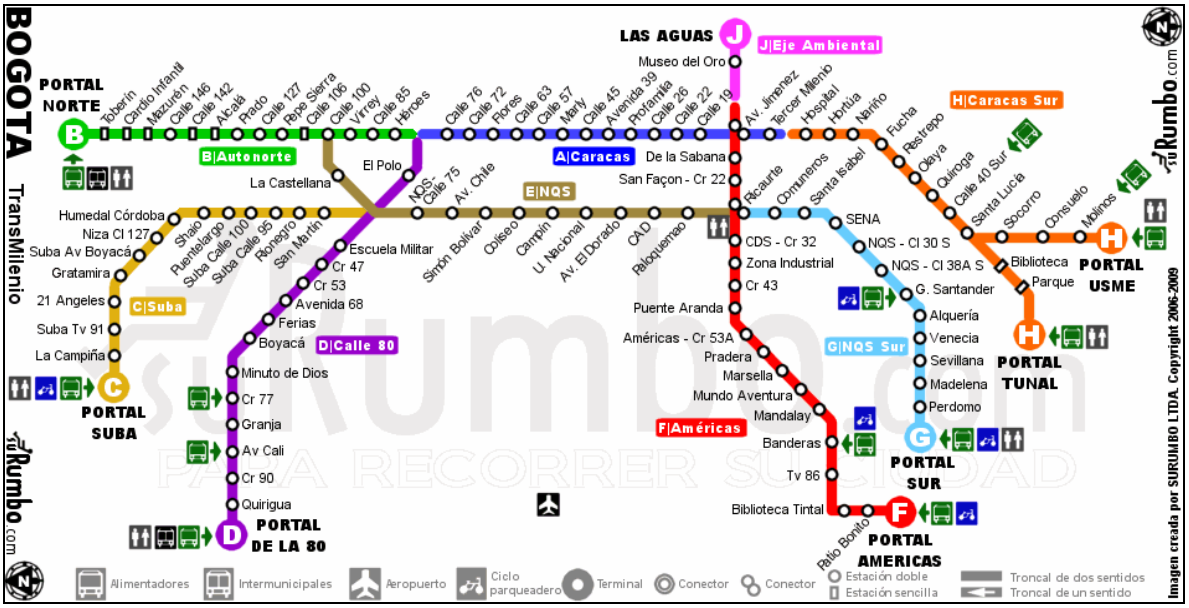


Figura 5-18 Red de Transporte Transmilenio
Fuente: www.transmilenio.gov.co

5.6.6.1 Infraestructura

En transporte motorizado en las calles de Bogotá se realizan cerca de 1.800.000 viajes en vehículos particulares que movilizan el 23% de la población y 18.469 buses, busetas, microbuses, y buses del sistema TransMilenio que movilizan el 70% de la población, el restante 7% de los viajes en la ciudad, corresponde a buses privados, escolares y camiones. La única manera de garantizar un rápido desplazamiento de ese 70% que utiliza el transporte público, es proporcionándoles carriles exclusivos.

En este sentido, es necesario dotar a esos carriles de infraestructura especializada para el acceso de los pasajeros al sistema: estaciones, puentes y túneles peatonales, andenes, plazoletas, y alamedas.

Adicionalmente, se requiere la construcción y mejoramiento de vías para servicios alimentadores en áreas periféricas y ciclorutas, así como áreas cerradas para el

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

mantenimiento y estacionamiento de buses, e infraestructura de soporte para el control del sistema. A continuación se describe la infraestructura del Sistema TransMilenio:

5.6.6.2 VÍAS PARA SERVICIOS TRONCALES

Las vías para servicios troncales corresponden a los carriles centrales de las principales avenidas de la ciudad. Estos carriles exclusivos se acondicionan especialmente para soportar el paso de los buses y se separan físicamente de los carriles de uso mixto, disponibles para circulación de vehículos particulares, camiones, taxis, etc.

5.6.6.3 ESTACIONES

Con el fin de ordenar el tránsito y darle velocidad al sistema TransMilenio, se construyen estaciones diseñadas especialmente para facilitar el acceso rápido y cómodo de los pasajeros.

Las estaciones son los únicos puntos de parada de los servicios troncales para recoger y dejar pasajeros; son espacios cerrados y cubiertos, construidas en aluminio, acero y vidrio soplado, con taquillas a la entrada, y con acceso seguro para los usuarios a través de semáforos, puentes o túneles peatonales.

Adicionalmente, las estaciones cuentan con una adecuada señalización, mobiliario e iluminación que las convierten en espacios agradables y seguros. El nivel del piso de las estaciones coincide con el nivel del piso interno de los vehículos, (que se encuentra a 90 centímetros del pavimento), esto permite la rápida entrada y salida de todas las personas, especialmente los ancianos y discapacitados. El sistema TransMilenio cuenta con varios tipos de estaciones y espacios:

- **Estaciones sencillas.**

Son los puntos de parada sobre los corredores exclusivos ubicados cada 500 metros (aproximadamente 5 cuadras) donde el usuario puede comprar su pasaje y entrar al sistema TransMilenio.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-19 Panorámica de Estación sencilla
Fuente: www.transmilenio.gov.co

- **Estaciones de cabecera o portales.**

Son los puntos de inicio y finalización de las rutas troncales. En estas estaciones se realizan transbordos entre los buses troncales, alimentadores y las rutas de transporte intermunicipal. La tarifa es integrada con los alimentadores, es decir que no se realiza doble pago. De esta forma TransMilenio, cubre no sólo las troncales sino vastas zonas periféricas de la ciudad y muchos municipios vecinos



Figura 5-20 Panorámica de estación cabecera o portal
Fuente: www.transmilenio.gov.co

- **Estaciones intermedias.**

Son puntos de intersección importante sobre los corredores exclusivos del sistema en donde los usuarios pueden realizar transbordos entre buses alimentadores urbanos y buses troncales. Igual que en la estaciones de cabecera no hay que realizar doble pago.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-21 Estación Intermedia
Fuente: www.transmilenio.gov.co

- **Cruces peatonales y cruces semaforizados.**

En el Sistema TransMilenio se ha dado énfasis a la dotación de infraestructura adecuada para la movilización cómoda y segura de peatones. Los elementos que se tienen en cuenta son, entre otros: Puentes peatonales y túneles, cruces peatonales a nivel con semaforización y señalización adecuadas; y alamedas y andenes a lo largo y en forma transversal a las vías para servicios troncales



Figura 5-22 Cruce Peatonal Semaforizado
Fuente: www.transmilenio.gov.co

- **Patios de operación, mantenimiento y estacionamiento.**

El sistema también incluye patios y garajes para realizar las labores de mantenimiento de los buses y su estacionamiento al finalizar la operación. La infraestructura es provista y mantenida por el Distrito y fue diseñada con criterios de respeto, armonía y renovación del espacio público urbano

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-23 Patio de Operación, Mantenimiento y Estacionamiento
Fuente: www.transmilenio.gov.co

5.6.6.4 Operación

Las Empresas Operadoras son las encargadas de comprar y operar los buses troncales que operan actualmente en los corredores de Fase I (Calle 80, Av. Caracas, Autopista Norte y Calle 13) y de Fase II (Américas, NQS y Suba). Adicionalmente, se encargan de contratar y capacitar los conductores del sistema. Con el fin de maximizar la eficiencia y la cobertura de TransMilenio, el sistema de operación incluye servicios troncales y servicios alimentadores. Los servicios son provistos por empresas privadas, bajo estrictas condiciones establecidas en contratos de concesión otorgados por TRANSMILENIO S. A., y de conformidad con un control centralizado. A continuación se describen los componentes del sistema de operación de TransMilenio:

Servicios troncales

Los servicios troncales circulan principalmente por corredores exclusivos iniciando y terminando su recorrido en los Portales o Estaciones de Cabecera. Los vehículos sólo se pueden detener a dejar y recoger pasajeros en las estaciones, conforme a una planeación previa y a un riguroso y permanente control. En el corredor troncal sólo opera el servicio de transporte masivo TransMilenio, es decir, está prohibida la circulación de vehículos de transporte colectivo. Existen servicios troncales de tres tipos: expresos, corrientes y súper-expresos.

Servicios corrientes

Se detienen en todas las estaciones a lo largo del recorrido asignado; son servicios diseñados especialmente para atender viajes cortos y permiten que un usuario pueda efectuar todos los trasbordos deseados, sin salir del sistema.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Servicios expresos

Se detienen solamente en estaciones designadas previamente con base en la matriz Origen - Destino, disminuyendo el tiempo de viaje de los usuarios.

Servicios súper-expresos

Se detienen solamente en algunas estaciones y satisfacen pares Origen-Destino con mayor demanda de viajes, favoreciendo a los usuarios que realizan viajes largos dentro del sistema, dado que estos tienen un menor número de paradas que los Expresos.

Servicios Ruta Fácil

Estos servicios se detienen en todas las estaciones a lo largo del recorrido brindando a los usuarios una alternativa de desplazamiento más rápida y en menores tiempos de espera para el servicio troncal, dado que este servicio es programado con mayor frecuencia. Los buses que atienden este servicio están programados de lunes a domingo en el horario de 9am a 4pm.

Los servicios expresos y súper-expresos permiten un mejor servicio al usuario y una mayor utilización de la flota. Los usuarios no se ven obligados a detenerse en todas las estaciones a lo largo del recorrido, reduciendo así su tiempo de viaje y es posible realizar más ciclos con los mismos buses.

La combinación de servicios, permite incrementar la capacidad del sistema a límites no observados hasta el momento en sistemas organizados de buses; movilizando hasta 50 mil pasajeros por hora por sentido, es decir, el 150% de la capacidad de la Troncal Caracas antes de TransMilenio, con la mitad de las sillas ofertadas y al doble de la velocidad.

Los vehículos que se utilizan en los servicios troncales de TransMilenio son especialmente diseñados para el transporte público urbano de pasajeros. Tienen una capacidad para 160 personas, miden 18 metros de largo por 2.60 de ancho y cuentan con características mecánicas avanzadas: suspensión neumática, caja de cambios automática, cuatro puertas de 1,20mts al lado izquierdo y motores de última tecnología alimentados por Diesel o Gas Natural, los cuales superan ampliamente las normas medioambientales vigentes en Colombia. Los vehículos del Sistema TransMilenio ofrecen estándares de calidad y servicio mucho mejores que los del transporte tradicional.

Servicios alimentadores.

En los barrios periféricos de la ciudad no es viable operar servicios troncales, dadas las especificaciones de estos buses. Por eso es necesario contar con servicios de alimentación,

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

en buses de capacidad media, adecuados a las condiciones viales y de tránsito que permitan el acceso a los barrios cercanos al sistema sin pagar el doble por el viaje. De esta forma, una persona que vive en un barrio periférico, tiene la posibilidad de tomar un vehículo que lo lleva desde cerca de su casa hasta un Portal o una Estación Intermedia, en donde ingresa al servicio troncal.

Para estos servicios alimentadores es necesario contar con vías en buen estado que permitan su operación eficiente. Estas vías son compartidas con otros vehículos y facilitan la integración de sectores principalmente residenciales de estratos 1, 2 y 3 con las troncales. En promedio, hacen recorridos de 7.6 kilómetros que se encuentran permanentemente en operación. Adicionalmente, en las vías para servicios alimentadores se instalan paraderos cada 300 metros. Estos paraderos cuentan con señalización y zonas adecuadas para la espera, el ascenso y el descenso de los pasajeros. Los buses que prestan el servicio de alimentación están identificados con el color verde y la imagen institucional del sistema TransMilenio, tienen capacidad para 80 personas en promedio.

Empresas operadoras

La operación del servicio TransMilenio es realizada por los transportadores actuales quienes reúnen el 98% de los transportadores de la ciudad. Los operadores de las troncales del sistema son siete empresas que se conformaron para participar en TransMilenio, estas empresas son SI 99 S. A., Express del Futuro S. A., Sociedad Internacional de Transporte Masivo S. A., Metrobús S. A., TransMasivo S. A., SI 02 S. A. y Connexión Movil S. A, quienes apoyan y están comprometidos con la reestructuración del transporte público de Bogotá. Las empresas operadoras son escogidas a través de procesos licitatorios abiertos, en los cuales se solicitan estrictos requisitos financieros, legales y técnicos, y se evalúan condiciones que garantizan la mejor selección de acuerdo con los principios de TransMilenio.

Los adjudicatarios de los procesos licitatorios son los responsables de adquirir los vehículos y contratar los conductores, mecánicos, personal administrativo, y demás operarios. La concesión de la operación incluye la administración de los patios de mantenimiento y estacionamiento, provistos por el Estado. A las empresas operadoras de servicios troncales se les paga en función de los kilómetros recorridos y la tarifa ofertada, de acuerdo con la programación realizada por TRANSMILENIO S. A. El cumplimiento de las condiciones de operación, limpieza y confiabilidad genera estímulos; su incumplimiento genera multas que se aplican a mejorar la supervisión del sistema.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.6.7 Transporte Público Individual – TAXI

Bogotá cuenta con cerca de 48.337 taxis (a mayo 31 de 2008), con tarjeta de operación vigente, que realizan 343.000 viajes diariamente. La tarifa del servicio está determinada por unidades, actualmente una unidad cuesta 62 pesos. Cada 100 metros, el taxímetro de los vehículos va sumando una unidad.

Tabla 5-14 Tarifa del Transporte Publico Individual

Item	Numero de Unidades	Valores
Valor unidad cada 100 metros	1	$62
Arranque o Banderazo	25	$1.600
Valor por cada 30 segundos de espera	1	$62
Recargo al y del Aeropuerto y Puente Aéreo	50	$3.100
Recargo Nocturno (20:00 a las 5:00 horas) Dominical y Festivo	24	$1.500
Carrera Mínima	50	$3.100
Servicio por hora	225	$14.000

Fuente: www.movilidadbogota.gov.co – SDM

De acuerdo al decreto 237/06, en adelante sólo se realizará una revisión anual a la estructura tarifaria.

Recargo por servicio puerta a puerta por solicitud telefónica del usuario Para la liquidación de la tarifa, según el estudio tarifario, es procedente reconocer un recargo de $600 sólo para las carreras que se soliciten por teléfono. Este recargo incluye los costos de radio teléfono y comunicaciones, así:

Tabla 5-15 Tarifa del servicio puerta a puerta

Item	Numero de Unidades	Valores
Recargo por servicio puerta a puerta por solicitud telefónica del usuario	9	$600

Fuente: www.movilidadbogota.gov.co – SDM

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-24 Servicio de transporte público individual
Fuente: www.movilidadbogota.gov.co - SDM

5.6.8 RED DE TERMINALES DE TRANSPORTE DE BOGOTÁ

5.6.8.1 Terminal de Transportes – SALITRE

Está situada al Occidente de la ciudad, cerca de Ciudad Salitre y es el punto desde donde sale y adonde llega todo el transporte de rutas de buses terrestres nacionales y de las que conducen a diferentes destinos en Suramérica. Cinco módulos de diferente color organizan el servicio según el destino.

Módulos:

•No. 1 Amarillo: Sur del país.

•No. 2 Azul: Oriente y occidente.

•No. 3 Rojo: Rutas hacia el norte del país.

•No. 4 Verde: Servicio de taxis interdepartamentales.

•No. 5 Morado: Llegada de pasajeros y abordaje de taxis y de vehículos de servicio urbano. En este módulo están ubicadas las oficinas de recepción y envío de paquetes a todas las ciudades del país. En esta salida está la oficina de taxis, donde puede solicitar un tiquete que especifica el valor del servicio, de acuerdo con el recorrido que realice el usuario.

Dentro de la terminal hay una gran variedad de restaurantes, cafeterías, cigarrerías, droguerías, cajeros automáticos y locales de comunicaciones.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-25 Distribución de modelos del Terminal de transporte de Bogotá
Fuente: Terminal de Transportes de Bogotá

5.6.8.2 Terminal Satélite del Sur

Está situada al sur de la ciudad sobre la autopista Sur. Su ubicación representa menores costos para los habitantes del sur de la ciudad, ya que gastarán menos dinero en su desplazamiento. Se utilizará menos tiempo de viaje al no tener que desplazarse hasta la Terminal Central, los pasajeros de la zona de influencia de la Terminal del Sur no tendrán que hacer recorridos negativos. Se contará con salas de espera, locales comerciales, cajeros automáticos, baños, guarda-equipajes, parqueaderos, atención de emergencias, Policía Nacional y facilidades de transporte urbano.

Debido a la eliminación de las paradas de los vehículos intermunicipales en vía pública para recoger pasajeros, se reduce el tiempo de recorrido entre la Terminal Central y la Satélite del Sur.

Será menor el deterioro de la malla vial, habrá reducción de los costos de mantenimiento, gracias al menor desgaste de la carpeta asfáltica, ocasionado por las constantes paradas de los vehículos intermunicipales. Se reduce el número de buses que ingresa a la ciudad, con la correspondiente disminución en el impacto ambiental. En temporada alta, puentes festivos y cuando la demanda de pasajeros lo amerite, las empresas podrán despachar sus buses la Terminal Satélite del Sur.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En el año 2007 salieron 9'397.500 pasajeros por el corredor del Sur. De la Terminal salió el 40 por ciento, equivalente a 3'759.000 viajeros. El 60 por ciento restantes (5'638.500), corresponde a los recogidos en la calle.



Figura 5-26 Panorámica del terminal de sur
Fuente: www.eltiempo.com

5.6.9 RED AEROPORTUARIA DE BOGOTÁ

5.6.9.1 Aeropuerto El Dorado

El Aeropuerto Internacional El Dorado, llamado Aeropuerto Internacional El Nuevo Dorado por su administración actual, es el primer aeropuerto de Latinoamérica por movimiento de carga y cuarto por movimiento de pasajeros. Es el principal y más importante aeropuerto de Colombia. Se encuentra localizado a 15 kilómetros al occidente del centro de Bogotá, en medio de las localidades de Fontibón y Engativá. Maneja vuelos nacionales e internacionales. Ocupa un área aproximada de 690 hectáreas. En el aeropuerto El Dorado se concentra el 65% de las operaciones del país. Allí se realizan abordajes, conexiones, arribos, tránsito de vuelos y todos los trámites relacionados con entradas y salidas del país.

Los módulos para despacho para pasajeros de vuelos nacionales e internacionales se encuentran en el primer piso. También están los mostradores de compra de tiquetes, reservas, check in, inmigración y aduanas. En el segundo piso se encuentran los servicios de información, las pantallas de llegada y salida de vuelos, las salas de espera, agencias de

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

viajes, droguerías, restaurantes y cafeterías, librerías y artesanías. Telecom cuenta con una oficina desde donde se pueden hacer llamadas nacionales e internacionales y además ofrece servicio de fax e Internet. Hay teléfonos públicos, cajeros automáticos y varios Duty Free en los que se puede adquirir una gran variedad de artículos libres de impuestos.

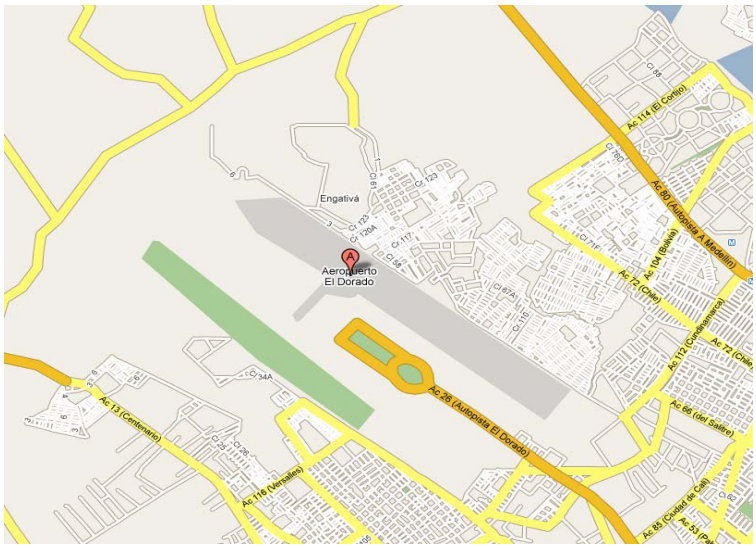


Figura 5-27 Ubicación del Aeropuerto el Dorado
Fuente: www.maps.google.com

El 14 de marzo de 2008 el gobierno nacional anunció la decisión de demoler la vieja terminal para construir un nuevo proyecto.

5.6.9.2 Puente Aéreo

Es una terminal aérea anexa al Aeropuerto Internacional el Dorado que cuenta con amplias vías de acceso, en la que operan desde su inauguración en 1981 los vuelos domésticos (Avianca) en destinos y procedencias, como: Cali, Medellín, Barranquilla, Cartagena y Pereira.

Presta servicios complementarios tales como:

- Servicio de cabinas telefónicas con discado local, nacional e internacional
- Dispensador de tarjetas de diferentes denominaciones para telefonía celular
- Servicio de Cabinas de Taxi
- Parqueadero con cajas de pago internas
- Salas VIP

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

• Guardaequipajes
• Cajeros automáticos
• Restaurantes de comidas rápidas
• Tiendas de regalos
• Librería

5.6.10 RED FÉRREA DE BOGOTÁ

El sistema ferroviario del área urbana de Bogotá D.C. es administrado por una de las cinco centrales regionales de FERROVÍAS, la oficina central regional, la cual es operada por la Sociedad Colombiana de Transporte Ferroviario (STF).

En Bogotá D.C. existen tres líneas ferroviarias: la occidental tiene origen en la estación central denominada estación de la sabana dirigiéndose hacia el occidente, mientras que las líneas norte y sur son ramas de la línea ferroviaria occidental. Las líneas occidental y norte funcionan para carga, mientras que la línea ferroviaria del sur no tiene ningún uso. Aunque el mantenimiento de la carrilera es contratado por las compañías privadas, esta se mantiene en muy malas condiciones debido al presupuesto. Por lo anterior, un tren se ve obligado a desplazarse a una velocidad menor de 15 Km/h. Actualmente la operación de la línea ferroviaria se distribuye así:

- En la línea occidental opera un solo tren al día en cada dirección entre Bogotá D.C. y Santa Marta, transportando carbón, sal, granos y acero hacia Bogotá D.C.
- En la línea norte opera un solo tren diariamente en cada dirección entre Bogotá y Belencito, transportando cemento, hierro, bebidas, etc. Durante los fines de semana una compañía de trenes turísticos opera un tren desde la estación de la Sabana hacia Nemocon (60 Km), con una locomotora de vapor.
- La línea sur ya ha sido descontinuada.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.6.11 RED DE ACCESOS DE BOGOTÁ

5.6.11.1 Concesión Fontibón - Facatativá - Los Alpes

El proyecto inicia en el cruce de la vía Fontibón - Mosquera en el puente del Río Bogotá e interconecta a la Sabana de Bogotá con la vertiente y el valle del Río Magdalena. Con la concesión se han mejorado las condiciones de operación y desplazamiento de los usuarios y se ha generado un impacto positivo para los habitantes de la zona. Con la entrada en operación del proyecto, a partir de marzo de 2004, y la construcción de la variante de Madrid de 6.5 km, se disminuyó el tiempo de viaje entre Facatativá y Bogotá, logrando ahorros en tiempo superiores a los veinte minutos. Otros beneficios adicionales son los ahorros en costos de operación vehicular derivados de un mejoramiento de las especificaciones técnicas a lo largo de esta carretera.



Figura 5-28 Localización de la Concesión Fontibón - Facatativa - Los Alpes
Fuente: www.invias.gov.co

Esta concesión, con una extensión total de 38.3 Km. cuenta con dos estaciones de peaje a la altura del río Bogotá y entre los municipios de Madrid y Facatativá (El Corzo).

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-29 Peaje Rió Bogotá
Fuente: www.inco.gov.co

Tabla 5-16 Aspectos generales de la concesión Fontibón - Facatativa - Los Alpes

ASPECTOS GENERALES	
Nombre Concesión	Fontibón - Facatativá - Los Alpes
Concesión de	Primera generación
Concesionario	CONCESIONES CCFC S.A.
Entidades que Conforman el Consorcio	PISA, COLCORP, CONCONCRETO, INVERVALLE, COMPAÑIA DE INVERSIONES DE INFRAESTRUCTURA
Interventor	Consorcio CONSULTECNICOS - HACE
Fecha Vencimiento Contrato Interventor	09/07/2007
Valor Contrato	30.725.539.000
Equity	0
Aporte Nación	0
Ingreso Esperado	0
Valores corresponden a precios de fecha	Jun-95
Plazo de la Concesión en Meses	240
Tramos	TRAMO I8,4 Km
	TRAMO II6,5 Km
	TRAMO III11 Km
	TRAMO IV12,4 Km
Estaciones	El Corzo
	Río Bogotá

Fuente: www.inco.gov.co – Informe CCI 2006

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.6.11.2 Concesión Bogotá (El Cortijo) - Siberia - La Punta - El Vino.

Inicia en: Bogotá (Puente El Cortijo) - Termina en: Villeta

La carretera en concesión tiene una longitud de 31 km, de los cuales 15 Km cuentan con doble calzada, entre el Puente el Cortijo y el Río Bogotá y la glorieta Puente Piedra y el Caserío el vino. Para servicio a los usuarios se han construido cinco puentes peatonales, seis paraderos de servicio público y un centro de control operativo. El proyecto es parte fundamental de la futura Carretera por Concesión: El Vino - Tobiagrande - Puerto Salgar, tramo estratégico de la red vial nacional, puesto que por este sector transitará la producción agropecuaria de los Llanos Orientales, la Sabana de Bogotá y la industrial de Santafé de Bogotá hacia Medellín, la Costa Atlántica y el futuro puerto de Tribugá en el Pacífico.



Figura 5-30 Localización de la concesión Bogotá (El Cortijo) - Siberia - La Punta - El Vino
Fuente: www.invias.gov.co

La vía Bogotá-Siberia-El Vino, tiene un plazo total de 16 años y cuenta con un peaje a la altura de Siberia. Esta vía conecta a la altura de Villeta con la concesión Fontibón-Facatativa-Los Alpes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

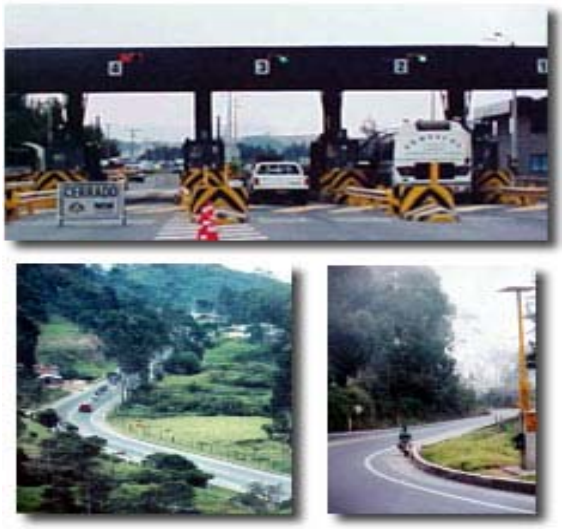


Figura 5-31 Peaje Siberia y Panorámicas de la Vía
Fuente: www.inco.gov.co

Tabla 5-17 Aspectos Generales de la Concesión Bogotá (El Cortijo) - Siberia - La Punta - El Vino

ASPECTOS GENERALES	
Nombre Concesión	Concesión Bogotá (El Cortijo) - Siberia - La Punta - El Vino.
Concesión de	Primera generación
Concesionario	SABANA DE OCCIDENTE S.A.
Entidades que Conforman el Consorcio	
Interventor	UNION TEMPORAL INTERCONCESIONES
Fecha Vencimiento Contrato Interventor	15/12/2007
Valor Contrato	33.017.640.153,00
Equity	14.872.000.000,00
Aporte Nación	7.053.673.505,00
Ingreso Esperado	0
Valores corresponden a precios de fecha	Jun-94
Plazo de la Concesión en Meses	194
Tramos	TRAMO 131 Km
Estaciones	PEAJE SIBERIA

Fuente: www.inco.gov.co – Informe CCI 2006

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.6.11.3 Concesión Bogotá - Girardot

El corredor Bogotá-Girardot es, por ser la conexión entre Bogotá y el puerto de Buenaventura, uno de los principales corredores para la competitividad de la ciudad y del país. Este corredor hace parte de las concesiones de tercera generación.

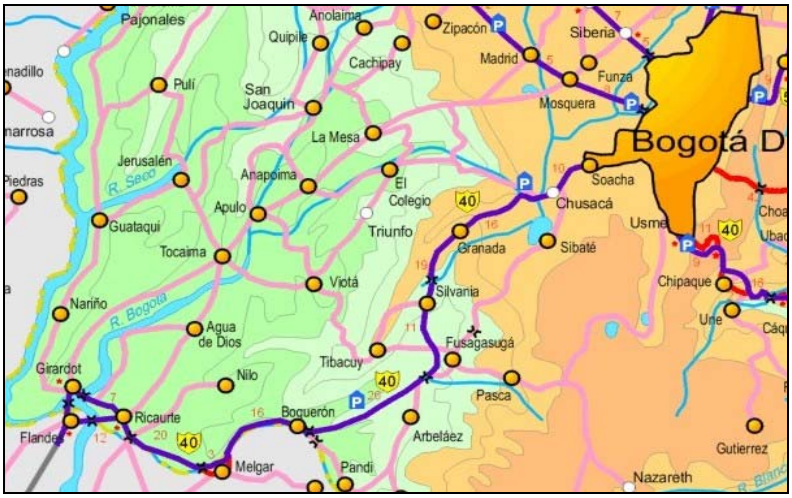


Figura 5-32 Localización de la Concesión Bogotá - Girardot
Fuente: www.invias.gov.co

La vía, tiene una extensión total de 132.89 Km. con estaciones de peaje en Chusacá y Chinauta. Esta concesión a treinta años contempla la construcción de túneles y variantes que permitan disminuir los tiempos de viaje de los usuarios.



Figura 5-33 Peaje Chusaca
Fuente: www.inco.gov.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 5-18 Aspectos Generales de la concesión Bogotá - Girardot

ASPECTOS GENERALES	
Nombre Concesión	Autopista Bogotá - Girardot S.A.
Concesión de	Tercera generación
Concesionario	CONCESION AUTOPISTA BOGOTA- GIRARDOT S.A.
Entidades que Conforman el Consorcio	Alejandro Char Chaljub, MNV S.A, Gas Kpital GR S.A., Vergel y Castellanos Ingenieros Asociados V y C Itda, Álvarez Collins S.A.
Interventor	CONSORCIO E.D.L LTDA-D.I.S LTDA-I.P.C LTDA
Fecha Vencimiento Contrato Interventor	13/02/2008
Valor Contrato	422.000.000.000,00
Equity	82.000.000.000,00
Aporte Nación	64.550.000.000,00
Ingreso Esperado	882.000.000.000,00
Valores corresponden a precios de fecha	Jul-04
Plazo de la Concesión en Meses	192
Tramos	TRAYECTO 015,4 Km TRAYECTO 024,55 Km TRAYECTO 031,99 Km TRAYECTO 047,5 Km TRAYECTO 0524,9 Km TRAYECTO 068,2 Km TRAYECTO 0718,7 Km TRAYECTO 089,7 Km TRAYECTO 0917,1 Km TRAYECTO 1014,3 Km TRAYECTO 119,25 Km TRAYECTO 1211,3 Km
Estaciones	CHUSACA CHINAUTA

Fuente: www.inco.gov.co – Informe CCI 2006

5.6.11.4 Concesión Bogotá – Villavicencio

La carretera Bogotá - Villavicencio se extiende por los departamentos de Cundinamarca y Meta y se denomina ruta 40 - Tramo 06 dentro de la red vial nacional. La vía Santafé de Bogotá - Villavicencio se constituye en el eje económico, industrial y social de los Llanos Orientales cuya producción surte de alimentos y materias primas a la región central colombiana.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

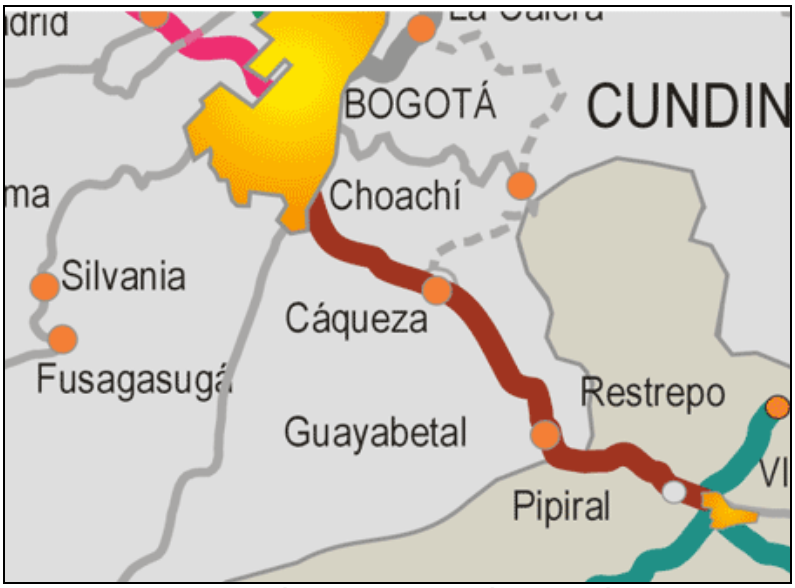


Figura 5-34 Localización de la concesión Bogotá - Villavicencio
Fuente: www.invias.gov.co

El concesionario que tiene a su cargo la operación de la vía es Coviandes. La vía cuenta con tres peajes ubicados en Boquerón, Puente Quetame y Pipiral.



Figura 5-35 Punto de control el Boqueron II
Fuente: www.inco.gov.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 5-19 Aspectos Generales de la Concesión Bogotá Villavicencio

ASPECTOS GENERALES	
Nombre Concesión	Bogotá - Villavicencio
Concesión de	Primera generación
Concesionario	CONCESIONARIA VIAL DE LOS ANDES S.A - COVIANDES
Entidades que Conforman el Consorcio	Corporacion Financiera de los andes, dragados y Construcciones, Consorcio Agroindustrial y Manufacturero
Interventor	UNION TEMPORAL BILPOR
Fecha Vencimiento Contrato Interventor	21/11/2007
Valor Contrato	79.216.079.084,00
Equity	0
Aporte Nación	0
Ingreso Esperado	0
Valores corresponden a precios de fecha	Jun-94
Plazo de la Concesión en Meses	312
Tramos	Tramo 2 Portal Bogotá - El Antojo9,21 Km Tramo 3 El Antojo - Puente Real16,3 Km Tramo 4 Puente Real - Puente Téllez12,79 Km Tramo 5 Puente Téllez - Caño Seco32,13 Km Tramo 6 Caño seco - Villavicencio15,13 Km
Estaciones	Pipiral Puente Quetame Boquerón

Fuente: www.inco.gov.co – Informe CCI 2006

5.6.11.5 Concesión Los Patios - La Calera - Guasca y Salitre - Sopó – Briceño

El proyecto está localizado en el departamento de Cundinamarca. Se encuentra dividido en dos sectores: Sector Los Patios - La Calera - Guasca, con una longitud de 35.7 kilómetros. Sector Briceño - Sopó - El Salitre con una longitud de 14.3 kilómetros. Ambos sectores cubren un total de 50 Kilómetros. Actualmente el proyecto se encuentra en operación, habiéndose realizado obras de rehabilitación con las siguientes especificaciones: i) Ancho de Calzada entre 6.0 y 6.30 metros. ii) Ancho de bermas entre 0 y 1.5 metros. iii) Ancho de cunetas de 1.0 a 1.5 metros. iv) Velocidad de diseño de 40 a 60 Km./h.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-36 Localización de la concesión Bogotá Los Patios - La Calera - Guasca y Salitre - Sopo - Briceño
Fuente: www.invias.gov.co

La vía Patios-Guasca-Briceño conecta a Bogotá con la región del nororiente de Cundinamarca. El plazo total de la concesión es de 16 años incluyendo las etapas de preconstrucción, construcción y operación. La concesión cuenta con dos peajes ubicados en Patios y La Cabaña (a la altura de la Ye entre los municipios de Sopó y Guasca).

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-37 Peaje los Patios
Fuente: www.inco.gov.co

Tabla 5-20 Aspectos Generales de La concesión Los Patios - La Calera - Guasca y Salitre - Sopo - Briceño

ASPECTOS GENERALES	
Nombre Concesión	Los Patios - La Calera - Guasca y Salitre - Sopó - Briceño
Concesión de	Primera generación
Concesionario	CONSORCIO LA CALERA
Entidades que Conforman el Consorcio	Cromas S.A. - Incoequipos S.A. - Consultoria Colombiana S.A. - Banco del Estado.
Interventor	Consorcio A.I.M. LTDA. -CINTE LTDA.
Fecha Vencimiento Contrato Interventor	06/10/2006
Valor Contrato	12.770.452.851,00
Equity	2.000.000,00
Aporte Nación	0
Ingreso Esperado	0
Valores corresponden a precios de fecha	Ago-94
Plazo de la Concesión en Meses	166
Tramos	El Salitre-Sopó -Briceño14,5 Km
	Los Patios - La Calera - Guasca35,5 Km
Estaciones	Patios
	La Cabaña

Fuente: www.inco.gov.co – Informe CCI 2006

5.6.11.6 Concesión Desarrollo Vial del Norte de Bogotá

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Consiste en la ampliación, construcción y/o rehabilitación de las vías La Caro-Briceño y La Caro-Zipaquirá; la rehabilitación de la autopista norte entre los tramos El Buda y La Caro y entre El Buda-Carrera 7-La Caro. El proyecto consta de los siguientes sectores: La Caro - Briceño: se construirá el intercambiador La Caro, la ampliación a tres carriles de la calzada existente y la construcción de la segunda calzada con tres carriles. Esta vía interconecta a Bogotá con Casanare, Bucaramanga y Cúcuta transportando grandes volúmenes de carga y pasajeros. La Caro - Zipaquirá: el tramo hace parte integral de la troncal central solucionando el transporte de la producción industrial agrícola de los Valles de Ubaté y Chiquinquirá, conformando el circuito industrial y turístico de la Sabana de Bogotá en donde se realizará la construcción de dos calzadas de tres y dos carriles, con lo que se disminuirá el índice de accidentalidad, el riesgo del usuario y el tiempo de recorrido entre Zipaquirá y Santafé de Bogotá.



Figura 5-38 Localización de la concesión Desarrollo vial del Norte de Bogotá
Fuente: www.invias.gov.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El Desarrollo Vial del Norte permite la salida de Bogotá hacia el norte y conecta con dos concesiones viales: BTS y Zipaquirá-Bucaramanga. Este corredor incluye las salidas por la Autopista Norte y por la Carrera Séptima y luego las conexiones con Briceño y Zipaquirá. La vía se entregó por un plazo total de 22 años incluidas las etapas de diseños definitivos, construcción y operación. A lo largo del trayecto se encuentran tres casetas de peaje: Teletón, Andes y Fusca.



Figura 5-39 Peaje Andes
Fuente: www.inco.gov.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 5-21 Aspectos generales de la concesión Desarrollo Vial del Norte de Bogotá

ASPECTOS GENERALES	
Nombre Concesión	Desarrollo Vial del Norte de Bogotá
Concesión de	Primera generación
Concesionario	UNION TEMPORAL DEVINORTE
Entidades que Conforman el Consorcio	FIDUESTADO S.A., CANO JIMENEZ CONCESIONES S.A., EQUIPO UNIVERSAL Y CIA, CASTRO TCHERASSI S.A.,
Interventor	CONSORCIO LA VIALIDAD LTDA. - PGP LTDA.
Fecha Vencimiento Contrato Interventor	13/09/2007
Valor Contrato	68.748.693.984,00
Equity	18.260.000.000,00
Aporte Nación	37.831.133.563,00
Ingreso Esperado	0
Valores corresponden a precios de fecha	Nov-94
Plazo de la Concesión en Meses	265
Tramos	Ruta 45A25 Km Ruta 5526 Km
Estaciones	TELETON ANDES FUSCA

Fuente: www.inco.gov.co – Informe CCI 2006

5.6.11.7 Concesión Briceño-Tunja-Sogamoso

El proyecto Briceño - Tunja - Sogamoso forma parte de la Red Troncal Nacional Pavimentada, y está ubicado en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, tramo por el cual circula un importante volumen de tráfico. Específicamente localizado entre la Sabana de Bogotá y el Valle del Río Sogamoso. El proyecto se realizará principalmente para dar solución al problema de congestión urbana en los pasos por las poblaciones de Tocancipá, Gachancipá, Puente de Boyacá - Tunja y Paipa - Duitama. Se construirá la segunda calzada en las cuatro variantes e intersecciones a desnivel, estimando que la velocidad sea de 80 a 100 Km/h y el tiempo de viaje se disminuya a 30 minutos entre Briceño - Tunja y a 20 minutos entre Tunja - Sogamoso.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-40 Localización de la concesión Briceño-Tunja-Sogamoso
Fuente: www.invias.gov.co

La concesión tiene una extensión total de 218.88 Km. con tres estaciones de peaje (El Roble, Albarracín y Tuta).

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Figura 5-41 Panorámica Trayecto 5
Fuente: www.inco.gov.co

Tabla 5-22 Aspectos generales de la concesión Briceño-Tunja-Sogamoso

ASPECTOS GENERALES	
Nombre Concesión	Concesion Briceño-Tunja-Sogamoso
Concesión de	Tercera generación
Concesionario	CONSORCIO SOLARTE INGENIEROS CONSTRUCTORES
Entidades que Conforman el Consorcio	luis carlos solarte carlos alberto solarte
Interventor	Consorcio Interventoria Autovia BTS
Fecha Vencimiento Contrato Interventor	22/07/2007
Valor Contrato	238.853.000.000,00
Equity	80.000.000.000,00
Aporte Nación	53.787.700.000,00
Ingreso Esperado	1.800.000.000.000,00
Valores corresponden a precios de fecha	Jul-00
Plazo de la Concesión en Meses	240
Estaciones	El Roble Albarrracin Tuta

Fuente: www.inco.gov.co – Informe CCI 2006

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

5.6.11.8 Concesión Zipaquirá – Palenque

El proyecto beneficia a los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Cesar y Magdalena. La integra los siguientes tramos: Zipaquirá - Barbosa: Con una longitud de 142 km. Barbosa - San Gil - Bucaramanga: Este tramo comunica a Bogotá con Bucaramanga.



Figura 5-42 Localización de la concesión Zipaquirá – Palenque
Fuente: www.invias.gov.co

Este corredor de 371 Km. atraviesa por los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santander y conecta a las ciudades de Bogotá y Bucaramanga. El trayecto tiene cinco estaciones de peaje, ubicadas entre Zipaquira y Ubaté, Saboya, Oiba, San Gil y Piedecuesta.



Figura 5-43 Panorámicas de la vía
Fuente: www.inco.gov.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 5-23 Aspectos generales de la concesión Zipaquirá – Palenque

ASPECTOS GENERALES	
Nombre Concesión	Zipaquirá - Palenque
Concesión de	Tercera generación
Concesionario	UNIÓN TEMPORAL CONCESIÓN VIAL LOS COMUNEROS
Entidades que Conforman el Consorcio	Concesión Vial de Cartagena S.A, Valores y Contratos S.A, Alvarez y Collins S.A
Interventor	Consultores Regionales Asociados CRA LTDA
Fecha Vencimiento Contrato Interventor	30/08/2004
Valores corresponden a precios de fecha	Dic-00
Plazo de la Concesión en Meses	120
Tramos	Oiba - Palenque156 Km Puente Otero - Oiba84 Km Zipaquira - Puente Otero131 Km
Estaciones	Casablanca San Gil Saboyá Oiba Curos

Fuente: www.inco.gov.co – Informe CCI 2006

5.6.11.9 Concesión Desarrollo Vial de la Sabana (Chía-Cota-Funza-Mosquera-Girardot)

El departamento de Cundinamarca entregó en concesión la vía Chía-Girardot (incluido el ramal a Soacha) en 1996 a la firma Concesionaria de Desarrollo Vial de La Sabana (Devisab).

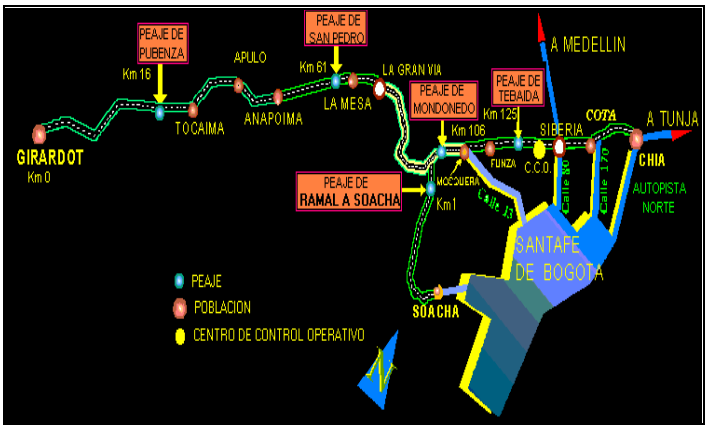


Figura 5-44 Aspectos generales de la concesión Zipaquirá – Palenque
Fuente: Devisab

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En total, la vía cuenta con 162 kilómetros y bordea el perímetro urbano de Bogotá de norte a sur, convirtiéndose en un corredor alternativo para el tráfico que debe atravesar la ciudad y que no debe o no desea realizar un viaje urbano. De hecho, este tramo se conoce como la Vía Perimetral de la Sabana. El corredor cuenta con cuatro casetas de peaje localizadas a lo largo del tramo.

Tabla 5-24 Aspectos generales de la concesión Desarrollo Vial de la Sabana

Concesión	CONCESIONARIA DEL DESARROLLO VIAL DE LA SABANA "CONSORCIO DEVISAB".
Trazado	Chía, Cota, Funza, Mosquera, La Mesa, Anapoima, Apulo, Tocaima, Girardot y ramal a Soacha.
Longitud	162.4 Km.
Tramos	TRAMO D: Girardot – Tocaima (30 Km.) TRAMO C: Tocaima – La Mesa (41 Km.) TRAMO B: La Mesa – Mosquera (46 Km.) y Ramal a Soacha (12 Km.) TRAMO A: Mosquera – Chía (28.7 Km.) Variante de Cota: 4.7 Km.
Inicio	23 de diciembre de 1996.
Plazo	292 meses
Casetas peaje	ESTACION DE TEBAIDA (K7+692) Tramo: Mosquera Chía. ESTACION DE MONDOÑEDO (106+031) RAMAL A Soacha (K1+060) Tramo: La Mesa – Mosquera y ramal a Soacha. ESTACION DE SAN PEDRO (61+300) Tramo: Tocaima – La Mesa. ESTACION DE PUBENZA (K16+170) Tramo: Girardot – Tocaima.

Fuente: Interventor Concesión Devisab – Informe CCI 2006

5.7 RED DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

En el Distrito Capital se ha venido mejorando la prestación del servicio de aseo que presenta una cobertura del 100% en los componentes de recolección, barrido y disposición final de residuos sólidos urbanos, atendiendo una población de cerca de 1.700.000 usuarios, de los cuales el 72% que pertenecen a los estratos 1, 2 y 3 son subsidiados en el 50%, 40% y 15%, respectivamente. Igualmente se presta el servicio de barrido y limpieza y la poda de árboles de áreas públicas viales de la ciudad. La zona urbana del Distrito Capital presenta los indicadores de calidad más altos de las ciudades del país en términos de frecuencias de recolección y barrido. Además, es la única ciudad que presta el servicio de recolección y tratamiento de residuos hospitalarios al 100% de los generadores mediante el esquema de

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

áreas de servicio exclusivo, lo que ha permitido detectar la mayoría de generadores de este tipo de residuos de alto impacto en el ambiente y la salud.

5.7.1 Relleno Sanitario Doña Juana

Localización: El botadero sanitario de Doña Juana se desarrolla en un predio situado en la vereda el Mochuelo, perteneciente al municipio de Usme, aproximadamente a 12Km en línea recta hacia el SW del centro de la ciudad. Situado sobre la margen izquierda del rió Tunjuelito, el relleno tiene una extensión de 334 hectáreas, de las cuales solo son útiles cerca de 120 Ha para el desarrollo del relleno sanitario, el resto esta conformado por un área montañosa de relieves abruptos y de difícil aprovechamiento.

El botadero abre por primera vez sus puertas en 1988. En dicho año comenzó la operación del relleno sanitario, pero aún no contaban con los permisos requeridos para dar inicio a sus labores, debido a las malas condiciones del relleno. A partir de 1997, después del derrumbe que provocó la contaminación del río Tunjuelito y serios daños a los residentes aledaños a la zona, este se modificó y se fue mejorando. Ahora es uno de los rellenos con más tecnología en Latinoamérica, pues es uno de los pocos que lleva acabo la separación de lixiviados. En su construcción y funcionamiento, el Relleno Sanitario Doña Juana busca principalmente dotar a la ciudad de un sistema de disposición adecuado de basuras. Allí se implementa un manejo técnico que reemplaza los botaderos, los cuales generaban problemas sanitarios, tales como la contaminación de aguas tanto superficiales como subterráneas.

A diferencia de los botadores a cielo abierto, un relleno sanitario busca una disposición adecuada de basuras a partir de una compactación y aislamiento en celdas o bloques que están separados del suelo por una tela que impide la filtración de líquidos y que son cubiertos con arcilla para aislarlos de otros bloques aledaños. Al relleno sanitario Doña Juana se le calcula una vida útil de 50 años.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

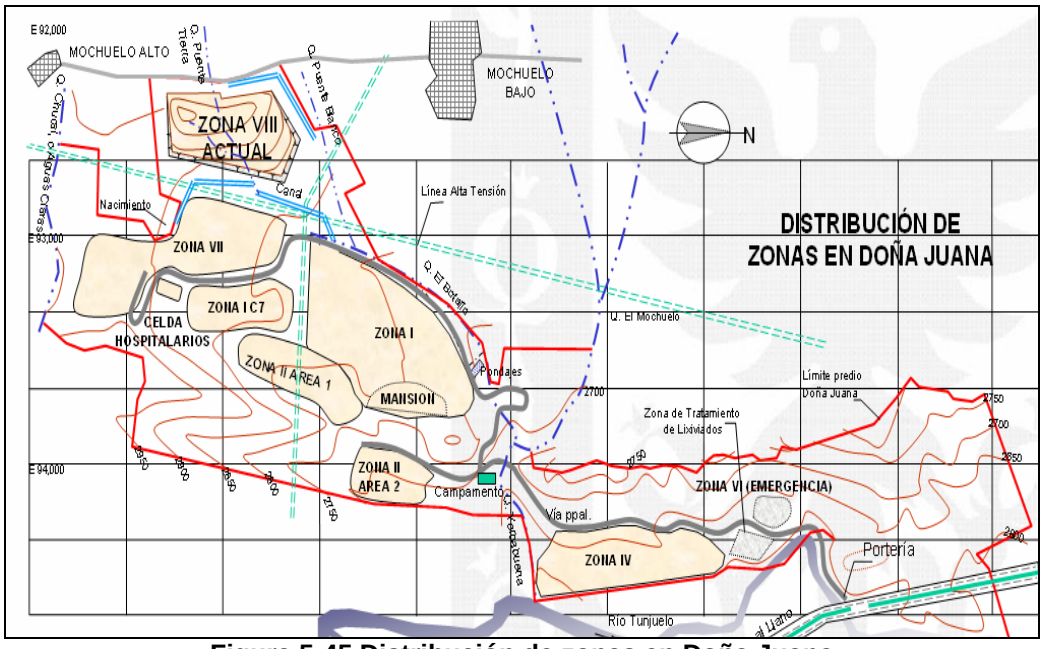


Figura 5-45 Distribución de zonas en Doña Juana
Fuente: www.maps.google.com.co

El relleno Doña Juana tiene 8 zonas, de las cuales tan solo 5 han sido activas y la ultima esta por desarrollarse.

Dentro del relleno sanitario de Doña Juana se realizan las siguientes actividades, que hacen parte del tratamiento interno de lixiviados, manejo de gases y manejo de residuos hospitalarios los cuales culminan el proceso de tratamiento con su deposición dentro del mismo:

- **Manejo Actual de los Lixiviados**

El diseño inicial captaba los lixiviados por medio de unos filtros tipo francés, en espina de pescado, en el terreno inicial y una serie de filtros primarios y secundarios, que en cada nivel, los recolectaba y se entregaban a un tanque de almacenamiento de donde salían por canales abiertos, hasta el río Tunjuelito.

El sistema diseñado por Hidromecánicas Ltda. Funciona: para la captación, por gravedad y para el tratamiento, por un sistema de recirculación por gravedad a través de pozos verticales de infiltración en la Zona I o antigua (Noviembre 1 de 1988 a Febrero de 1995); en la Zona II, el sistema para el tratamiento funciona por inyección a presión, por medio de tuberías horizontales, que se van construyendo, a medida que avanza el Relleno Sanitario.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La tubería de inyección tiene tramos ciegos y tramos perforados. La tubería principal (ciega) va sobre la cobertura final de los niveles y sobre las terrazas hasta puntos específicos, por donde penetra el nivel correspondiente a ese ramal de la tubería, sus diámetros varían consecutivamente desde 10", 8", 6", 4", 3", hasta 2". A 10 metros de esta penetración la tubería se cambia por tubería perforada, esta tiene como objetivo distribuir, dentro de cada nivel, el lixiviado que es bombeado.

La perforación se encuentra en la parte superior del tubo a cada 1,50 metros, sobre ella se coloca un pedazo de tubo de diámetro mayor, con el objeto de evitar la obstrucción de ellos.
La colocación de la tubería va ligada a la secuencia de la operación del relleno; la tubería perforada se coloca sobre la cobertura de cada nivel antes de comenzar a disponer los residuos sobre este.

Los filtros longitudinales secundarios son distribuidos en forma tal que permiten el mayor tiempo posible de permanencia del lixiviado dentro de Relleno Sanitario, este llegará por gravedad hasta los filtros longitudinales secundarios y principales y de aquí al sistema de recirculación nuevamente.

- **Manejo de los Gases**

Inicialmente se extraían los gases, por medio de unas chimeneas en piedra, colocadas desde el terreno natural y pasando por todos los niveles de basura.
El diseño de Hidromecánicas Ltda., varío el diseño inicial, colocando una tubería de PVC perforada dentro de las piedras.

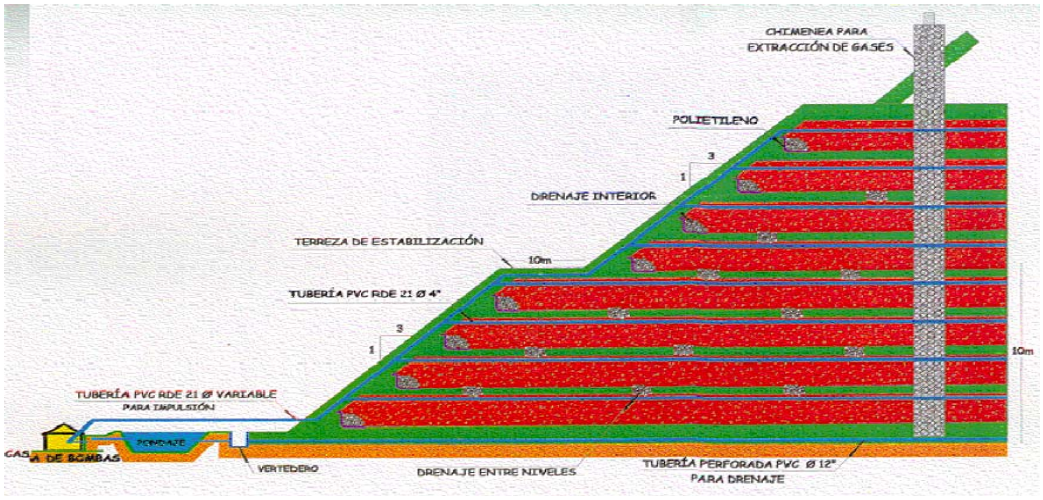


Figura 5-46 Esquema de operación zona II Doña Juana
Fuente: www.maps.google.com.co

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

A continuación se describen algunos de los procesos para el manejo de gases dentro del Relleno Sanitario Doña Juana:

a) Pozos o chimeneas para la extracción activa de biogás, que se lleva mediante tuberías a una tea y se destruye térmicamente.
b) Sistema de ventilación pasiva de gases a la atmósfera mediante una red de chimeneas.
c) Se pretende disminuir la presión interna que genera inestabilidad en los residuos depositados.
d) Proyecto de captura y aprovechamiento

- **Celda de Residuos Hospitalarios**

Operación Celda de Residuos Hospitalarios:

a) Aislamiento Perimetral



Figura 5-47 Aislamiento Perimetral

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

b) Descarga de Residuos



Figura 5-48 Descarga de Residuos

c) Cubrimiento con Geotextil



Figura 5-49 Cubrimiento Con Geotextil

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

d) Material de Cobertura



Figura 5-50 Material de Cobertura

- **Celda de Biosólidos**

Los Biosólidos, al construir el producto final del tratamiento de los lodos, también conocidos como lodos deshidratados, son el resultado de descomponer la materia orgánica de las aguas residuales de origen domestico por la acción de bacterias anaeróbicas (aquellas que desarrollan procesos en presencia de oxigeno) en los digestores de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).

Las evaluaciones efectuadas por el distrito permiten demostrar que los Biosólidos presentan un alto contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo disponibles, lo que determina que se constituyan en una alternativa de enmienda orgánica muy útil en la recuperación ecológica de suelos altamente degradados, al incidir en su estructura (porosidad, textura, PH, humedad), actividad microbiana y riquezas de los suelos (nutrientes).

Actualmente los Biosólidos producidos en la PTAR del salitre que corresponden a 150 T/día se están disponiendo en el relleno sanitario de Doña Juana para conformar el sustrato de las coberturas vegetales al final del proceso de disposición de los residuos.

5.7.2 Parques de Reciclaje

Se tiene proyectado dentro de la ciudad de Bogotá la construcción de dos parques de reciclaje, el primero, ubicado en el predio del Tintalito, localidad de Kennedy; y el segundo, en el predio parque Planta El Salitre, en la localidad de Engativá. La construcción del parque del Tintalito se iniciará el inicio el 29 de enero y para la obra de Planta El Salitre la licitación

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

se abrió este mes de febrero. Reutilización de recursos, educación ciudadana y reducción de contaminación, son algunos de los beneficios propuestos para la ciudad por la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos -UESP-, a través de la construcción de los parques de reciclaje El proyecto, busca formalizar la actividad del reciclaje, generando sostenibilidad económica a la cadena productiva de material potencialmente recuperable -MPR- a partir del fomento de competencias. Además, busca el desarrollo de habilidades, dignificación de la labor realizada por los recicladores y su reconocimiento a partir de un principio de justicia e inclusión social.

Con la puesta en marcha de este plan se intenta disminuir de manera sustancial y significativa el impacto ambiental que se concentra en el relleno sanitario Doña Juana.

El parque El Salitre tendrá un área construida cubierta de aproximadamente 5.200 metros cuadrados y estará dotado y equipado técnicamente para recibir el material de residuos inorgánicos. A los parques serán transportados por las rutas de recolección selectiva, operadas por los consorcios prestadores del servicio de aseo, los residuos sólidos ordinarios inorgánicos.

La implementación de estos espacios en la capital permitirá dar solución al manejo de residuos sólidos en la ciudad. De igual forma, contribuirá a la construcción de responsabilidad ambiental en la ciudadanía y a la organización de la cadena productiva del reciclaje en Bogotá.

La comunidad que reside en los sectores de los parques no se verá perjudicada, ya que los residuos orgánicos susceptibles a descomponerse no hacen parte del proceso, y por lo tanto, no se generarán emisiones que puedan ocasionar la contaminación atmosférica o hídrica del sector.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CAPITULO 6
METODOLOGÍAS Y MODELOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO PÚBLICO

CAPITULO 6 **194**

6 METODOLOGÍAS Y MODELOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO PÚBLICO 194

6.1 GENERALIDADES 194
6.1.1 METODOLOGÍA 194
6.1.1.1 CUALITATIVA 194
6.1.1.2 CUANTITATIVA 195
6.1.1.3 SEMICUANTITATIVA 195
6.1.1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS 195
6.1.2 MODELOS 199
6.1.2.1 MODELO CONCEPTUAL (C) 199
6.1.2.2 MODELOS MATEMÁTICOS (M) 199
6.1.2.3 DE PROTOTIPO O A ESCALA (PT) 200

6.2 FASES DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO VS MODELOS Y/O SOFTWARE 200

6.2.1 MODELOS CONTEMPLADOS EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO 202

6.2.2 COMPONENTES INVOLUCRADOS EN LOS ANÁLISIS DE RIESGO 204

6.2.3 AMENAZA 204
6.2.3.1 IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO AMENAZANTE (FALLA) 204
6.2.3.1.1 TIPOS DE FALLA 205
6.2.3.1.1.1 Obstrucción 205
6.2.3.1.1.2 Desplazamientos 205
6.2.3.1.1.3 Volcamiento 205
6.2.3.1.1.4 Caída 205
6.2.3.1.1.5 Rotura 205
6.2.3.1.1.6 Fugas 206
6.2.3.1.1.7 Accidente de tránsito 206
6.2.3.1.1.8 Represamiento 206
6.2.3.1.1.9 Interrupción 206
6.2.3.1.2 IDENTIFICACIÓN Y MODELACIÓN DE LA FALLA 206
6.2.3.2 CAUSAS DE FALLA 209
6.2.3.2.1 Fp: FACTORES PERMANENTES 209

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.2.3.2.2 Fd: FACTORES DESENCADENANTES 210
6.2.3.2.2.1 Definición de tipos de factores desencadenantes 210
6.2.3.2.2.2 PD: Probabilidad de ocurrencia factor desencadenante 212
6.2.3.2.2.3 Modelación de factores desencadenantes 213
6.2.3.3 ESTIMACIÓN DE LA OCURRENCIA DE FALLA 215
6.2.3.3.1 MODELACIÓN DE LA FALLA 215
6.2.3.3.2 Po: PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO AMENAZANTE (FALLA) 218
6.2.3.3.3 MODELACIÓN DEL ESCENARIO DE PROPAGACIÓN 219

6.2.4 VULNERABILIDAD 238
6.2.4.1 E: ELEMENTO EXPUESTO 238
6.2.4.2 I: INTENSIDAD DEL FENÓMENO 239
6.2.4.3 D: DAÑO DEL ELEMENTO 239
6.2.4.4 Pa: PROBABILIDAD DE QUE LA AMENAZA ALCANCE ELEMENTO E 241
6.2.4.5 Pp: PROBABILIDAD DE PRESENCIA DEL ELEMENTO E 241
6.2.4.6 MODELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 242

6.2.5 RIESGO 245
6.2.5.1 Rs: RIESGO ESPECÍFICO 245
6.2.5.2 V: VALOR DEL ELEMENTO E 245
6.2.5.3 Rg: RIESGO TOTAL 245
6.2.5.4 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR MEDIO DE MATRICES DE RIESGO 247

6.3 RESUMEN DE INFORMACIÓN 252

6.4 SOFTWARE DESCARGADO 252

6.5 COSTOS DE SOFTWARE 261
6.5.1 SCRI FUEGO 261
FAMILIA SCRI DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS: 261
LICENCIAS COMBO 262
6.5.2 BREEZE 262
6.5.3 FLACS 263
6.5.4 TRACE 263
6.5.5 SYNCHRO - SIM TRAFFIC 264

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CAPITULO 6

6 METODOLOGÍAS Y MODELOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO PÚBLICO

6.1 GENERALIDADES

Con el fin de establecer modelos y/o software y metodologías que se usan o pueden ser usadas para la evaluación de riesgo publico por redes de servicios públicos (RP x RSP), y a partir de la definición del sistema establecido en el capitulo 3, se define un protocolo de evaluación sobre el cual para cada fase involucrada se recopilan las herramientas a nivel de modelo, software o metodologías existentes.

Como marco de la investigación se definen los tipos de metodologías que pueden ser usados en la evaluación de riesgo público, así como los tipos de modelos y herramientas y/o técnicas que pueden ser usadas en el desarrollo metodológico.

6.1.1 METODOLOGÍA

En la medida en que han evolucionado el conocimiento y las metodologías de análisis técnico científico y se han vivido experiencias, se va logrando la mayor y mejor interiorización de la terminología del análisis de riesgo, la diferenciación de términos en el análisis del riesgo, y la utilización de metodologías desde las más simples hasta las más complejas.

Las metodologías se pueden clasificar de la siguiente forma: cualitativa, cuantitativa y semicuantitativa.

6.1.1.1 CUALITATIVA

Tiene como objetivo establecer la identificación de riesgos en el origen, así como la estructura y/ o secuencia con que se manifiesta. Se realizan unos juicios (dirigidos, estructurados o secuenciales) del proceso incluidos en la unidad de objeto de consideración.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En este tipo de metodologías el cual los componentes (amenaza y vulnerabilidad) se evalúan subjetivamente por expertos y se asignan rangos de intensidad, para llegar a niveles amenaza y riesgo con calificativos.

6.1.1.2 CUANTITATIVA

Tiene como objetivo recorrer completamente la evolución probable desde el origen hasta establecer la variación del riesgo en los posibles escenarios; así como la particularización de dicha variación estableciendo los valores concretos de riesgo para los elementos vulnerables.

En estas metodologías todas las variables se cuantifican para llegar a amenaza en términos de intensidad y probabilidad de ocurrencia, la vulnerabilidad en términos de porcentaje de daño según la intensidad de la solicitación y al riego en términos de pérdidas o afectaciones esperadas en unidades monetarias o de personas. Los métodos empleados para la obtención de riesgo pueden ser árboles de eventos, teoría de la confiabilidad o simulación.

6.1.1.3 SEMICUANTITATIVA

Pretende mediante la combinación de unos factores globales de riesgo establecer directamente el riesgo. Los factores de riesgo y las escalas para los juicios provienen de la experiencia en casos similares al que se estudie.

6.1.1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

En la tabla 6.1 se presentan las ventajas y desventajas de los tipos de estudios seleccionados.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

TIPOS DE ESTUDIOS PARA ANALISIS / EVALUACION DE RIESGOS

TIPOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	OBSERVACIONES
Cuantitativos	*Rigurosa aproximación científica	*De difícil comprensión por personal no técnico	Utiliza fundamentalmente lógica matemática estadística de frecuencia y cálculo matemática estadística de frecuencia y cálculo de probabilidades, modelos probabilísticos y determinísticos
	*Comúnmente aceptados por la industria	*Alto costo	
	*Utiliza toda la información histórica disponible o de experiencia	*De dificil manejo en la globalización del riesgo	
	*Ofrece números prácticos	*Puede crear la idea de altísimo conocimiento sobre el riesgo	
Semicuantitativos	*Flexible	*Requiere de muy buena documentación sobre clasificaciones asignadas	Se basa en la utilización de índices globales
	*Utiliza toda la información histórica o de experiencia disponible	*Subjetiva en varios aportes	
	Aprovechamiento de juicios expertos		
	Útil en conclusiones comparativas entre procesos		
Cualitativos	*De bajo costo	*Completamente subjetivo	Su objetivo principal es IDENTIFICAR
	*Fácil comprensión	*Límitado análisis de factores	
	*Se basa en un análisis lógico simple	*De difícil documentación en las calificaciones asignadas	
	*útil como base para estudios semicuantitativos	*Muy simple para enfrentar una decisión	

Tabla 6-1 Tipos de estudios para análisis / evaluación de riesgos

Además existen técnicas de evaluación de riesgo (tabla 6.2) según el tipo de metodología. La preferencia o inclinación a utilizar una mezcla de las metodologías indicadas en la tabla anterior, radica en comprender ampliamente el concepto de riesgo.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

TIPOS	TECNICAS
Cualitativos	*Análisis históricos de eventos
	*Análisis preliminar de riegos (PHA)
	*Análisis QUE PASA SI? (what if?)
	*Analisis mediante listas de chequeo (Check list)
	*Análisis de operaciones peligrosas (HAZOP)
	*Análisis de herramientas informáticas (HAZEC/HAZOP)
	*Matrices por árboles de falla (FTA)
	*Análisis de modo de falla (AMFE/FMEA)
	*Análisis por árboles de eventos amenazantes
Semicuantitativos	*Análisis por modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC/FMAC)
	*Métodos DOW
	*Métodos índices de MOND
	*Método UCSIP (Union Chambres Syndicales Industrie Petrol, Francia)
	*Análisis semicuantitativo de causas, amenazas y consecuencias
	*Método de indexamineto (juicio de expertos)
Cuantitativos	*Análisis cuantitativos de árboles de falla (ACFTA)
	*Análisis cuantitativos de árboles de sucesos
	*Análisis cuantitativos de causas, amenazas y consecuencias
	*Método de indexamiento (juicio de expertos)
	*Análisis cuantitativo de árboles de sucesos
	*Análisis semicuantitativo de causas, amenazas y consecuencias
	*Método de indexamiento (juicio de expetos)
	*Analisis cuantitativo de causas, amenazas, consecuencias, vulnerabilidad
	*Programas de modelación/simulación
	*modelos deterministicos y probabilisticos

Tabla 6-2 Técnicas de evaluación de riesgo

En las diferentes etapas de análisis/evaluación de riesgo se puede usar varias técnicas, que pueden ser cuantitativas o cualitativas dependiendo de los niveles de información existentes y de los objetivos establecidos. La tabla 6.3, para evaluación de riesgo tecnológico, presenta las técnicas sugeridas en cada fase.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ANÁLISIS/EVALUACIÓN	FASE	TECNICA SUGERIDA
Amenaza	*Identificación y selección de causas	*Lista de chequeo *Análisis por modos de falla
	*Ocurrencia eventos iniciantes	*Hazop *Estadísticas probabilidades
	*Identificación eventos amenazantes	*Arboles de eventos *Indexamiento *Análisis de frecuencias
Escenario de daño	*Determinación zonas afectación	*Ecuaciones matemáticas *Curvas teóricas
	*Categorías de consecuencia interés	*Programas de modelación (PHAST)
	*Estimación y calificación de daño	*Análisis de rentabilidad y permanencia vs categorias de interés *Matrices de valoración semicuantitativas sugeridas *Idexamiento
Vulnerabilidad	*Inventario de elementos expuestos	*Conteo físico *Muestreo estadístico
	*Porcentaje de daño	*Estimación *Ecuaciones Probit *Valoración cualitativa y cuantitativa para daño ambiental
Riesgo	valoración	*Matrices cualitativas *Matrices cuantitativas *Indices de riesgo

Tabla 6-3 Técnicas sugeridas en las fases de evaluación de riesgo tecnológico.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.1.2 MODELOS

Los modelos son representaciones de la realidad como un punto de vista desde el cual se definen una serie de entidades y relaciones particulares que pretenden simular el comportamiento del sistema. El modelo describe la transformación de variables de entrada en variables de salida, a través de un conjunto de procesos internos, con el objeto de predecir el comportamiento del sistema.

Debido a la complejidad del problema de valoración de riesgo publico, y en general de riesgo, se necesita de la definición de diferentes modelos en cada etapa o fase metodológica para simular el comportamiento del subsistema; no existe un modelo único que resuelva el problema.

Los modelos, en general, pueden ser conceptuales, matemáticos y de prototipo.

6.1.2.1 MODELO CONCEPTUAL (C)

Diagrama que muestra los vínculos causales propuestos entre un conjunto de conceptos que están relacionados con un problema o proceso.

6.1.2.2 MODELOS MATEMÁTICOS (M)

Es un conjunto de ecuaciones que describe y representa un sistema real. Este conjunto de ecuaciones usualmente se concentra en uno o varios aspectos del problema, identifica las relaciones funcionales entre los componentes del sistema, los elementos y el entorno, establece medidas de efectividad y restricciones. Dentro de los modelos matemáticos se contemplan los siguientes:

Empíricos ME
Son los que utilizan las observaciones directas de un experto o los resultados de experimentos del fenómeno estudiado.

Estocásticos MP
Son aquellos donde por lo menos una variable es tomada como un dato al azar y las relaciones entre variables se toman por medio de funciones probabilísticas.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Estadísticos MS
Fundamentados en el uso de datos históricos y los parámetros de comportamiento que pueden arrojar. Estos modelos se usan teniendo en cuenta la disponibilidad de información y la limitación de la búsqueda.

De soporte físico MF
Son aquellos modelos basados en leyes físicas y donde gráficamente se representan los datos de entrada y de salida.

Numéricos MN
Abstracciones de representaciones del mundo real aplicadas al tratamiento predictivo, que discretizan áreas o cuerpos en 2 o 3 dimensiones respectivamente, aplicando funciones aproximadas del comportamiento de las propiedades que se quieren estudiar.

6.1.2.3 DE PROTOTIPO O A ESCALA (PT)

Son modelos que corresponden a representaciones físicas de un artefacto sobre las cuales se realizan mediciones tendientes a entender su comportamiento que, posteriormente, son extrapoladas al artefacto real.

6.2 FASES DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO VS MODELOS Y/O SOFTWARE

Una vez establecidos los elementos del sistema, se definen las diferentes fases de evaluación partiendo de identificar un agente amenazante, unos elementos amenazados o en riesgo y un espacio o entorno donde estos ocurren.

La Figura 6-1 plantea los elementos del sistema y el esquema general para la evaluación del riesgo publico. A partir de esta se describen los componentes del sistema y se presentan los diferentes modelos de evaluación que pueden ser abordados.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

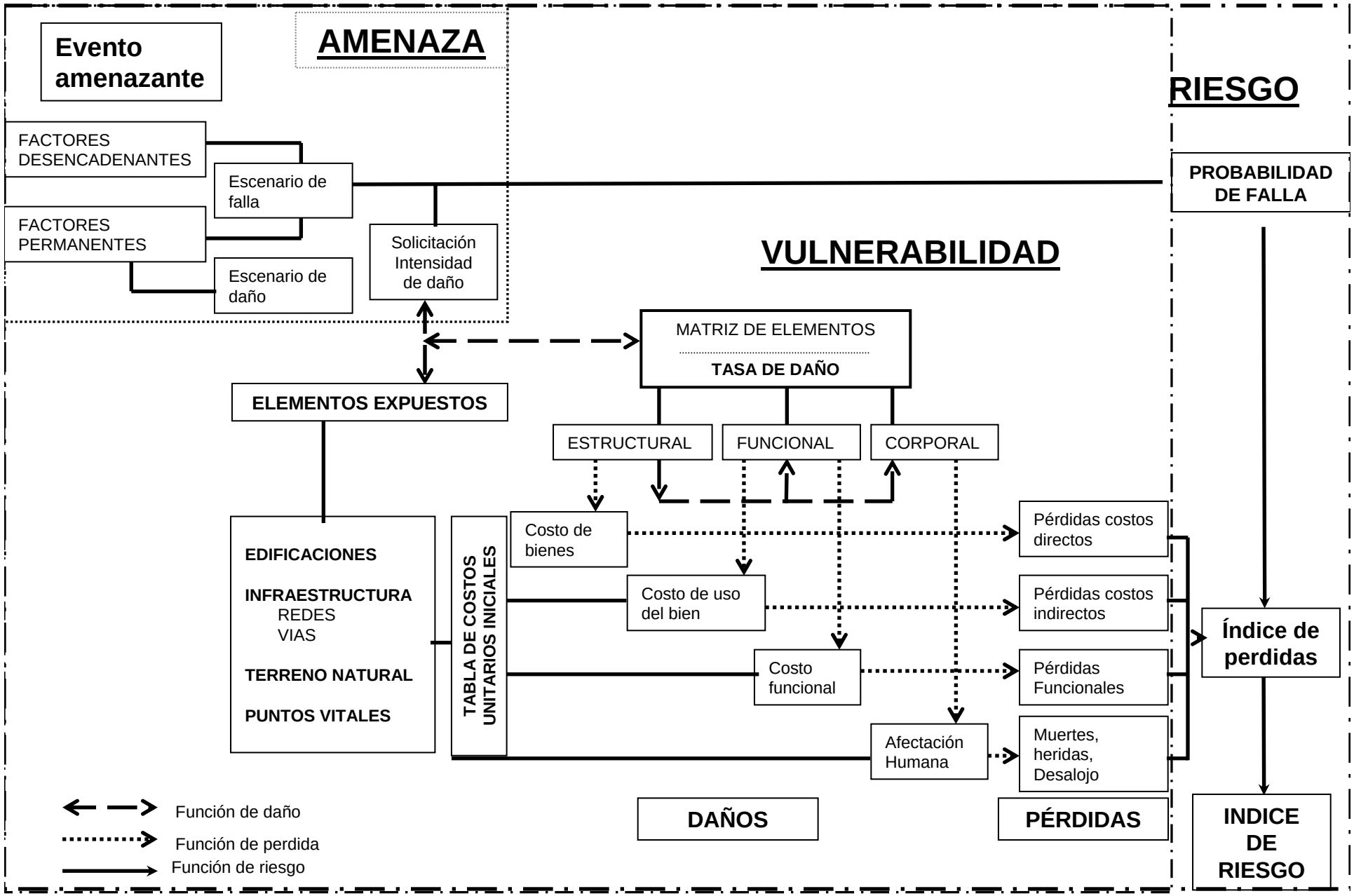


Figura 6.1. Esquema de evaluación de riesgo. Adaptada por JAM Ingeniera de Leone1996.

6.2.1 MODELOS CONTEMPLADOS EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

Los modelos descritos en el numeral 6.1.2 se pueden utilizar para describir cada uno de las fases involucradas en la evaluación del riesgo. Cada fase puede tener o no tener modelo representativo, de cualquier tipo, que involucre todas las variables previas y que permita obtener índices que son usados en una fase posterior.

Para la facilidad de integración del sistema a evaluar – RP x RSP – se propone el protocolo mostrado en la figura 6.2, donde se identifican 5 fases de modelación que en su conjunto permiten evaluar de manera integral el riesgo.

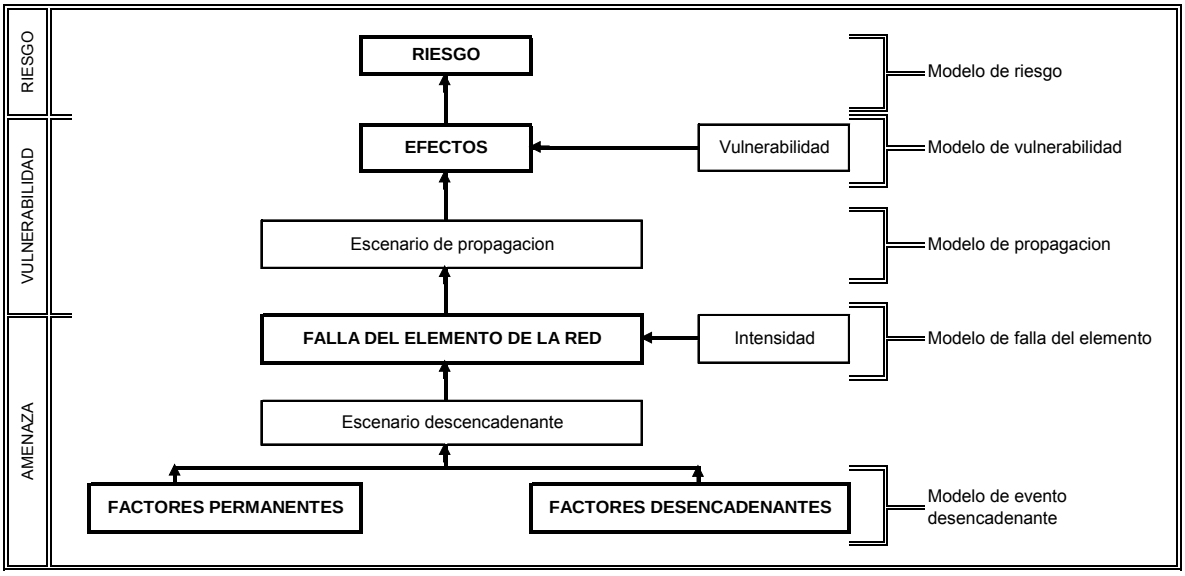


Figura 6-2 Protocolo de fases de modelación
Fuente: Elaboración propia

Las fases de modelación sobre los cuales se observan los modelos son:

- Modelos de evento desencadenante
- Modelos de falla del elemento
- Modelo de propagación de la falla

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Modelo de vulnerabilidad.
- Modelo de riesgo

De abajo hacia arriba, la primera modelación se realiza sobre los eventos desencadenantes, entendiéndose como las variables de entrada y salida de cada factor natural, socio - natural o antrópico y su comportamiento. De este modelo se obtienen las solicitaciones a las cuales será sometido el elemento de la red: empujes, magnitud de desplazamiento, alturas, etc.

Una vez determinados los productos de la modelación de evento desencadenante, estos se relacionan con los factores permanentes para crear un escenario desencadenante que produzca falla del elemento. En este punto se produce la falla de la red, la cual es el segundo proceso a modelar; este modelo considera la falla por si misma, el proceso físico de obstrucción, desplazamiento, rotura, volcamiento, contaminación, accidente y caída. El resultado o variables de salida son las características de la falla: o determina las variables que producen daño.

Conocida la falla del elemento, se procede a modelar la propagación de la falla, etapa donde se involucran las características del contenido o elementos de la red y el medio circundante, considerando la geoforma, las características de la salida de líquidos y gases, el área de aferencia por cercanía, etc. Al final de este análisis se obtiene la localización del área afectada, siendo una información útil para la ubicación espacial de los elementos expuestos y por tanto determinar cuales son los elementos más vulnerables.

Una vez conocidos los elementos expuestos y los efectos de la propagación según la intensidad encontrada, se procede a realizar la evaluación de vulnerabilidad con un modelo que involucre las características de los daños sobre las estructuras, las personas y el funcionamiento del entorno o de la misma red. Como resultado de esta modelación se obtienen los índices de perdidas y los costos asociados a cada elemento.

Finalmente y como quinto proceso de análisis se realiza la modelación del riesgo, la cual involucra la vulnerabilidad y la amenaza asociada a la falla de la red. Es necesario aclarar que la mayoría de los modelos de análisis no son numéricos sino son del tipo conceptual, estadístico y estocástico. Esta modelación produce índices de riesgo que permite tomar medidas preventivas, correctivas, de mitigación o de reacción.

Estos modelos se presentaran a medida que se describen los componentes del sistema. Sobre estos mismos se realiza una recopilación de software existente que se utilizan en la modelación o simulación del ente en particular.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.2.2 COMPONENTES INVOLUCRADOS EN LOS ANÁLISIS DE RIESGO

Para un análisis integral de RP x RSP se definen los elementos y componentes que se presentan en un escenario de riesgo y que deben ser evaluados. Estos componentes pertenecen a alguna de las fases de estudio: amenaza, vulnerabilidad o riesgo y se explicaran con detalle a continuación.

6.2.3 AMENAZA

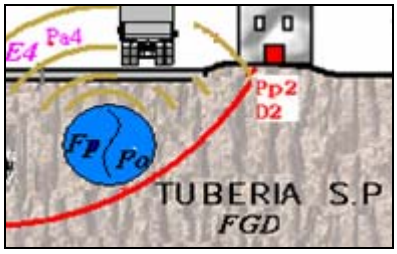
Dentro de la evaluación de la amenaza se considera la identificación del evento amenazante o falla, las causas de la falla y la estimación de la ocurrencia de la misma.

6.2.3.1 IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO AMENAZANTE (FALLA)

La identificación del evento amenazante se realiza partiendo de una fuente que falla y del tipo de falla del elemento involucrado. Un elemento de la RSP se constituye como Fuente generadora de daño y esta puede presentar varios tipos de falla.

FGD: FUENTE GENERADORA DE DAÑO

Se define como toda entidad que, al fallar, induce una acción sobre elementos adyacentes y puede generar algún tipo de daño. En el estudio de riesgo publico por redes, la fuente generadora de daño la conforma todos los elementos lineales o puntuales pertenecientes a las redes de servicios públicos.



Para que se produzca una falla sobre una fuente generadora de daño, actúan dos factores: unos factores internos del elemento o factores permanentes y unos eventos externos o factores desencadenantes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

EVENTO AMENAZANTE (FALLA)

Es la reducción en la capacidad del sistema para cumplir su función u objetivo. Esta definición de falla incluye la existencia de diferentes grados de falla, y sobre las redes las siguientes categorías: rotura, obstrucción, desplazamiento, volcamiento, accidente.

6.2.3.1.1 TIPOS DE FALLA

Partiendo de la definición de falla del sistema, se presentan las topologías de fallas definidas o identificadas que se pueden presentar en las RSP. Dependiendo de la magnitud e intensidad de la falla esta se puede convertir en un evento generador de daño o amenazante.

A continuación se explican y caracterizan cada uno de las fallas.

6.2.3.1.1.1 Obstrucción

Es el taponamiento parcial o total de uno o varios elementos de una red o estructura.

6.2.3.1.1.2 Desplazamientos

Se define como la longitud de la trayectoria comprendida entre la posición inicial y la posición final de un punto, estructura o elemento. Los desplazamientos pueden ser verticales u horizontales y son medibles o comparables.

6.2.3.1.1.3 Volcamiento

Este movimiento implica una rotación de unidades con forma de columna o bloque sobre una base, bajo la acción de la gravedad y las fuerzas ejercidas por unidades adyacentes. Se presenta volcamiento principalmente en estructuras de soporte de redes eléctricas y en torres de transmisión de telecomunicaciones fijas o móviles (elementos puntuales).

6.2.3.1.1.4 Caída

Es el descenso de las redes aéreas de energía eléctrica o telecomunicaciones. La caída no implica necesariamente rotura o interrupción total de la funcionalidad.

6.2.3.1.1.5 Rotura

Es el punto de la relación esfuerzo – deformación de un material donde, y por características intrínsecas, el elemento no soporta esfuerzo ni deformación. La rotura se presenta después

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

de someter el material a solicitaciones externas y de fuerzas internas, en etapas de elasticidad, plasticidad o elasto-plasticidad. En forma visual, la rotura es la perdida de la continuidad del elemento.
La rotura puede ser parcial cuando incluye fisura y fracturamiento o total cuando implica daño estructural y colapso.

6.2.3.1.1.6 Fugas

La fuga hace referencia al escape de una sustancia gaseosa o liquida, bien sea de un sistema de generación, transporte, almacenamiento o de una red de conducción, que puede provocar algún daño o desequilibrio, irreversible o no, en el medio inicial. La fuga cambia las concentraciones del material que se ha escapado y del medio circundante y puede tener efectos secundarios como procesos de contaminación en el caso de sustancias tóxicas y por ende riesgo publico.

6.2.3.1.1.7 Accidente de tránsito

Los accidentes enmarca todo evento fortuito que se genere sobre los vehículos terrestres, aéreos o férreos y puedan generar riesgo publico. Se consideran fallas cuando se enmarcan en el análisis de riesgo sobre la red de movilidad, la cual a causa del accidente queda inhabilitada o reducida su capacidad.

6.2.3.1.1.8 Represamiento

Consiste en la acumulación de vehículos por una afectación de un elemento de la red de movilidad. Este es el caso de una obstrucción parcial de la vía que genera demoras de viaje pero donde existe algún tipo de continuidad de la red.

6.2.3.1.1.9 Interrupción

Consiste en la perdida de continuidad en la red de movilidad. Este es el caso del colapso de puentes y la rotura total de vías que impiden totalmente el paso de vehículos.

6.2.3.1.2 IDENTIFICACIÓN Y MODELACIÓN DE LA FALLA

La modelación de la falla se refiere a la representación de los procesos y secuencias que se producen intrínsecamente en el elemento que compone la RSP. Esta falla puede ser rotura, obstrucción, accidente, etc. e involucra los detalles de la falla.

El modelo de ocurrencia de la falla debe conducir a la obtención de una medida cuantitativa o cualitativa que pueda utilizarse como soporte en la toma de decisiones. Los modelos de

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

falla describen el mecanismo mediante el cual una acción interna o externa sobre el sistema se traduce en un efecto desfavorable.

Con el objeto de identificar los eventos que desencadenan las fallas, se utiliza la técnica de árbol de eventos, la cual desarrolla de forma secuencial los eventos precedentes a la falla y hasta llegar a definir el evento amenazante. El ejercicio se adelanta de manera básica en la medida que se busca establecer conceptualmente cada evento de falla, un modelo del mismo y si de este modelo existe software.

Como parte de la investigación se presenta un resumen de la técnica o herramienta denominada Árboles de eventos.

ÁRBOL DE EVENTOS

Un árbol de eventos es un modelo lógico que identifica los posibles eventos y procesos ocurridos para la generación de la falla, y permite estimar la probabilidad de ocurrencia de los mismos. El árbol de eventos describe el desarrollo del evento iniciante con el tiempo hasta llegar a los sucesos potenciales finales.

Su construcción inicia con el evento desencadenante, se continúa desarrollando con los diferentes eventos o funciones de seguridad secuenciales a este evento y/o los eventos precursores a otros, hasta llegar a los eventos amenazantes de interés para el estudio.

Los eventos o solicitaciones son preguntas relacionadas al orden secuencial de desarrollo del evento iniciante, los cuales pueden tener diferentes respuestas dependiendo de su funcionamiento normal o falla de los mismos.

Para cada uno de los eventos en el árbol se analizan varias alternativas a las cuales una vez analizadas se les asigna su probabilidad de ocurrencia dentro del árbol. La suma de las probabilidades de estas dos alternativas siempre debe ser la unidad.

Construcción de árboles de eventos

La metodología de árboles de eventos para la obtención de las probabilidades de ocurrencia de los eventos amenazantes es empleada cuando los datos reportados, son escasos o dudosos y no reflejan la realidad del sistema.

La secuencia de construcción del árbol de eventos se describe a continuación.

- Identificar el evento desencadenante

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Identificar los eventos secuenciales al evento desencadenante.
- Construcción del árbol de eventos: el árbol de eventos debe mostrar gráficamente la progresión del evento desencadenante.
- Estimar la probabilidad en cada rama del árbol: cada evento secuencial corresponde a una probabilidad condicional de que el evento procedente haya ocurrido. Las probabilidades asociadas a un evento secuencial debe sumar la unidad. Estas probabilidades pueden ser obtenidas de registros históricos, datos del proceso evaluado, datos ambientales, datos de confiabilidad de equipos, y de opiniones de expertos.
- Cuantificar los eventos finales o amenazantes: la probabilidad de ocurrencia de cada evento amenazante es obtenida de la multiplicación de las probabilidades condicionales asignadas a cada evento secuencial desde los eventos desencadenantes hasta el evento final de interés. La suma de todas las probabilidades de los eventos finales debe ser la unidad.

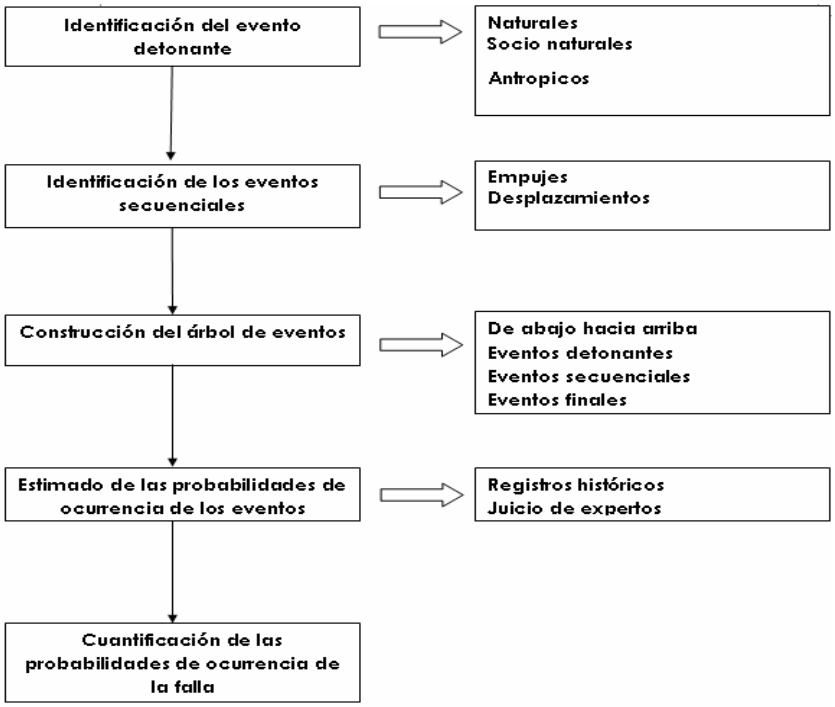


Figura 6-3 secuencia de construcción de árboles de eventos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Aplicación de árboles de eventos

Como ya se menciono, este ejercicio se realizó para los diferentes elementos de las redes de servicios públicos, se elaboraron árboles de eventos de los diferentes tipos de falla sin entrar a establecer la estimación de las probabilidades.

Los árboles de eventos se diseñaron para las redes de servicios públicos con el fin de determinar los factores desencadenantes, las solicitudes que producen los factores desencadenantes, y los factores permanentes según el elemento de la red. Todos estos elementos se presentan de abajo hacia arriba terminando en la parte mas alta con la producción de la falla.

En segunda medida se presenta el modelo físico de los elementos de la red, identificando visualmente los factores permanentes y la falla. Nótese que se consideran las diversas opciones de localización y posición para los elementos, el contenido o capacidad de los mismos y se imponen las solicitaciones que producen los factores desencadenantes.

Por ultimo se hace un planteamiento de la ecuación característica que determina el área de alcance o la intensidad del fenómeno. Estas expresiones se realizaron para aquellos elementos que poseen algún modelo físico; para aquellos que no son modelables físicamente se identifica el tipo de modelo a usar. Es necesario recordar que no todos las fallas de elementos producen riesgo público, característica que se afirma al final de cada ficha en los elementos que es pertinente.

Los resultados de esta aplicación se presentan en el anexo 6.1.

6.2.3.2 CAUSAS DE FALLA

Las causas de falla de los elementos que componen la RSP, se definen partiendo de la definición de los factores permanentes propios de cada red y de establecer la posibilidad que la red este expuesta a eventos externos que pueden inducir la falla.

6.2.3.2.1 Fp: FACTORES PERMANENTES

Son aquellas características intrínsecas o de operación del elemento de la red susceptible a la falla. Estos factores están relacionados con la capacidad del elemento a soportar los eventos desencadenantes, con la intensidad del posible daño a producir y en general con la

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

evaluación de la amenaza del fenómeno. Por ejemplo, para una tubería estas características serian el diámetro, el material y la localización.



Diámetro
Material
Localización

Las tablas 3.1 a 3.7 ubicadas en el capitulo 3 muestran la identificación de estas características para cada red y elemento de la misma.

6.2.3.2.2 Fd: FACTORES DESENCADENANTES

Los factores desencadenantes son todos aquellos eventos que pueden inducir algún tipo de falla sobre los elementos de las RSP. Dentro de estos factores desencadenantes se encuentran las amenazas naturales, socio - naturales y antropicos no intencionales.

La descripción general de estos factores desencadenantes enmarcados en la ciudad se describieron en el capitulo 4.

6.2.3.2.2.1 Definición de tipos de factores desencadenantes

FACTORES NATURALES

Los factores naturales son los sismos, las lluvias o granizo, los volcanes y el viento.



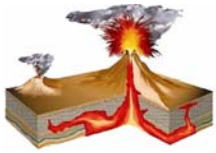
Lluvia



Viento



Sismo



Volcanes

FACTORES SOCIO NATURALES

Los factores socio - naturales son los deslizamientos o fenómenos en remoción en masa, inundación, avalanchas o incendios.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Inundación



Deslizamiento

FACTORES ANTROPICOS

Estos factores se pueden categorizar como Intencionales y No intencionales. Para el estudio no se tuvieron en cuenta los intencionales; los no intencionales, a la vez, se pueden dividir en eventos tecnológicos y accidentes.

Los eventos antropicos normalmente inciden en el incremento del riesgo debido a causas como se observa en la tabla

MODOS DE FALLA	CAUSAS
1. Daños por terceros	Acciones con mala intención.
	Robo de elementos
	Impacto de vehículos
	Invasión de terrenos de la empresa
	Atentados
2. Errores de operación	Fallas durante labores de mantenimiento
	Operadores sin experiencia
3. Defectos de construcción	Defectos de diseño o construcción del sistema
	Contactos con líneas eléctricas
4. Falla mecánica	Vibración
	Defectos de fabricación
	Defectos del material (mala calidad)
5. Corrosión	Corrosión interna y corrosión externa
6. Amenazas naturales	Movimientos sísmicos
	Inundaciones
	Lluvia intensa
	Erosión
	Amenaza ceráunica (rayos)

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7. Otros	Falla de mantenimiento
	Incendio de otras instalaciones

Tabla 6-4 Causas de los modos de falla – eventos antropicos.

Estas causas generan eventos antrópicos no intencionales como lo son los eventos tecnológicos y los accidentes. La observación de estas causas nos indica que los eventos tecnológicos y accidentes pueden ser eventos desencadenantes en el caso de los eventos industriales o pueden ser fallas si ocurren en algún elemento de la red.

Las amenazas tecnológicas están asociadas con incendios, explosiones, escapes y derrames generados por la liberación de sustancias presentes en los establecimientos.



Amenazas tecnológicas

Los accidentes enmarcan todo evento fortuito que se genere sobre los vehículos terrestres, aéreos o férreos y puedan generar riesgo publico. Se consideran fallas cuando se enmarcan en el análisis de riesgo sobre la red de movilidad.



Accidentes

6.2.3.2.2.2 PD: Probabilidad de ocurrencia factor desencadenante

La estimación de ocurrencia de los factores desencadenantes se pude determinar a partir de dos variables a saber:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Las unidades de frecuencia que son el número de eventos esperados por unidad de tiempo en un sistema dado.
- Las probabilidades que son factores adimensionales y pueden ser usadas ara describir la probabilidad de un evento durante un intervalo específico de tiempo o la probabilidad condicional que un evento ocurra dado un suceso precursor.

Sobre los factores desencadenantes se evalúa la probabilidad de ocurrencia, asociada a la posibilidad de que se presente el evento desencadenante en cierta magnitud y que pueda producir afectación sobre elemento generador de daño - redes.

La obtención de frecuencias de eventos conlleva a la recopilación histórica de todos los eventos ocurridos en el área de estudio.

6.2.3.2.2.3 Modelación de factores desencadenantes

Los eventos desencadenantes son modelados para determinar características y comportamientos que permitan predecir los posibles efectos y acciones sobre los elementos de las redes.

En la tabla 4.1 ubicada en el capitulo 4 se describen en forma resumida las acciones físicas que el evento desencadenante produce sobre la red y/o sus elementos, las cuales pueden llevar o no a la falla del sistema.

La evaluación y su modelación de estos factores desencadenantes (sismos, deslizamientos, lluvia, etc) se ha tratado ampliamente y existen metodologías y modelos en la literatura bastante reconocidos y la ciudad ha mostrado un avance significativo en ele estudio de estos eventos. Por lo anterior en este estudio no se entra a detallar dichos modelos y metodologías.

A continuación se presenta como ejemplo el modelo para el cálculo de la probabilidad de inundación en cuenca urbana, el cual puede servir de aporte para avanzar en el tema.

MODELO PARA EL CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE INUNDACIÓN EN CUENCA URBANA
[Modelo Estocástico]E

Se puede cuantificar el riesgo que se asume en el diseño de una red de drenaje, corrigiendo e incorporando algunos conceptos y prácticas de uso habitual en la ingeniería, con el

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

propósito de acercarse más a la nueva política del agua, dentro del marco de las normativas europeas. Sin entrar en la evaluación de los costos, necesarios para un cálculo completo del riesgo, algunos de los conceptos que quieren plantearse son:

▪ Diseño en función de la frecuencia de inundación frente al diseño en función del periodo de retorno de la lluvia caída.

▪ Falta de correspondencia directa entre periodo de retorno de una lluvia y periodo de retorno de la respuesta de la red de drenaje.
▪ Definición y uso de lluvia de proyecto.

▪ Evaluación de la incertidumbre en el cálculo hidrológico e hidráulico.

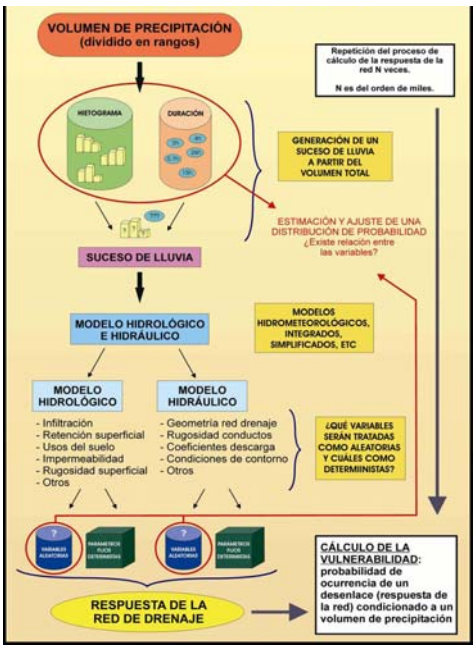


Figura 6-4 Representación grafica del modelo de probabilidad de inundación de cuenca urbana. Fuente: pagina de Internet http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/4380/38/07.pdf

Se usan dos modelos probabilísticos, que son la principal herramienta en el análisis de riesgos, basados en las series temporales de los sucesos analizados:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

1. Tiempo de ocurrencia de los sucesos descrito mediante un proceso de Poisson, siendo independiente el tiempo entre distintos sucesos.
2. Un modelo para describir la magnitud de estos sucesos, independientemente del tiempo de ocurrencia de los mismos.

Evidentemente, la capacidad de describir estos fenómenos depende de la calidad y cantidad de datos disponibles, pues la extrapolación para estimar sucesos de magnitudes elevadas es necesaria.

6.2.3.3 ESTIMACIÓN DE LA OCURRENCIA DE FALLA

La estimación de la ocurrencia de la falla tiene en cuenta dos elementos: la probabilidad de la falla del elemento de la red y la modelación del escenario de propagación.

6.2.3.3.1 MODELACIÓN DE LA FALLA

En general, la modelación de la falla de las redes o de sus elementos (rotura, obstrucción, caída, volcamiento, contaminación, accidentes) no ha sido desarrollada a nivel de detalle por la dificultad de reflejar los procesos físicos que se dan en el momento de falla. Existen escasos modelos físicos o numéricos para estudiar los diferentes tipos de falla; para la evaluación de riesgo se ha recurrido principalmente a la utilización de modelos conceptuales, estocásticos y estadísticos, los cuales parten del hecho de la falla sin entrar a evaluar la esencia de la misma, dándole más importancia a las características de la misma (por ejemplo magnitud, intensidad, frecuencia) y al modelo de propagación.

De la herramienta de árboles de eventos como modelo conceptual y de criterio de expertos, se entiende que resultan una técnica apropiada para a modelación de la falla de las redes. Esta técnica es ampliamente utilizada en la modelación de riesgo tecnológico.

Los modelos físicos nos permiten modelar principalmente la falla de elementos puntuales donde se conocen todas las fuerzas que actúan sobre el elemento que genera la falla, por ejemplo el volcamiento de una torre o un poste.

A continuación se presentan algunos ejemplos de métodos, modelos y/o software que permite evaluar la falla de los elementos que componen la RSP.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

MÉTODO APROXIMADO PARA LA ESTIMACIÓN DE DAÑOS EN TUBERÍAS COMO CONSECUENCIA DE SISMOS INTENSOS
[Modelo Estocástico]E

A continuación se presenta una metodología para estimar en forma aproximada, el número esperado de roturas en tuberías afectadas por movimientos sísmicos. Está fundamentada en el Estudio de Caso del Terremoto del Limón, Costa Rica, 1991.

Etapas de análisis:

- Evaluación de la amenaza sísmica: se realiza una asignación de factores teniendo en cuenta el tipo de perfil de suelo, un factor por licuación potencial y un factor de amenaza por deformación permanente del suelo. La multiplicación de estos factores produce un factor FAS referido como factor de amenaza sísmica.
- Estimación de la vulnerabilidad: se realiza una asignación de factores considerando un índice básico de daño que depende del FAS y un factor de corrección por tipo de material (FCM)
- Cálculo del número esperado de fallas por kilómetro: se obtiene como el producto de la longitud de tubería y los factores FAS y FCM, obteniendo el número de fallas por kilómetro.

ROTURA DE PRESA
MODULO DE ROTURA DE PRESA (DB)
SOFTWARE: MIKE 11
[Modelo Físico]F

MIKE 11 es el estándar mundial para la modelización dinámica de flujos, niveles de agua, calidad de aguas y transporte de sedimentos en ríos, canales de regadío, embalses, etc. Es una herramienta de ingeniería con gran capacidad debido a su estructura modular. Su flexibilidad y velocidad, proporcionan un modelo completo de gran eficiencia y confianza en todos los aspectos relacionados con la hidráulica fluvial.

En el modulo de análisis de rotura de presa, se facilitan las siguientes actividades:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Estrategias de operación con estructuras
- Planes de evacuación
- Evaluaciones de riesgo

Este módulo adicional proporciona unas facilidades de interfase para una definición rápida y eficaz de la geometría de la presa, desarrollo de fracturas en tiempo y espacio, así como, modos de rotura. El tiempo de rotura de la presa puede ser definido por el usuario, por ejemplo, una condición básica en hidrología, como es el nivel de agua de la presa. Además, el desarrollo en tiempo de la rotura de la presa puede ser definido, por ejemplo, basándose en las propiedades estructurales de la presa.

ACCIDENTES INDUSTRIALES FOPAE, Universidad de los Andes
[Modelo Conceptual]C

En este estudio se hace un modelado de las consecuencias y características de las explosiones tipo BLEVE, tales como la onda de sobrepresión y el impulso. Como parte de la definición del mecanismo de explosiones utilizan la técnica de árbol de fallas, y a partir de este establecen un modelo físico para cada caso.

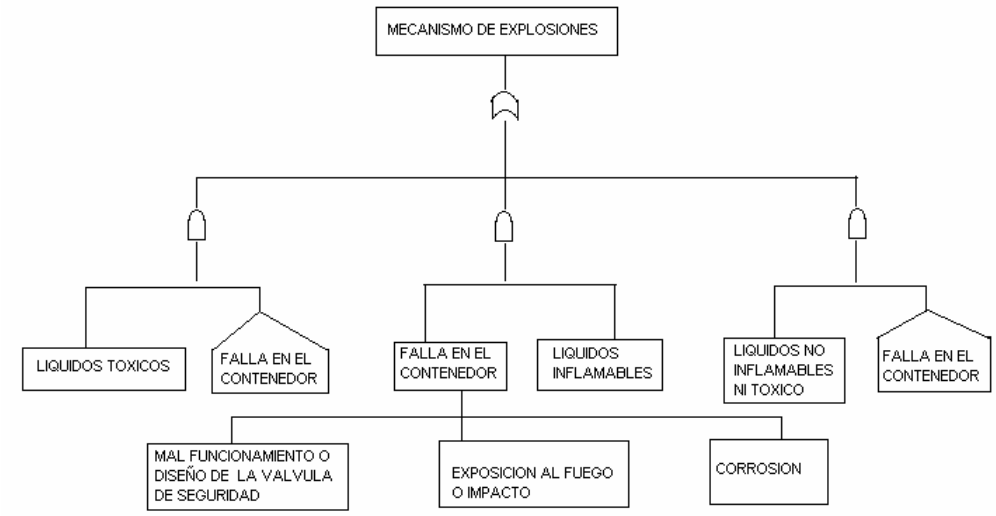


Figura 6-5 Diagrama de análisis de árbol de fallas del mecanismo de explosión.
Fuente: Documento Accidentes Industriales Mayores en el Distrito Capital. UNIANDES- FOPAE, 2008.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.2.3.3.2 Po: PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO AMENAZANTE (FALLA)

Es la evaluación de la posibilidad de que se produzca una falla en el sistema que pueda generar daño, teniendo en cuenta los factores desencadenantes y los factores permanentes.

$$Po = fct(Fp, Pd)$$

La estimación de probabilidades de falla se puede realizar con dos métodos: Método de Montecarlo y Método de estimación puntual.

Método de Monte Carlo

El método de Monte Carlo utiliza el muestreo aleatorio para simular artificialmente el comportamiento de un sistema. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

- Definición de la función que describe el problema en términos de todas las variables aleatorias.
- De terminar la distribución de probabilidad y los parámetros de cada variable aleatoria.
- Generar valores aleatorios para cada una de las variables, con base en su función de probabilidad.
- Evaluar determinísticamente la función del problema, utilizando las realizaciones de cada variable.
- Extraer información probabilística y estadística de los resultados. Se realiza el cálculo de la probabilidad de falla, evaluando la función de estado límite.
- Determinar la eficiencia y precisión de la simulación.

En términos aplicados al caso particular, se realiza un proceso de obtención de distribución, con el cual se generan aleatoriamente números valores de las variables independientes cumpliendo con sus respectivas distribuciones estadísticas y se llega a un gran número de valores de factores de seguridad con los cuales es posible hallar la probabilidad de falla.

Método de estimación puntual.

Este método se usa para estimar los momentos de una función de variables aleatorias, sin necesidad de conocer la función de distribución de las variables individuales o la distribución de probabilidad conjunta. Este método tiene la ventaja de que puede manejar problemas para los cuales la obtención de derivadas puede ser complicada, en particular cunado la función objetivo es implícita.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El método requiere únicamente conocer el valor medio y la desviación estándar de cada variable de entrada. Se realizan las combinaciones de los valores de entrada dando como resultado estimativos los cuales se ponderan con una función determinada. Este análisis permite incluir variables correlacionadas e incluso se incluyen análisis de sesgo de la función densidad de probabilidad. Dentro de los métodos más comunes de estimación puntual se encuentra el método de Rosenblueth el cual es muy usado en ingeniería y el cual se explica brevemente a continuación.

El método de Rosenblueth es un método general de estimativos puntuales que permite, conocidas las distribuciones estadísticas de los parámetros independientes, combinados en un algoritmo que resulta en un factor de seguridad, obtener el promedio y la desviación de dicho factor. La estimación de probabilidades considera la variación de los parámetros de entrada y valores críticos de factores detonantes.

Estos métodos consideran el concepto de probabilidad condicional, la cual esta asociada a la secuencia de eventos predecesores a la falla. Esta probabilidad condicional se define como:

$Pf/(A)(B)$ Probabilidad de falla dados eventos A y B.

Los eventos en estudios pueden ser uno o varios. Además, se realiza una suma de probabilidades individuales.

$$\left[Pf/(A)(B)*P(A)P(B)\right]+\left[Pf/(A)(1-P(B))*P(A)(1-P(B))\right]+\left[Pf/(B)(1-P(A))*P(B)(1-P(A))\right]$$
$$+\left[Pf/(1-P(B))(1-P(A))*(1-P(B))(1-P(A))\right]$$

Este es el principio básico para el análisis de las probabilidades de ocurrencia o no ocurrencia de los eventos amenazantes. Además se usan teoremas de Bayes para la obtención de combinación de eventos.

6.2.3.3.3 MODELACIÓN DEL ESCENARIO DE PROPAGACIÓN

Es la modelación de los efectos de la falla de la fuente generadora de daño en un medio circundante independientemente de la ubicación de los posibles elementos vulnerables. Estos modelos reproducen el área de afectación según el tipo de falla y sus alcances.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En muchos casos ante al complejidad de la modelación de la falla se recurre a estos modelos de propagación para la evaluación del riesgo, los cuales resultan mas relevantes que el mismo modelo de falla, porque permiten la valoración y cuantificación de los daños sobre los elementos expuestos.

Los modelos asociados a riesgo tecnológico están asociados a eventos industriales donde se manejen residuos contaminantes o de tratamiento especial y a la red de gas si consideramos la explosión, el incendio y el escape como fallas de la red. Los demás modelos consideran uno o varios elementos de las redes y se centran en el alcance del contenido de las redes o en las estructuras existentes (agua, elementos puntuales y gases)

Los escenarios de propagación han sido estudiados por diversos modelos o software los cuales se resumen en la tabla 6.5.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

RED		ELEMENTO	FALLA	MODELO	SOFTWARE
ACUEDUCTO	PUNTUALES	Embalses	Rotura/Ondas	Modelo numerico de inundacion	MIKE 11
ACUEDUCTO	LINEALES	Red matriz con salidas(Tuberia)	Rotura?N° esperado de fallas por Km	Modelo probabilistico	-
ACUEDUCTO	LINEALES	Red matriz (sin salidas)	Rotura?N° esperado de fallas por Km	Modelacion por elementos finitos	PLAXIS Version 7,2
ENERGÍA ELÉCTRICA	PUNTUALES	torres	Acciones sobre la Torre		ACCUPAK/VE
TELEFONÍA MÓVIL	PUNTUALES	Torres	Acciones sobre la Torre		ACCUPAK/VE
FALLAS TECNOLOGICAS		Explosiones	Radiacion Discipacion de gases Onda - Gases	Modelos numericos Fisicos Deformacion plana	SCRI- FUEGO FLACS ABAQUS/EXPLICIT
FALLAS TECNOLOGICAS		Incendios	Propagacion de incendios	Modelos: fisicos, matematicos modelos a escala Ecuacion de Navier Stokes	FDS FLUIDYN - PANFIRE
FALLAS TECNOLOGICAS		Escapes	Difusion Contaminacion		QUICK PLUME NAME ANARISK BREEZE HAZ INPUFF
FALLAS TECNOLOGICAS		Derrames	Liquidos Fenomenos de transporte Contaminacion - Concentracion		BLTM CORMIX DYNTOX PLUMES

Tabla 6-5 Modelos asociados a escenarios de propagación.
Fuente: Elaboración propia

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MODELOS ENCONTRADOS

A continuación se describen de manera sucinta los modelos y/o software utilizados para el estudio de escenarios de propagación,

NOTA: La descripción de cada modelo y/o software se realizo con base en las especificaciones generales que se presentan en la literatura y páginas publicitarias o introducciones de los documentos. No se realizo una explicación mas exhaustiva debido a que la mayoría del software no tiene versión libre y poseen algún costo, hecho que impide se pueda ser dar mayor información.

MODELACIÓN NUMÉRICA CON ELEMENTOS FINITOS PARA DESPLAZAMIENTO DE TUBERÍAS ENTERRADAS: PLAXIS 7.2

[Modelo Numérico]N

Este modelo se encontró al revisar una tesis que contemplaba un análisis comparativo de la teoría de Marston para tuberías y la modelación numérica con elementos finitos. Se tomo de este documento lo correspondiente a la modelación numérica y sus características.

El programa PLAXIS Versión 7.2 (2D) simula el suelo con elementos triangulares de 6 nodos para cálculo de deformación y tres puntos de cálculo de esfuerzos. La estructura, que en este caso es la tubería, se simula con un elemento tipo viga compuesto por tres puntos de cálculo. El programa trae por defecto para el análisis de túneles el elemento viga como segmento de circulo (PLAXIS B.V, Netherlands 1998).

Para la modelación del comportamiento del suelo, se reconoce el carácter no lineal de la curva esfuerzo deformación; dentro de los modelos disponibles en el PLAXIS fue escogido es considerado el modo “endurecimiento del suelo” (Schanz 1998). El módulo de deformación del material en este tipo de modelos (E50) varía en función de la presión de confinamiento (s3) y de una ley de endurecimiento del suelo (m) determinada a partir de ensayos triaxiales (CD). A la tubería se le asigna un modelo de comportamiento lineal elástico pero tiene diversas opciones de modelamiento.

Como resultado se obtienen las deflexiones o deformaciones de la tubería, modo que permite evaluar la posible falla teniendo en cuenta las magnitudes y los límites de los análisis. También se tiene en cuenta la interacción suelo estructura evidenciando el comportamiento general del conjunto y resultando en un análisis completo de amenaza.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

SOFTWARE SCRI-FUEGO
[Modelo Numérico]N

El sistema SCRI-FUEGO es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de los siguientes eventos de fuego y/o explosión:

- Modelo de fuego por llamarada ("Flash Fire") de:
  * Emisiones por evaporación de un derrame
  * Emisiones de chorro horizontal
  * Emisiones de chorro vertical
  * Emisiones instantáneas o de corta duración
- Modelo de radiación térmica por bola de fuego por explosión de vapor en expansión de líquido en ebullición ("BLEVE").
- Modelo de radiación térmica por fuego en derrames ("Pool Fire")
- Modelo de radiación térmica por chorro de fuego ("Jet Fire")
- Modelo de equivalencia de TNT para simular:
- Cálculos de sobrepresión de explosivos verdaderos (TNT, pólvora, nitrato de amonio, etc.)
- Cálculos de sobrepresión de explosiones de nubes de vapor (Butano, gas LP, gas natural, hidracina, etc.)

Como se observa este software contempla diversos tipos de falla que están incluidos dentro un evento principal como la explosión o el incendio. Los tipos de falla son variables entendiéndose que no hay un modo único de propagación de la falla fuego o explosión.

MODELIZACIÓN NUMÉRICA DE ESTADOS INICIALES DE ONDAS DE ROTURA DE PRESAS
Takaki Shigematsu1, Philip L.F. Liu2 y Kazuki Oda3

Para entender los flujos complejos durante la etapa inicial de la onda de rotura de presa, es necesario emplear un modelo numérico que pueda simular rotura de olas y flujos con fuerte variación tanto espacial como temporal. Uno de tales modelos ha sido desarrollado por Lin y Liu (1998a).

El modelo COBRAS está basado en las ecuaciones RANS con un modelo de turbulencia *k*- . (Liu and Losada, 2002). En las ecuaciones RANS la influencia de las fluctuaciones turbulentas en el campo del flujo medio está representada por la tensión de Reynolds. Se realiza comparación entre los resultados de un prototipo y resultados numéricos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

A continuación se presentan los modelos y/o software asociadas a **las fallas de origen tecnológico.** Los modelos asociados a eventos tecnológicos están asociados a eventos industriales donde se manejen residuos contaminantes o de tratamiento especial y a la red de gas si consideramos la explosión, el incendio y el escape como fallas de la red.

ACCIDENTES INDUSTRIALES, Universidad de los Andes
[Modelo de Soporte Físico]F

En este estudio se hace un modelado de la espacialidad y características de las explosiones tipo BLEVE, tales como la onda de sobrepresión y el impulso por los siguientes métodos:

a) Método TNT: Determina la sobrepresión y/o el impulso lateral en función de la distancia, para lo cual se supone que una masa explosiva de combustible se comporta como la del explosivo.
b) Modelo desarrollado para tanques esféricos, presurizados y de masa despreciable. La tabla presenta los métodos utilizados en este modelo.

Modelos Tanques esféricos

AÑO	AUTOR	MÉTODO
1955	Brode	Analizo esferas calientes y frías a presiones de 1210 y 2000 bar
1975	Baker	Diferencias Finitas de viscosidades artificiales
1976	Adamczyk	Diferencias Finitas de viscosidades artificiales
1979	Guirao y Bach	Diferencias finitas para calcular los gradientes en la densidad del gas, presión y velocidad del aire que rodea el epicentro de la explosión de combustible-aire

Tabla 6-6 Modelos asociados a tanques esféricos.
Fuente: Documento Accidentes Industriales Mayores en el Distrito Capital. UNIANDES- FOPAE, 2008.

c) Modelos para la proyección de fragmentos:
- Velocidad inicial
- Distancia alcanzada

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

INCENDIOS
ESTUDIO Y SISTEMATIZACIÓN DE MODELOS, U. DE LOS ANDES - DPAE

[Modelo de Soporte Físico]F

Teniendo presente las diferencias en el comportamiento y características de los tipos de incendios existentes, se presenta un estado del arte para los tipos de incendios presentes en los eventos a analizar.

TIPOS DE INCENDIOS:
- Fireball
- Pool Fire
- Flash Fire
- Jet Fire

Modelos físico-matemáticos
Geometría de la llama
Índice de combustión del liquido
Características de la llama
Calor radiado
Factor de Vista

Para cada uno de los tipos de incendios, se muestran los modelos obtenidos a lo largo de la historia y los avances en materia de simulación. Así también, se exponen los modelos mas utilizados debido a su practicidad y viabilidad en la vida cotidiana para simular incendios tipo Pool Fire y Jet Fire, y los pasos necesarios para la obtención de las características principales anteriormente mencionadas.

SIMULANDO EXPLOSIONES CON ABAQUS/EXPLICIT
F. Javier Jiménez Aldasoro. (fjj@madrid.idom.es)
Fernando Rueda Guglieri. (frg@madrid.idom.es)
Ingeniería IDOM Internacional, S.A.
[Modelo Numérico]N

En este trabajo se estudia la propagación en el aire de la onda de presión originada por una carga explosiva, y cómo esta onda se ve afectada por la presencia de un desnivel en el terreno próximo al punto de detonación. Para caracterizar el aire, en los modelos de cálculo realizados se ha desarrollado una subrutina de usuario tipo VUMAT que implementa un modelo de gas perfecto. Para caracterizar el explosivo se ha utilizado una ecuación de estado tipo JWL de la librería de materiales de ABAQUS/Explicit.

Para calibración del modelo y la desratización del explosivo, se ha simulado la explosión de una carga esférica en el aire empleando elementos sólidos tridimensionales. Se ha obtenido el pico de presión, así como la longitud de la fase positiva de la onda, a diferentes distancias

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

del explosivo. Los resultados de este modelo se han comparado con los valores proporcionados por ábacos de diseño. A continuación se ha trabajado con elementos de deformación plana para simular la explosión en dos dimensiones, tanto con el terreno llano como con un desnivel.

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE DERIVA DE PROPAGACIÓN DE CONTAMINANTES EN ZONAS FLUVIALES

[Modelo Numérico]N

El sistema de modelización tridimensional ***fluidyn* - FLOWPOL**, es una herramienta de la gama ***fluidyn*- FLOWCOAST**. Esta familia de programas ha sido desarrollada para simular numéricamente los flujos superficiales en tres dimensiones. ***Fluidyn* - FLOWPOL** ha sido diseñado para solucionar específicamente problemas de corrientología y propagación de especies contaminantes en zonas fluviales: ríos, estuarios…

Está destinado a despachos de estudios, industriales (emisión de desechos, agencias de agua), gobiernos regionales y organismos de control.

OTROS MODELOS RELACIONADOS CON FALLAS TECNOLÓGICAS

En las siguientes tablas se muestra un resumen de software y modelos usados para la propagación de escapes, derrames, incendios y explosiones. Este software se presenta como privado o público; se trato de obtener la versión libre de los categorizados como públicos y solo se obtuvieron los siguientes: CAMEO, WASP, BIOPLUME y PEDRiv.

Las tablas resumen la información de Software existente según el tipo de elemento que se dispersa y el medio de propagación, de la siguiente forma:

Tabla 6.7 Gases en gases
Tabla 6.8 Líquidos en sólidos
Tabla 6.9 Líquidos en líquidos

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

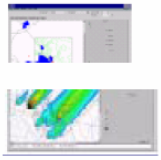
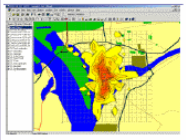
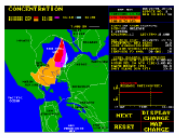
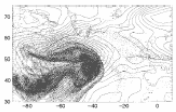
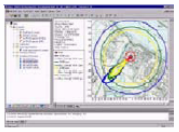
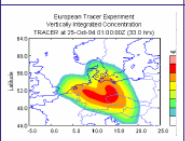
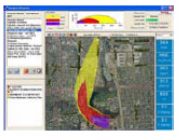
Modelo	Salida gráfica/ logotipo	Público/ privado	Empresa y comentarios
Aria Risk		Privado	*ARIA Technologies*, modelo gaussiano para accidentes industriales y terrorismo.
BREEZE HAZ		Privado	*Trinity Consultants of Dallas*, modelo gaussiano para fugas y emisiones. Aplica los modelos AFTOX DEGADIS INPUFF y SLAB con formato de Windows. http://www.breeze-software.com/Content/Products/Haz/BREEZE_haz_products.asp
CAMEO		Público	*NOAA*, especial para accidentes químicos de gases inflamables y pesados. Diseñado para planificar intervenciones en accidentes. http://www.epa.gov/ceppo/cameo/
DEGADIS		Público	*EPA/Gas Research Institute or the American Petroleum Institute*. Modelo euleriano para gases densos (aplicación especial para Gas Natural Licuado), modeliza la dispersión en cortos períodos de tiempo y define las áreas de exposición con concentraciones que superen los niveles establecidos. http://www.epa.gov/scram001/tt22.htm#rec
CalDESK/ CAMxDESK		Privado demo de 15 días	*EnviroModeling Ltd. (Chile)*, adaptación del *Calpuff* con un módulo fotoquímico. http://www.enviromodeling.com/home.html
CALPUFF		Público	*EPA (Earth Tech Atmosferic Studies Group)* modelo californiano para un amplio rango de opciones (en entorno MSDOS). http://www.src.com/calpuff/calpuff1.htm
FLACS		Privado	*GexCon AS*, de modelización de explosiones, principalmente de gases en áreas complejas. http://www.gexcon.com/
INPUFF		Público	Desarrollado por la EPA para un único foco de gases no reactivos y terreno plano, este modelo suele incorporarse como integrante de otros más completos. Ha sido empleado para estudios de olores. http://www.epa.gov/asmdnerl/files.html

Tabla 6-7 Modelos asociados a dispersión de gases en gases.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Modelo	Salida gráfica/ logotipo	Público/ privado	Empresa y comentarios
MIDAS		Privado	*PLG Inc.* Adaptado a contaminantes peligrosos y radiactivos http://www.plg.com/pages/model.html
NAME		Público	*National Meteorological Center of the UK's Met. Office at Bracknell, Berkshire.* Modeliza accidentes con emisiones puntuales y de larga duración (accidentes nucleares), con una verdadera simulación del comportamiento de partículas. Se adapta a extensiones de terreno grandes, con opción de anidamientos de mallas menores y a un amplio rango temporal. http://www.met-office.gov.uk/research/nwp/publications/nwp_gazette/3rd96/name2.html
PHAST		Privado	*Det Norske Veritas,* modeliza varios tipos de accidentes: incendios, explosiones de nubes gaseosas, etc., en instalaciones industriales. http://www2.dnv.com/software/Products/Risk_Management/phast.htm
QuikPlume (PlantSafe)		Privado	*GEOSphere Systems,* sistema de toma rápida de decisiones, que incorpora un modelo de dispersión. http://www.geospheresystems.com/product/plantsafe.html
SCIPUFF		Público	*Titan Systems Corporation,* modelo lagrangiano empleado para sistemas de Defensa y Seguridad Nacional http://www.4dwx.org/software/scipuff.html
SCREEN 3		Público	*EPA,* modelo gaussiano que calcula concentraciones máximas superficiales para focos puntuales, antorchas, áreas y volúmenes. Es la versión de análisis de escenarios del modelo ISC (Industrial Source Complex). http://www.epa.gov/scram001/tt22.htm#rec
SCREEN VIEW		Privado	*Lakes Environmental Software,* Interfaz para utilizar el SCREEN 3 de la EPA, analiza los posibles peores escenarios para el estudio de accidentes, explosiones, etc. http://www.weblakes.com/lakescr1.html
TRACE		Privado	*Safer Systems L.L.C.,* Camarillo, California, modelo adaptable a una industria, un polígono, ciudad o toda una región. Ofrece análisis de riesgos integrales de maquinaria, transporte, conducciones explosiones de contaminantes químicos, sustancias tóxicas, malos olores, etc. http://www.safersystem.com/

Otros modelos públicos de la EPA en http://www.epa.gov/scram001/tt22.htm#rec
Otros modelos que sin ser de la EPA aparecen en su base de datos en http://yosemite.epa.gov/oswer/

Modelos asociados a dispersión de gases en gases (continuación)

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

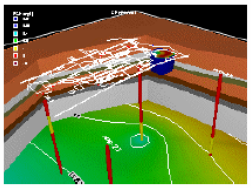
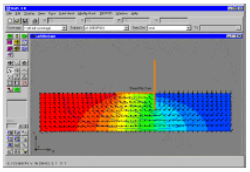
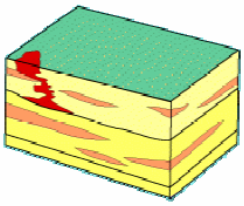
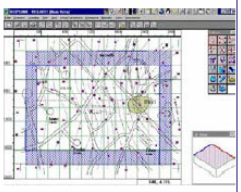
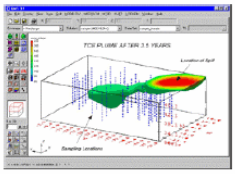
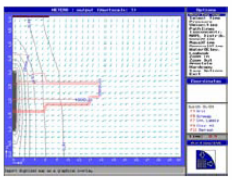
Modelo	Salida gráfica	Carácter	Empresa y comentarios
VISUAL MODFLOW		Privado	THE HYDROGEOLOGIC GROUP. Modelo tridimensional en diferencias finitas para la simulación del flujo de aguas subterráneas. — El más extendido en empresas públicas y privadas (alta versatilidad). — Permite la simulación de formaciones geológicas libres, confinadas y semi-confinadas. — Calcula las variaciones del flujo subterráneo en distintos escenarios (instalación de pozos, zonas de recarga, inyección de pozos, etc.). http://www.ground-water-models.com/html/waterloo-training.html
SEEP 2D		Público	US ARMY CORPS. Modelo bidimensional en elementos finitos para la simulación del flujo subterráneo y distribución de redes de filtración. — Muy efectivo para simular el flujo subterráneo en áreas con estructuras y elementos artificiales (presas, pozos, tablestacados, etc.). — Simula acuíferos libres, semi-confinados y confinados. — Calcula el valor de la permeabilidad en cada nodo. http://www.ground-water-models.com/html/waterloo-training.html
MT3DMS		Privado	THE HYDROGEOLOGIC GROUP. Modelo tridimensional en diferencias finitas para la simulación de migración de contaminantes en aguas subterráneas (fenómenos de advección, adsorción, dispersión y reacciones químicas y biológicas de los contaminantes). — Simulación en régimen permanente y transitorio. — Introduce un desarrollo matemático para la resolución de fenómenos de transporte por advección (a third order total variation diminishing (TVD), reduciendo la dispersión de los valores obtenidos en nodos próximos. http://gms.watermodeling.org/html/mt3dms.html

Tabla 6-8 Modelos asociados a dispersión de líquidos en sólidos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Modelo	Salida gráfica	Carácter	Empresa y comentarios
BIOSCREEN		Público	US AIR FORCE. Modelo tridimensional en diferencias finitas que simula la biodegradación natural de suelos contaminados por hidrocarburos. — Simula el avance de una potencial pluma contaminante — Simula la persistencia de la pluma contaminante en el medio hasta que los procesos naturales de biodegradación consiguieran disiparla. — El modelo pierde eficacia en zonas próximas a pozos de extracción de agua que modifiquen considerablemente el nivel freático y en zonas próximas a áreas afectadas por flujos verticales. http://www.bioscreen.com/
BIOPLUME		Público	EPA. Modelo bidimensional en elementos finitos para la simulación de fenómenos de biodegradación de contaminantes orgánicos en aguas subterráneas. — Simula procesos de biodegradación en condiciones aerobias y anaerobias, y su interacción con otros procesos: advección, dispersión, adsorción e intercambio iónico. — Para la simulación emplea los siguientes elementos: oxígeno, nitratos, hierro (III), sulfatos y dióxido de carbono. http://www.epa.gov/ada/csmos/models/bioplume3.html
HSSM		Público	EPA. Modelo para la simulación de la contaminación inducida por hidrocarburos. — Simula el transporte de fases líquidas ligeras no acuosas (LNAPL), como los hidrocarburos, en el subsuelo. — Incluye dos módulos separados: — El flujo de LNAPL a través de la zona vadosa y la franja capilar. — El transporte de constituyentes químicos de LNAPL en la capa freática. http://www.scisoftware.com/products/hssm_model_details/hssm_model_details.html
AIRFLOW/ SVE		Privado	WATERLOO HYDROGEOLOGIC. Modelo tridimensional en diferencias finitas para la simulación del transporte de compuestos gaseosos (vapores) en suelos anisótropos y en la franja no saturada. — Simula la extracción de vapores en suelos contaminados por compuestos volátiles a través de pozos y/o piezómetros. http://www.scisoftware.com/products/airflowsve_overview/airflowsve_overview.html

Modelos asociados a dispersión de líquidos en sólidos (continuación)

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Modelo	Salida gráfica	Carácter	Empresa y comentarios
DYNTOX		Público	*EPA*. Modelo que simula la concentración de sustancias tóxicas en ríos y lagos producida por derrames o vertidos accidentales de contaminantes. http://www.epa.gov/owowwtr1/tmdl/decisions/decape.html
EXAMS II		Público	*EPA*. Modelo que simula los efectos de un episodio contaminante sobre los ecosistemas fluviales. Simula los fenómenos de transporte y concentraciones previsibles para una carga contaminante determinada. http://www.epa.gov/opptintr/cahp/actlocal/pcgems/index.pdf (guía de usuario)
MIKE3		Privado	*DHI (Dansk Hydraulisk Institut)*. Modelo de dispersión para vertidos en el mar, lagos, ríos, estuarios, etc., que representa las plumas en 3D. Se trata de un modelo muy completo empleado para diversas aplicaciones de ingeniería. http://www.dhisoftware.com/mike3/index.htm
MULTIMED		Público	*EPA*. Modelo que simula fenómenos de transporte y transformaciones físico-químicas de la pluma contaminante que se produce en un medio acuático (ríos, lagos y mar), como consecuencia de un vertido continuo. http://www.epa.gov/ceampubl/mmedia/multim2/
PLUMES		Público	*EPA*. Modelo de simulación de plumas contaminantes por dilución de contaminantes a ríos y aguas marinas. Muy útil para simular fuentes actuando simultáneamente. http://www.epa.gov/ceampubl/swater/plumes/
PRAIRIE	AEA Technology	Privado	*AEA Technology*. Modelo tridimensional para la simulación de dispersión de contaminantes en ríos y estuarios. http://www.aeat.com/netcen/airqual/netcen.html
RMA4		Público	*US Army Corps*. Es un modelo bidimensional en elementos finitos que simula procesos de transporte por advección y difusión en el agua por contaminantes de hasta seis constituyentes químicos diferentes. http://chl.wes.army.mil/software/tabs/models.htp
WASP 6.1		Público	*EPA*. Es un modelo que simula fenómenos de eutrofización, persistencia de metales y compuestos orgánicos y desarrollo de coliformes fecales en el agua, debido a vertidos o derrames accidentales de sustancias químicas. http://www.epa.gov/region4/water/tmdl/tools/wasp.htm

Tabla 6-9 Modelos asociados a dispersión de líquidos en líquidos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CONTINUACIÓN LÍQUIDOS EN LÍQUIDOS

Modelo	Salida gráfica	Carácter	Empresa y comentarios
BLTM	USGS	Público	*USGS*. Modelo unidimensional Lagrangiano que simula distintos fenómenos de transporte y la evolución de la calidad en ríos como consecuencia de vertidos o derrames accidentales de sustancias químicas. http://smig.usgs.gov/cgi-bin/SMIC/model_home_pages/model_home?selection=rma4
CORMIX		Público	*EPA*. Es un modelo que simula la disminución de la calidad del agua de un medio (lagos, ríos o estuarios) como consecuencia de uno o varios puntos de vertido. http://www.epa.gov/waterscience/models/cormix.html

Modelos asociados a dispersión de líquidos en líquidos (continuación).

Estos modelos de líquidos en líquidos es una referencia de modelos presentes en el mercado, destinados a simular los efectos de las reacciones químicas que pueden aparecer cuando entran en contacto varias sustancias, así como la evolución física de una pluma de contaminación en un medio acuático para diferentes períodos de tiempo, las repercusiones de la pluma contaminante sobre los medios afectados y las condiciones de degradación de una sustancia química en el medio acuático.

Fuente de las tablas anteriores: Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental, http://www.proteccioncivil.org/eu/DGPCE/Informacion_y_documentacion/catalogo/carpeta02/carpeta22/g_rarm_presen.htm

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

SOFTWARE MOVILIDAD

La red de movilidad posee tres tipos de falla: represamiento, interrupción y accidente. La propagación de estas fallas puede modelarse en función de la operación de la red y de modelaciones matemáticas relacionadas con el transito de vehículos sobre los elementos de la red de movilidad. El software que se presenta a continuación modela los tiempos de cola y funcionamiento de la red en caso de presentarse un represamiento (el cual es parcial), una interrupción (la cual es total) y un accidente en términos de ocupación de la vía.

Este software puede encontrarse en su totalidad en la dir4eccion electrónica: http://www.movilidadbogota.gov.co/admin/contenido/documentos/TomoIII_Cap%C3%ADtulo4_14_7_6.ProgramasdeIngenieriadeTr%C3%A1nsito(P~2

TSIS-CORSIM

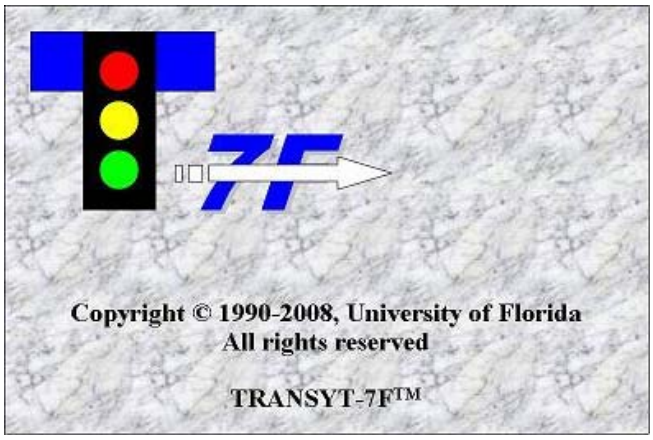


Es un software de simulación de trafico microscópico para señalización, sistemas de autopistas, contiene también herramientas de análisis de trafico y es compatible en la administración federal de autopistas; TSIS es un ambiente integrado de desarrollo que permite a usuarios analizar operaciones de tráfico. TSIS posee una caja de herramientas que contiene los instrumentos que permite al usuario para definir y manejar proyectos de análisis de tráfico, definir redes de tráfico y crear entradas para el análisis de simulación de tráfico, ejecutar modelos de simulación de tráfico, e interpretar los resultados de aquellos modelos.

Fuente de consulta y gráficos: http://mctrans.ce.ufl.edu/featured/TSIS/

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

TRANSYT-7F



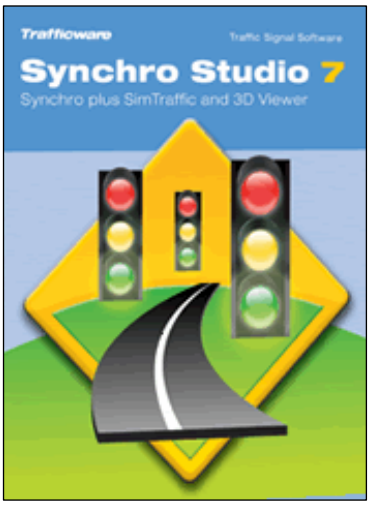
Es un modelo avanzado de la simulación del tránsito (que incluye el desbordamiento de colas atrás, la dispersión del pelotón y la simulación actuada de semáforos).
Entre las características principales del modelo macroscópico del tránsito que se ejecuta en el TRANSYT-7F están la simulación detallada de la dispersión del pelotón, la devolución y desbordamiento de colas, el control de tránsito actuado y la flexibilidad para realizar análisis carril por carril. Además, mientras que otros modelos y aplicaciones de software se limitan a analizar 4 o 5 accesos de intersecciones, en este software no hay limitación práctica al número de los accesos que se pueden simular por TRANSYT-7F, este programa permite:

- Modelar explícitamente condiciones saturadas, incluidos los efectos del derramamiento de colas.
- Efectuar un cálculo más exacto de la parte posterior de la cola.
- Llegadas de vehículo en la parte posterior de la cola.
- Modelar explícitamente múltiples (una secuencia de) ciclos y de períodos múltiples.
- Permitir diferentes longitudes de ciclos en las intersecciones (para operaciones no coordinadas).

Fuente de consulta y gráficos: http://mctrans.ce.ufl.edu/featured/TRANSYT-7F/

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

SYNCHRO

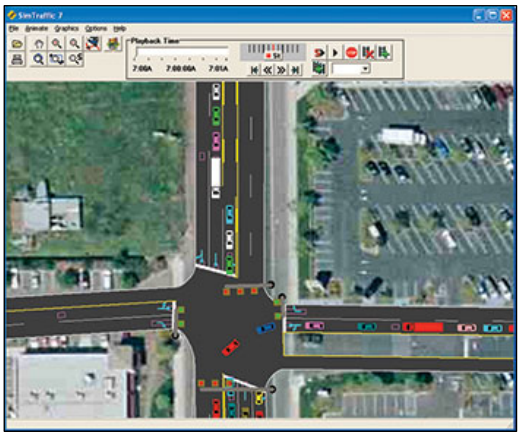


El SYNCHRO es una herramienta informática completa para realizar análisis de optimización de dispositivos semafóricos de tránsito. Este software contiene los métodos disponibles del *Highway Capacity Manual* (HCM 2000), y permite realizar la optimización de la longitud de ciclos y desfases en una red vial sin necesidad de hacer múltiples análisis. El SYNCHRO posee una interfaz sencilla para la entrada de datos; de la misma forma presenta los resultados intermedios, fácilmente visualizados.

SYNCHRO realiza la coordinación de intersecciones, permite mostrar los efectos del tránsito en ellas y genera los tiempos y fases óptimos para reducir demoras de manera similar a lo que realiza el TRANSYT. Una de las grandes ventajas del SYNCHRO es ser plenamente interactivo, pues a medida que se realizan modificaciones en los datos de entrada, los resultados se modifican automáticamente.

Fuente de consulta y gráficos http://www.trafficware.com/products.html

SIMTRAFFIC



El programa de apoyo SIMTRAFFIC permite realizar la simulación microscópica de la red vial de intersecciones para visualizar aspectos como:

- Intersecciones cercanas con problemas de bloqueo y/o cambio de carril
- Efecto de semáforos en intersecciones no semaforizadas cercanas
- Operación en intersecciones bajo niveles altos de congestión

Las simulaciones posibles mediante el SIMTRAFFIC, incluyen:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

- Intersecciones semaforizadas de tiempo fijo
- Intersecciones semaforizadas actuadas
- Intersecciones con dos vías de acceso con par
- Flujo de automóviles, autobuses, carga, peatones y bicicletas

Los parámetros que son reportados en la simulación como medidas de efectividad incluyen:

- Demora por disminución de velocidad
- Demora por detención
- Detenciones
- Longitudes de cola
- Velocidades
- Tiempo y distancia de recorrido
- Consumo y eficiencia de combustibles
- Emisiones de contaminantes
- Tiempos de verde observados actuados

Fuente: http://www.trafficware.com/products.html

VISSIM

El modelo VISSIM (Versión 3.70) es una herramienta de simulación microscópica, la cual modela el tráfico a nivel urbano y la operación del transporte público. El programa puede analizar diferentes condiciones del tráfico en diferentes condiciones de operación y analizar la operación de diferentes dispositivos de regulación del tráfico. Por tanto, es un programa que puede realizar análisis dinámicos.



Los análisis operacionales realizados en el VISSIM en dicha categoría se resumen a continuación:

- Estudios para determinar el impacto de usos del suelo para estudios de administración del tránsito y accesibilidad.
- Análisis de intersecciones a desnivel y vías urbanas a nivel.
- Programación de fases semafóricas y coordinación de semáforos en redes.
- Análisis para secciones de trenzado del tráfico aumento o disminución de carriles de vías.
- Localización y análisis de estaciones de bus o paraderos, rutas de buses y análisis de vehículos de alta ocupación.
- Rampas de intercambio en intersecciones y carriles exclusivos para alta ocupación.
- Intersecciones de prioridad o sin señalización.
- Detección de incidentes y gestión del tráfico.
- Estudios de colas con y sin retención.
- Teoría de formación de colas en general.
- Presentaciones públicas y demostraciones con animación secuencial en el tiempo a manera de video

Fuente: http://www.ptvamerica.com/vissim.html

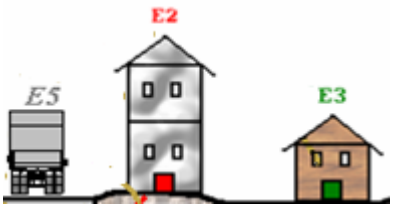
Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.2.4 VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad involucra los elementos expuestos, la intensidad del fenómeno, el daño del elemento y las probabilidades de presencia y alcance del elemento expuesto.

6.2.4.1 E: ELEMENTO EXPUESTO

Son todos aquellos elementos que se encuentran en la zona de influencia de elemento fallado y que por sus características de localización o cercanía, son susceptibles a sufrir algún tipo de daño. Se enmarca dentro del análisis de vulnerabilidad por falla de la red.



Identificación, caracterización y localización de los fenómenos expuestos

Los elementos expuestos (E) deben ser identificados y caracterizados en función de su utilización (residencias, rutas, líneas de transmisión, etc.) y de su resistencia a los diferentes tipos de solicitación. Se pueden diferenciar dos categorías de elementos:

- Elementos individuales (Ee), que corresponden a las personas e infraestructuras que se pueden identificar en un sitio específico.

- Elemento regionales (Er), que corresponden a las actividades y las funciones que se desarrollan en la zona de influencia regional. Estos elementos (Er) están íntimamente ligados a los elementos individuales (Ee) y, como se verá más adelante, su perturbación va a depender de los daños sufridos por los Ee. Teniendo en cuenta esto, se puede construir una matriz de correspondencia entre los Er y los Ee:

  La actividad *Eri* depende de un elemento individual *Eei* según una “función de dependencia” *CEri* que debe expresar el “cómo” y el “cuánto” de esta dependencia.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Cuando la actividad no dependa de un elemento en particular, el valor de la función será cero.

		Elementos del tipo actividades y funciones (Er)		
		Er1	Er2	Er3
Elementos individuales (Er)	Ee1	Ceri = F(Eej)		
	Ee2			
	Ee3			

Fuente: Elkin Velásquez y Jean Pierre Àste, Documento Algunas Bases para la Concepción de Escenarios de Riesgo Asociados a Fenómenos de Inestabilidad, 1995.

6.2.4.2 I: INTENSIDAD DEL FENÓMENO

Se refiere a la magnitud, tipo o características de la falla de un elemento y por ende, a su posible influencia sobre los elementos cercanos. Este ítem pertenece al análisis de la amenaza, debido a que la falla se presenta sobre las redes de servicios públicos.

Los modelos de propagación permiten definir las áreas de afectación y las intensidades variables de entrada para la valoración del daño de los elementos expuestos.

6.2.4.3 D: DAÑO DEL ELEMENTO

Es el grado o nivel de daño potencial de un elemento expuesto que puede ser causado por una intensidad del fenómeno definida. Se enmarca dentro del análisis de vulnerabilidad de todos los elementos dentro del área de afectación o propagación del fenómeno.

$$D = fct(E, I)$$

Determinación de los tipos de daño, perjuicio o perturbación que pueden sufrir los elementos expuestos.

Cada uno de los diferentes elementos identificados y caracterizados puede presentar uno o varios tipos de daño *(Di)* en función del tipo de fenómeno que los afecta. En otras palabras, *Di* va a determinar la forma en que el elemento va a "recibir" o a sufrir el fenómeno. *Di* puede ser expresado en términos cualitativos o cuantitativos según el tipo de elemento.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Para elementos individuales se puede llegar a estructurar el conocimiento de la manera siguiente:

		Proceso generador de daño (Φij)		
		Φ11	Φ12	Φ21
Elementos individuales (Ee)	Ee1	Ddi = f(Φij Eei)		
	Ee2			
	Ee3			

Fuente: Elkin Velásquez y Jean Pierre Àste, Documento Algunas Bases para la Concepción de Escenarios de Riesgo Asociados a Fenómenos de Inestabilidad, 1995.

Evaluación de la vulnerabilidad de los elementos expuestos en términos del tipo de daño, perjuicio o perturbación que pueden sufrir y de su localización respecto al fenómeno natural.

Se habla de vulnerabilidad de un elemento a partir del momento en que se sospecha de la ocurrencia de un fenómeno del tipo *T* y su magnitud *M*, caracterizado por un proceso generador de daño.

Esta vulnerabilidad que va a determinar el grado de inutilización potencial de un elemento en el caso de la materialización del fenómeno, puede ser evaluada en porcentaje y expresada como un valor entre 0 (ningún daño potencial) y 1 (daños potenciales del 100%). Será función del tipo de daño potencial asociado a cada elemento y de la localización de los mismos respecto al fenómeno.

La vulnerabilidad puede ser evaluada mediante una matriz que relacione los diferentes tipos de procesos generadores de daño o solicitaciones y los diferentes elementos.

		Elementos expuestos (Ee o Er)		
		Ee1	Er1	Er1
Proceso generador de daño(Φ)	Φ11	Valor de vulnerabilidad = (0,1)		
	Φ12			
	Φ21			
	Φ22			

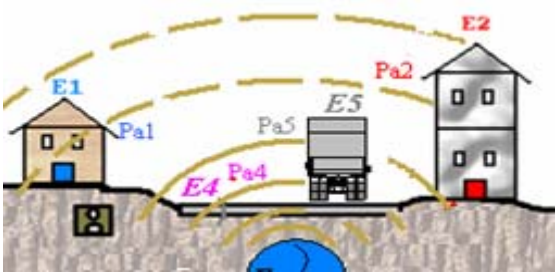
Fuente: Elkin Velásquez y Jean Pierre Àste, Documento Algunas Bases para la Concepción de Escenarios de Riesgo Asociados a Fenómenos de Inestabilidad, 1995.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Cada proceso generador de daño puede relacionarse con cada elemento por medio de una función de daños determinada, como suele hacerse en ingeniería sísmica. Se deben definir también "funciones de perjuicios" para describir y evaluar las consecuencias sobre los individuos, al igual que "funciones de perturbación" para lo que tiene que ver con las actividades y funciones.

6.2.4.4 Pa: PROBABILIDAD DE QUE LA AMENAZA ALCANCE ELEMENTO E

Es la evaluación de la posibilidad de daño según la cercanía y localización del elemento (exposición) relacionado de la intensidad del fenómeno. Los modelos de propagación y las características del entorno definen esta posibilidad.



6.2.4.5 Pp: PROBABILIDAD DE PRESENCIA DEL ELEMENTO E

Es la evaluación de la posibilidad de ubicación de un elemento E dentro de un escenario de propagación de la intensidad del fenómeno. En los elementos fijos la probabilidad de presencia depende de la exposición y en elementos móviles la probabilidad puede ser 0 o 1 (Presencia o no en el área de afectación).



Móviles



Fijos

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.2.4.6 MODELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Son modelos relacionados con los daños que se producen sobre los elementos expuestos cuando se producen solicitaciones externas. Indica el tipo de daño y el comportamiento de un elemento frente a una intensidad de fenómeno determinada.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR EXPLOSIONES PARA DAÑOS O LESIONES BREZZE
Modulo BREZZE EXP
[Modelo Numérico]N

(Vapor-cloud Explosion Damage Assessment Model) Esta pensado para evaluar los daños a estructuras ocasionados por explosiones primarias y las secundarias que acompañan a las primeras, del transporte del vapor en cualquier nivel de la planta.

Puede ser usado para evaluar los daños de una gran variedad de tipos de estructuras, esto incluye: puentes, hangares, edificios, centros de reuniones, estructuras subterráneas, equipos industriales de gas o tanques de almacenamiento de petróleo o gas, así como estructuras definidas por el usuario. Estas estructuras pueden ser de diversos materiales de construcción, tales como aluminio, asbesto, ladrillo, hormigón, vidrio, acero y madera.

BREEZE –VEXDAM puede ser utilizado como una herramienta de evaluación y calculo de daños provocados a estructuras y personas en una cierta área geográfica debido a la explosión de una nube de vapor. Este tipo de información es muy útil para la determinación del potencial de destrucción en la industria de hidrocarburos. Tal información también puede ser útil en la evaluación del riesgo representado por actos de terrorismo o sabotaje a una industria tan compleja. También puede ser útil en la determinación de si estructuras sujetas a la explosión (tanques de almacenamiento y abastecimiento de combustible, etc.) reciben el suficiente daño para explotar, y si es así, que daños o heridas adicionales pueden hacer a otras estructuras o personas cerca a la explosión.+

MODELO DE CUANTIFICACIÓN DE COSTOS POR ACCIDENTES DE TRANSITO.

Metodología realizada por el Programa de investigación en Transito y transporte de la Universidad Nacional de Colombia, la cual contempla y adapta la información documental de las metodologías propuestas a nivel nacional en los últimos años, inicialmente en los

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

estudios de Fasecolda, en los proyectos de grado tanto de pregrado como de posgrado en la Universidad, y en el nivel internacional revisando las metodologías de países de Latinoamérica así como de países como Australia y Estados Unidos.

Los costos de accidentes de tránsito son contemplados en todas sus etapas y tienen en cuenta limitaciones de información y factibilidad. Los costos evaluados son los siguientes:

De costo humano

Métodos para evaluación de costo humano:

- Valor por cese de trabajo
- Valor por cese de labores en el lugar de trabajo

Los ítems que contempla la evaluación del Costo humano son:

- Costos médicos
  - Costos de ambulancia
  - Costos de hospitalización
  - Otros costos médicos
- Continuos a largo plazo
- Servicios judiciales
- Costos por funerales prematuros
- Costos legales
- Costos penitenciarios
- Valor por reemplazo temporal o definitivo en el lugar de trabajo

Costos generales

- Costos de grúa
- Pérdida de productividad en vehículos
- Policía de transito
- Otros servicios de emergencia
- Aseguradoras
- Costos por demoras en los viajes

Costos por daños a la propiedad

- Costo de reparación de vehículos
- Costo por daños de objetos fijos

Como resultado se hace una ponderación de todos los costos de acuerdo a una categorización de importancia. Este es un modelo estocástico basado en información existente y posible información a recolectar.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ESTIMACIÓN DE VULNERABILIDAD POR MODELO DE PROBIT

Es un método estadístico que nos da una relación entre la función de probabilidad y una determinada carga de exposición a un riesgo; es el modelo de mayor utilidad para el cálculo de la intensidad de los eventos amenazantes incendio y explosión debido a radiación térmica, el cual es una función matemática que determina una unidad de probabilidad (Pr) con una media de 5 una varianza de 1; esta unidad es la función de la probabilidad. El rango de probabilidad (0-1) es generalmente reemplazado en los trabajos de Probit por un porcentaje de rango entre 0 y 100.

En este método se parte de una manifestación física de un incidente (por ejemplo, la concentración tóxica y tiempo de exposición en una cierta área geográfica) y nos da como resultado una previsión de los daños a las personas expuestas al incidente (es decir, número de heridos, número de víctimas, etc.). La forma general del modelo de Probit es:

$$\Pr = K1 + K2 * LnV$$

Donde:

Pr es la medida del porcentaje de los recursos vulnerables que sufren lesiones o daños.
V es la medida de intensidad del factor que hace daño al recurso vulnerable.

El valor «probit» permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de una carga de exposición determinada.

El método probit ha sido usada para estimar la vulnerabilidad a eventos tecnológicos: explosiones, radiación, derrames y escapes (inhalación de sustancias toxicas). Determina los afectados inmediatos y cercanos (en función de la distancia). La ecuación probit no es aplicable para concentraciones relativamente bajas y tiempos de exposición muy prolongados; su uso está restringido al análisis de consecuencias agudas e inmediatas.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.2.5 RIESGO

Entendiendo el riesgo como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, se evalúan los riesgos específicos, el valor de los elementos y el riesgo total.

6.2.5.1 Rs: RIESGO ESPECÍFICO

Es la valoración del riesgo de un elemento individual por su grado de exposición, vulnerabilidad, y amenaza. Se determina en términos de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno, probabilidad de que la amenaza alcance el elemento, la probabilidad de presencia del elemento, multiplicado por el daño potencial del elemento:

$$Rs = fct(Po, Pa, Pp) * D$$

6.2.5.2 V: VALOR DEL ELEMENTO E

Se refiere al costo de un elemento vulnerable. Este valor se diferencia por grados de daño y esta relacionado con su ubicación espacial, sectorización económica e intensidad del fenómeno.

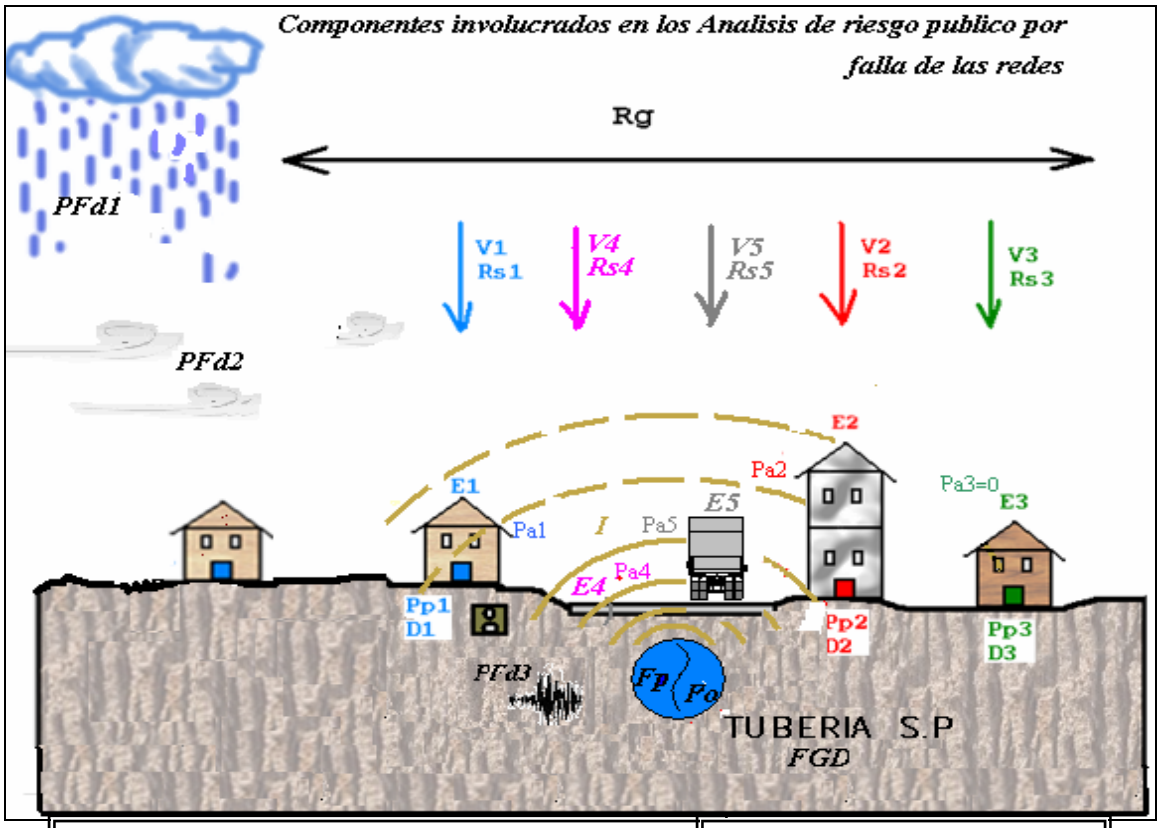
6.2.5.3 Rg: RIESGO TOTAL

Es la suma de todos los riesgos específicos por el valor de cada elemento:

$$Rg = \Sigma_i Rs_i * Vi$$

El riesgo total y todo el proceso previo realizado para llegar a este resultado se observa en las figura 6.6. En esta ilustración se observa cada uno de los elementos analizados para la amenaza, vulnerabilidad y riesgo en dos escenarios: terreno ladera y terreno plano con el fin de identificar todos los componentes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co



Pd: Probabilidad de ocurrencia factor desencadenante **Fp: Factores permanentes** **Po: Probabilidad de ocurrencia el fenómeno (falla)** **Pa: Probabilidad de que la amenaza alcance elemento E** **Pp: Probabilidad de presencia del elemento E**	**FGD: Fuente generadora de daño** **E: Elemento expuesto** **I: intensidad del fenómeno** **Rs: Riesgo específico** **Rg: Riesgo total** **V: Valor del elemento E**

$$Rg = \Sigma_i (fct((fct(Fp, Pd)), Pa, Pp) * (fct(E, I))_i) * Vi$$

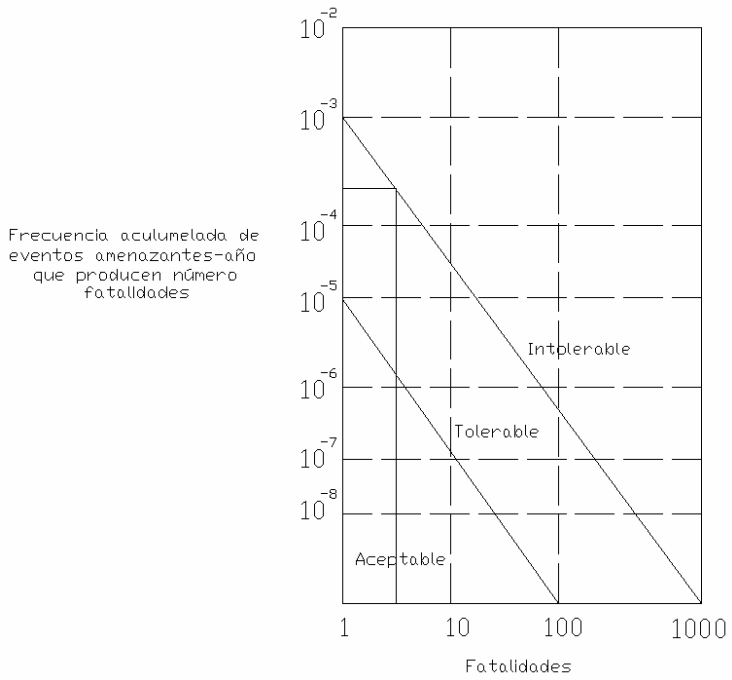
Figura 6-6 componentes involucrados en los análisis de riesgo público por fallas de las RSP. Fuente: Elaboración propia

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.2.5.4 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR MEDIO DE MATRICES DE RIESGO

La definición de un nivel de riesgo aceptable, incluye un análisis en base de los eventos ocurridos, para determinar una frecuencia acumulada de los eventos amenazantes y poder de esta forma, establecer unos límites y determinar cuantitativamente los daños producidos, que para este caso son fatalidades; dichos límites se definen como aceptables cuando existe un balance apropiado entre costos, riesgos y beneficios y es necesario asegurar que el riesgo se pueda mantener en este nivel; la región de riesgo tolerable esta definida por la aceptabilidad de un punto en el cual no se puede reducir el riesgo publico y la inversión requerida para reducir este riesgo es desproporcionada respecto al beneficio, mientras que el riesgo intolerable solo puede justificarse en circunstancias extraordinarias.

Es de vital importancia para este análisis contar con datos históricos de eventos relacionados con la falla que se esta considerando, para lograr determinar las frecuencias acumuladas asociadas con el numero de victimas y el análisis estadístico completo.



Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

En el trabajo de investigación no se encontraron metodologías para la evaluación de riesgo público en redes de servicios públicos. A continuación se presenta una metodología española que evalúa el riesgo por contaminación y sus consecuencias mediante un índice global.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL RIESGO MEDIOAMBIENTAL. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE CONSECUENCIAS MEDIOAMBIENTALES

En el documento se establecen las bases de la aproximación metodológica de análisis de riesgos de cara a establecer un índice global de consecuencias medioambientales (IGCM) para cada uno de los escenarios accidentales objeto de estudio. Una vez obtenidos los diferentes IGCM para los distintos escenarios planteados, será necesario calcular el propio valor o índice de riesgo medioambiental asociado a los distintos escenarios accidentales, mediante la multiplicación de los dos factores principales que definen la función del riesgo medioambiental, es decir, las probabilidades/frecuencias y las consecuencias medioambientales asociadas a los escenarios planteados.

Dentro del análisis del riesgo, se pueden establecer dos partes claramente diferenciadas que se relacionan con:

— La probabilidad/frecuencia de que pueda materializarse un determinado escenario accidental.
— Las consecuencias que, ese escenario, puede llevar aparejadas en función de su localización tanto espacial como temporal del mismo.

La metodología establece dos áreas perfectamente diferenciadas, en las que queda dividido el ámbito de influencia. Por un lado, la parte del proceso de análisis de riesgos y por otra, la estimación de las consecuencias medioambientales a partir de unos escenarios accidentales y sus probabilidades/frecuencias asociadas.

A partir de los diferentes tipos de escenarios accidentales derivados y sus respectivas probabilidades/frecuencias, se procede a la estimación de un índice global de consecuencias medioambientales para cada escenario. El proceso alcanza su fin cuando cada uno de los escenarios identificados cuenta con su índice o valor de riesgo ambiental, que a su vez tienen asociados una probabilidad/frecuencia y un índice global de consecuencias medioambientales.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El IGCM constituye el pilar básico sobre el que se apoya toda la determinación de las consecuencias medioambientales para un escenario accidental. Para su estimación, la metodología se basa en la evaluación y parametrización de los cuatro componentes:

I. Fuentes de riesgo.
II. Sistemas de control adoptados por el industrial, tendentes a prevenir y controlar los riesgos ambientales.
III. Mecanismos de transporte y extensión de los efectos dañinos sobre el entorno.
IV. Vulnerabilidad de los medios receptores sensibles (humano, socioeconómico y biológico).

Fuentes de Riesgo

La puntuación global (3-30) es transformada teniendo en cuenta el peso relativo (30 por 100) que la metodología otorga a las fuentes de riesgo dentro del IGCM. Esto es, de los 40 puntos posibles, este componente puede alcanzar un máximo de 12 y un mínimo de 1.

Sistemas de control primario

Dentro de la metodología desarrollada por la guía, el componente sistemas de control primario constituye un factor de corrección de la cantidad de sustancia/s involucrada/s en un escenario accidental.

Sistemas de transporte

La puntuación relacionada con la extensión del daño (puntuación sistemas de transporte) puede variar entre un rango de 1 a 10 puntos. Sin embargo, ésta es transformada como en el caso anterior, teniendo en cuenta el peso relativo (20 por 100) que la metodología otorga a los sistemas de transporte dentro del IGCM. Esto es, de los 40 puntos posibles, este componente puede alcanzar un máximo de 8 y un mínimo de 1.

Receptores vulnerables

Para este componente del sistema de riesgo, puntuación receptores vulnerables puede variar entre un rango de 1 a 20 puntos. De esta forma, el peso relativo de este componente constituye un 50 por 100 dentro del IGCM. Esto es, de los 40 puntos posibles, este componente puede alcanzar un máximo de 20 y un mínimo de 1.

Finalmente, el cálculo del IGCM consiste en el sumatoria de los tres componentes anteriormente mencionados (véase fig. 20). El resultado final de este sumatoria puede variar

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

de 3 a 40 puntos, que por motivos de operatividad son sometidos a un cambio de escala de entre 1 y 20.

Básicamente la metodología otorga:

— Un peso relativo del 30 por 100 a la puntuación fuentes de riesgo, donde previamente ha sido integrado el componente sistemas de control primario.
— Un peso relativo del 20 por 100 a la puntuación sistemas de transporte.
— Un peso relativo del 50 por 100 a la puntuación receptores vulnerables

Claramente, la importancia del componente receptores vulnerables destaca por el carácter específico y la importancia de este aspecto en esta guía. En este sentido la puntuación de este componente va a suponer un 50 por 100 del valor obtenido para el IGCM.

La probabilidad y frecuencia se multiplica por el IGCM para obtener el índice de riesgo medioambiental

Una vez obtenidos los índices o valores de riesgo medioambiental para cada uno de los escenarios accidentales (EA) generados por el análisis de riesgos medioambientales, es necesario establecer los límites de tolerabilidad del riesgo medioambiental.

Evaluación y tolerabilidad del riesgo medioambiental [48]

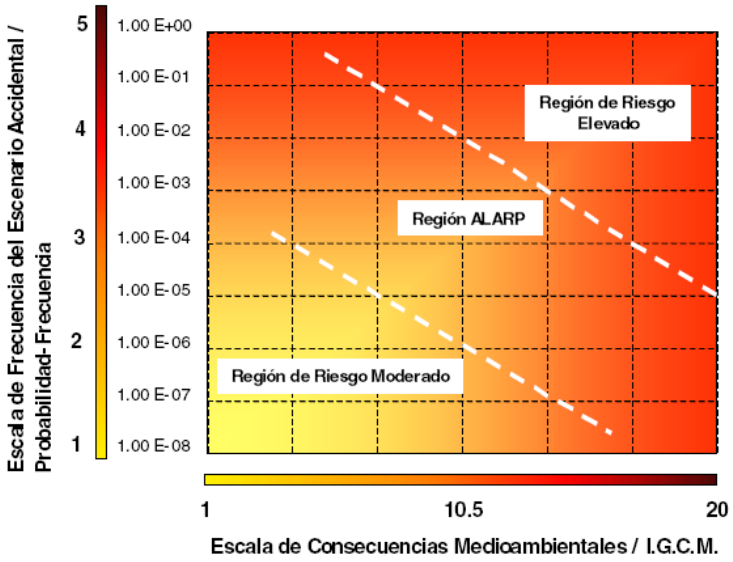


Figura 6-7 Límites de tolerabilidad de riesgo medioambiental.
Fuente: Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental, capitulo 2.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

— Región de riesgo elevado. En esta área deben ser implantadas medidas de reducción del riesgo, independientemente del coste asociado.

— Región ALARP (As low as reasonably practicable- Tan bajo como sea factible). El riesgo medioambiental delimitado por esta región, pese a ser tolerable, debería ser reducido hasta los niveles más bajos que sea factible, sin incurrir en costes desproporcionados. El riesgo sería únicamente tolerable si reducciones mayores de su nivel fuesen impracticables, o tan sólo se alcanzasen mediante un excesivo coste, esfuerzo o tiempo.

— Región de riesgo moderado. El nivel de riesgo de esta área es insignificante y es probable que se incurra en excesivos costes si se toman medidas para alcanzar una mayor reducción.

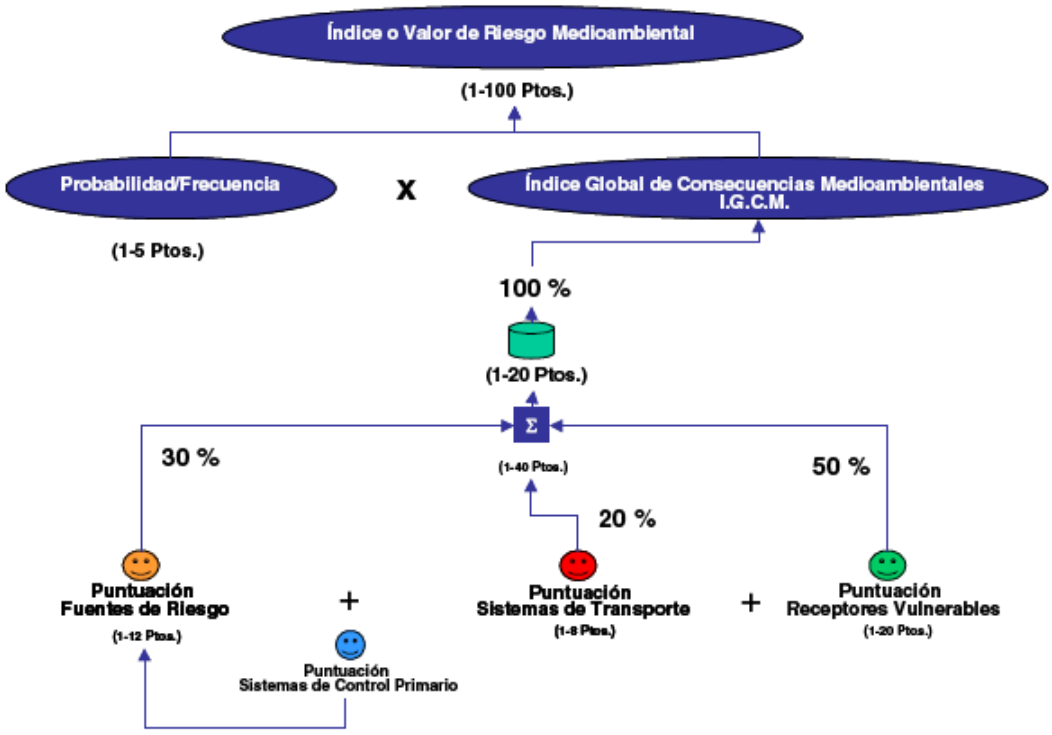


Figura 6-8 Esquema general para la determinación del índice o valor de riesgo medioambiental. Fuente: Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental, capitulo 2 http://www.proteccioncivil.org/eu/DGPCE/Informacion_y_documentacion/catalogo/carpeta02/carpeta22/g_rarm_presen.htm

6.3 RESUMEN DE INFORMACIÓN

Luego de analizar los diferentes tipos de Modelos y Software existentes en el mercado y de realizar un análisis para cada uno de ellos, se realiza un resumen de la información recopilada. Los criterios incluidos son:

- Modelos y/o software.
- Evento simulado por cada uno de los modelos y/o software
- Redes de servicios públicos potencialmente afectadas
- Elementos de la red asociados a dicha afectación
- Características del modelo en las diferentes fases que se han definido a lo largo del estudio.

Esta información hace parte de la tabla No 6.11 denominada Relación de Modelos y Software para Evaluación de Riesgo Publico por Redes de Servicios Públicos.

También se ha elaborado la tabla 6.12 la cual incluye la descripción de las redes de servicios públicos, el tipo y nombre de elemento de la red, el tipo de fallas presentes en cada elemento junto con la existencia o no del tipo de modelo y/o software que realiza la simulación de los eventos de falla en las diferentes fases. Obsérvese que para algunos elementos existe modelo pero no Software asociado y para algunas fases de evaluación no existe modelo para el elemento de la red en cuestión.

El análisis de esta información se presenta en el Capitulo 7.

6.4 SOFTWARE DESCARGADO

A continuación se muestra información relacionada con el software encontrado, los cuales se pueden descargar libremente en la red en los vínculos mostrados, contiene las variables de entrada, los resultados y los alcances de cada software.

Estos programas pueden ser descargados desde las páginas Web correspondientes, pero no poseen algún instalador que permita una reproducción de los mismos. Las aplicaciones son instaladas directamente en el equipo donde se este trabajando y generan los archivos necesarios en el sistema operativo.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

TABLA 6.11 RELACIÓN DE MODELOS Y SOFTWARE PARA EVALUACIÓN DE RIESGO PUBLICO POR REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS

SOFTWARE / MODELO	SIMULACIÓN	RED								MODELOS				
		AC	AL	EE	T	M	G	R	ELEMENTO	FD	FGD	ESC	VUL	RG
CUENCA URBANA probab	Lluvias									X				
HEC RAS	Inundaciones									X				
RESPUESTA SÍSMICA Quad 4	Sismo									X				
RESPUESTA SÍSMICA Shake	Sismo									X				
SLIDE	Deslizamientos									X				
PC STABLE	Deslizamientos									X				
POWERFUL VOLCANOES	Volcanes									X				
HYDRACCES	Lluvias									X				
HIDROSIG	Lluvias									X				
PLAXIS	Deslizamientos									X				
PLAXIS	Rotura	X							Red matriz		X			
ROTURAS TUBERÍA POR SISMOS	Rotura	X							Tubería		X			
ROTURAS TUBERÍA POR SISMOS	Rotura		X						Tubería		X			
ACCIDENTES INDUSTRIALES BOGOTA D.C	Incendios			X			X	X	Puntual		X			
ACCIDENTES INDUSTRIALES BOGOTA D.C	Explosión			X			X	X	Puntual		X			
MIKE 11	Inundación	X							Embalses		X	X		
SCRI FUEGO	Explosión			X			X	X	Puntual		X	X		
FLACS	Explosión			X			X	X	Puntual		X	X		
ABAQUS / EXPLICIT	Explosión			X			X	X	Puntual		X	X		
ACCUPAK	Colapso			X					Torres eléctricas			X		
ACCUPAK	Colapso				X				Torres tele			X		
FDS	Incendios			X			X	X	Puntual	X		X		
FLUIDYN-PANFIRE	Incendios			X			X	X	Puntual	X		X		
QUICK PLUME	Escapes						X		Puntual lineal	X		X		
NAME ANARISK	Escapes						X		puntual y celdas	X		X		
BREEZE HAZ	Escapes						X		puntual y celdas	X		X		
INPUFF	Escapes						X		puntual y celdas	X		X		
CAMEO	Escapes						X		Puntual lineal			X		
DEGADIS	Escapes						X		Puntual lineal			X		
CalDESK	Escapes						X		Puntual lineal			X		
CALPUFF	Escapes						X		Puntual lineal			X		
MIDAS	Escapes						X		Puntual lineal			X		
PHAST	Explosión			X			X	X	puntual y celdas			X		
SCREEN 3	Explosión			X			X	X	puntual y celdas			X		
TRACE	Explosión			X			X	X	puntual y celdas			X		
SEEP 2D	Derrames							X	vertimientos			X		
WASP	Derrames							X	vertimientos			X		
BIOPLUME III	Derrames							X	vertimientos			X		
PEDRiv 1	Derrames							X	vertimientos			X		
BLTM - Líquidos	Derrames							X	vertimientos			X		
CORMIX - Transporte	Derrames							X	vertimientos			X		
DYNTOX - Contaminación	Derrames							X	vertimientos			X		
PLUMES Contaminación	Derrames							X	vertimientos			X		
FLUIDYN - FLOWPOL	Derrames							X	vertimientos			X		
TSIS - CORSIM	Interrupción Represamiento					X			Vías		X	X		
TRANSYT- 7F	Interrupcion Represamiento					X			Vías		X	X		
SYNCHRO	Interrupción Represamiento					X			Vías		X	X		
SIMM TRAFFIC	Interrupción Represamiento					X			Vías		X	X		
VISSIM	Interrupción Represamiento					X			Vías		X	X		
TRANSMODELER	Interrupción Represamiento					X			Vías		X	X		
samRAT	Accidentes					X			Vías		X			
VSAT	Vulnerabilidad interna	X	X						Red				X	
BREEZE exp.	Explosión						X	X				X	X	
MODELO DE PROBIT	Daños								Personas				X	
MODELO COSTOS ACCIDENTES	Daños								Costos				X	
MODELO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA - IVEM	Daños								Estructuras				X	
ÍNDICE CONSECUENCIAS MEDIOAMBIENTALES (Metodología)	Riesgo						X	X	Ambiente					X

CONVENCIONES					
MODELOS		**REDES**			
EVENTO O FACTOR DESENCADENANTE	**FD**	Movilidad	**M**	Acueducto	**AC**
FUENTE GENERADORA DE DAÑO O FALLA DE RED	**FGD**	Gas	**G**	Alcantarillado	**AL**
ESCENARIO DE PROPAGACIÓN	**ESC**	Residuos	**R**	Energía eléctrica	**EE**
VULNERABILIDAD	**VUL**			Telecomunicaciones	**T**
RIESGO	**RG**				

TABLA 6.12 RELACIÓN DE MODELOS Y SOFTWARE PARA LOS ELEMENTOS DE LAS REDES INCLUIDAS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGO

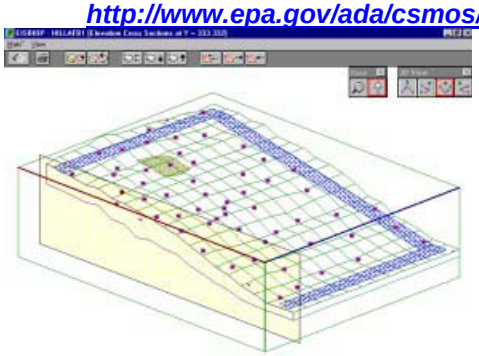
Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observación
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
Acueducto	Puntual	Tanque	Obstrucción										
Acueducto	Puntual	Tanque	Rotura			F	X					Mike 11	
Acueducto	Puntual	Tanque	Colapso										
Acueducto	Puntual	Embalse	Obstrucción										
Acueducto	Puntual	Embalse	Rotura			F	X					Mike 11	
Acueducto	Puntual	Embalse	Rebose			F	X					Mike 11	
Acueducto	Puntual	Embalse	Contaminación			F	X					PLUMES	
Acueducto	Puntual	Planta de tratamiento	Obstrucción										
Acueducto	Puntual	Planta de tratamiento	Rotura	F									Ficha
Acueducto	Puntual	Planta de tratamiento	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Acueducto	Puntual	Sistemas de Bombeo	Obstrucción										
Acueducto	Puntual	Sistemas de Bombeo	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Acueducto	Puntual	Sistemas de Bombeo	Rotura										
Acueducto	Puntual	Sistemas de Captación	Obstrucción										
Acueducto	Puntual	Sistemas de Captación	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Acueducto	Puntual	Sistemas de Captación	Rotura										
Acueducto	Puntual	Sistemas de Captación	Contaminación			N	X					PLUMES	
Acueducto	Lineal	Lineas matrices	Desplazamiento	N								PLAXIS	
Acueducto	Lineal	Lineas matrices	Rotura	E									Rotura tubería por sismos
Acueducto	Lineal	Red matriz	Obstrucción										
Acueducto	Lineal	Red matriz	Desplazamiento	N								Plaxis	
Acueducto	Lineal	Red matriz	Rotura	E									Rotura tubería por sismos
Acueducto	Lineal	Accesorios	Obstrucción										NM
Acueducto	Lineal	Accesorios	Desplazamiento										NM
Acueducto	Lineal	Accesorios	Rotura										NM
Alcantarillado	Puntual	Planta de tratamiento	Obstrucción										
Alcantarillado	Puntual	Planta de tratamiento	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Alcantarillado	Puntual	Planta de tratamiento	Rotura										
Alcantarillado	Puntual	Estaciones elevadoras	Obstrucción										
Alcantarillado	Puntual	Estaciones elevadoras	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Alcantarillado	Puntual	Estaciones elevadoras	Rotura										
Alcantarillado	Puntual	Estructuras de control	Obstrucción										
Alcantarillado	Puntual	Estructuras de control	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Alcantarillado	Puntual	Estructuras de control	Rotura										
Alcantarillado	Puntual	Estructuras de control	Colapso										
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Obstrucción										
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Desplazamiento										
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Explosión			N	X	C				Varios	
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Rotura	E									Rotura tubería por sismos
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Desbordamiento										
Energía eléctrica	Puntual	Centrales de generación	Incendio			N	X	E				Varios	
Energía eléctrica	Puntual	Centrales de generación	Explosión			N	X	E				Varios	
Energía eléctrica	Puntual	Centrales de generación	Colapso										
Energía eléctrica	Puntual	Subestaciones	Incendio			X	C N	E				Varios	
Energía eléctrica	Puntual	Subestaciones	Explosión			X	C N	E				Varios	
Energía eléctrica	Puntual	Subestaciones	Caída	F									
Energía eléctrica	Puntual	Subestaciones	Rotura										
Energía eléctrica	Puntual	Torres	Desplazamiento										
Energía eléctrica	Puntual	Torres	Volcamiento	F		F							Altura de la torre
Energía eléctrica	Puntual	Torres	Rotura	N	X							ACCUPAK	
Energía eléctrica	Puntual	Torres	Colapso	N	X							ACCUPAK	
Energía eléctrica	Puntual	Postes	Desplazamiento										
Energía eléctrica	Puntual	Postes	Volcamiento	F		F							Altura de la torre
Energía eléctrica	Puntual	Postes	Rotura										
Energía eléctrica	Puntual	Cajas de inspección	Desplazamiento										NM
Energía eléctrica	Puntual	Cajas de inspección	Rotura										NM
Energía eléctrica	Lineales	Red alta tensión	Rotura										
Energía eléctrica	Lineales	Red alta tensión	Caída	F									
Energía eléctrica	Lineales	Red alta tensión	Arco eléctrico										
Energía eléctrica	Lineales	Red media y baja tensión	Rotura										
Energía eléctrica	Lineales	Red media y baja tensión	Caída	F									
Energía eléctrica	Lineales	Red media y baja tensión	Arco eléctrico										
Gas	Puntual	City Gate	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Obstrucción										
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Explosión			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Incendio			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Rotura										
Gas	Puntual	Centros de control	Obstrucción										
Gas	Puntual	Centros de control	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Gas	Puntual	Centros de control	Explosión			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Centros de control	Incendio			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Centros de control	Rotura										
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Obstrucción										
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Desplazamiento										
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Explosión			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Incendio			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Escapes			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Rotura										
Gas	Puntual	Contadores domiciliarios	Obstrucción										NM
Gas	Puntual	Contadores domiciliarios	Desplazamiento										NM
Gas	Puntual	Contadores domiciliarios	Rotura										
Gas	Puntual	Contadores domiciliarios	Escapes			N	X	E				Varios	
Gas	Lineal	Red troncal de distribución	Obstrucción										
Gas	Lineal	Red troncal de distribución	Desplazamiento										
Gas	Lineal	Red troncal de distribución	Rotura	E									Rotura tubería por sismos
Gas	Lineal	Red troncal de distribución	Explosión			N	X	C				Varios	

TABLA 6.12 RELACIÓN DE MODELOS Y SOFTWARE PARA LOS ELEMENTOS DE LAS REDES INCLUIDAS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGO

Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observación
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
Gas	Lineal	Red troncal de distribución	Incendio			N	X	C				Varios	
Gas	Lineal	Redes	Desplazamiento										
Gas	Lineal	Redes	Rotura	E									Rotura tubería por sismos
Gas	Lineal	Redes	Escapes			N	X	C				Varios	
Gas	Lineal	Redes	Explosión			N	X	C				Varios	
Gas	Lineal	Redes	Incendio			N	X	C				Varios	
Telecomunicaciones	Alambrico	Centrales - Subcentrales	Obstrucción										
Telecomunicaciones	Alambrico	Centrales - Subcentrales	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Telecomunicaciones	Alambrico	Centrales - Subcentrales	Rotura										
Telecomunicaciones	Alambrico	Torres	Obstrucción										
Telecomunicaciones	Alambrico	Torres	Volcamiento	F		F							Equilibrio de Momentos - Altura de la Torre
Telecomunicaciones	Alambrico	Torres	Desplazamiento	N	X							ACCUPAK	
Telecomunicaciones	Alambrico	Torres	Rotura			N	X					ACCUPAK	
Telecomunicaciones	Alambrico	Redes	Caída										
Telecomunicaciones	Alambrico	Redes	Desplazamiento										
Telecomunicaciones	Alambrico	Redes	Rotura										
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Torres - Monopolos	Volcamiento	F		F							Equilibrio de Momentos - Altura de la Torre
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Torres - Monopolos	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Torres - Monopolos	Rotura			N	X					ACCUPAK	
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Central de conmutación	Obstrucción										
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Central de conmutación	Volcamiento										
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Central de conmutación	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Central de conmutación	Rotura										
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Estaciones transmisoras	Volcamiento										
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Estaciones transmisoras	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Estaciones transmisoras	Rotura										
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Antenas repetidoras	Volcamiento	F		F							Equilibrio de Momentos - Altura de la Torre
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Antenas repetidoras	Desplazamiento										
Telecomunicaciones	Inalámbrico	Antenas repetidoras	Rotura										
Movilidad	Terrestre	Puentes	Interrupción			F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Puentes	Accidentes					E					Costos accidentes transito
Movilidad	Terrestre	Terminales	Accidentes										
Movilidad	Terrestre	Carreteras	Represamiento	F	X	F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Carreteras	Interrupción	F	X	F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Carreteras	Accidentes					E					Costos accidentes transito
Movilidad	Terrestre	Vías urbanas	Represamiento	F	X	F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Vías urbanas	Interrupción	F	X	F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Vías urbanas	Accidentes					E					Costos accidentes transito
Movilidad	Férreo	Pasos elevados	Interrupción										
Movilidad	Férreo	Pasos elevados	Accidentes										
Movilidad	Férreo	Terminales	Accidentes										
Movilidad	Férreo	Vías	Interrupción										
Movilidad	Férreo	Vías	Accidentes										
Movilidad	Aéreo	Aeropuertos	Accidentes										
Movilidad	Aéreo	Corredores aéreos	Accidentes										
RRS		Generador	Fugas			F		E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Generador	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Generador	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Generador	Derrames			F	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vehículos	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vehículos	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vehículos	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vehículos	Derrames			F	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Almacenamiento	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Almacenamiento	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Almacenamiento	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Almacenamiento	Derrames			F	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Hornos de incineración	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Hornos de incineración	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Hornos de incineración	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Celdas de seguridad	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Celdas de seguridad	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Celdas de seguridad	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Rellenos sanitarios	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Rellenos sanitarios	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Rellenos sanitarios	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vertimientos	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal

SOFTWARE No 1 BIOPLUME III

http://www.epa.gov/ada/csmos/models/bioplume3.html



Nombre Software: ***BIOPLUME III*** "Sistema de Apoyo para Decisión de Atenuación Natural
Desarrollado por:
LABORATORIO DE INVESTIGACION PARA EL MANEJO DEL RIESGO NACIONAL DE LA AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL ESTADOUNIDENSE "**EPA"**
Año: 1998

Descripción Software:
El programa BIOPLUME III es un modelo de diferencias finitas de dos dimensiones para simular el efecto de contaminantes orgánicos en aguas subterráneas debido a los procesos de dispersión absorción y biodegradación. El modelo simula la biodegradación de contaminantes orgánicos utilizando un número de electrones receptores aeróbicos y anaeróbicos: oxigeno, nitrato, hierro (III), sulfato y dióxido de carbono. El modelo soluciona la ecuación de transporte para determinar el destino y el transporte de los hidrocarburos y los subproductos de receptores de electrones. Para el caso donde el hierro (III) es usado como un receptor de electrones, el modelo simula la producción y el transporte de hierro (II) o el hierro ferroso.
Tres expresiones cinéticas diferentes pueden ser usadas para la simulación de las reacciones de biodegradación aeróbicas y anaerobias, estas incluyen: decaimiento de primer orden, reacción instantánea y cinética de Monod. El principio de superposición es usado para combinar la pluma de hidrocarburo con la pluma del electrón receptor

Requerimientos del sistema:

- BIOPLUME corre en cualquier versión de Windows®
- BIOPLUME III ha sido integrada con una versión modificada de una plataforma sofisticada de modelamiento conocida como EIS, desarrollada por ZEi/MicroEngineering, Inc.

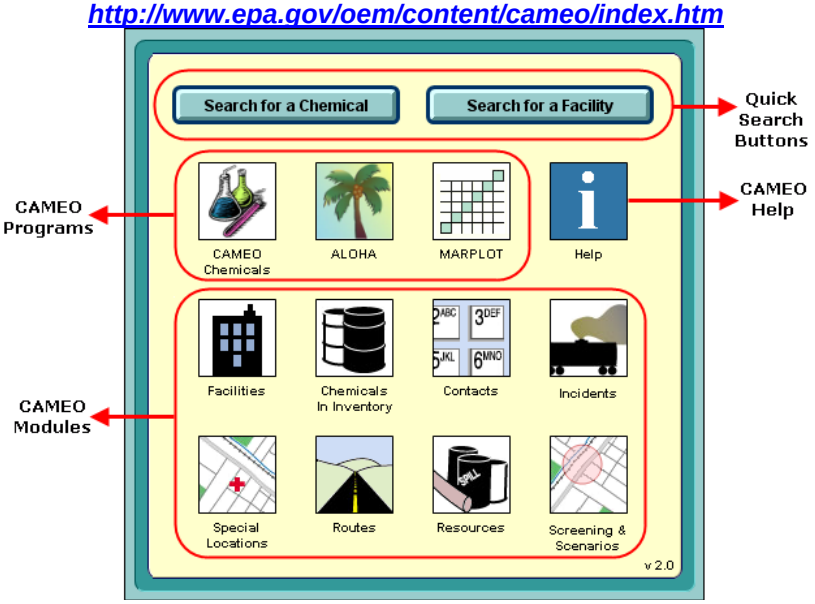
Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Interfaz Grafica:
Para ayudar con el manejo de los datos, visualización y la toma de decisiones se adopto el uso de la plataforma de Interfaz grafica EIS (Environmental Information System o Sistema de Información ambiental) que es el ultimo software integrado bajo la plataforma Windows 95 para registrar, clasificar, y evaluar los datos específicos de sitio de los procesos físicos que influyen en la migración de aguas subterráneas de contaminantes orgánicos.
EIS fue desarrollado bajo la integración de las siguientes tecnologías:
-Ambiente de simulación basado en el objeto
-Herramientas de control para la creación de bases de datos espaciales y temporales de 4 dimensiones.
-Un marco patentado para el manejo de diferentes soluciones de los algoritmos
-Graficas integradas a un sistema automático que se ajusta a la resolución espacial requerida
-Software libre que permite personalizar con la solución de otros algoritmos y otros Sistemas de Información Geográfica SIG y la expansión de la plataforma con dispositivos periféricos
-Integración y cuantificación de la simulación del riesgo de peligro para la salud.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

SOFTWARE No 2 CAMEO

http://www.epa.gov/oem/content/cameo/index.htm



Nombre Software: *CAMEO*
(Computer-Aided Management of Emergency Operations)

Desarrollado por:

CAMEO fue desarrollado por la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA OR&R, http://response.restoration.noaa.gov) y la oficina del manejo de emergencias de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA OEM, http://www.epa.gov/emergencies).

Año: 2009

Descripción Software:
CAMEO es usado como herramienta para la planeación y respuesta de emergencias, consiste en una colección de software diseñados para ayudar a la conformación de los primeros planes de emergencia:

-Modelo de liberaciones químicas potenciales
-Información de las propiedades químicas en liberaciones peligrosas

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

-Observación de posiciones claves y predicciones de liberación sobre un mapa

La versión completa de CAMEO consiste en dos clases de componentes:

-MODULOS: 8 módulos (o bases de datos) incluidas en el programa CAMEO que se pueden usar para la elaboración de los registros de planificación y respuesta, y consisten en un inventario de la información referente a los químicos, incidentes, localización especial, rutas, recursos y escenarios.

-PROGRAMAS: Dichos módulos son por tres programas distintos que componen CAMEO, que son CAMEO (Sustancias químicas), ALOHA y MARPLOT.

Todos los componentes de CAMEO trabajan interactivamente para mostrar la información crítica de una manera comprensible. Durante una respuesta a una liberación química, el software CAMEO puede ayudar a tomar decisiones rápidamente y conseguir la información que ellos necesitan para una respuesta segura y eficaz.

Para realizar varias tareas, usted probablemente usa dos o tres módulos de CAMAO o programas que lo componen. Por ejemplo, si se quiere evaluar el riesgo potencial planteado a su comunidad por una sustancia química particular que procesa una planta cercana. Como parte de su investigación, usted podría:

-Encuentre el registro para aquella planta en el módulo de Instalaciones del CAMEO.

-Vea la localización de la planta por medio de MARPLOT.

-Compruebe el registro en las sustancias químicas mediante *CAMEO Chemicals* en el Inventario para la sustancia química de interés en el inventario de la planta.

-Revisar las propiedades físico-químicas y las recomendaciones de respuesta mediante *CAMEO Chemicals.*

- Usar ALOHA Y MARPLOT para predecir la extensión del área que podría estar en riesgo, si esta sustancia química es liberada.

Requerimientos del sistema:

Por tratarse de un software libre, en el momento de la descarga describe el sistema operativo (Windows XP, Macintosh OS X y otros), tamaño del disco duro y la memoria RAM disponible, y otros Hardware como (Modem, dispositivos de almacenamiento de información e impresoras) y la Red Local.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

SOFTWARE No 3 WASP

http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/html/wasp.html

Nombre Software: ***WASP***
Water Quality Analisis Simulation Program o Programa para Simulación y Analisis de Calidad del Agua

Desarrollado por:
CAMEO fue desarrollado por la División de Reserva de Ecosistemas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/html/wasp.html)

Año: 2008

Descripción Software:

WASP es un modelo que ayuda a interpretar y predecir la respuesta en la calidad del agua a fenómenos naturales o contaminación, es una herramienta de gran ayuda para la toma de decisiones en el manejo de la contaminación. Permite hacer investigaciones en sistemas de 1,2 o 3 dimensiones y una variedad de tipos de contaminantes, y una variedad de contaminantes.

El preprocesador de datos permite para el desarrollo rápido de la entrada de datos, la capacidad de traer datos en el modelo es tan simple como importar una base de datos. El preprocesador proporciona las descripciones detalladas de todos los parámetros, modelos y constantes cinéticas.

- Importación de serie de tiempo de WRDB, Hoja de cálculos, Archivos de Texto
- Importación automática de la información de cualquier modelo hidrodinámico
- Capacidad de Multi – Sesión
- Diagnóstico de tiempo controlado

El Postprocesador (MOVEM) proporciona un método eficiente para repasar modelos de predicción y compararlos con datos reales para la calibración. MOVEM permite modelar los resultados en dos formatos gráficos:

-Rejilla Espacial de dos dimensiones a color que muestra el modelo de predicción basado en la concentración

-Graficas x/y la cual muestra los resultados observados en la modelación mediante un ventana.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Requerimientos del sistema:

- Sistema Operativo: **Windows 95/98/ME/2000/XP**
- Versión 7.3.1.

SOFTWARE No 4 PreRiv 1

Nombre Software: *PreRiv 1*
A Dynamic One-Dimensional Model of Hydrodynamics and Water Quality

Desarrollado por:

-LABORATORIO DE INVESTIGACION PARA EL MANEJO DEL RIESGO NACIONAL DE LA AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL ESTADOUNIDENSE "**EPA"**

- Ohio State University

- U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station (WES)

Año: 1995

Descripción Software:

EPD-RIV1 es un modelo hidrodinámico unidimensional de calidad del agua. Este consiste en dos partes, un código hidrodinámico que típicamente es aplicado primero, y un código de calidad. La información hidráulica, producida del uso del modelo hidrodinámico, es guardada en un archivo, que proporciona la información de transporte al código de calidad para realizar las simulaciones de calidad del agua.

El código de calidad puede simular las interacciones de 16 variables, incluyendo la temperatura del agua, la especie de nitrógeno (o la demanda bioquímica de oxígeno nitrogenado DBO), la especie de fósforo, el oxígeno disuelto, la demanda de oxígeno carbonatado, hierro, manganeso, coliformes. El modelo fue diseñado para la simulación de condiciones dinámicas en ríos y corrientes para el objetivo de analizar condiciones existentes.

Requerimientos del sistema:

- Sistema Operativo: **Windows 95/98/ME/2000/XP**

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.5 COSTOS DE SOFTWARE

Para la evaluación inicial de costos, se solicitó información técnica y cotizaciones de precios sobre varios programas que pueden ser útiles para la simulación de alguna fase de modelación en riesgo público. A continuación de presenta un resumen de los costos de software que no tienen versión libre y que respondieron a la solicitud. Además, sirven como referencia para realizar un análisis económico de factibilidad y beneficio / costo.

6.5.1 SCRI FUEGO

Dinámica Heurística, S.A. de C.V. ofrece una amplia gama de herramientas informáticas para la realización de estudios de riesgo y simulaciones, para:

- Clientes Nacionales
- Clientes Internacionales
- Universidades e Instituciones Educativas
- Licencias Corporativas

Familia SCRI de herramientas de análisis:

		Local	Red 1	Red 5	Red 20
	SCRI-Modelos versión 4.3	US $ 1,490.00	US $ 1,862.50	US $ 2,980.00	US $ 3,725.00
	**SCRI-Fuego versión 1.3**	**US $ 1,490.00**	**US $ 1,862.50**	**US $ 2,980.00**	**US $ 3,725.00**
	SCRI-Hazop versión 1.3	US $ 1,490.00	US $ 1,862.50	US $ 2,980.00	US $ 3,725.00
	SCRI-What-If versión 2.3	US $ 1,490.00	US $ 1,862.50	US $ 2,980.00	US $ 3,725.00
	SCRI-FMEA versión 1.3	US $ 1,490.00	US $ 1,862.50	US $ 2,980.00	US $ 3,725.00

Precios en dólares estadounidenses.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Licencias COMBO

Las licencias combo incluyen una sola llave que activa varios productos. La versión red 20 usuarios incluye una llave de red y una llave monousuario

	Local	Red 1	Red 5	Red 20
COMBO 2 productos SCRI (ya incluye un 15% de descuento)	**US $ 2,533.00**	**US $ 3,166.25**	**US $ 5,066.00**	**US $ 6,332.50**
COMBO 3 productos SCRI (ya incluye un 20% de descuento)	**US $ 3,576.00**	**US $ 4,470.00**	**US $ 7,152.00**	**US $ 8,940.00**
COMBO 4 productos SCRI (ya incluye un 25% de descuento)	**US $ 4,470.00**	**US $ 5,587.50**	**US $ 8,940.00**	**US $11,175.00**
COMBO 5 productos SCRI (ya incluye un 30% de descuento)	**US $ 5,215.00**	**US $ 6,518.75**	**US $10,430.00**	**US $13,037.50**

Precios en dólares estadounidenses.

6.5.2 BREEZE

ExDAM – Modelo de Evaluación de Daño por Explosiones

Producto	Precio	Soporte y Renovaciones
HExDAM	$17425	$2685 after the first year
VExDAM	$17425	$2685 after the first year
VASDIP	$2495	$495 after the first year
HExDAM / VExDAM	$22500	$4950 after the first year
HExDAM / HExFRAG	$25500	$5610 after the first year
VExDAM / HExFRAG	$25500	$5610 after the first year
HExDAM / VExDAM / HExFRAG	$28500	$6270 after the first year

Precios en dólares estadounidenses.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

6.5.3 FLACS

LISTA DE PRECIOS INTERNACIONALES SOFTWARE FLACS

ESTRUCTURAS DE PRECIOS FLACS	***Licencia perpetua + Soporte y Mantenimiento de 2 años***	***Licencia anual + Soporte y Mantenimiento***	***Soporte y Mantenimiento anual***
Versiones Completas FLACS			
Licencia Internacional	€ 100.000	€ 30.000	€ 15.000
Licencia Domestica	€ 75.000	€ 22.500	€ 12.500
Licencia para compañía	€ 50.000	€ 15.000	€ 10.000
Licencia para departamentos Gubernamentales de Riesgo	€ 25.000	€ 7.500	€ 7.500
Licencia Académica	N/A	€ 0.	€ 5.000
Versión Reducida (Escapes, dispersión, Energia.etc)			
Licencia para consultoría Internacional	€ 50.000	€ 15.000	€ 10.000
Licencia Consultoría Domestica	€ 37.500	€ 11.250	€ 8.750
Licencia Interna para compañía	€ 7.500	€ 7.500	€ 7.500

Persona de Contacto
Erik Aadland erik@gexcon.com
Tel: +47 55 57 4318

6.5.4 TRACE

Licencia Software – USD$ 16.200

Copias adicionales - USD$ 2.430
Soporte y mantenimiento – 20% anual del precio de la licencia

Michael Teague
Vicepresidente de Ventas globales
14 Kelliwood Courts Circle
Katy, TX 77450
Teléfono: (800) 621-7237 Ext. 140
Fax: (281) 578-1631
Email: mteague@safersystem.com
www.safersystem.com

6.5.5 SYNCHRO - SIM TRAFFIC

Pricing

Quantity	Product	Price	Amount
1	Synchro Studio 7 (Machine 1)	4098.00	4098.00
1	SimTraffic Controller Interface Device (Requires SimTraffic 7)	2999.00	2999.00
	Select Product First		
	Select Product First		
	Select Product First		
	Select Product First		
	Estimated Subtotal (USD)		$7097.00
	Shipping & Handling **Ground**-United States Only, $10 for the first license, $2 for each additional license per location. **Next Day**-United States Only, $55 for the first license, $10 for each additional license per location. **International Orders**-$85 for the first license, $20 for each additional license per location. Ground / Next Day / Int'l Orders		$12.00
	Cash Discount not Applied (if applicable)		$0.00
	EFT Fee of $25 (if applicable)		$0.00
	Sales tax is automatically applied to non tax-exempt orders shipped within Texas. **Texas Sales Tax of 8.25% (if applicable)** ☐ **Tax Exempt**		$0.00
	Estimated Grand Total (USD)		$7109.00

CAPITULO 7
RECOPILACIÓN DE EXPERIENCIA Y REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

7 RECOPILACIÓN DE EXPERIENCIA Y REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE 266

7.1 GENERALIDADES 266

7.2 ANÁLISIS DE EVENTOS 266

7.3 ANÁLISIS DE SOFTWARE 270

7.3.1 ANÁLISIS POR PROTOCOLO O FASES DE MODELACIÓN 270
7.3.1.1 MODELOS DE EVENTO DESENCADENANTE 270
7.3.1.2 MODELO DE FALLA DEL ELEMENTO. 272
7.3.1.3 MODELO DE PROPAGACIÓN 275
7.3.1.4 MODELOS DE VULNERABILIDAD 277
7.3.1.5 MODELOS DE RIESGO 277
7.3.1.6 CONSIDERACIONES GENERALES 278

7.3.2 ANÁLISIS POR RED 279
7.3.2.1 ACUEDUCTO 279
7.3.2.2 ALCANTARILLADO 281
7.3.2.3 ENERGÍA ELÉCTRICA 281
7.3.2.4 MOVILIDAD 283
7.3.2.5 TELECOMUNICACIONES 284
7.3.2.6 GAS 285
7.3.2.7 RESIDUOS 286

7.4 REVISIÓN ESTADO DEL ARTE ESP (ENCUESTAS) 288

7.4.1 GENERALIDADES 288
7.4.2 RESULTADOS 290
7.4.2.1 Información general 294
7.4.2.2 Identificación de la red 294
7.4.2.3 Eventos 295
7.4.2.4 Modelación 295
7.4.3 CONCLUSIONES 296

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CAPITULO 7

7 RECOPILACIÓN DE EXPERIENCIA Y REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

7.1 GENERALIDADES

Dado el limitado avance del conocimiento en evaluación de RP x RSP y como parte del trabajo investigativo se planteo metodológicamente la revisión de tres fuentes de información que permiten establecer el nivel de conocimiento aplicado a los estudios de RP x RSP.

Las fuentes son:

1. Recopilación y análisis de eventos asociados a RP x RSP.
2. Recopilación y análisis de métodos y software para la evaluación de RP x RSP
3. Encuesta a Empresas de servicios públicos de la ciudad para establecer el grado de avance en el tema.

Para esta labor se partió como marco de referencia del protocolo establecido para evaluar RP x RSP, ilustrado en la Figura 6.2.

7.2 ANÁLISIS DE EVENTOS

Se analizaron eventos de falla de RSP registrados en el SIRE (emergencias recibidas son 20216 eventos, y los eventos relacionados con redes son 20078), en el periodo comprendido entre mes de marzo de 2001 y agosto de 2009, registros sobre los cuales se obtuvo la siguiente información:

La mayoría de los eventos no son concluyentes, es decir, no se tiene confirmación del tipo de falla o evento, ni el transcurso de la emergencia. No se tiene conocimiento de cómo concluyo, cual fue el proceso y sobre todo cual es la magnitud del evento.

La información de las bases de datos indica que la emergencia pasó por el conducto de DPAE pero en la mayoría de los casos fue trasladada a otra entidad de competencia según el servicio público afectado. Esto limita aun más la información.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Los eventos seleccionados fueron clasificados según red de servicio público y tipo de falla, pero la información no es suficiente para realizar una documentación completa que indique o permita inferir la magnitud del riesgo público ocasionado junto con las características del evento. Cabe resaltar que la mayoría de eventos seleccionados (214 eventos relacionados con Riesgo Público) están relacionados con la red de gas (98 eventos) y dentro de ellos se resalta como falla principal la fuga o escape (72 eventos); la red de acueducto con 38 eventos y la red de alcantarillado con 31 eventos son los eventos que le siguen en mayoría, de los cuales se resaltan las fallas de rotura y rebose respectivamente.

En general, los eventos registrados aportan poca información sobre las características de los eventos considerados como objeto de nuestro estudio, es decir, aquellos eventos de redes amenazantes y que pueden producir riesgo público.

Por otra parte, de los eventos documentados en el capitulo 2 – Anexo 2.1, tanto locales como nacionales o internacionales, para cada uno de ellos se identifican los elementos de las redes, los tipos de fallas y las características generales de los eventos. El registro de los eventos se tabula en la Tabla 7.1, siguiendo los lineamientos del protocolo de análisis establecido para evaluación de RP x RSP.

El ejercicio de tabulación en función del protocolo permite conceptualizar cualquier evento de RP x RSP, además de manera simple clarifica la ubicación del proceso del evento en cada una de las fases de análisis.

De la investigación adelantada, se identificaron muchos eventos generadores de daño, que se pueden enmarcar como riesgo publico, pero los asociados a las redes de servicios públicos son limitados. La recopilación se realizó sobre estos.

Se registran muchos eventos que describen las fallas de los sistemas que generan interrupción del servicio, daños funcionales, pero no producen daños a las personas y/o infraestructura, o los daños se producen fuera del perímetro urbano que igualmente genera grandes perdidas funcionales pero no Riesgo Publico; tal es el caso de los Túneles de Chingaza que dejo a la ciudad con racionamiento por una año y la tubería de Gas que a la altura de Briceño, un deslizamiento la rompió y dejo a la ciudad sin suministro tres días.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

TABLA 7.1 EVENTOS EVALUADOS CON BASE AL PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE RIESGO PUBLICO POR FALLA EN LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS

Fecha	Evento	Red	FD		FGD		ESC	ELEMENTOS AFECTADOS			AFECTACIÓN DIRECTA				EVENTO CONEXO
			Evento	Causa	Elemento	Falla		Persona	Estructura	Función	$	Personas	Bienes	Funcional	
27/09/1997	Derrumbe relleno sanitario	Residuos sólidos	Procesos de Remoción en Masa PRM	Saturación de lixiviados	Relleno	Contaminación	Barrios de sur y occidente Bogota	X				7 enfermos			Obstrucción Río Tunjuelito
02/11/2007	Granizada Bogota	Movilidad	Inundación	Granizo	Vías	Represamiento	Bogota	X	X	X		22 enfermos	70 vehículos	Congestión	
04/12/2006	Apagón Bogota	Energía Eléctrica	Antrópico intencional	También mantenimiento líneas	Líneas de transmisión	Arco eléctrico	Edificio del centro de Bogota -planta eléctrica	X		X		1 muerto 23 enfermos		Tres horas sin servicio	
14/01/2009	Derrumbe pone en riesgo tubo	Acueducto	PRM	Mala disposición escombros de construcción	Tubería 60 pulg	Desplazamiento									Desplazamiento carrilera del tren
18/12/1982	Incendio Tanques de almacenamiento - Puente Aranda		Incendio												
06/04/2009	Corto circuito en centro de Bogota	Energía Eléctrica	Contacto con red eléctrica	Arreglos malla vial	Red alta tensión	Arco eléctrico	Centro de Bogota	X				2 Operarios, 1 transeúnte herido			
26/03/2009	Desbordamiento de Río Fucha inundo a Fontibón	Alcantarillado	Lluvia	Sobrepaso de capacidad	Canal	Desbordamiento	Fontibón, occidente de Bogota	X		X		885 Damnificados		Sin conducción adecuada de aguas lluvias	Falla movilidad, corte en electricidad, contaminación agua tanques
26/03/2009	Desbordamiento de Río Fucha inundo a Fontibón	Movilidad	Inundación	Desbordamiento Canal Alcantarillado	Vías	Represamiento				X				Caos vehicular en todo el sur de Bogota	
09/05/1994	Hundimiento Avenida Chile	Movilidad	PRM	Falla de muro de contención en excavación	Vías	Interrupción	Calle 72 entre carreras 7 y 9	X		X		3 muertos entre transeúntes y obreros		Calle 72 entre 7 y 9, sin servicio hasta reparar	Rotura de tubería de alcantarillado
19/06/1905	Derrumbes Túneles Chingaza	Acueducto	PRM	Falta de revestimiento											
14/06/1905	Crisis Energética	Energía Eléctrica	Bajos niveles de embalses	Fenómeno del niño: sequía											
23/11/2002	Destrucción sector de gasoducto	Gas	PRM	Reactivación de deslizamiento lento	Tubería de gasoducto	Rotura	12 Km. en el municipio de Briceño			X				Interrupción del servicio a 350000 familias bogotanas	
24/01/2009	Derrumbes en la línea	Movilidad	PRM	Lluvias	Vías	Represamiento	Kms: 9,15,21,23			X				9 horas de retraso de viaje	
23/10/2008	Caída de torre de telefonía Celular - Aguablanca	Telecomunicaciones	Vendaval		Torre repetidora	Rotura	Cuadras alrededor según altura de torre	X	X	X		2 heridos	1 edificación destruida, 6 averiadas	Baja cobertura	
25/01/1999	Sismo Armenia - efectos sobre las redes	Todas	Sismo	Magnitud sismo											Daños en tuberías de acueducto
20/11/2008	Erupción Nevado del huila	Todas	Avalancha	Erupción volcán Nevado del Huila											Daños en elementos de todas las redes de sp
1997-1998	Impacto Fenómeno del niño sistema de agua potable	Acueducto	Lluvia	Fenómeno del niño	Embalse	Obstrucción				X					
22/04/1992	Explosiones en alcantarillado de Guadalajara	Alcantarillado	Ingreso de gasolina a tubería de alcantarillado	Reacción electrolítica tuberías de gasolina y alcantarillado	Tubería	Explosión	12 Km. de calles	X	X	X	entre 700 y 1000 millones de dólares	206 muertos, 1470 heridos, 15000 personas sin hogar	Edificios circundantes a las calles destruidas	Tubería afectada e interrupción servicio	
12/01/2006	Explosión en Santa Coloma de Gramenet España	Gas	Fuga	Fuga de gas en el subsuelo de la estructura	Tubería	Explosión	1 edificación	X	X	X		2 muertos, 18 heridos, 105 personas sin hogar	1 edificación destruida, 5 averiadas	Sin servicio	
29/01/2009	Daño de antena telefónica por derrumbe de rocas en ladera Parral	Telecomunicaciones	PRM Rocas	Lluvias	Antena telefonía	Rotura			X	X			5 edificaciones afectadas	Sin cobertura	
23/01/2009	Vendaval destroza torres de alta tensión en la sierra de Cadan	Energía Eléctrica	Vendaval		Torres	Rotura			X	X					Afectaciones a telefonía móvil
09/02/2009	Incendios Forestales en Australia	Todas	Incendio	Antrópico intencional											Daños en los elementos de todas la redes de sp
24/04/2007	Fuga en ciudad de México	Alcantarillado	Fuga	Rotura tubería acueducto	Tubería	Desborde	5 barrios		X	X			47 predios	Sin servicio	Interrupción de otros sp
26/03/2007	Fuselaje de avión Colombiano cae en Manaos	Movilidad	Caída de partes de avión	Daños en un ala	Corredor aéreo	Accidente	2 barrios de Manaos Brasil		X				Daños en 22 viviendas		
27/03/2009	Rotura de presa en Tangerang Yakarta	Acueducto	Daño en compuerta de presa	Lluvias	Embalse	Rotura	Ciudad de Tangerang	X	X			80 muertos, 131 desaparecidos	400 viviendas afectadas		Daños en los elementos de todas las redes de sp
16/07/2004	Explota tubería del acueducto de Zaragoza	Acueducto		Deterioro de la tubería	Tubería	Rotura	1 calle	X				1 muerto por ahogo			Represamiento de agua
31/10/2007	Explota tubería de gas en Paris	Gas	Antrópica	Reparaciones	Tubería	Explosión	1 Barrio	X	X	X		1 muerto, 42 heridos	1 Iglesia y un edificio incendiados	Barrio afectado por corte del servicio	Incendio

TABLA 7.1 EVENTOS EVALUADOS CON BASE AL PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE RIESGO PUBLICO POR FALLA EN LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS

Fecha	Evento	Red	FD		FGD		ESC	ELEMENTOS AFECTADOS			AFECTACIÓN DIRECTA				EVENTO CONEXO
			Evento	Causa	Elemento	Falla		Persona	Estructura	Función	$	Personas	Bienes	Funcional	
19/07/2007	Explosión de una tubería en Nueva York	Alcantarillado	Socavón	Condensación de vapor en conducción subterránea	Conducción de vapor	Explosión		X	X			1 muerto y 11 heridos	Calles aledañas		
30/01/2008	Socavón abierto por rotura de tubería de agua	Movilidad		Rotura de tubería	Vías	Interrupción	20 metros cuadrados de calle			X				Cierre parcial de vía	
30/03/2008	Dos viviendas afectadas por rotura de tubería	Acueducto		Deterioro de la tubería	Tubería	Rotura	2 barrios		X				2 casas afectadas		
19/02/2009	Tubería de agua potable causante de deslave en Chiquilpe (Ecuador)	Movilidad	PRM	Rotura de tubería	Vías	Represamiento				X				Demoras de viaje y cierre parcial	
11/09/2008	Se incendian dos subestaciones eléctricas en Madrid	Energía Eléctrica	sobrecarga		Subestaciones	Incendio	Madrid	X		X		6 personas heridas		Interrupción del servicio a 18000 personas	Afectación en el servicio de agua potable
17/03/2008	Tres Muertos por una explosión de gas	Gas	Deterioro		Tubería interna	Explosión	Edificio	X	X			3 muertos, 13 heridos, 37 personas evacuadas	Vehículos aledaños a edificio		

El análisis de los eventos mostró que algunos de estos no se pueden catalogar como eventos que generan RP x RSP: las casillas de definición del elemento de red que falla y puede generar daño no pudo ser definida, los cuales se clasifican como eventos que generan riesgo público por otro tipo de falla diferente a las redes.

Sobre estos últimos eventos se identifican:

- Eventos desencadenados por eventos naturales, socio naturales o antrópicos que afectan todos los elementos en su área de afectación incluyendo las redes de servicios públicos.
- Eventos industriales no relacionados con redes de servicios públicos.
- Eventos desencadenados por fallas de diseño o relacionados con fallas funcionales, las cuales no producen riesgo público.

Del análisis de factores desencadenantes de fallas de RSP se observa que los eventos que producen mayor falla en las redes son el sismo, la inundación y la avalancha. Esto nos indica que los eventos naturales son los de mayor incidencia y por su naturaleza es de mayor magnitud las afectaciones que producen sobre las redes.

Los factores desencadenantes de la falla, de origen natural o socio natural, son de fácil definición; mientras los de origen antrópico no intencional su definición es mas dispendiosa en la medida que en este grupo se presentan infinidad de condiciones y causas. Esta situación hace que la tipología de causas de falla de redes por factores antropicos no intencionales debe ser definida y / o clasificada en mayor detalle más adelante.

En general la tipología de falla establecida se enmarco bien dentro de los eventos analizados; la asignación de tipos de falla requirió para cada caso enmarcar de manera clara el sistema de análisis. El ejercicio permitió identificar la explosión de la red de alcantarillado como falla, la cual no se había tenido en cuenta en el ejercicio inicial y por tanto se involucra como falla del sistema.

De acuerdo al evento del 26 de marzo de 2009 donde el desbordamiento del río Fucha inundo Fontibón, los canales abiertos se pueden considerar como elementos de la red de alcantarillado o como parte del sistema hídrico de la ciudad. Esta definición debe estudiarse con más detalle.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La interpretación de los escenarios de propagación y de los daños causados por los eventos registrados, se adelanto de manera muy general, toda vez que la información reportada no es suficiente para mejorar la interpretación. En la mayoría de los casos los reportes muestran o hacen énfasis en el daño funcional.

El registro de eventos conexos se realizo en los casos cuyos reportes explícitamente lo mencionaban o se podían inferir sobre estos. Se resalta el hecho que cuando la fuente generadora de daño son los sismos, los eventos conexos son numerosos; por esta circunstancia se deberá entrar a detallar en los estudios de riesgo público a que evento se le atribuye los daños: al sismo o a la falla de la red debida al sismo.

7.3 ANÁLISIS DE SOFTWARE

La recopilación de modelos y software para evaluar RP x RSP se adelanto con base en el protocolo de evaluación de Riesgo Publico. En este numeral se realiza un análisis de la oferta bajo los siguientes escenarios:

- Por protocolo o fases de modelación
- Por red de servicio público.

7.3.1 ANÁLISIS POR PROTOCOLO O FASES DE MODELACIÓN

A partir de las tablas 6.11 y 6.12 y la descripción total de los modelos y software, se realiza el análisis de las cinco fases involucradas en la modelación.

7.3.1.1 MODELOS DE EVENTO DESENCADENANTE

El conocimiento sobre los eventos naturales y socio naturales ha sido ampliamente tratado y hoy en día se cuenta con modelos avanzados para su estudio y comprensión; además, con el desarrollo tecnológico se puede modelar mas eficientemente con software especifico en cada área.

Los factores desencadenantes modelables y con software son el sismo, el deslizamiento y la inundación ya sea en forma conceptual o matemática. Estos modelos permiten conocer la

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

intensidad del factor desencadenante y el alcance de evento en cuanto a movimientos de masa, aguas y desplazamientos.

En la tabla 7.2 se presenta una recopilación de software de uso común en nuestro medio para modelar de este evento.

Tabla 7-2 Software de uso común para modelación de eventos desencadenantes – origen natural o socio natural

EVENTO	*SOFTWARE/MODELO*
Sismo	SHAKE (1D)
	QUACK 4 (2D)
	FLAC (3D)
Lluvias	Probabilidad Cuenca Urbana
	HIDROSIG
	HYDRACCES
Inundaciones	HEC RAS
Deslizamientos	PLAXIS
	SLIDE
	PC STABLE
Volcanes	Powerful Volcanoes

Por otra parte, sobre los eventos desencadenantes antropicos no intencionales como la explosión, el incendio, los derrames y escapes, existe en el medio una amplia oferta de modelos y / o software que permite evaluar estos eventos. Es de aclarar que este tipo de mecanismo puede causar la falla de las RSP o las mismas redes fallan por estos mecanismos.

La tabla 7.3 presenta un resumen de este software.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 7-3 Software modelación de eventos desencadenantes – antropicos no intencionales

EVENTO	*SOFTWARE/MODELO*
Incendios	Accidentes Industriales Bogota D.C.
	FDS
	FLUYDIN - PANFIRE
	SCRI FUEGO
	TRACE
Explosiones	Accidentes Industriales Bogota D.C.
	SCRI FUEGO
	FLACS
	ABAQUS/EXPLICIT
	PHAST
	SCREEN III
	TRACE
Escapes	QUICK / PLUME
	CAMEO
	DEGADIS
	CAlIDESK
	CALPUFF
	MIDAS
	NAME ANARISK
	BREZZE HAZ
	INPUFF
Derrames	SEEP 2D
	WASP
	BIOPLUME III
	PEDRiv 1
	BLTM - Liquidos
	CORMIX - Transporte
	DYNTOX - Contaminacion
	PLUMES - Contaminacion
	FLUIDYN - FLOWPOL

Los eventos antropicos no intencionales tipo accidente son de difícil modelación y no se encontró software para este estos eventos, seguramente porque estos eventos dependen en gran parte del comportamiento humano.

7.3.1.2 MODELO DE FALLA DEL ELEMENTO.

La modelación de la falla esta definida como un proceso físico o químico de generación de rotura, obstrucción, desplazamiento, accidente, etc. En estos términos, la tabla 7.4 presenta los modelos y software existentes para las fallas de las redes definidas en el capitulo 3.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tal vez la mayor dificultad de la investigación de modelos y software esta en la fase de falla del elemento de la red que puede llegar a causar daño. La tipología de falla depende de factores externo (FD) y materiales (FP) que cambian de una red a otra, por ejemplo el mecanismo de explosión es diferente para una tubería de red de gas que para un transformador de la red de energía. Esta condición limita la modelación de la falla y de la misma utilización del software existente. Lo anterior presume la necesidad que en función de cada red y de las condiciones del entorno (causas, FD), se modelen para cada caso lo mecanismos de falla o se requiera de software especifico.

La tipología de las fallas definidas se puede enmarcar como físicas, fisicoquímicas, químicas y de operación. Bajo esta clasificación se presenta el análisis.

Para las fallas definidas como físicas (obstrucción, desplazamiento, rotura, caída y volcamiento) para su estudio se cuenta especialmente con modelos matemáticos de soporte físico; estos están en función del campo de fuerzas internos y externos del sistema. Software específico no se encuentra, pero puede ser de fácil implementación una aplicación para este tipo de fallas, ejemplo el volcamiento de torres. Los modelos numéricos pueden ser utilizados para el caso de los desplazamientos, donde la falla no involucre rotura física; para este caso se cuenta con software de modelación como el Plaxis y el SAP 2000.

Las fallas enmarcadas dentro del componente fisicoquímico, como las explosiones y los derrames, su análisis se enfoca más desde el punto de vista de propagación de la falla, más que la propia falla. Existen modelos de soporte físico para su evaluación; en el caso de las explosiones, los modelos de falla están en función de elemento (gas o líquido) y de los materiales que los confinan y las condiciones bajo las cuales se genera la falla.

Las fallas definidas como químicas, incendios, escapes y contaminación, dependen de que los elementos de la red se rompan y liberen el elemento que conducen, por tanto la modelación de la falla del elemento (rotura) no es relevante, si no la generación de la falla como tal, que es la que genera el daño. De los resultados de la búsqueda se puede decir que la modelación y software se enfocan más a la espacialidad de la falla, y la falla se modela utilizando modelos conceptuales o de soporte físico.

Las fallas de operación, definidas especialmente para la red de movilidad, accidente, interrupción y represamiento, por su definición son de difícil modelación, como es el caso de los accidentes.

La interrupción y el represamiento son fallas definidas por el sistema que dependen de un evento precedente o detonante como la rotura u obstrucción física de la red, por ejemplo la caída de un árbol que genera interrupción de la red. Para la falla de represamiento generada

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

se puede simular o modelar con software de micro modelación de tráfico tipo TSIS – CORSIM, TRANSYT-7F, SYNCHRO, SIMTRAFFIC, VISSIM, los cuales son capaces de estimar las colas y pérdidas de tiempo del sistema.

De acuerdo a lo investigado, la modelación de la falla de las redes se realiza principalmente de manera conceptual, utilizando herramientas que se basan en el criterio de expertos, especialmente la técnica de árboles de eventos, y en el caso de la falla de redes por sismos utilizando registros de eventos y apoyados en modelos estadísticos.

En resumen, como se puede observar en la Tabla 7.4, los modelos utilizados para el estudio de la falla de elemento de la red son principalmente de tipo conceptual y de soporte físico, y el software asociado a estas es limitado. Tal vez porque se considera mas importante la propagación del la falla y sus efectos que la misma, como es el caso de las fallas tipo explosión y contaminación.

Tabla 7-4 Análisis de modelos y software de la falla del elemento. (FGD)

FALLA	MODELO	SOFTWARE	OBSERVACIÓN
Obstrucción	Conceptual		
Desplazamiento	Modelo Físico	PLAXIS	
	Modelo Físico	SAP 2000	Modelacion restringida a material Isotropico y Homogeneo
Volcamiento	Modelo Físico		Equilibrio de momentos Altura de Torres y postes
Caída	Conceptual		
Rotura	Conceptual		Para cada uno de los elementos
	Estocástico		Para el caso de falla de la red por sismo
	Modelo Fisico	MIKE 11	Para el caso de rotura en una presa
Explosión	Soporte Fisico		Según el tipo de explosión
Incendio	Soporte Fisico		
Arco eléctrico	Conceptual		
Escapes	Conceptual		
Derrames (Residuos líquidos)	Conceptual		
	Conceptual		
Contaminación: Acuática, aire suelo	Conceptual		
	Conceptual		
Accidente	Conceptual		
Interrupción	Soporte Fisico	TSIS, otros	
Represamiento	Soporte Fisico	TSIS, otros	

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.3.1.3 MODELO DE PROPAGACIÓN

La tabla 7.5 presenta la oferta de software para simulación del escenario de propagación (EP) en función del tipo de falla y de elemento de la red involucrado.

La espacialidad de los eventos generadores de daño que se pueden modelar y cuentan con aplicaciones en software son las fallas tecnológicas: Explosión. Incendio, Contaminación, Escapes y Represamiento en la red de movilidad.

Las fallas con un gran componente físico, su estudio se soporta en modelos conceptuales empíricos con base en eventos pasados y modelos matemáticos de soporte físico. Estos requieren del conocimiento morfométrico del entorno y de la geometría del problema, como es el caso de las fallas tipo caídas y volcamiento.

La obstrucción definida como falla de operación que corta parcialmente el flujo del sistema es de difícil modelación por si misma; esta falla representa la especialización del evento detonante de la falla. Por tanto, los efectos de esta presentan dificultad de modelación según el tipo de red y de elemento.

La falla de desplazamiento no presenta modelo de propagación o esta se ve limitada físicamente al elemento de la red. Su modelación se puede adelantar con modelos de soporte físico o numérico y la falla del sistema es operativa y no genera riesgo público, por tanto no se profundiza en el tema.

Como se puede observar en la tabla 7.5, los modelos de propagación son los de mayor oferta, puede ser por su grado de importancia en el análisis de riesgo, ampliamente usado en riesgo tecnológico, toda vez que la falla de una red de servicio publico se pueda asociar a una falla de origen tecnológico.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 7-5 modelos y software de escenario de propagación (EP)

FALLA	ELEMENTO		MODELO	SOFTWARE	OBSERVACIÓN
Obstrucción	Lineales	Tuberías	MODELO CONCEPTUAL		
	Puntuales		Conceptual		
Desplazamiento*	Lineales	Tuberías			
	Puntuales	sistema estructural			
Volcamiento	Puntuales	Torres / Postes	MODELO FÍSICO		Alcance según la altura de la torre / poste
Caída	Lineales	Cableado	Conceptual		En función de la geometría
	Puntuales	Subestaciones	Conceptual		En función de la geometría
Rotura	Lineales	Tuberías	Conceptual		En función de la geometría
		Cables	Conceptual		En función de la geometría
	Puntuales	Sistema Estructural	MODELO FÍSICO	ACCUPAK MIKE 11	propagación de la onda por rotura de presa
Explosión	Lineales	Tuberías	MODELO FÍSICO	SCREEN 3 SCRI FUEGO ABAQUS/EXPLICIT PHAST TRACE	Algoritmos representan el tipo de fuente de ignición, grado de confinamiento,reaccion químico y fuerza de ráfaga
		Subestaciones			
	Puntuales	Subestaciones	MODELO FÍSICO		
		Centrales de generación	MODELO FÍSICO		
		Estaciones reguladoras	MODELO FÍSICO		
		Centros de control	MODELO FÍSICO		
		Estaciones vehiculares	MODELO FÍSICO		
Incendio	Lineales	Tuberías	MODELO FÍSICO	TRACE SCRI FUEGO FLUIDYN PANFIRE FDS	Modelación de variables de radiación térmica en varios escenarios
		Cableado	MODELO FÍSICO		
	Puntuales	Subestaciones	MODELO FÍSICO		
		Centrales de generación	MODELO FÍSICO		Fireballs, Pool Fire
		Estaciones reguladoras	MODELO FÍSICO		Jet Fire, Flash Fire
		Centros de control	MODELO FÍSICO		
		Estaciones vehiculares	MODELO FÍSICO		Análisis de consecuencias e impacto a la población
Arco eléctrico	Lineales	Cableado	MODELO CONCEPTUAL		
Escapes	Lineales	Tuberías	MODELO FÍSICO	QUCK PLUME CAMEO DEGADIS CAlIDESK CALLPUF MIDAS NAME-ANARISK BREEZE HAZ INPUFF	Liberaciones químicas arriesgadas
	Puntuales	Estaciones vehiculares	MODELO FÍSICO		nubes toxicas de gas, explosiones y fugas
		Contadores domiciliarios	MODELO FÍSICO		
Derrames (Residuos líquidos)	Fuente	Generadora	MODELO FÍSICO		Transporte y concentración de contaminantes
		de transporte	MODELO FÍSICO		Estimación de daños y peligros para la salud
		de Almacenamiento	MODELO FÍSICO		
Contaminación: Acuática, aire suelo	Lineales	Tubería de alcantarillado	MODELO FÍSICO	PLUMES BIOPLUME III CAMEO WASP PEDRiv 1	Modelos de calidad de aire y agua Transporte de contaminantes Tiempos de dispersión
		Red de residuos	MODELO FÍSICO		
Accidente	Lineales	Vías	MODELO CONCEPTUAL		
Interrupción	Lineales	Vías	MODELO FÍSICO	TSIS-CORSIM TRANSYT 7F SYNCHRO SIM TRAFFIC VISSIM	Modelan explícitamente condiciones saturadas, Demoras por detención, Emisión de contaminantes
Represamiento	Lineales	Vías	MODELO FÍSICO	TSIS-CORSIM TRANSYT 7F SYNCHRO SIM TRAFFIC VISSIM	Modelan explícitamente condiciones saturadas, Demoras por detención, Emisión de contaminantes

* sobre este tipo de falla no hay escenario de propagación porque no se genera riesgo publico

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.3.1.4 MODELOS DE VULNERABILIDAD

Para la evaluación de daños o vulnerabilidad en el contexto de riesgo público se cuenta con modelos del tipo conceptual que usan técnicas de árbol de falla que se construyen para cada caso específico.

En general, no existe un modelo de evaluación de vulnerabilidad aplicado por tipo de falla o red.

La valoración de daños esta ligada al escenario de propagación EP, por tanto en el caso de las fallas de componente tecnológico (explosión, incendios, derrames, escapes) se puede esperar con mayor facilidad encontrara aplicaciones de evaluación de daños. Por ejemplo, se identifico el software Brezze, el cual es aplicable para varias fases de modelación en los elementos con explosión como posible falla; el modulo encargado de la vulnerabilidad se denomina EXP, el cual evalúa posibles daños y se considera que puede ser usado para la evaluación de riesgo publico.

La industria utiliza ampliamente el modelo de Probit para evaluar afectación de personas por eventos tecnológicos con alguna potencia de daño.

Para la red de movilidad y la falla de accidentes, se encontró una metodología para evaluar costos de accidentes de tránsito, es usado para determinar las perdidas de elementos expuestos vulnerados específicamente para el accidente terrestre en las vías urbanas y carreteras. Esta metodología fue realizada por el Programa de Investigación en Transito y Transporte de la Universidad Nacional para el Fondo de Prevención Vial.

Se puede concluir que la evaluación de vulnerabilidad por falla de las RSP debe realizarse para cada caso especifico bajo unos lineamientos metodológicos y con una definición de herramientas (modelo y/o software) variables a evaluar y resultados esperados.

7.3.1.5 MODELOS DE RIESGO

Entendiendo que el riesgo es la integración de la amenaza y la vulnerabilidad, su cuantificación depende del nivel de precisión y del tipo de evaluación realizado en las fases precedentes. Así dentro del trabajo investigativo no se encontraron modelos y/o software específico por tipos de falla o de red para su cuantificación. La evaluación de los costos esperados requiere que se implementen metodologías para cada caso específico.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Al igual que la evaluación de vulnerabilidad para la fase de valoración de riesgo generado por la falla de algún elemento que componen la red de servicios públicos, se puede acudir a las metodologías existentes para los riesgos tecnológicos, las cuales utilizan modelos semicuantitativos con un gran componente de criterio de experto.

Como caso especial dentro de la recopilación se encuentra la metodología para evaluar riesgo por fallas medioambientales denominada Índice de Consecuencias Medioambientales, la cual involucra en su etapa final la valoración del riesgo. Esta metodología puede eventualmente ser implementada y adaptada para la red de residuos.

7.3.1.6 CONSIDERACIONES GENERALES

En conclusión, se pude inferir que no existen metodologías, métodos y software que evalúen riesgo público por redes de servicios públicos en todas sus fases.

Dada la complejidad del problema del problema de RP x RSP y la dificultad de modelación de toda la cadena de eventos hasta generar el daño, para evaluación de riesgo público se puede inicialmente acudir al uso de modelos conceptuales y herramientas con base en el criterio de experto; y en la medida de avance del conocimiento ir incorporando modelos matemáticos en su evaluación.

Dependiendo del problema específico (Red y tipo de falla), se encontró oferta de software para evaluar una o más fases del protocolo establecido. Lo anterior nos lleva a la necesidad de definir e implementar metodologías específicas para cada tipo de red y así abordar el problema integralmente.

La evaluación de todas las fases del protocolo incluidas en la evaluación de RP x RSP debe adelantarse para cada caso especifico, estableciendo unos lineamientos metodológicos que permitan definir las técnicas, herramientas, modelos y software considerando adecuadamente todas las variables involucradas.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.3.2 ANÁLISIS POR RED

Teniendo en cuenta las características especificas de cada red, se realiza el análisis de los modelos y software disponibles para abordar el problema en cada una de ellas.

La tabulación se realiza para cada uno de los elementos de la red según las fases del protocolo en función de la tipología de falla; en cada fase se marca el tipo de modelo que aplica y si existe aplicación o software para el mismo.

Es de anotar que en la evaluación de las fases del protocolo como mínimo se puede recurrir a modelos conceptuales con el apoyo de la técnica de evaluación de criterio de experto. Por tanto, las tablas donde aparece vacío el espacio de “modelo” se asume la aplicación mínima de un modelo conceptual.

Para la modelación de las fallas se puede contar en ocasiones con elementos de registro o de recopilación de información sobre un evento ocurrido, de modo que permita con base en la experiencia aportar mayor conocimiento teórico de los eventos que involucran fallas de las redes de servicio público.

La falla tipo obstrucción no es modelable, esto depende de la dinámica de los factores externos, especialmente los fenómenos de remoción en masa, las inundaciones o las avenidas torrenciales; en caso de eventos antropicos los accidentes generan obstrucción.

En el caso de los desplazamientos, que se consideran como falla porque obligan a la suspensión del servicio, mientras se realiza su control y / o corrección. Su modelación tiene aplicabilidad dentro de los modelos y software sobre medios continuos, normalmente utilizados en la ingeniería. Esta falla no genera riesgo público sino riesgo de operación de la red (pérdida de servicio).

7.3.2.1 ACUEDUCTO

La tabla 7.6 muestra el software usado para las diferentes topologías de falla definidas.

La falla de mayor interés en la red de acueducto a representa la rotura de tuberías, su modelación resulta algo compleja, no se encontró software que modelara la falla y los modelos de soporte físico llegan a definir solamente el punto de inicio de la falla, no la propagación de la misma.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

El software encontrado está relacionado con la modelación del escenario de propagación de la falla de rotura de tanques y embalses, y la falla de contaminación de sistemas de captación. No se encontró software aplicado a las fallas de los elementos lineales o tuberías; solo se identifico un modelo estocástico par evaluar rotura de tuberías por sismo.

Tabla 7-6 Software y modelos asociados a la red de acueducto.

Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observacion
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
Acueducto	Puntual	Tanque	Obstruccion										
Acueducto	Puntual	Tanque	Rotura			F	X					Mike 11	
Acueducto	Puntual	Tanque	Colapso										
Acueducto	Puntual	Embalse	Obstruccion										
Acueducto	Puntual	Embalse	Rotura			F	X					Mike 11	
Acueducto	Puntual	Embalse	Rebose			F	X					Mike 11	
Acueducto	Puntual	Embalse	Contaminacion			F	X					PLUMES	
Acueducto	Puntual	Planta de tratamiento	Obstruccion										
Acueducto	Puntual	Planta de tratamiento	Rotura	F									Ficha
Acueducto	Puntual	Planta de tratamiento	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Acueducto	Puntual	Sistemas de Bombeo	Obstruccion										
Acueducto	Puntual	Sistemas de Bombeo	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Acueducto	Puntual	Sistemas de Bombeo	Rotura										
Acueducto	Puntual	Sistemas de Captacion	Obstruccion										
Acueducto	Puntual	Sistemas de Captacion	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Acueducto	Puntual	Sistemas de Captacion	Rotura										
Acueducto	Puntual	Sistemas de Captacion	Contaminacion			N	X					PLUMES	
Acueducto	Lineal	Lineas matrices	Desplazamiento	N								PLAXIS	
Acueducto	Lineal	Lineas matrices	Rotura	E									Rotura tuberia por sismos
Acueducto	Lineal	Red matriz	Obstruccion										
Acueducto	Lineal	Red matriz	Desplazamiento	N								Plaxis	
Acueducto	Lineal	Red matriz	Rotura	E									Rotura tuberia por sismos
Acueducto	Lineal	Accesorios	Obstruccion										NM
Acueducto	Lineal	Accesorios	Desplazamiento										NM
Acueducto	Lineal	Accesorios	Rotura										NM

Existe en la literatura un software llamado VSAT que evalúa la vulnerabilidad de la red de acueducto o alcantarillado frente a amenazas naturales y socio naturales, desarrollado por la empresa PA Consulting Group y sugerido en los documentos Guidelines for Implementing Performance Assessments of Water Systems y Seismic Fragility Formulations for Water Systems, de la Federal Emergency Management Agency (FEMA) y la American Society of Civil Engineers (ASCE)

En la consulta inicial se determino que este software esta enfocado a evaluar la vulnerabilidad de la red y no involucra la valoración de los daños generados por la falla del elemento, que configuraría el riesgo público. También se trato de obtener una copia de la aplicación, de libre uso, pero no fue posible; la Interventoría contacto a Paul Whitaker y la respuesta que se obtuvo fue que el software es de uso restringido a Estados Unidos y se recibió un ofrecimiento de asesoría personalizada.

Como conclusión se puede decir que no se encuentran metodologías y / o modelos que evalúen el riesgo público por falla de los elementos de la red de acueducto.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.3.2.2 ALCANTARILLADO

La tabla 7.7 muestra el software ofertado para los diferentes tipos de falla que pueden ser generadas en cada elemento que compone la red de alcantarillado.

Para la evaluación de riesgo publico para esta red, no se encuentran metodologías y menos software que permita el modelamiento de alguna de las fases.

Tabla 7-7 Software y modelos asociados a la red de alcantarillado

Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observacion
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
Alcantarillado	Puntual	Planta de tratamiento	Obstruccion										
Alcantarillado	Puntual	Planta de tratamiento	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Alcantarillado	Puntual	Planta de tratamiento	Rotura										
Alcantarillado	Puntual	Estaciones elevadoras	Obstruccion										
Alcantarillado	Puntual	Estaciones elevadoras	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Alcantarillado	Puntual	Estaciones elevadoras	Rotura										
Alcantarillado	Puntual	Estructuras de control	Obstruccion										
Alcantarillado	Puntual	Estructuras de control	Desplazamiento	N	X								SAP 2000
Alcantarillado	Puntual	Estructuras de control	Rotura										
Alcantarillado	Puntual	Estructuras de control	Colapso										
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Obstruccion										
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Desplazamiento										
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Explosion			N	X	C				Varios	
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Rotura	E									Rotura tuberia por sismos
Alcantarillado	Lineales	Redes principales	Desbordamiento										

No se identificaron modelos ni software aplicables a los tipos de falla de esta red. En este sentido, la modelación debe inicialmente enfocarse al uso de modelos conceptuales y técnicas afines como la construcción de árboles de eventos y la herramienta criterio de expertos.

Eventualmente para la falla tipo explosión se puede encontrar modelos para el escenario de propagación según la tipología de la explosión, que en este caso resulta complejo el entendimiento del proceso de generación de explosión. Es de anotar que este tipo de eventos se presentan con muy baja frecuencia pero pueden ser altamente destructivos como el caso de las explosiones del alcantarillado de Guadalajara en 1992.

7.3.2.3 ENERGÍA ELÉCTRICA

La tabla 7.8 muestra el software ofertado para las fallas de cada elemento que compone la red de energía eléctrica.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La modelación de las fallas en esta red se enfoca principalmente al uso de modelos conceptuales y modelos de soporte físico sencillos para el caso de las caídas y el volcamiento, modelos que se adelantan bajo la base del equilibrio de fuerzas. La rotura y el colapso estructural se pueden llegar a modelar en el caso de las torres metálicas.

De los elementos componentes de la red, las torres permiten que se modele la falla tipo rotura, por medio del programa ACCUPAK, siempre y cuando estas correspondan a estructuras metálicas tipo celosía.

Tabla 7-8 Software y modelos asociados a la red de energía eléctrica

Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observacion
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
Energia electrica	Puntual	Centrales de generacion	Incendio			N	X	E				Varios	
Energia electrica	Puntual	Centrales de generacion	Explosion			N	X	E				Varios	
Energia electrica	Puntual	Centrales de generacion	Colapso										
Energia electrica	Puntual	Subestaciones	Incendio			X	C N	E				Varios	
Energia electrica	Puntual	Subestaciones	Explosion			X	C N	E				Varios	
Energia electrica	Puntual	Subestaciones	Caida	F									
Energia electrica	Puntual	Subestaciones	Rotura										
Energia electrica	Puntual	Torres	Desplazamiento										
Energia electrica	Puntual	Torres	Volcamiento	F		F							Altura de la torre
Energia electrica	Puntual	Torres	Rotura	N	X							ACCUPAK	
Energia electrica	Puntual	Torres	Colapso	N	X							ACCUPAK	
Energia electrica	Puntual	Postes	Desplazamiento										
Energia electrica	Puntual	Postes	Volcamiento	F		F							Altura de la torre
Energia electrica	Puntual	Postes	Rotura										
Energia electrica	Puntual	Cajas de inspeccion	Desplazamiento										NM
Energia electrica	Puntual	Cajas de inspeccion	Rotura										NM
Energia electrica	Lineales	Red alta tension	Rotura										
Energia electrica	Lineales	Red alta tension	Caída	F									
Energia electrica	Lineales	Red alta tension	Arco eléctrico										
Energia electrica	Lineales	Red media y baja tension	Rotura										
Energia electrica	Lineales	Red media y baja tension	Caída	F									
Energia electrica	Lineales	Red media y baja tension	Arco eléctrico										

Los eventos de riesgo publico mas frecuentes son tal vez la electrocución de personas debido a fallas de origen antrópico no intencional - conductas negligentes, los cuales son procesos complejos de difícil modelación porque dependen de la acción del hombre.

Por otra parte, las fallas de los elementos de la red de energía eléctrica que pueden ser modeladas en su escenario de propagación son la explosión y el incendio, definidas como fallas tecnológicas, que en general han sido muy estudiadas y poseen software.

Es conveniente agregar que al producirse una falla en un sistema eléctrico es posible que se presenten eventos encadenados que pertenezcan a distintos tipos de falla y por lo tanto

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

requieran herramientas de modelación y análisis para cada evento que compone la falla general.

Sin embargo, se debe reconocer que ninguna falla será exactamente igual a otra, por lo tanto la clasificación, la caracterización y sobretodo la modelación de las mismas es una labor compleja que no ha permitido, por lo menos hasta el momento, establecer mediante una única metodología, formulación o software, modelar la falla; por ejemplo cualquier tipo de explosión en diferente tipo de transformador, ubicado en diversos lugares y en cercanía de distintos tipos de vulnerabilidad de estructuras y de población.

Para llegar a encontrar un software integral en esta materia, falta tener en cuenta el análisis de causas, la respuesta del sistema en el cual se encuentra el equipo involucrado en la falla, la operación de los sistemas de protección, localización, análisis de sensibilidad ante variables críticas, etc.

Citando como ejemplo el incendio de transformadores, o el incendio de una planta operando con combustible como sistema de respaldo, cuando se produce un escape de un líquido inflamable se pueden generar diferentes tipos de incendio, según el tipo de escape y el lugar donde se produzca, y por lo tanto un software debería ser capaz de distinguir cada caso y aplicar el modelo y los cálculos respectivos.

En general, las fallas de esa red que producen riesgo público son de baja frecuencia y de un alto grado de dificultad en su evaluación, se recurre a eventos históricos y a criterio de expertos para su evaluación.

No se encontraron modelos para evaluar vulnerabilidad y el riesgo producido por fallas en esta red. Para la valoración de vulnerabilidad de las fallas de incendio y explosión eventualmente puede utilizarse el modelo de Probit, como principal referencia en las fallas de origen tecnológico.

7.3.2.4 MOVILIDAD

La tabla 7.9 muestra el software que puede ser usado para la modelación de cada fase y en función de cada elemento de la red de movilidad.

Los modelos y software asociados a la interrupción y represamiento, se encuentran relacionados con las fases de falla, de escenario de propagación y la evaluación de la

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

vulnerabilidad. La aplicación de estos software permite obtener las colas generadas, los tiempos de demora y la congestión de la red.

Para el caso de los accidentes no se encontraron modelos y o software que permitan el modelamiento de estos. Se encontró una metodología estocástica para estimar los costos de accidentes de tránsito (vulnerabilidad).

Para el caso del transporte férreo y aéreo no se encontraron modelos ni software para ninguna de las fases de evaluación de Riesgo Público por redes de servicios públicos.

Tabla 7-9 Software y modelos asociados a la red de movilidad

Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observacion
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
Movilidad	Terrestre	Puentes	Interrupcion			F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Puentes	Accidentes					E					Costos accidentes transito
Movilidad	Terrestre	Terminales	Accidentes										
Movilidad	Terrestre	Carreteras	Represamiento	F	X	F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Carreteras	Interrupcion	F	X	F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Carreteras	Accidentes					E					Costos accidentes transito
Movilidad	Terrestre	Vias urbanas	Represamiento	F	X	F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Vias urbanas	Interrupcion	F	X	F	X					Varios	TSIS - CORSIM / TRANSYT 7F / SYNCRO SIM TRAFFIC / VISSIM
Movilidad	Terrestre	Vias urbanas	Accidentes					E					Costos accidentes transito
Movilidad	Ferreo	Pasos elevados	Interrupcion										
Movilidad	Ferreo	Pasos elevados	Accidentes										
Movilidad	Ferreo	Terminales	Accidentes										
Movilidad	Ferreo	Vias	Interrupcion										
Movilidad	Ferreo	Vias	Accidentes										
Movilidad	Aereo	Aeropuertos	Accidentes										
Movilidad	Aereo	Corredores aereos	Accidentes										

7.3.2.5 TELECOMUNICACIONES

La tabla 7.10 muestra los modelos y/o software que puede ser usado para la evaluación de Riesgo público, definidas para cada elemento y por tipo de falla.

Los tipos de fallas que pueden ser modeladas en la fase de falla y de propagación son el desplazamiento, la caída y el volcamiento. Las caídas y el volcamiento se pueden evaluar mediante modelos simples de soporte físico, software específico no se encuentra.

La rotura de torres metálicas puede ser modelada con el programa ACCUPAK, pero para la rotura de otras estructuras como los monopolos o las estructuras en concreto no se encuentran modelos y/o software asociados a estos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 7-10 Software y modelos asociados a la red de telecomunicaciones

Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observacion
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
Telecomunicaciones	Alambrico	Centrales - Subcentrales	Obstruccion										
Telecomunicaciones	Alambrico	Centrales - Subcentrales	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Telecomunicaciones	Alambrico	Centrales - Subcentrales	Rotura										
Telecomunicaciones	Alambrico	Torres	Obstruccion										
Telecomunicaciones	Alambrico	Torres	Volcamiento	F		F							Equilibrio de Momentos - Altura de la Torre
Telecomunicaciones	Alambrico	Torres	Desplazamiento	N	X							ACCUPAK	
Telecomunicaciones	Alambrico	Torres	Rotura			N	X					ACCUPAK	
Telecomunicaciones	Alambrico	Redes	Caida										
Telecomunicaciones	Alambrico	Redes	Desplazamiento										
Telecomunicaciones	Alambrico	Redes	Rotura										
Telecomunicaciones	Inalambrico	Torres - Monopolos	Volcamiento	F		F							Equilibrio de Momentos - Altura de la Torre
Telecomunicaciones	Inalambrico	Torres - Monopolos	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Telecomunicaciones	Inalambrico	Torres - Monopolos	Rotura			N	X					ACCUPAK	
Telecomunicaciones	Inalambrico	Central de conmutacion	Obstruccion										
Telecomunicaciones	Inalambrico	Central de conmutacion	Volcamiento										
Telecomunicaciones	Inalambrico	Central de conmutacion	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Telecomunicaciones	Inalambrico	Central de conmutacion	Rotura										
Telecomunicaciones	Inalambrico	Estaciones transmisoras	Volcamiento										
Telecomunicaciones	Inalambrico	Estaciones transmisoras	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Telecomunicaciones	Inalambrico	Estaciones transmisoras	Rotura										
Telecomunicaciones	Inalambrico	Antenas repetidoras	Volcamiento	F		F							Equilibrio de Momentos - Altura de la Torre
Telecomunicaciones	Inalambrico	Antenas repetidoras	Desplazamiento										
Telecomunicaciones	Inalambrico	Antenas repetidoras	Rotura										

7.3.2.6 GAS

La tabla 7.11 muestra los modelos y/o software que puede ser usado para la evaluación de Riesgo público, definidas para cada elemento de la red de gas y por tipo de falla.

La explosión y el incendio son las tipologías de falla sobre las cuales se encontraron modelos y software en la fase de propagación; existen varios software que pueden ser usados para este fin y sobre los cuales se hizo una explicación completa en la tabla 7.5.

No se encontraron modelos y/o software asociados a la fuente generadora de daño, para las topologías de falla obstrucción y rotura. La falla como el escape únicamente se modela para su escenario de propagación.

La evaluación de vulnerabilidad asociada a las fallas de origen tecnológico como la explosión, el incendio y los escapes, se puede realizar con un modelo estocástico para evaluación de daños corporales, específicamente el Modelo Probit. Para las demás topologías de falla (obstrucción, desplazamiento y rotura) no se encontró modelos de evaluación de vulnerabilidad.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 7-11 Software y modelos asociados a la red de gas

Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observacion
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
Gas	Puntual	City Gate	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Obstruccion										
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Explosion			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Incendio			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones reguladoras	Rotura										
Gas	Puntual	Centros de control	Obstruccion										
Gas	Puntual	Centros de control	Desplazamiento	N	X								SAP 2000 (Estructural)
Gas	Puntual	Centros de control	Explosion			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Centros de control	Incendio			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Centros de control	Rotura										
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Obstruccion										
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Desplazamiento										
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Explosion			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Incendio			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Escapes			N	X	E				Varios	
Gas	Puntual	Estaciones vehiculares	Rotura										
Gas	Puntual	Contadores domiciliarios	Obstruccion										NM
Gas	Puntual	Contadores domiciliarios	Desplazamiento										NM
Gas	Puntual	Contadores domiciliarios	Rotura										
Gas	Puntual	Contadores domiciliarios	Escapes			N	X	E				Varios	
Gas	Lineal	Red troncal de distribucion	Obstruccion										
Gas	Lineal	Red troncal de distribucion	Desplazamiento										
Gas	Lineal	Red troncal de distribucion	Rotura	E									Rotura tuberia por sismos
Gas	Lineal	Red troncal de distribucion	Explosion			N	X	C				Varios	
Gas	Lineal	Red troncal de distribucion	Incendio			N	X	C				Varios	
Gas	Lineal	Redes	Desplazamiento										
Gas	Lineal	Redes	Rotura	E									Rotura tuberia por sismos
Gas	Lineal	Redes	Escapes			N	X	C				Varios	
Gas	Lineal	Redes	Explosion			N	X	C				Varios	
Gas	Lineal	Redes	Incendio			N	X	C				Varios	

7.3.2.7 RESIDUOS

La tabla 7.12 muestra los modelos y/o software que puede ser usado para la evaluación de riesgo público, definidos para cada elemento de la red de residuos y por tipo de falla.

Para las tipologías de falla definidas para esta red no se encontró software que pueda ser usado para evaluar propiamente el mecanismo de falla. Para la modelación de la misma se recurre a modelos conceptuales.

Las fallas de incendios, explosión y derrames pueden ser simuladas con modelos de soporte físico para la fase de propagación. Para la simulación de la propagación de una pluma, se encontró buena oferta de software, los cuales están diseñados para evaluar la dispersión de la pluma en medios como aire, el agua o el suelo.

Para la evaluación de vulnerabilidad corporal puede implementarse el uso del modelo estocástico conocido como Probit, tanto para las fugas como para las demás fallas de la red.

En general, las tipologías de falla de la red pueden ser enfocadas en forma conceptual.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Tabla 7-12 Software y modelos asociados a la red de residuos

Red	Tipo	Elemento	Falla	FGD		ESC		VUL		RG		Software	Observación
				Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof	Mod	Sof		
RRS		Generador	Fugas			F		E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Generador	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Generador	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Generador	Derrames			F	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vehículos	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vehículos	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vehículos	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vehículos	Derrames			F	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Almacenamiento	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Almacenamiento	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Almacenamiento	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Almacenamiento	Derrames			F	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Hornos de incineración	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Hornos de incineración	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Hornos de incineración	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Celdas de seguridad	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Celdas de seguridad	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Celdas de seguridad	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Rellenos sanitarios	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Rellenos sanitarios	Incendios			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Rellenos sanitarios	Explosiones			N	X	E					Probit para vulnerabilidad corporal
RRS		Vertimientos	Fugas					E					Probit para vulnerabilidad corporal

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

7.4 REVISIÓN ESTADO DEL ARTE ESP (ENCUESTAS)

7.4.1 GENERALIDADES

Se considero importante dentro del estudio, la realización de una encuesta a las entidades que forman parte de la Comisión de Infraestructura, Movilidad y Servicios Públicos Domiciliarios, establecida en el Decreto 332 de 2004, por el cual se organiza el Régimen y el Sistema para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá Distrito Capital, para establecer un primer acercamiento con dichas empresas y conocer el tratamiento de Riesgo Publico adoptado por las mismas.

Las empresas encuestadas se relacionan en la Tabla 7.13 indicando el contacto directo.

Tabla 7-13 Entidades a las cuales se remitió la encuesta sobre Riesgo Público por falla en las redes de servicios públicos.

ENTIDAD / EMPRESA	*CONTACTO*	*E_MAIL*
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE REHABILITACION Y MANTENIMIENTO VIAL	JHON JAIRO GONZALEZ	jhon.gonzalez@umv.gov.co
INTERCONEXION ELECTRICA S.A. - ISA	CARLOS MOLINA	caremolina@isa.com.co
EMPRESA DE TRANSPORTE DEL TERCER MILENIO - TRANSMILENIO	CARLOS GUTIERREZ	carlos.gutierrez@transmilenio.com.co
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y DE ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ	LUIS CARLOS MORALES	cmorales@acueducto.com.co
MINISTERIO DE COMUNICACIONES	WILIAM PEDRAZA	
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS - UAESP	ING. HUMBERTO DELGADO	hdelgado@uesp.gov.co
EMPRESA DE TELÉFONOS DE BOGOTÁ	OSWALDO BAYONA / ETX 3379	oswaldo.bayonab@etb.net.co
TELEFÓNICA TELECOM	CARLOS ISRAEL TRIANA MALDONADO	
INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU	GABRIEL RUIZ / MALLA VIAL	pgruizze1@idu.com.co
EMPRESAS PUBLICA DE MEDELLÍN - EPM - BOGOTÁ	MIGUEL FERNANDO CARDONA	
CODENSA S.A.	JOSE ORLANDO RAMIREZ	jramirezr@codensa.com.co
AVANTEL	CARLOS CASTILLO	ccastill@avantel.com.co
SECRETARIA DISTRITAL DE MOVILIDAD	MARIA CRISTINA GONZALEZ GALINDO	mgonzalez@movilidadbogota.gov.co
TIGO	PATRICIA MORENO / SALUD OCUP	patricia.moreno@tigo.com.co
TELEFÓNICA MOVISTAR	MAURICIO DUQUE	mauricio.duque@telefonica.com.co
GAS NATURAL S.A., E.S.P	FABIO DIAZ BECERRA	
EMPRESA DE ENERGÍA DE BOGOTÁ	ERNESTO MORENO RESTREPO	
EMGESA	GUSTAVO GOMEZ - RAFAEL ROZO	rrozogar@emgesa.com.co
COMCEL S.A.	OSCAR LEÓN EXT, 2622	oleon@comcel.com.co

La tabla 7.14 muestra el registro de seguimiento adelantado a la encuesta y las entidades que dieron respuesta oportuna a la misma.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

TABLA 7.14 GESTIÓN CON ENTIDADES PRESTADORAS DE SERVICIOS PÚBLICOS

ENTIDAD / EMPRESA	CONTACTO	E_MAIL	AVANCE GESTIÓN					OBSERVACIONES
			A	CT	CE	CP	R	
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL	JHON JAIRO GONZÁLEZ	jhon.gonzalez@umv.gov.co	X	X	X			PENDIENTE REUNIÓN
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A. - ISA	CARLOS MOLINA	caremolina@isa.com.co	X	X	X		X	REALIZANDO ANÁLISIS DE ENCUESTA
EMPRESA DE TRANSPORTE DEL TERCER MILENIO - TRANSMILENIO	CARLOS GUTIÉRREZ	carlos.gutierrez@transmilenio.com.co	X	X	X			PENDIENTE REUNIÓN
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y DE ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ	LUIS CARLOS MORALES	cmorales@acueducto.com.co	X	X	X			PENDIENTE REUNIÓN
MINISTERIO DE COMUNICACIONES	WILLIAM PEDRAZA		X	X			X	LA ENTIDAD COMUNICA NO TENER AFINIDAD CON EL TEMA.
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS - UAESP	ING. HUMBERTO DELGADO	hdelgado@uesp.gov.co	X	X	X	X		REUNIÓN REALIZADA , PENDIENTE RECIBO OFICIAL DE ENCUESTA
EMPRESA DE TELÉFONOS DE BOGOTÁ	OSWALDO BAYONA / ETX 3379	oswaldo.bayonab@etb.net.co	X	X	X		X	REALIZANDO ANÁLISIS DE ENCUESTA
TELEFÓNICA TELECOM	CARLOS ISRAEL TRIANA MALDONADO		X	X	X		X	REALIZANDO ANÁLISIS DE ENCUESTA
INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU	GABRIEL RUIZ / MALLA VIAL	pgruizze1@idu.com.co	X	X	X		X	REALIZANDO ANÁLISIS DE ENCUESTA
EMPRESAS PUBLICA DE MEDELLÍN - EPM - BOGOTÁ	MIGUEL FERNANDO CARDONA		X	X	X		X	PENDIENTE REUNIÓN
CODENSA S.A.	JOSÉ ORLANDO RAMÍREZ	jramirezr@codensa.com.co	X	X	X	X	X	REUNIÓN REALIZADA , PENDIENTE RECIBO OFICIAL DE ENCUESTA
AVANTEL	CARLOS CASTILLO	ccastill@avantel.com.co	X	X	X			PENDIENTE REUNIÓN
SECRETARIA DISTRITAL DE MOVILIDAD	MARIA CRISTINA GONZÁLEZ GALINDO	mgonzalez@movilidadbogota.gov.co	X	X	X	X		REUNIÓN REALIZADA , PENDIENTE RECIBO OFICIAL DE ENCUESTA
TIGO	PATRICIA MORENO / SALUD OCUP	patricia.moreno@tigo.com.co	X	X	X			PENDIENTE REUNIÓN
TELEFÓNICA MOVISTAR	MAURICIO DUQUE	mauricio.duque@telefonica.com.co	X	X	X			PENDIENTE REUNIÓN
GAS NATURAL S.A., E.S.P	FABIO DÍAZ BECERRA		X	X	X		X	REALIZANDO ANÁLISIS DE ENCUESTA
EMPRESA DE ENERGÍA DE BOGOTÁ	ERNESTO MORENO RESTREPO		X	X	X		X	REALIZANDO ANÁLISIS DE ENCUESTA
EMGESA	GUSTAVO GÓMEZ - RAFAEL ROZO	rrozogar@emgesa.com.co	X	X	X	X		REUNIÓN REALIZADA , PENDIENTE RECIBO OFICIAL DE ENCUESTA
COMCEL S.A.	OSCAR LEÓN Ext., 2622	oleon@comcel.com.co	X	X	X		X	REALIZANDO ANÁLISIS DE ENCUESTA

A : CONTACTO
CT: COMUNICACIÓN TELEFÓNICA
CE: COMUNICACIÓN E_MAIL
CP: COMUNICACIÓN PERSONAL (REUNIÓN)
R: RESPUESTA

Dicha encuesta busca conocer el estado del arte y los avances en el tema de evaluación de Riesgo Publico que ha logrado cada entidad, por lo cual se solicito a cada empresa diligenciar la encuesta diseñada y presentada en el anexo 7.1.

La encuesta se estructuro con los siguientes aspectos:

1. Información general

   Se busca identificar los servicios públicos prestados por la empresa, el porcentaje de cobertura en la ciudad y el tiempo durante el cual se ha prestado el servicio.

2. Identificación de la red

   Busca conocer los elementos y características generales de la red, la manera que cada empresa los define e identifica y la forma de almacenamiento de dicha información.

3. Eventos

   Tiene como fin determinar cuales son los eventos que generan falla en el sistema y los daños asociados a los mismos; si a empresa lleva un registro sistemático de dichos eventos y la forma de almacenamiento y manejo de los mismos. Igualmente se busca determinar la existencia de planes de contingencia para atender los daños reportados por los eventos.

4. Modelación

   Se pretende establecer de manera preliminar el avance en la estimación y valoración del riesgo de las redes, su enfoque, que herramientas y/o técnicas utilizan para la estimación del riesgo y específicamente de riesgo publico.

7.4.2 RESULTADOS

Las encuestas recibidas y diligenciadas por las empresas de servicios públicos (Anexo 7.2) permiten realizar un conocimiento básico de los cuatro aspectos anteriormente explicados. Las tablas 7.15, 7.16 y 7.17 muestran el resumen de la información recolectada la cual nos indican características generales que permiten conocer de manera intuitiva cual es la percepción por riesgo público de parte de las empresas.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

TABLA 7.15 IDENTIFICACIÓN DE LAS REDES AL REALIZAR ANÁLISIS DE ENCUESTAS

IDENTIFICACIÓN				SISTEMA ALMACENAMIENTO		
EMPRESA	**SERVICIO PUBLICO**	**%**	**TIEMPO**	**COMPONENTES FÍSICOS RED**	**SISTEMA**	**MECANISMO CONSULTA**
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA	ENERGIA ELECTRICA			líneas	Georeferenciacion	MAP Guide Enterprice
				estaciones		
				centro de control		
TELEFONICA TELECOM	TPBCL	90	12	centrales telefónicas		
	LD	100	62	red troncal digital		
	DATOS	100	20			
	INTERNET	100	12			
	BANDA ANCHA	90	5			
GAS NATURAL	GAS	86	20	red de alta presión	Oracle 91 - ArdSDE	
				red de media presión		
				estaciones de regulación		
				estaciones industriales		
				gas natural vehicular		
				válvulas		
COMCEL	TELEFONÍA CELULAR MÓVIL	100	15	Fibras ópticas de interconexión		
				equipos transmisión SDH		
				equipos de energía DC		
				Soft Switch y MW		
				Plantas de generación de energía		
				Transferencia de energía		
				Routers y SBC		
IDU	MANTENIMIENTO	12	37	calzadas	oracle espacial	Arc Gis
	CONSTRUCCION	0,15	37	andenes		
	ESPACIO PUBLICO	7	37	ciclo rutas		
				alamedas		
				plazoletas		
				puentes vehiculares		
				puentes peatonales		
ISA	ENERGIA ELECTRICA		32	líneas	SINAUT SPECTRUM	En línea desde Medellín
				Transformadores		
EPM Bogota	TELECOMUNICACIONES	68	11	Cables primarios	ARC GIS Autocad	ARCEXPLORER
				nodos		
				Fibras ópticas de interconexión		
				armarios		
				celdas		
				cajas		
				postes		
				Cables secundarios		
CODENSA	SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA	100	11	Torres de líneas de transmisión	SDA	Terminales de las sedes
				Cables de alta, media y baja tensión		
				Postes en concreto		
				Subestaciones de potencia		
				Cámaras de inspección		
				Transformadores de poste		
				Subestaciones de sótano		
				Cableado de fibra óptica		
				Subestaciones de parque		
				Subestaciones pedestal		
				Dispositivos de maniobra de poste		
				Canalizaciones		
ETB	VOZ	100	125	Centrales de conmutación de voz		Sistemas de gestión
	DATOS	100	14	Equipos de transmisión		
	INTERNET	100	10	Fibra óptica		
				Backbone de la red de datos		
				Edge d ela red de datos e Internet		
				Data base		
				Accesos a Internet		
				Acceso satelital		
UESP	RESIDUOS SOLIDOS RECOLECCION DE RESIDUOS		24	Tubería de gas	GPS	GPS Rutas
				RSDJ mas lixiviados		
				Sistema de lixiviados		
				Puntos de almacenamiento temprano		
TIGO	TELEFONIA MOVIL	95	6	Torres	Servidor con nodos	intranet
	DATOS MOVILES	95	6	Centrales		
				Mástiles		
				Oficinas		

TABLA 7.16 INFORMACIÓN RECOPILADA EN ENCUESTAS - EVENTOS

	REGISTRO EVENTOS																
			INFO REGISTRADA														
EMPRESA		FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	SISTEMA	PLAN CONTINGENCIA
EEB	SI	1999	x	x			x		x							RVEM	si
Telecom	SI	2005	x	x	x	x	x	x		x		x			x	Control de incidentes	si
Gas Natural	SI		x	x	x	x	x	x			x		x		x	SGN	si
Comcel	NO															TABLAS DE EXCEL	si
IDU	SI	2003		x		x										Equipo master	
ISA	NO															SAP	si
EPM	SI	2004	x	x	x		x	x	x							FÉNIX	si
CODENSA	SI	2001														SGI	si
ETB	SI	1995	x	x	x		x	x		x			x	x		SIRMA y SERVICE DESK	si
UESP	SI	1986	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	Reportes en papel / digitales	si
TIGO	SI	2003	x	x	x	x	x	x	x	x						Bases de datos	si

INFORMACIÓN REGISTRADA	
1	Tipo de evento
2	Fecha de ocurrencia
3	Área de influencia
4	Intensidad
5	Causa del daño
6	Características de la red afectada
7	Eventos relacionados
8	Daños en los elementos del sistema
9	Afectación a las personas
10	Daños en estructuras aledañas
11	Daños a terceros
12	Otros servicios afectados
13	Costos de reparación

TABLA 7.17 INFORMACIÓN RECOPILADA EN ENCUESTAS - MODELACIÓN

	MODELACIÓN																						
	EVENTOS														QUE INVOLUCRAN					APLICACIONES				
EMPRESA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	FALLA	DAÑOS	SOFTWARE	PARÁMETROS	ÉXITO
EEB		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	NO	SI	PSS/E V,31	Topología red, escenarios de generación y demanda	si
Telecom																				NO	NO			
Gas Natural	x																			SI	SI	WINFLOW	Tuberías sin operar, cambios de presión en captación	si
Comcel	x			x				x			x	x				x	x	x		NO	NO			
IDU																				NO	NO			
ISA																				NO	NO		Parámetros técnicos	
EPM	x										x	x			x	x	x			NO	NO			
CODENSA	x	x		x				x			x	x	x		x	x	x	x	x	NO	NO			
ETB										x						x	x			SI	SI		Caída parcial o total del servicio	si
UESP	x		x		x										x	x	x	x	x	NO	NO		Controles físicos de instrumentación	
TIGO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	SI	SI	Fabricantes	Código sitio, duración evento, causa, solución, seguim	si

EVENTOS	
1	Sismos
2	Vendavales
3	Deslizamientos
4	Inundaciones
5	Hundimientos
6	Incendios Forestales
7	Avenidas Torrenciales
8	Explosiones
9	Escapes
10	Roturas
11	Incendios Forestales
12	Sobrecargas
13	Accidentes de Transito
14	Accidentes Férreos
15	Otros

ESTUDIOS INVOLUCRADOS	
1	Inventario de Emergencias
2	Identificación de Causas de Falla
3	Definición de Tipos de Falla
4	Identificación de Redes Vulnerables
5	Monitoreo de los Eventos

A continuación se clasifican las características encontradas en los 4 aspectos anteriormente explicados.

7.4.2.1 Información general

Los servicios ofrecidos por las empresas están definidos en función de los productos ofrecidos y de su operación, especialmente en la red de telecomunicaciones, por lo cual se requiere entrara a definir con precisión la red a evaluar dentro del contexto de Riesgo Público o Riesgo funcional.

Para el caso de la red de movilidad, las tres empresas responsables del tema no presentan claridad en cuanto a su rol como empresas de servicio público de movilidad. Se requiere definir con mayor claridad este sistema.

7.4.2.2 Identificación de la red

La tabla 7.14 presenta la identificación de la red según la recopilación de información de encuestas.

Las empresas definen los componentes físicos de la red en términos de la operación del servicio, los cuales son definidos específicamente para cada red y para el servicio ofrecido. Por ejemplo para las empresas de telefonía fija, se presentan elementos como la fibra óptica, el acceso satelital, la red troncal digital y los nodos.

Además, los componentes físicos se presentan en orden de importancia según su utilidad en la operación y de la dependencia del servicio de estos elementos, frecuentemente asociados a la cantidad. Caso específico se observa con las empresas de energía, donde estos definen las líneas y torres como principales elementos mientras en la empresa de gas sus elementos principales son las líneas de tuberías de alta y media presión

Según la información suministrada, los sistemas de almacenamiento de información del sistema y operación de las redes corresponden a plataformas y tecnologías distintas y adaptadas a las necesidades de cada red. Cada empresa posee características de software y hardware diferentes y los formatos de las bases de datos no son los mismos. El sistema de georeferenciación usado por cada empresa no se puede establecer con la información suministrada.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

De la misma forma, los mecanismos de consulta son diferentes y son concordantes con cada sistema de información.

Lo anterior implica la necesidad de trabajo mancomunado con cada una de las empresas para establecer la red básica para el estudio de Riesgo Público.

7.4.2.3 Eventos

La mayoría de las entidades registran sistemáticamente la evaluación de daños por eventos de falla en sus redes. Las empresas que cuentan con una plataforma digital para el registro de estos eventos son Gas Natural, Codensa, Telefónica Telecom, ETB, Tigo y UESP (relleno sanitario), los cuales utilizan software y estructuras de bases de datos.

Los registros de eventos de falla están enfocados o hacen énfasis en la operación de la red o perdida de servicio, mas que en el daño a terceros (Riesgo Público), inclusive se registran salidas de operación del sistema por mantenimiento.

Los planes de contingencia hacen parte de las políticas de las empresas. Se observa que están enfocados a atender daños que afectan la operación y funcionalidad de la red. Algunos de ellos involucran como factores externos que producen la falla de la red eventos naturales y socio naturales, especialmente los sismos.

7.4.2.4 Modelación

Las evaluaciones de riesgo estimadas por las empresas se enfocan en valorar los riesgos internos de la red y del propio sistema, más no a evaluar riesgo publico (externo de la red).

La evaluación del riesgo esta enfocada a evaluar los daños debidos a las fallas tecnológicas (incendio, explosión, sobrecargas) hacia el interior de la red. Algunos estudios involucran los eventos naturales o socio naturales, especialmente los sismos e inundaciones. Se destaca la empresa Tigo que reporta estudios de riesgo para los eventos incluidos en la lista sugerida y la Empresa de Energía de Bogota que considera todos los eventos excepto los accidentes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Los estudios de riesgo involucran principalmente la identificación de las causas de falla y la definición de los tipos de falla en mayor medida, pero pocas empresas reportan el uso de aplicaciones (modelo o software) que permitan modelar la falla y/o los daños. Las empresas Tigo, Gas natural y ETB reportan software para simular ambos casos, pero los cuales están enfocados a evaluar el impacto operacional. Estos contemplan desde la definición de la topología de la red hasta la estimación de la caída parcial o total del servicio, bajo un escenario de generación de daño.

7.4.3 CONCLUSIONES

Para el contexto de riesgo público generado por RSP se requiere realizar un trabajo conjunto con las empresas que busque unificar terminología y criterios para conformar una línea base de información que permitan adelantar las evaluaciones de riesgo público que requiere la ciudad.

Cada empresa define topológicamente su red o sistema según sus requerimientos técnicos, de operación y de negocio. Dicha información para ser usada con fines de evaluación de RP x RSP debe ser organizada de común acuerdo con cada entidad.

El uso de plataformas tecnológicas para captura, almacenamiento y manejo de información de una red y su operación difiere de una empresa a otra, lo que dificulta la integración de las redes requerida para la gestión de riesgo público.

Se presenta una amplia gama de tipos de falla, cada empresa define sus tipos según su experiencia y conocimiento de su red. Estos responden más a criterios de operación y servicio como lo exige la norma. No se evidencia que las empresas le den importancia al registro de la fallas de la red que produzcan daño a personas o infraestructura externa a la red, mientras los reportes obedecen a estándares de SISO.

En cuanto a la evaluación de riesgo, las respuestas indican que estas evaluaciones se enfocan a cuantificar los daños de la propia red y no contemplan los daños posibles al exterior – Riesgo Público.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CAPITULO 8

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 298

8.1 CONCLUSIONES GENERALES 298

8.2 CONCLUSIONES SOBRE MODELOS Y/0 SOFTWARE 300
8.2.1 FASE DE EVALUACIÓN DE RIESGO 301
8.2.2 FASE DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD 301
8.2.3 FASE DE EVALUACIÓN DE ESCENARIO DE PROPAGACIÓN 302
8.2.4 FASE DE EVALUACIÓN DE MECANISMO DE FALLA 302
8.2.5 FASE DE EVALUACIÓN DE EVENTOS DESENCADENANTES 303

8.3 CONCLUSIONES - EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS. 303

8.4 LÍNEAS DE ACCIÓN 304

8.4.1 LÍNEA DE ACCIÓN 304
IDENTIFICACIÓN DE RIESGO PARA GENERAR, EVALUAR Y ADMINISTRAR LA INFORMACIÓN 304
8.4.1.1 Detección temprana 305
8.4.1.2 Valoración del riesgo 306
8.4.1.3 Identificación de alternativas de gestión 307
8.4.2 PLANTEAMIENTO DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO DE LAS FASES DE GESTIÓN DE RIESGO PUBLICO POR REDES DE SERVICIO PÚBLICO. 309
8.4.3 DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS 309

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CAPITULO 8

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES GENERALES

La hipótesis que la evaluación y administración de riesgo público en redes de servicios público esta en sus inicios en la ciudad se corrobora con el presente trabajo. Pero igualmente se reconoce el avance logrado por la ciudad en la evaluación y administración de los riesgos de origen natural y/o socio natural, que permite bajo las bases conceptuales sobre las cuales se desarrollaron estos, plantear y desarrollar el marco conceptual y metodológico para la evaluación y administración de riesgo publico por redes de servicio público.

Igualmente, se reconoce el avance de la Ciudad en la gestión del riesgo, principalmente en aspectos como normatividad y la adopción de planes específicos para la gestión, que resultan favorables para el desarrollo de la gestión de riesgo público en redes de servicio público. Por otra parte la normatividad vigente que regula la prestación del servicio público de cada empresa prestadora del servicio involucra el tema de riesgo y más específicamente el riesgo asociado a eventos naturales y socio naturales, aspecto favorable para el desarrollo de la gestión del riesgo que se adelante con las empresas de servicios.

Se presenta como resultado de esta primera fase una propuesta conceptual sobre la cual se debe abordar la evaluación de riesgo público por redes, ver figuras 3.1 y 3.2. El marco conceptual parte de la identificación clara del sistema y de la definición de cada uno de sus componentes; el sistema se desarrolla tomando como eje articulador los posibles mecanismos de falla de los elementos de cada red, y a partir de estos se establecen los demás componentes.

Los elementos del sistema son:

Fp: Factores permanentes
Fd: Factores desencadenantes
PF: Probabilidad de ocurrencia el fenómeno (falla)
FGD: Fuente generadora de daño
EP: Escenario de propagación
E: Elemento expuesto - Vulnerabilidad
I: Intensidad del fenómeno

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Rs: Riesgo específico o pérdidas relativas PR
Rg: Riesgo total
V: Valor del elemento E

El estudio igualmente define los tipos de falla que se pueden presentar en los elementos que componen las redes de servicio públicos y que pueden llegar a generar riesgo público, este propuesta de tipología de fallas debe estar validada con los tipos de falla o daños que cada operador tenga establecido para su red, no todos los daños definidos por las empresas generan riesgo publico.

Entendiendo la complejidad de los sistemas que conforman las redes se presenta para cada red una propuesta de los elementos que las definen. Esta identificación de elementos se plantea para fines de evaluación de riesgo publico en función de los elementos de la red (puntuales o lineales) y la posible tipología de falla, por tanto es de esperarse que los componentes de la red definido difiera de los componentes establecidos por cada entidad prestadora de servicio, los cuales obedecen mas a criterios operativos y estratégicos.

Partiendo de la complejidad de las diferentes redes de servicios públicos y las grandes diferencias físicas y operacionales de una red a otra, el marco conceptual y los componentes que definen cada red, se deben establecer para cada una de ellas, especialmente en la definición de la tipología de falla (fuente generadora de daño) y de la red prioritaria. Se recomienda que la definición del marco conceptual y de los componentes de cada red se realice o adelante con las correspondientes ESP, toda vez que el tema de riesgo público generado por las redes aun no esta siendo asumido por las empresas según la visión establecida en el Plan Distrital para Prevención y Atención de Emergencias.

Esta labor debe realizarse especialmente sobre las redes de movilidad y de recolección y disposición de residuos, las cuales presentan los más bajos niveles de desarrollo del tema de riesgo público.

Se puede afirmar que la ciudad ha avanzado en el conocimiento de las amenazas de origen natural, socio natural y antrópicas no intencionales (amenazas tecnológicas), se cuentan con estudios a escalas intermedias y estudios de detalle, información que permite abordar el tema de riesgo por redes de servicio publico ya con un conocimiento de los factores que pueden generar la falla de las redes, representando un avance significativo en el desarrollo metodológico del tema.

El desarrollo metodológico del estudio de riesgo público generado por las redes requiere como insumo base la definición de la red física de cada sistema a una escala adecuada concordante con el nivel de detalle establecido para los resultados esperados (línea base).

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Aprovechando las tecnologías actuales en cartografía digital, se recomienda generar una plataforma georeferenciada sobre la cual se soporte la información de todas las redes de servicios que hoy operan en la ciudad, la cual a su vez permite establecer escenarios de riesgo público por redes de servicio público, para la gestión del mismo.

Dada la variedad de tecnologías, a nivel de hardware y software, que las empresas están utilizando para administrar cada uno de sus redes, se recomienda establecer una estructura de datos que permita el manejo de información de todas las redes bajo la misma plataforma geográfica. Esto permitirá en las etapas posteriores poder adelantar la modelación escenarios de riesgo, especialmente determinar la posibilidad de eventos en cadena o conexos.

La revisión del estado del arte en la evaluación de riesgo público por redes de servicio público, muestra que no existen metodologías específicas para la evaluación del riesgo público por redes, y en la misma medida encontrar modelos y/o aplicaciones en software no es posible.

Dado lo anterior para poder abordar la revisión del estado del arte, el estudio establece un protocolo de evaluación con cinco fases en función del marco conceptual definido – ver figura 6.2, cada una de las cuales se miro de manera independiente para efectos de establecer la oferta en cuanto a modelos y software existentes en el mercado. Las conclusiones de la revisión para cada una de las fases se presentan en el numeral siguiente.

Como conclusión general se puede afirmar que existen modelos, software y metodologías específicas para evaluar uno o dos fases del protocolo, especialmente la fase de escenario de propagación y están asociados principalmente a los mecanismos de falla como la explosión y fuego. Para los demás mecanismos de falla difícilmente se encuentra software y se recurre a la modelación de soporte físico y/o modelos conceptuales para las fases de falla del elemento de la red y de escenario de propagación.

Las conclusiones del estado del arte de cada red se presentan en los siguientes numerarles del presente capitulo.

8.2 CONCLUSIONES SOBRE MODELOS Y/0 SOFTWARE

La investigación de modelos y software existentes fue adelantada con base en las fases establecidas en el protocolo de evaluación de riesgo público por Redes de Servicios Públicos. Este estudio arrojó como resultado principal la ausencia de metodologías, métodos y software que evalúen riesgo público por RSP en todas sus fases.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

A continuación se presentan las conclusiones de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación y los posibles enfoques que se sugieren en cada etapa teniendo en cuenta las características y de las fallas de las redes.

8.2.1 Fase de evaluación de riesgo

Dentro del trabajo investigativo no se encontraron modelos y/o software para la evaluación de riesgos público (cuantificación de daños y pérdidas) generado por una red de servicio público especifica. De esta manera se requiere que se implementen metodologías para estimación de costos y para establecer para cada red la aceptabilidad o tolerancia de los riesgos evaluados.

Si la tipología de falla de la red es similar a una falla tecnológica, se pueden acudir a metodologías existentes para la evaluación de riesgos tecnológicos, las cuales utilizan modelos semi cuantitativos con un gran componente de criterio de experto.

8.2.2 Fase de evaluación de vulnerabilidad

No existe un modelo de evaluación de vulnerabilidad aplicado por tipo de falla o red.

La vulnerabilidad podría evaluarse en la medida que se apliquen modelos o software en la fase de propagación, espacialización que es vital para determinar intensidades de daño y por ende la vulnerabilidad de las personas e infraestructura.

La industria utiliza ampliamente el modelo Probit para evaluar afectación de personas por eventos tecnológicos con alguna potencia de daño. Este modelo puede ser aplicado en aquellas fallas de las redes que presenten características similares a las fallas de origen tecnológico, como ejemplo las explosiones, los incendios, los escapes, los derrames y las fugas.

La evaluación de vulnerabilidad por falla de las redes de servicios públicos debe realizarse para cada caso específico bajo unos lineamientos metodológicos y con una definición de herramientas variables a evaluar.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

8.2.3 Fase de evaluación de escenario de propagación

Los modelos encontrados en la investigación indican un mayor desarrollo en el análisis de la propagación de la falla, por encima de las modelación del mecanismo o fenómeno de falla mismo. De estos modelos se observa un mayor porcentaje sobre las tipologías de falla tecnológicas (explosiones, incendios, derrames y fugas), que siendo de origen fisicoquímico, poseen modelos y software de soporte físico en gran variedad.

Estos modelos de propagación son de gran importancia en la medida que permiten determinar el alcance de las solicitaciones de daño producidas por la falla y así establecer la posible afectación de los elementos circundantes. Cada modelo de propagación es específico para el tipo de falla y debe ser adaptado según el elemento de la red a fallar; esta condición se establece teniendo en cuenta que un tipo de falla nunca se efectuara de la misma forma para dos elementos de redes diferentes e incluso para dos elementos de la misma red.

8.2.4 Fase de evaluación de mecanismo de falla

Se reconoce que aunque las tipologías de falla son comunes entre redes, ninguna falla será exactamente igual a otra, condición que no permite establecer una única metodología o modelo y que hace de la modelación y estudio de fallas una labor compleja y especifica para cada caso.

Las fallas asociadas a la red de movilidad son de tipo operativo, siendo la misma dificultad de operación de servicio el fenómeno de generación de daño. Un caso similar a este es la fuga como falla de la red de residuos, donde en todos los elementos pueden existir fallas pero aquella que produce riesgo público es la falta de operación del sistema en algún grado, es decir, la falta de recolección, almacenamiento, transporte o disposición.

En las redes de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, telecomunicaciones y gas se definen las fallas con mayor claridad físicamente, al considerar roturas, desplazamientos, obstrucciones, explosiones, incendios y otros como las fallas más importantes en términos de riesgo publico.

Los modelos usados para el estudio de la falla son principalmente de tipo conceptual y de soporte físico, pero el software disponible es muy limitado.

El uso de árboles de falla es una herramienta para generar modelos conceptuales, la cual permite conocer en mayor medida las fallas de las redes. Este enfoque inicial junto al criterio

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

de expertos es la base de trabajo para el avance del conocimiento y permitirá formular modelos físicos o numéricos apropiados.

8.2.5 Fase de evaluación de eventos desencadenantes

Los eventos naturales y socio naturales han sido ampliamente estudiados para efectos de diseño, construcción, caracterización y efectos, lo cual permite extender estas características a análisis de estos fenómenos como eventos desencadenantes de falla en elementos de las redes. La modelación existente permite conocer la intensidad del factor desencadenante, el alcance del evento y los posibles efectos sobre las redes.

El software y/o modelo existente esta relacionado con los eventos sismo, deslizamiento, inundación, lluvias y volcanes.

Los eventos desencadenantes antrópicos no intencionales han sido ampliamente modelados y evaluados físicamente. Existe gran oferta de software sobre estos eventos que permite realizar una espacialización del evento y de esta manera determinar los efectos directos sobre un elemento de la red.

8.3 CONCLUSIONES - EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.

La información suministrada a través de las encuestas permite establecer una idea primaria o base sobre el nivel de desarrollo y/o tratamiento del riesgo público que las empresas vienen aplicando en su gestión del riesgo.

Para el contexto de riesgo público generado por RSP se requiere realizar un trabajo conjunto con las empresas que busque unificar terminología y criterios para conformar una línea base de información que permitan adelantar las evaluaciones de riesgo público que requiere la ciudad.

Cada empresa define tipológicamente su red o sistema según sus requerimientos técnicos, de operación y de negocio. Dicha información para ser usada con fines de evaluación de RP x RSP debe ser organizada de común acuerdo con cada entidad.

El uso de plataformas tecnológicas para captura, almacenamiento y manejo de información de una red y su operación difiere de una empresa a otra, lo que dificulta la integración de las redes requerida para la gestión de riesgo público.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Se presenta una amplia gama de tipos de falla, cada empresa define sus tipos según su experiencia y conocimiento de su red. Estos responden más a criterios de operación y servicio como lo exige la norma. No se evidencia que las empresas le den importancia al registro de la fallas de la red que produzcan daño a personas o infraestructura externa a la red, mientras los reportes obedecen a estándares de SISO.

En cuanto a la evaluación de riesgo, las respuestas indican que estas evaluaciones se enfocan a cuantificar los daños de la propia red y no contemplan los daños posibles al exterior – Riesgo Público.

8.4 LÍNEAS DE ACCIÓN

Una vez establecido el estado del arte de la evaluación de riesgo publico por redes de servicios públicos en el Distrito Capital, se adelanto una revisión del Decreto 332 del 2004 por el cual se organiza el régimen y el sistema pera la prevención y atención de emergencias en Bogotá y el decreto 423 del 2006 por el cual se adopta el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias en Bogotá (PDPAE).

Como resultado de este ejercicio se elabora la propuesta, que desde el punto de vista de la Consultaría y experticia del grupo de trabajo, se debe adelantar para continuar los estudios necesarios para alcanzar los objetivos establecidos dentro del proyecto de Evaluación y Definición de Estrategias Para la Gestión del Riesgo Público en Redes de Servicio Público del Distrito Capital.

Para tal fin se parte de los lineamientos definidos por el PDPAE; se toma como referencia la línea de acción de “Identificación de riesgo para generar, evaluar y administrar la información”, sobre la cual se presenta la visualización de las acciones a adelantar para el desarrollo conceptual y metodológico del análisis de riesgo público por redes de servicio público y se concluye con un planteamiento de proyectos a desarrollar.

8.4.1 Línea de acción

Identificación de riesgo para generar, evaluar y administrar la información

El proceso de evaluación del riesgo conlleva necesariamente a una espacialización del problema, que enmarcan donde ocurren los eventos amenazantes generadores de daño, sus características espaciales, como este evento presenta un radio de acción donde genera daño (escenario de propagación) y dependiendo del lugar de ocurrencia del evento que personas y elementos pueden verse afectados.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

La ciudad cuenta con cartografía de riesgo generado por eventos como sismos, deslizamientos, inundaciones, de origen tecnológico, entre otros, por tanto o igualmente la ciudad debe contar con cartografía de riesgo por eventos de falla de las redes de servicio público que llegan a generar daños o pérdidas en la población y su infraestructura.

Dadas las diferentes características de las redes en cuanto a tipología y mecanismos de falla, etc, en principio se deberá obtener la cartografía por cada tipo de red y por mecanismo de falla.

La cartografía temática requerida para cada red se puede resumir en los siguientes mapas:

- Mapa de red (red estratégica o prioritaria)
- Mapa de puntos críticos de la red por riesgo publico (fragilidad)
- Mapa de eventos de falla de la red (registro histórico)
- Mapa de vulnerabilidad de la red frente a diferentes eventos desencadenantes de la falla (cruce de mapas de amenaza como sismo o deslizamiento)
- Mapa de riesgo publico de la red

Dada la complejidad del problema en principio se debe buscar:

- Definir una plataforma base para el registro de información, cada entidad maneja en forma diferente la información (unificación de SIG)
- Establecer para cada red su nivel de detalle en el análisis, el cual estará en función del tipo de amenaza a que esta expuesta (prioridad en contexto urbano) y el nivel de importancia del mismo tramo de red frente al sistema (vulnerabilidad funcional).

Esta línea de acción pretende tres alcances:

- Detección temprana
- Valoración del riesgo
- Identificación de alternativas de gestión

8.4.1.1 Detección temprana

La identificación temprana de riesgo público por redes de servicios públicos permitirá actuar con celeridad frente a las acciones a seguir para mitigar y/o controlar sus efectos.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Un ejemplo sencillo es establecer el cruce de mapas de las diferentes redes frente a los mapas de amenaza del escenario de ladera de la ciudad, el cual permite establecer zonas o puntos con niveles de riesgo que deben ser intervenidas con una acción inmediata. Estos tipos de análisis se pueden realizar utilizando el criterio de experto como modelo de evaluación.

Dentro de la espacialización se observa que el instrumento SIG representa una herramienta técnica muy útil para la gestión del riesgo.

El cruce de información de cada red sobre una misma plataforma representa grandes ventajas en el escenario de evaluar eventos conexos entre redes, de otra manera resulta muy difícil su evaluación. Igualmente permite precisar la evaluación de la vulnerabilidad frente a las fallas de las redes que generan riesgo público.

En el caso de riesgo funcional, contar con dicha información es de vital importancia en el proceso de toma de decisiones, planes de emergencia y planes de contingencia a ser elaborados por cada operador de red o por el DPAE.

Instrumentos a aplicar:

- Inventario histórico de emergencias y desastre por redes de servicios públicos.
- Monitoreo
- Implementación de SIG
- Generación de indicadores para cada red.

8.4.1.2 Valoración del riesgo

El alcance de la valoración del riesgo público por redes de servicios públicos se enmarca en el “Programa de Desarrollo Técnico y Normativo para la Reducción de Riesgo Publico derivado de las redes”.

El grado de complejidad de la evaluación de riesgo público por redes de servicios públicos es alto dado que la falla de la red que puede causar daños al sistema o al entorno del mismo depende de varios factores (naturales, socio naturales, antrópico o intencional) que pueden actuar independientemente o en conjunto. Los factores de origen antrópico en gran parte dependen de la acción humana, condición que imprime un alto grado de dificultada para su predicción.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Las características de cada red son propias de ellas mismas y de su modo de operación, y aunque los mecanismos de falla pueden definirse igual, sus tipologías y modos son diferentes de una red a otra. Por ejemplo, la explosión es muy diferente en los elementos de la red eléctrica que en los elementos de la red de gas. Lo anterior conlleva a que la valoración del riesgo público se debe realizar para cada red de manera independiente, y su relación con las demás redes se da en la medida que estas son definidas como elementos vulnerables de la falla de la red cercana. En dicho caso la valoración del riesgo se adelanto de manera separada y sus efectos o daños se superponen o sumarian.

Metodológicamente se deben establecer las bases conceptuales y las herramientas metodológicas para la evaluación de riesgo público por redes de servicios públicos. En principio, esta labor debe ser desarrollada por cada empresa responsable del servicio, bajo los elementos técnicos que determine el DPAE de acuerdo a los lineamientos establecidos por el Plan Distrital para la Prevención y Atención de Emergencias.

Se propone evaluar el riesgo público bajo dos enfoques los cuales están enmarcados en los componentes del proyecto de reducción de vulnerabilidad funcional en redes:

1. Desde la perspectiva de Riesgo a las personas e infraestructura localizada en cercanías al sitio de falla de la red – enfoque puntual.

2. Desde la perspectiva de Riesgo Funcional – enfoque de área - que permite establecer los planes de emergencia y contingencia ante un evento de falla de gran magnitud. Es de notar que muchos eventos de falla de las redes generan fallas funcionales.

El desarrollo metodológico debe partir de un trabajo mancomunado con cada empresa, especialmente en la medida de definir con cada una de ellas la Red Prioritaria a evaluar y las tipologías de falla a evaluar.

Al mismo tiempo se pueden desarrollar los elementos metodológicos que permitan unificar criterios en la valoración de la vulnerabilidad y de daños esperados, los cuales permitan sumar los riesgos de cada red en los mismos términos.

8.4.1.3 Identificación de alternativas de gestión

El conocimiento de las redes – en cuanto a localización geográfica y características – para cada operador permitirá que la evaluación de riesgo público o funcional se realice con una mayor precisión, especialmente en lo referente a eventos conexos entre redes.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

Entonces, generar la información de manera conjunta y con objetivos claros permitirá a cada operador mejorar la percepción del riesgo frente a la ciudad y frente a otros operadores.

Igualmente el conocimiento de las redes de servicios públicos ayuda a visualizar y mejorar las evaluaciones de nuevos proyectos, convirtiéndose en un elemento básico para evaluación de los riesgos en proyectos nuevos y para su inclusión en las normas técnicas de cada empresa.

Dentro de la gestión se busca la generación de curvas de admisibilidad de riesgo para cada una de las redes por cada empresa de servicios públicos, usando criterios que deben ser acordados con la ciudad.

NOTA: RED PRIORITARIA

La definición de la red prioritaria se debe adelantar de manera conjunta con cada operador de la red, definiendo previamente los criterios y el nivel de detalle deseable para cumplir con los objetivos de PDPAE. En principio, los criterios propuestos son:

- Nivel de vulnerabilidad de la red frente a eventos amenazantes como sismos, procesos o fenómenos de remoción en masa, inundaciones, eventos tecnológicos (nivel de exposición) – Cruce en los escenarios territoriales.
- Importancia del elemento dentro del sistema de operación de la red.
- Posibilidad de generar eventos conexos - Falla en cadena de otras redes.
- Características físicas y de capacidad del elemento.
- Establecer las curvas de fragilidad de la red (FEMA)

Se debe establecer para cada operador los componentes, sus características (materiales, diámetros, edad, etc.), sus posibles tipos de daño o fallas y primordialmente unificar terminología de trabajo.

Cada red debe ser georeferenciada sobre la misma base cartográfica, cumpliendo requisitos de escala y estructura de datos. La ciudad cuenta con el plano de Bogota administrado por catastro distrital, sobre el cual debería montarse el sistema de riesgo por redes de servicios públicos (Plataforma tecnológica).

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

8.4.2 Planteamiento de proyectos para el desarrollo de las fases de gestión de riesgo publico por redes de servicio público.

De acuerdo a las recomendaciones anteriormente descritas y a la línea de acción denominada Identificación de riesgo para generar, evaluar y administrar la información, se realiza el planteamiento de proyectos para el desarrollo de las posteriores fases de gestión de riesgo público por redes de servicio público. Los proyectos generales son los siguientes:

- Plataforma de información de Riesgo Publico por redes de servicios públicos RP x RSP
- Mapas de riesgo publico por redes de servicios públicos
- Desarrollo de la metodología de la evaluación de RP x RSP
- Socialización de riesgo público por RSP
- Admisibilidad del riesgo y definición de curvas

La tabla 8.1 presenta los proyectos planteados y sus características.

Cada proyecto esta enmarcado dentro de las políticas e instrumentos definidos en el PDPAE y se presenta una descripción base del mismo en la cual se incluyen los posibles subproyectos a desarrollar.

Teniendo en cuenta que la definición del marco metodológico es la Fase I del proyecto de evaluación de riesgo publico por falla en las redes de servicio público, se realiza la propuesta de trabajo de los proyectos planteados en las fases posteriores del estudio. Esta propuesta se presenta en la tabla 8.2.

8.4.3 Descripción de proyectos

Los proyectos planteados para el desarrollo de las fases de gestión de riesgo público por redes de servicio público, se desarrollaran en las fases II, III y IV según corresponda. Cada proyecto se divide en subproyectos que permiten abordar sistemáticamente el avance en el tema de estudio. Los proyectos se presentan a continuación y en la tabla 8.2.a se resume la definición del proyecto y subproyectos a implementar.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

TABLA 8.1 PLANTEAMIENTO DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO DE LAS FASES DE GESTIÓN DE RIESGO PÚBLICO POR REDES DE SERVICIO PÚBLICO

LÍNEA DE ACCIÓN - IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO PARA GENERAL, EVALUAR Y ADMINISTRAR LA INFORMACIÓN

PROYECTOS	SUBPROYECTOS	POLÍTICA - PDPAE	INSTRUMENTO - PDPAE
1. PLATAFORMA DE INFORMACIÓN RP X RSP (SISTEMA DE RP POR RSP)	LÍNEA BASE CIUDAD - CARTOGRAFÍA BASE	CIRCULACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	SIG-INDICADORES OBSERVATORIO
	LÍNEA BASE REDES -		
	ESTRUCTURA DE DATOS		
	SENSIBILIDAD DEL RIESGO PUBLICO		
2. MAPAS DE AMENAZA DE RIESGO PUBLICO POR RSP	RED PRIORITARIA	FORTALECIMIENTO CAPACIDAD TÉCNICA EQUILIBRIO EN PREVENCIÓN Y RESPUESTA	INVENTARIO HISTÓRICO ESTUDIO DE ZONIFICACION DE AMENAZA Y RIESGO GENERACIÓN DE INDICADORES POR RED MONITOREO INCLUSIÓN EN LA PLANIFICACIÓN SECTORIAL
	MAPA FRAGILIDAD (SUSCEPTIBILIDAD)		
	MAPA EVENTOS HISTÓRICOS		
	MAPA DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD POR RP Y POR RSP (CONDICIÓN ACTUAL)		
	GENERACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS PROBABLES DE RP X RSP		
	MAPA DE RIESGO PÚBLICO POR RSP (CONDICIÓN ACTUAL)		
3. DESARROLLO METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN DE RP POR RSP	BASES CONCEPTUALES PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE	FORTALECIMIENTO CAPACIDAD TÉCNICA CORRESPONSABILIDAD GOBERNABILIDAD DESCENTRALIZACIÓN	ACTUALIZACIÓN-AMPLIACIÓN Y CONTROL DE NORMAS Y CÓDIGOS FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL APROPIACIÓN SOCIAL DE RIESGO
	PLANTEAMIENTO INSTRUMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE EVALUACIÓN DE RP		
	LINEAMIENTOS DE REFERENCIA		
	DESARROLLO DE LINEAMIENTOS E INSTRUMENTOS DE LA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE RP X RSP		
	RED ACUEDUCTO		
	RED ALCANTARILLADO		
	RED ENERGÍA		
	TELECOMUNICACIONES		
	RED MOVILIDAD		
	RED RESIDUOS		
	RED GAS		
	DESARROLLO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES		
4. SOCIALIZACIÓN DE RIESGO PUBLICO POR RSP	ARTICULACIÓN CON EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	INTEGRALIDAD CORRESPONSABILIDAD DESCENTRALIZACIÓN CIRCULACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA INFORMACIÓN FORTALECIMIENTO CAPACIDAD TÉCNICA	APROPIACIÓN SOCIAL DE RIESGO INFORMACIÓN PUBLICA Y EDUCACIÓN FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL
	DIAGNÓSTICO ESTADO DEL ARTE DE LAS ESP		
	CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL CONOCIMIENTO DE RP X RSP		
	FORTALECIMIENTO DE LA COMISIÓN DE INFRAESTRUCTURA, MOVILIDAD Y SERVICIOS PÚBLICOS		
5. ADMISIBILIDAD DEL RIESGO DEFINICIÓN CURVAS	DEFINICIÓN DE RIESGO ADMISIBLE POR RED DE SERVICIO PUBLICO	PROTECCIÓN FÍSICA Y ECONÓMICA EFICIENCIA SOCIO ECONÓMICA	REDUCCIÓN VULNERABILIDAD FISCAL ASEGURAMIENTO BIENES Y SERVICIOS PLANES DE REHABILITACIÓN REDUCCIÓN VULNERABILIDAD FUNCIONAL
6.DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA GESTIÓN DEL RIESGO	CONSTRUCCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA INTERVENCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO PUBLICO		

TABLA 8.2 PLANTEAMIENTO DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO DE LAS FASES DE GESTIÓN DE RIESGO PÚBLICO POR REDES DE SERVICIO PÚBLICO - FASES

LÍNEA DE ACCIÓN - IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO PARA GENERAL, EVALUAR Y ADMINISTRAR LA INFORMACIÓN

PROYECTOS	SUBPROYECTOS	FASE I	FASE II	FASE III	FASE IV
1. PLATAFORMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA RP X RSP (SISTEMA DE RP POR RSP)	LÍNEA BASE CIUDAD - CARTOGRAFÍA BASE		X		
	LÍNEA BASE REDES -		X		
	ESTRUCTURA DE DATOS			X	
	SENSIBILIDAD DEL RIESGO PUBLICO				X
2. MAPAS DE RIESGO PUBLICO POR RSP	RED PRIORITARIA		X		
	MAPA FRAGILIDAD (SUSCEPTIBILIDAD)		X		
	MAPA EVENTOS HISTÓRICOS		X		
	MAPA DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD POR RP Y POR RSP (CONDICIÓN				X
	GENERACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS PROBABLES DE RP X RSP				X
	MAPA DE RIESGO PÚBLICO POR RSP (CONDICIÓN ACTUAL)				X
3. DESARROLLO METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN DE RP POR RSP	BASES CONCEPTUALES PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RP POR	X			
	PLANTEAMIENTO INSTRUMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE EVALUACIÓN DE		X		
	LINEAMIENTOS DE REFERENCIA		X		
	DESARROLLO DE LINEAMIENTOS E INSTRUMENTOS DE LA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE RP X RSP			X	
	RED ACUEDUCTO			X	
	RED ALCANTARILLADO			X	
	RED ENERGÍA			X	
	TELECOMUNICACIONES			X	
	RED MOVILIDAD			X	
	RED RESIDUOS			X	
	RED GAS			X	
	DESARROLLO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES				X
4. SOCIALIZACIÓN DE RIESGO PUBLICO POR RSP	ARTICULACIÓN CON EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS		X	X	X
	DIAGNÓSTICO ESTADO DEL ARTE DE LAS ESP		X		
	CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL CONOCIMIENTO DE RP X RSP		X	X	X
	FORTALECIMIENTO DE LA COMISIÓN DE INFRAESTRUCTURA, MOVILIDAD Y SERVICIOS PÚBLICOS		X	X	X
5. DEFINICIÓN DE NIVELES DE ADMISIBILIDAD DEL RIESGO	DEFINICIÓN DE RIESGO ADMISIBLE POR RED DE SERVICIO PUBLICO				X
6. DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA GESTIÓN DEL RIESGO	CONSTRUCCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA INTERVENCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO PUBLICO			X	X

NOTA: SE BUSCA QUE EL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA AL EVALUACIÓN DE RP X RSP SE ADELANTE POR PARTE DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS CON EL ACOMPAÑAMIENTO DE DPAE

TABLA 8.2_a PLANTEAMIENTO DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO DE LAS FASES DE GESTIÓN DE RIESGO PÚBLICO POR REDES DE SERVICIO PÚBLICO - FASES

LÍNEA DE ACCIÓN - IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO PARA GENERAL, EVALUAR Y ADMINISTRAR LA INFORMACIÓN

PROYECTOS	DEFINICIÓN	SUBPROYECTOS	DEFINICIÓN	FASE I	FASE II	FASE III	FASE IV
1. PLATAFORMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA RP X RSP (SISTEMA DE RP POR RSP)	Establecer una línea base geográfica debidamente georefenciada sobre la cual se desarrolle la gestión de riesgo publico por redes de servicios públicos. Busca la validación de un nivel de datos básico para la construcción o estructuración de un sistema base para evaluación de riesgo publico unificando los criterios y convenciones de las diferentes empresas	LÍNEA BASE CIUDAD - CARTOGRAFÍA BASE	Establecer variables geográficas base, tales como unidad tipo manzana, densidad, elementos vulnerables críticos como jardines, colegios, hospitales, entre otros aspectos, para que sirva de base para la incorporación de redes.		X		
		LÍNEA BASE REDES -	Definir y establecer variables base de las redes tales como diámetro, tipo de elemento transportado con datos como presión, volumen, y un nivel de prioridad de todas las redes (DPAE - ESP). Para esta actividad se deben vincular expertos en el tema de cada una de las ESP.		X		
		ESTRUCTURA DE DATOS	Este es el vinculo de la base en dibujo con sus atributos. Al definir variables se construye el atributo de cada una de las redes o elementos de cada red con sus propias características (DPAE - ESP). Para esta actividad se deben vincular expertos en el tema de cada una de las ESP.			X	
		SENSIBILIDAD DEL RIESGO PUBLICO	Bajo el contexto de redes y de ciudad se pueden definir bajo método de criterio algunas zonas sensibles por riesgo público mediante incorporación de elementos vulnerables vs. elementos de alto riesgo público.				X
2. MAPAS DE RIESGO PUBLICO POR RSP	Con la información de base de datos y con la identificación de zonas sensibles como una primera aproximación por la DPAE se debe construir el mapa de amenaza de riesgo publico por RSP mediante unos términos de referencia como exigencia y mediante la ejecución de estudios por parte de las ESP.	RED PRIORITARIA	Bajo un proceso concertado es necesario definir las condiciones básicas para que una red sea prioritaria o no de análisis. Las variables pueden ser desde redes básicas para el servicio hasta ubicación estratégica o niveles de vulnerabilidad altos en su contexto.		X		
		MAPA FRAGILIDAD (SUSCEPTIBILIDAD)	Este mapa debe ser adelantado por las ESP. Debe ser adelantado bajo un alto conocimiento físico de la red, con la cuantificación de variables básicas de contexto dentro de un marco de experto, la identificación o aclaración de zonas sensibles identificadas previamente, valorando espacialmente su influencia y el desarrollo de lo que podría ser el daño en un área especifica de la ciudad. Este mapa sirve de argumento para revisar lo evaluado por parte de las ESP.		X		
		MAPA EVENTOS HISTÓRICOS	Este mapa debe ser concertado y desarrollado entre las entidades y la DPAE. Debe ser georeferenciado y debe estar lo mas actualizado posible. Debe ir desde eventos internos hasta eventos que hallan desbordado el accionar de la misma entidad. Debe permitir identificar los modos de falla y espacialmente hasta donde se afecto el área enfocado a daños en riesgo publico. Permite la validación de modelos y/o metodologías establecidas para evaluar RPxRSP		X		
		MAPA DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD POR RP Y POR RSP (CONDICIÓN ACTUAL)	Estos mapas deben ser elaborados por las empresas de servicios públicos en aquellos sitios donde se hallan identificado puntos de alta susceptibilidad. Deben identificarse las variables de contexto para su evaluación con el fin de que sus efectos por redes puedan ser sumados.				X
		GENERACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS PROBABLES DE RP X RSP	El mapa debe ser efectuado por las empresas de servicios públicos en aquellos sitios donde se hallan identificado puntos de alta susceptibilidad o fragilidad de la red. Deben identificarse las variables de contexto para su evaluación con el fin de que sus efectos por redes puedan ser sumados.				X
		MAPA DE RIESGO PÚBLICO POR RSP (CONDICIÓN ACTUAL)	El mapa debe ser efectuado por las empresas de servicios públicos en aquellos sitios donde se hallan identificado puntos de alta susceptibilidad. Deben identificarse las variables de contexto para su evaluación con el fin de que sus efectos por redes puedan ser sumados.				X
3. DESARROLLO METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN DE RP POR RSP	Dada la complejidad del problema frente a las características físicas y de operación de cada red, la misma dificultad de modelación del riesgo público, se deben establecer los elementos metodológicos básicos, como objetivos, alcances, escalas de trabajo, herramientas, resultados esperados, etc para cada una de las redes que permitan elaborar lineamientos de referencia y finalmente obtener los resultados de riesgo publico de tal manera que puedan ser sumados y analizados en conjunto.	BASES CONCEPTUALES PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RP POR RSP	Se presenta como el resultado de la primera fase de ejecución del proyecto y corresponde a los resultados del presente contrato	X			
		PLANTEAMIENTO INSTRUMENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE EVALUACIÓN DE RP	Una vez establecidas las base conceptuales de la evaluación de riesgo publico x RSP, se debe desarrollar para cada red los instrumentos que permitan la definición de cada sistema, las escalas de trabajo, los alcances y objetivos, los resultados esperados en términos de riesgo público. Esta labor representa las base para el desarrollo de los lineamientos de referencia.		X		
		LINEAMIENTOS DE REFERENCIA	La DPAE mediante un proyecto debe identificar los instrumentos legales para que se pueda adelantar los lineamientos de referencia para exigencia de la evaluación de riesgo público. Se deben definir unos niveles de trabajo o identificación global de la amenaza para luego si en forma detallada y mediante un aplicativo de contexto o expertos se identifique el riesgo. Esta parte es para escalar el nivel de riesgo a evaluar por parte de las ESP. Igualmente los LR permiten la unificación de los resultados y que la ciudad pueda adelantar evaluaciones de eventos conexos o en cadena que involucren varias redes.		X		
		DESARROLLO DE LINEAMIENTOS E INSTRUMENTOS DE LA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE RP X RSP	Con base en los lineamientos de referencia cada empresa de SP debe desarrollar y evaluar el RPxRSP, aplicando los lineamientos e instrumentos metodológicos establecidos en las fase anteriores.			X	
		RED ACUEDUCTO				X	
		RED ALCANTARILLADO				X	
		RED ENERGÍA				X	
		TELECOMUNICACIONES				X	
		RED MOVILIDAD				X	
		RED RESIDUOS				X	

		RED GAS				X	
		DESARROLLO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES	Teniendo en cuenta que la DPAE que en un momento dado va ha contar con todas las evaluaciones de RPxRSP realizados por cada una de las ESP, se requiere de contar con una aplicación que permita administrar dicha información, con una ágil consulta y eventualmente que se puedan implementar aplicaciones de escenarios de vulnerabilidad y riesgo, facilitando la gestión de RPxRSP.				X
4. SOCIALIZACIÓN DE RIESGO PUBLICO POR RSP	Este proyecto debe estar encaminado para construcción y fortalecimiento del accionar de la comisión de infraestructura de riesgo publico y con el fin de poder avanzar en la consecución de productos por parte de las mismas entidades. Se busca que el proceso de conocimiento de RPxRSP se adelante de manera paralela entre la DPAE y las ESP buscando obtener resultados de manera mas ágil y oportuna.	ARTICULACIÓN CON EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS	Este subproyecto busca establecer las estrategias a seguir con cada una de las ESP y los mecanismos a utilizar para mejorar la interlocución y buscar alcanzar los objetivos de la gestión en un menor tiempo.		X	X	X
		DIAGNÓSTICO ESTADO DEL ARTE DE LAS ESP	La encuesta realizada a las empresas se considera como una primera aproximación a establecer el estado del arte de RPxRSP en cada empresa de SP. Este diagnostico se considera importante para la gestión frente a las empresas las cuales muestran una gran diferencia frente al conocimiento y aplicación de RPxRSP. Por tanto se debe establecer el estado actual de cada ESP frente al tema de RPxRSP y con base en esta diseñar la estrategia correspondiente		X		
		CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL CONOCIMIENTO DE RP X RSP	Este proyecto busca que el conocimiento del tema logrado por la DPAE y/o por las ESP sea socializado de manera oportuna, obteniendo como resultado alcanzar los objetivos mucho mas rápido en los mismos términos y en lo posible al mismo tiempo.		X	X	X
		FORTALECIMIENTO DE LA COMISIÓN DE INFRAESTRUCTURA, MOVILIDAD Y SERVICIOS PÚBLICOS			X	X	X
5. DEFINICIÓN DE NIVELES DE ADMISIBILIDAD DEL RIESGO	Es importante definir los niveles permisibles del riesgo publico y tiene que ver con el riesgo tolerable y riesgo aceptable por parte de la ciudad.	DEFINICIÓN DE RIESGO ADMISIBLE POR RED DE SERVICIO PUBLICO					X
6. DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA GESTIÓN DEL RIESGO	Mediante la comisión y en una labor concertada se debe definir las estrategias para la reducción mediante intervención de los escenarios de riesgo publico determinados previamente. Se desarrolla un marco de trabajo y unos tiempos de seguimiento para el control de las labores y su implementación	CONSTRUCCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA INTERVENCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO PUBLICO				X	X

NOTA: SE BUSCA QUE EL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PARA AL EVALUACIÓN DE RP X RSP SE ADELANTE POR PARTE DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS CON EL ACOMPAÑAMIENTO DE DPAE

1. Plataforma de información Geográfica RP x RSP (Sistema de RP x RSP)

Este proyecto busca establecer una línea base geográfica debidamente georefenciada sobre la cual se desarrolle la gestión de riesgo público por redes de servicios públicos. Busca la validación de un nivel de datos básico para la construcción o estructuración de un sistema base para evaluación de riesgo público, unificando los criterios y convenciones de las diferentes empresas.

Los subproyectos que están incluidos en este proyecto son:

1.1 Línea base Ciudad – Cartografía Base

Establecer variables geográficas base, tales como unidad tipo manzana, densidad, elementos vulnerables críticos como jardines, colegios, hospitales, entre otros aspectos, para que sirva de base para la incorporación de redes.

1.2 Línea base de redes

Definir y establecer variables base de las redes tales como diámetro, tipo de elemento transportado con datos como presión, volumen, y un nivel de prioridad de todas las redes (DPAE - ESP). Para esta actividad se deben vincular expertos en el tema de cada una de las ESP.

1.3 Estructura de datos

Este es el vínculo de la base en dibujo con sus atributos. Al definir variables se construye el atributo de cada una de las redes o elementos de cada red con sus propias características (DPAE - ESP). Para esta actividad se deben vincular expertos en el tema de cada una de las ESP.

1.4 Sensibilidad de riesgo publico

Bajo el contexto de redes y de ciudad se pueden definir bajo método de criterio algunas zonas sensibles por riesgo público mediante incorporación de elementos vulnerables vs. elementos de alta amenaza.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

2. Mapas de Riesgo Publico por RSP

Con la información de base de datos y con la identificación de zonas sensibles como una primera aproximación por la DPAE se debe construir el mapa de amenaza de riesgo publico por RSP mediante unos términos de referencia como exigencia y mediante la ejecución de estudios por parte de las ESP.

Los subproyectos que están incluidos en este proyecto son:

2.1 Red prioritaria

Bajo un proceso concertado es necesario definir las condiciones básicas para que una red sea prioritaria o no de análisis. Las variables pueden ser desde redes básicas para el servicio hasta ubicación estratégica o niveles de vulnerabilidad altos en su contexto.

2.2 Mapa fragilidad (susceptibilidad)

Este mapa debe ser adelantado por las ESP. Debe ser adelantado bajo un alto conocimiento físico de la red, con la cuantificación de variables básicas de contexto dentro de un marco de experto, la identificación o aclaración de zonas sensibles identificadas previamente, valorando espacialmente su influencia y el desarrollo de lo que podría ser el daño en un área especifica de la ciudad. Este mapa sirve de argumento para revisar lo evaluado por parte de las ESP.

2.3 Mapa eventos históricos

Este mapa debe ser concertado y desarrollado entre las entidades y la DPAE. Debe ser georeferenciado y debe estar lo mas actualizado posible. Debe ir desde eventos internos hasta eventos que hayan desbordado el accionar de la misma entidad. Debe permitir identificar los modos de falla y espacialmente hasta donde se afecto el área enfocado a daños en riesgo publico. Permite la validación de modelos y/o metodologías establecidas para evaluar RP x RSP.

2.4 Mapa de amenaza y vulnerabilidad por RP y RSP (Condición Actual)

Estos mapas deben ser elaborados por las empresas de servicios públicos en aquellos sitios donde se hayan identificado puntos de alta susceptibilidad. Deben identificarse las variables de contexto para su evaluación con el fin de que sus efectos por redes puedan ser sumados.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

2.5 Generación de escenarios futuros probables de RP x RSP

El mapa debe ser efectuado por las empresas de servicios públicos en aquellos sitios donde se hayan identificado puntos de alta susceptibilidad o fragilidad de la red. Deben identificarse las variables de contexto para su evaluación con el fin de que sus efectos por redes puedan ser sumados.

2.6 Mapa de riesgo publico por RSP (Condición Actual)

El mapa debe ser efectuado por las empresas de servicios públicos en aquellos sitios donde se hayan identificado puntos de alta susceptibilidad. Deben identificarse las variables de contexto para su evaluación con el fin de que sus efectos por redes puedan ser sumados.

3. Desarrollo metodología de la evaluación de RP x RSP

Dada la complejidad del problema frente a las características físicas y de operación de cada red, la misma dificultad de modelación del riesgo público, se deben establecer los elementos metodológicos básicos, como objetivos, alcances, escalas de trabajo, herramientas, resultados esperados, etc. para cada una de las redes que permitan elaborar lineamientos de referencia y finalmente obtener los resultados de riesgo publico de tal manera que puedan ser sumados y analizados en conjunto.

Los subproyectos que están incluidos en este proyecto son:

3.1 Bases conceptuales para evaluación de instrumentos de RP x RSP

Se presenta como el resultado de la primera fase de ejecución del proyecto y corresponde a los resultados del presente contrato.

3.2 Planteamiento instrumentos para la ejecución de evaluación de RP

Una vez establecidas las base conceptuales de la evaluación de riesgo publico x RSP, se debe desarrollar para cada red los instrumentos que permitan la definición de cada sistema, las escalas de trabajo, los alcances y objetivos, los resultados esperados en términos de riesgo público. Esta labor representa la base para el desarrollo de los lineamientos de referencia.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

3.3 Lineamiento de referencia

La DPAE mediante un proyecto debe identificar los instrumentos legales para que se pueda adelantar los lineamientos de referencia para exigencia de la evaluación de riesgo público. Se deben definir unos niveles de trabajo o identificación global de la amenaza para luego si en forma detallada y mediante un aplicativo de contexto o expertos se identifique el riesgo. Esta parte es para escalar el nivel de riesgo a evaluar por parte de las ESP. Igualmente los LR permiten la unificación de los resultados y que la ciudad pueda adelantar evaluaciones de eventos conexos o en cadena que involucren varias redes.

3.4 Desarrollo de lineamientos e instrumentos de la metodología para la evaluación de RP x RSP

Con base en los lineamientos de referencia cada empresa de SP debe desarrollar y evaluar el RP x RSP, aplicando los lineamientos e instrumentos metodológicos establecidos en las fases anteriores. Este subproyecto se realizara para las redes de acueducto, alcantarillado, energía, telecomunicaciones, movilidad, residuos y gas.

3.5 Desarrollo de herramientas computacionales

Teniendo en cuenta que la DPAE en un momento dado va a contar con todas las evaluaciones de RP x RSP realizados por cada una de las ESP, se requiere de contar con una aplicación que permita administrar dicha información, con una ágil consulta y eventualmente que se puedan implementar aplicaciones de escenarios de vulnerabilidad y riesgo, facilitando la gestión de RP x RSP.

4. Socialización de Riesgo Público por RSP

Este proyecto debe estar encaminado para construcción y fortalecimiento del accionar de la comisión de infraestructura de riesgo público y con el fin de poder avanzar en la consecución de productos por parte de las mismas entidades. Se busca que el proceso de conocimiento de RP x RSP se adelante de manera paralela entre la DPAE y las ESP buscando obtener resultados de manera más ágil y oportuna.

Los subproyectos que están incluidos en este proyecto son:

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

4.1 Articulación con empresas de servicios públicos

Este subproyecto busca establecer las estrategias a seguir con cada una de las ESP y los mecanismos a utilizar para mejorar la interlocución y buscar alcanzar los objetivos de la gestión en un menor tiempo.

4.2 Diagnóstico Estado del arte de las ESP

La encuesta realizada a las empresas se considera como una primera aproximación a establecer el estado del arte de RP x RSP en cada empresa de SP. Este diagnostico se considera importante para la gestión frente a las empresas las cuales muestran una gran diferencia frente al conocimiento y aplicación de RP x RSP. Por tanto se debe establecer el estado actual de cada ESP frente al tema de RP x RSP y con base en esta diseñar la estrategia correspondiente.

4.3 Construcción colectiva del conocimiento de RP x RSP

Este proyecto busca que el conocimiento del tema logrado por la DPAE y/o por las ESP sea socializado de manera oportuna, obteniendo como resultado alcanzar los objetivos mucho más rápido en los mismos términos y en lo posible al mismo tiempo.

4.4 Fortalecimiento de la comisión de infraestructura, movilidad y servicios públicos.

5. Definición de niveles de admisibilidad del riesgo.

Es importante definir los niveles permisibles del riesgo público y tiene que ver con el riesgo tolerable y riesgo aceptable por parte de la ciudad.

6. Definición de estrategias para gestión del riesgo

Mediante la comisión y en una labor concertada se debe definir las estrategias para la reducción mediante intervención de los escenarios de riesgo público determinados previamente. Se desarrolla un marco de trabajo y unos tiempos de seguimiento para el control de las labores y su implementación.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CAPITULO 9

9 BIBLIOGRAFÍA 320

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CAPITULO 9

9 BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN LIFELINES ALLIANCE, Federal Emergency Management Agency (FEMA) y American Society of Civil Engineers (ASCE). 2005. Guidelines for Implementing Performance Assessments of Water Systems y Seismic Fragility Formulations for Water Systems. Volumen 1.

AUSTRALIAN GEOMECHANICS SOCIETY 2000. Landslide Risk Management Concepts and Guidelines. Sub – committee on Landslide Risk Management, Marzo 2000.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, IDEA. 2004. Análisis de riesgo urbano usando indicadores. Manizales Colombia, Noviembre 2004

CÁRDENAS GIRALDO, Camilo. 1997. Metodología para el Análisis de Riesgos. Bogotá D.C.

CARDONA A., Omar Darío. Evaluación de la Amenaza, La Vulnerabilidad y El Riesgo "Elemento para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo". Bogotá D.C. pp. 21.

CEPAL 2003. Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. México.

COLLAZOS P., Héctor. 1990. Los residuos sólidos industriales peligrosos en Bogotá. Revista Ingeniería e Investigación. No 20, ISSN 0120-5609.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES DPAE – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. 2008. Mejoramiento en el Conocimiento en Riesgo Tecnológico – Accidentes Industriales Mayores en el Distrito Capital, Versión preliminar. Bogotá. Pp. 31

DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. Conceptos asociados a la gestión de riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo. Perú.

DPAE, Departamento de Prevención y Atención de Emergencias. 2007. Plan Distrital de Prevención y Atención de Emergencias para Bogotá. Bogotá D.C. Imprenta Nacional de Colombia.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

DPAE, Departamento de Prevención y Atención de Emergencias. 1999. Estudios detallados de riesgo por fenómenos de remoción en masa para licencias de urbanismo y construcción. Área de análisis de riesgos. Bogota D.C.

DPAE, Departamento de Prevención y Atención de Emergencias. 1999. Plana de ordenamiento territorial de Santa Fe de Bogota. Articulado del proyecto de acuerdo y documento técnico de soporte. Temática Amenaza y riesgos. Bogota D.C.

ENERGY. MINES AND RESOURCES CANADA 1976. A guide to the accuracy of maps. Published by Surveys and Mapping Branch. Ottawa, Canadá.

GARCIN M. 2.001. GIS and remote sensing at DSK. En: www.brgm.fr/mineo/gis_rs/sld009. html

GONZÁLEZ A., 1990. Conceptos sobre la Evaluación de Riesgo por Deslizamientos. IV Jornadas Geotécnicas SCI. Memorias Tomo I.

GONZÁLEZ GARCÍA, Álvaro J, 2005. Evaluación de Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa. III CURSO LATINOAMERICANO DE MOVIMIENTOS EN MASA. Bogotá D.C. Sociedad Colombiana de Geotecnia, Agosto 2005.

GONZÁLEZ A., 1990. Metodología para la Evaluación de Riesgo por Deslizamientos a Nivel Intermedio, VI Jornadas Geotécnicas SCI. Memorias Tomo II.

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES IDEA UN - RED DE ESTUDIOS SOCIALES EN PREVENCIÓN DE DESASTRES EN AMÉRICA LATINA. 2006. Análisis del impacto de desastres menores y moderados a nivel local en Colombia. Manizales – Colombia.

ISSMFE. 1997. Manual for Zonation on Areas Susceptible to Rain – induced Slope Failure. Asian Technical Committee on Geotechnology for Natural Hazards, published by The Japanese Geotechnical Society. Tokyo, Japan.

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE E.U. 2006. Estudio para definir la metodología para la zonificación y reducción de riesgo por FRM, con aplicación a una zona piloto localizada en la cuenca de la quebrada Camelias en Manizales.

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE E.U., 2006. Guía Metodológica para la Evaluación, Zonificación y Reducción de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa a Escala de Detalle.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

KUROIWA, Julio, 2002. Reducción de Desastres. Viviendo en armonía con la naturaleza. Lima, Perú. CECOSAMI. pp. 429.

LEONE, Frederic. 1996. Concept De Vulnerabilité Applique a L`Evaluation Des Risques Generes par les Phenomenes De Mouvements De Terrain. Universidad Joseph Fourier Grenoble, Francia. These de Doctorat, Grenoble.

LESAM. 2007. Hazard identification and risk analysis of water supply systems. 2nd Leading Edge Conference on Strategic Asset Management. Lisboa Portugal

MILLÁN JAVIER & OTROS, 1999. Cartografía de procesos en los estudios de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para Santa fe de Bogotá. X Jornadas Geotécnicas.

MILLÁN JAVIER Y GONZÁLEZ ÁLVARO, 2001. Evaluación de la acción del hombre en los estudios de amenaza y riesgo por deslizamientos en Bogotá – Colombia. III Simposio Panamericano de Deslizamientos, Cartagena Colombia.

MILLÁN J. GONZÁLEZ A, 2000. Evaluación Sistemática de Procesos y Efectos de Fenómenos de Remoción en Masa en Santa Fe de Bogotá - Propuesta Metodológica, VIII Congreso Geotecnia.

MILLÁN JAVIER, 1998. Lineamientos metodológicos para la evaluación de la amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa. Tesis de Maestría en Geotecnia, Universidad Nacional de Colombia.

MILLÁN J., GUEVARA C. Estudio de Riesgo por FRM y Diseño Detallado de Obras de Protección y Control, Barrio Villas del Recuerdo, Rafael Uribe Uribe.

MILLÁN J., VESGA L., 1998. Inventario de Procesos de Remoción en Masa en los Estudios de Amenaza y Riesgo en Santa Fe de Bogotá. Articulo X Jornadas Geotécnicas.

OJEDA B., Eduardo O. Evaluación de los niveles de contaminación por plomo en el aire, a partir de las muestras obtenidas en las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá. En: Revista Ingeniería e Investigación. No 17(primer trimestre de 1989); ISSN 0120- 5609.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. 1998. Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, Guías para análisis de vulnerabilidad. Washington D.C . OPS c1998, 110p.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

SÁNCHEZ SILVA, Mauricio. GARCÍA, Libardo. Earthquake damage assessment base don neural networks and fuzzy set theory. Bogotá D.C. Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. 2000.

SÁNCHEZ SILVA, Mauricio. Introducción a la Confiabilidad y Evaluación de Riesgos. Bogotá D.C. Ediciones Uniandes, 2005. 467 pág.

SOCIEDAD COLOMBIANA DE GEOTECNIA. Guía técnica para el inventario detallado de taludes y laderas inestables de la red vial nacional. Comisión de deslizamientos.

TRUJILLO MEJÍA, Raúl Felipe. Estadísticas en la seguridad ocupacional. Bogotá D.C. 2004.

UNDRO. 1979. Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of expert Group Meeting, July 1979.

VELÁSQUEZ Elkin, ASTÉ Jean Pierre. Algunas Bases para la Concepción de Escenarios de Riesgo Asociados a Fenómenos de Inestabilidad. En: Revista INGEOMINAS No 7.

VELÁSQUEZ. E., ASTÉ Jean Pierre, LEONE F.1994. Riesgos naturales y vulnerabilidad: una reflexión sobre los requerimientos para su manejo integral. I Simposio Panamericano de deslizamientos de tierra. Guayaquil - Ecuador.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA
Fondo de Prevención y
Atención a Emergencias

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

PARTE 1

MARCO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO PÚBLICO EN REDES DE SERVICIO PÚBLICO DE BOGOTÁ D.C.

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE E.U.

Junio de 2009

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA
Fondo de Prevención y
Atención a Emergencias

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

PARTE 2

MARCO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO PÚBLICO EN REDES DE SERVICIO PÚBLICO DE BOGOTÁ D.C.

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE E.U.

Junio de 2009

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CONTENIDO

PARTE 1 DE 3

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN……..1

CAPITULO 2: ASPECTOS GENERALES……..……...7

CAPITULO 3: MARCO CONCEPTUAL……29

CAPITULO 4: CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DESENCADENANTES DE FALLA EN LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS……63

CAPITULO 5: CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LAS REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS……..……90

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

CONTENIDO

PARTE 2 DE 3

CAPITULO 6: METODOLOGÍA Y MODELOS PARA EVALUACIÓN DE RIESGO PÚBLICO……..…..192

CAPITULO 7: RECOPILACIÓN DE EXPERIENCIA Y REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE……..…265

CAPITULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…….....297

CAPITULO 9: BIBLIOGRAFÍA……..……319

INFORME EJECUTIVO

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA
Fondo de Prevención y
Atención a Emergencias

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

PARTE 3 ANEXOS

MARCO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO PÚBLICO EN REDES DE SERVICIO PÚBLICO DE BOGOTÁ D.C.

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE E.U.

Junio de 2009

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ANEXOS

ANEXO 2.1 DOCUMENTACIÓN ANTECEDENTE DE EVENTOS

ANEXO 2.2 RESUMEN DE EVENTOS A NIVEL NACIONAL, TOMADO DE ESTADÍSTICAS EN LA SEGURIDAD OCUPACIONAL

ANEXO 2.3 RESUMEN DE EVENTOS REPORTADOS COMO EMERGENCIAS EN EL SIRE

ANEXO 6.1 APLICACIÓN DE ÁRBOLES DE EVENTOS – FICHAS BÁSICAS DE TRABAJO

ANEXO 6.2 COTIZACIÓN E INFORMACIÓN ADICIONAL DE SOFTWARE

ANEXO 7.1 ENCUESTA DE RIESGO PÚBLICO PARA ENTIDADES PRESTADORAS DE SERVICIOS PÚBLICOS

ANEXO 7.2 ENCUESTAS DILIGENCIADAS POR EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
GOBIERNO SEGURIDAD Y CONVIVENCIA
Fondo de Prevención y
Atención a Emergencias

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

ANEXO 2.3

RESUMEN DE EVENTOS REPORTADOS COMO EMERGENCIAS EN EL SIRE

Documentación de eventos, redes y modelación.

JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE E.U.

Junio de 2009

BOG BOGOTÁ POSITIVA
GOBIERNO DE LA CIUDAD

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ANEXO: ANÁLISIS DE EVENTOS REPORTADOS COMO EMERGENCIAS

Los eventos encontrados en la base de datos están consignados en 4 libros electrónicos, con las siguientes características:

- Eventos relacionados con fugas de sustancias químicas peligrosas: 84 eventos, reportados entre el 24 de junio de 2002 y el 11 de marzo de 2009.

- Eventos relacionados con redes de servicio público Acueducto, Alcantarillado, Energía eléctrica y Gas: 16901 eventos, reportados entre el 11 de marzo de 2004 y el 13 de agosto de 2009.

- Eventos relacionados con otras redes:

  129 catalogados como accidentes aéreos, reportados entre el 11 de marzo de 2001 y el 11 de marzo de 2009.
  2429 eventos relacionados con la red de gas natural, reportados entre el 16 de agosto de 2001 y el 9 de agosto de 2009.
  540 eventos sobre incendio de vehículos, reportados entre el 5 de agosto de 2004 y el 3 de agosto de 2009.
  79 eventos sobre daños de la vía, reportados entre el 23 de agosto de 2005 y el 25 de septiembre de 2008

- 54 eventos de contaminación ambiental, reportados entre el 16 de agosto de 2001 y el 4 de marzo de 2009

En total, las emergencias contabilizadas son 20216 eventos, y los eventos relacionados con redes son 20078.

SELECCIÓN DE EVENTOS

De los 20078 eventos que son descritos como daños en las redes, se seleccionaron 214 eventos que están relacionados con la falla de elementos de la redes y que generan Riesgo Público, es decir, donde se reportan afectación en familias o en personas (niños o adultos) preferencialmente.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

De la información general se presentan las siguientes observaciones:

- La mayoría de los eventos no son concluyentes, es decir, no se tiene confirmación del tipo de falla o evento, y el transcurso de la emergencia. No se tiene conocimiento de cómo concluyo, cual fue el proceso y sobre todo cual es la magnitud del evento.
- Hay eventos que reportan daños en predios, sin embargo, no se especifica el tipo de daño o afectación, la magnitud del daño y los elementos involucrados. Además, como no se conoce el proceso de finalización del evento no se puede inferir el grado de afectación, y por ende, si se puede considerar como riesgo público.
- La información de las bases de datos indican que la emergencia pasó por el conducto de DPAE pero en la mayoría de los casos fue trasladada a otra entidad de competencia según el servicio público afectado. Esto limita aun más la información.
- No se incluyeron los eventos de daño en la vía teniendo en cuenta la escasa información de estos eventos.
- No se observan emergencias relacionadas con la Red de Telecomunicaciones.

Finalmente, los eventos seleccionados fueron clasificados según red de servicio público y tipo de falla de la siguiente forma:

MOVILIDAD

Accidente aéreo: 7 eventos los cuales están relacionados directamente con la caída de aeronaves en los límites de la ciudad y únicamente uno de ellos esta relacionado con problemas de aeronaves con asentamientos urbanos residenciales o comercial. No se observan eventos de gran magnitud, donde se presente heridos o afectados directos por la caída de los vehículos aéreos.
Incendio de vehículos en vía: se seleccionaron 26 eventos relacionados con riesgo público, ya sea por afectación a personas o viviendas. Estos incidentes fueron atendidos por personal de Bomberos.

ACUEDUCTO

Las fallas más comunes de la red de acueducto que pueden considerarse como evento amenazante y producen riesgo público son la rotura de tuberías (en red matriz o en red de distribución). También se observan algunos reportes por problemas de servicio (cortes,

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

mantenimiento, operación de válvulas) y otras fallas menos comunes como la oxidación de tuberías o filtración.

Las estadísticas son las siguientes:

TIPO DE EVENTO	CANTIDAD
Rotura tubería de red matriz	3
Rotura de tubería red de distribución	22
Oxidación tubería	1
Problemas en el servicio	4
Filtración	1
Roturas por conductas antrópicas intencionales (robos)	7
Total	38

ALCANTARILLADO

Las fallas encontradas para los elementos de la red de alcantarillado son el rebose de alcantarillado pluvial, la rotura de tubería y otras fallas menores como son daños en bombas y filtración.

Las estadísticas son las siguientes:

TIPO DE EVENTO	CANTIDAD
Rebose de alcantarillado pluvial	26
Rotura de tubería	2
Daño bombas	1
Filtración	1
Sin tipificación de la falla	1
Total	31

Es necesario anotar que los eventos de Rebose son comunes pero son de pequeña magnitud, se destaca el evento del 28 de abril de 2009, desbordamiento del Río Fucha el cual esta documentado en el anexo 2.1.

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co

ENERGÍA ELÉCTRICA

Los eventos analizados sobre la red de energía eléctrica no muestran una gran afectación. Las fallas encontradas son daños en contadores, corto circuito, daños en postes o transformadores y fallas en el servicio.

Las estadísticas son las siguientes:

TIPO DE EVENTO	CANTIDAD
Daños en contadores	1
Corto circuito	4
Daños en postes - transformadores	5
Fallas en el servicio	2
Roturas por conductas antrópicas intencionales (robos)	2
Total	14

GAS

Los eventos relacionados con el servicio de Gas son la mayor cantidad entre los eventos seleccionados. Las fallas más comunes son las fugas o escapes y la rotura de tuberías que conlleva a una fuga; también son notorios los eventos relacionados con hurtos de contadores que generan fugas.

Las estadísticas son las siguientes:

TIPO DE EVENTO	CANTIDAD
Fugas o escapes	72
Rotura de tuberías	17
Fugas por conductas antrópicas intencionales (robos)	8
Incendio	1
Total	98

Diagonal 47 No. 77A -09 Interior 11 - Conmutador: 4292801 Fax. 4292833 - Bogotá D.C. - Colombia
Página Web: www.fopae.gov.co y www.sire.gov.co mail: fopae@fopae.gov.co