

DIAGNÓSTICO LOCAL DE RIESGOS NATURALES
EN SANTA FE DE BOGOTÁ PARA
PLANIFICACIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE DESASTRES Y RIESGOS NATURALES -CEDERI-
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

DIAGNÓSTICO LOCAL DE RIESGOS NATURALES
EN SANTA FE DE BOGOTÁ PARA
PLANIFICACIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN



Secretaría

SALUD

ALCALDIA MAYOR SANTA FE DE BOGOTA

Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos Naturales –Cederi–
Diagnóstico local de riesgos naturales de Santa Fe de Bogotá para
la planeación y medidas de mitigación / Centro de Estudios sobre
Desastres y Riesgos Naturales –Cederi– / Santa Fe de Bogotá : Se-
cretaría Distrital de Salud de Santa Fe de Bogotá, 1999.

- I. DESASTRES NATURALES - PREVENCIÓN - SANTA FE DE BOGOTÁ
 - II. GEOLOGÍA URBANA SANTA FE DE BOGOTÁ
 - III. HOMBRE - INFLUENCIA SOBRE LA NATURALEZA
- CD363.34 - scdd 20

© Secretaría Distrital de Salud
de Santa Fe de Bogotá

DIRECCIÓN DE DESARROLLO
DE SERVICIOS

ÁREA DE EMERGENCIAS Y DESASTRES

AVENIDA CARACAS No. 53-80

Santa Fe de Bogotá - Colombia

COORDINACIÓN EDITORIAL

Oficina de comunicaciones en salud

PRIMERA EDICIÓN

Octubre de 1999

ISBN

958-8069-37-8

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Zeta Periodismo

IMPRESIÓN

Panamericana

Formas e Impresos

Quien sólo actúa como impresor

Se permite la reproducción
no comercial de esta obra previa
autorización escrita por parte de la
Secretaría Distrital de Salud.
Todos los derechos reservados

CONTENIDO

| | |
|--------------------------|----|
| ÍNDICE DE CUADROS | 9 |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | 10 |
| PRESENTACIÓN | 15 |
| INTRODUCCIÓN | 17 |

MARCO CONCEPTUAL

| | |
|---|----|
| OBJETIVO | 21 |
| MARCO CONCEPTUAL | 21 |
| DEFINICIÓN DE FACTORES E INDICADORES | 23 |
| AMENAZA, A | 23 |
| ESCENARIOS SÍSMICOS, E_s | 23 |
| Área destruida por sismo, x_{s1} | 23 |
| Muertos por sismo, x_{s2} y heridos por sismo, x_{s3} | 24 |
| Roturas de la red de acueducto, x_{s4} , roturas de la red de gas, x_{s5} y longitud caída de las redes eléctricas, x_{s6} | 24 |
| Vulnerabilidad de centrales telefónicas, x_{s7} , vulnerabilidad de subestaciones eléctricas, x_{s8} | 24 |
| AMENAZAS AISLADAS, A_A | 25 |
| Área inundable con alta probabilidad, X_{A1} , y área inundable con moderada probabilidad, X_{A2} | 25 |
| Área con alta susceptibilidad de deslizamiento, X_{A3} , área con moderada susceptibilidad de deslizamiento, X_{A4} | 25 |
| VULNERABILIDAD, V | 26 |
| EXPOSICIÓN, V_E | 26 |
| Población, X_{E1} , y densidad poblacional, X_{E2} | 26 |
| Área construida, X_{E3} , área industrial, X_{E4} y área institucional, X_{E5} | 26 |

| | |
|---|----|
| Área de estratos económicos 5 y 6, X_{E6} | 26 |
| FRAGILIDAD SOCIAL, V_F | 27 |
| Área de barrios sin legalizar o marginales, X_{F1} y | |
| área de estratos socioeconómicos 1 y 2, X_F | 27 |
| Mortalidad (tasa por mil habitantes), X_{F3} y | |
| delitos (tasa por mil habitantes), X_{F4} | 27 |
| Índice de disparidad local, X_{F5} | 27 |
| RESILIENCIA (FALTA DE), V_R | 28 |
| Camas hospitalarias (no incluye servicio de urgencias), X_{R1} , | |
| camas en los servicios de urgencias, X_{R2} | 28 |
| Instituciones de nivel II, X_{R3} , instituciones de nivel III, X_{R4} | 28 |
| Recurso humano en salud, X_{R5} , recurso humano | |
| en salud en los servicios de urgencias, X_{R6} | 28 |
| Capacidad de expansión en los servicios de urgencias, X_{R7} , | |
| capacidad de albergue con infraestructura sanitaria satisfactoria, X_{R8} | 28 |
| Espacios públicos para atención masiva, X_{R9} | 29 |
| Socorristas defensa civil y Cruz Roja, X_{R10} , | |
| personal de bomberos, X_{R11} | 29 |
| Estaciones, subestaciones y centros de | |
| atención inmediata de la Policía, X_{R12} | 29 |
| Máquinas de bomberos X_{R13} , ambulancias y otros vehículos, X_{R14} | 29 |
| Nivel de desarrollo de la localidad, X_{R15} , | |
| operatividad del comité de emergencias, X_{R16} | 29 |

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

| | |
|----------------------|----|
| ENFOQUE | 33 |
| ESCALONAMIENTO | 34 |
| PONDERACIÓN | 35 |

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

| | |
|--|-----|
| RESULTADOS | 39 |
| CONCLUSIONES | 40 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 42 |
| ANEXO 1. TERMINOLOGÍA SOBRE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES | 43 |
| ANEXO 2. CUADROS | 49 |
| ANEXO 3. GRÁFICOS | 63 |
| ANEXO 4. AMENAZA GEOTÉCNICA EN EL ORIENTE DE SANTA FE DE BOGOTÁ | 145 |
| ANEXO 5. HISTOGRAMAS DE VULNERABILIDAD, AMENAZA E ÍNDICE DE RIESGO | 163 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|------------|---|----|
| Cuadro 1A. | Valores no normalizados de área destruida en los tres escenarios sísmicos por localidad | 51 |
| Cuadro 1B. | Valores no normalizados de número de muertos en los tres escenarios sísmicos por localidad | 51 |
| Cuadro 1C. | Valores no normalizados de número de heridos en los tres escenarios sísmicos por localidad | 52 |
| Cuadro 1D. | Valores no normalizados de roturas en la red de acueducto en los tres escenarios sísmicos por localidad | 52 |
| Cuadro 1E. | Valores no normalizados de roturas en la red de gas en los tres escenarios sísmicos por localidad | 53 |
| Cuadro 1F. | Valores no normalizados de longitud caída de la red eléctrica en los tres escenarios sísmicos por localidad | 53 |
| Cuadro 1G. | Valores no normalizados de vulnerabilidad de centrales telefónicas y subestaciones eléctricas por localidad | 54 |
| Cuadro 2. | Valores no normalizados de exposición por localidad | 55 |
| Cuadro 3. | Valores no normalizados de fragilidad social por localidad | 56 |
| Cuadro 4A. | Valores no normalizados de resiliencia por localidad | 56 |
| Cuadro 4B. | Valores no normalizados de resiliencia por localidad | 57 |
| Cuadro 4C. | Valores no normalizados de resiliencia por localidad | 57 |
| Cuadro 4D. | Valores no normalizados de resiliencia por localidad | 58 |
| Cuadro 5. | Indicadores de escenario sísmico por localidad | 58 |
| Cuadro 6. | Indicadores de amenazas aisladas por localidad | 59 |
| Cuadro 7. | Indicadores de exposición por localidad | 59 |
| Cuadro 8. | Indicadores de fragilidad social por localidad | 60 |
| Cuadro 9A. | Indicadores de resiliencia por localidad | 60 |
| Cuadro 9B. | Indicadores de resiliencia por localidad | 61 |
| Cuadro 9C. | Indicadores de resiliencia por localidad | 61 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Cuadro 9D. | Indicadores de resiliencia por localidad | 62 |
| Cuadro 10. | Índice de riesgo por localidad | 62 |
| Cuadro 11. | Inestabilidad geotécnica en el oriente de Santa Fe de Bogotá | 149 |
| Cuadro 12. | Características generales de los recorridos | 154 |
| Cuadro 13. | Identificación de amenazas al oriente de Santa Fe de Bogotá | 161 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | | |
|---------|-----|--|----|
| Gráfico | 1. | Factores de riesgo y ponderación. Diagrama de índice de riesgo | 65 |
| Gráfico | 2. | Mapa de microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá | 66 |
| Gráfico | 3. | Espectros de diseño para cada zona | 67 |
| Gráfico | 4. | Diagrama de índice de riesgo con pesos de ponderación | 68 |
| Gráfico | 5A. | Indicadores de escenario sísmico por localidad. (Usaquén, Chapinero, Santafé, San Cristóbal) | 69 |
| Gráfico | 5B. | Indicadores de escenario sísmico por localidad. (Usme, Tunjuelito, Bosa, Ciudad Kennedy) | 70 |
| Gráfico | 5C. | Indicadores de escenario sísmico por localidad. (Fontibón, Engativá, Suba, Barrios Unidos) | 71 |
| Gráfico | 5D. | Indicadores de escenario sísmico por localidad. (Teusaquillo, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda) | 72 |
| Gráfico | 5E. | Indicadores de escenario sísmico por localidad. (La Candelaria, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar) | 73 |
| Gráfico | 6A. | Indicador de área destruida y muertos por sismo por localidad | 74 |
| Gráfico | 6B. | Indicador de heridos por sismo y roturas red de acueducto por localidad | 75 |
| Gráfico | 6C. | Indicador de roturas red de gas y longitud caída red eléctrica por localidad | 76 |
| Gráfico | 6D. | Indicador de vulnerabilidad de centrales telefónicas y subestaciones eléctricas por localidad | 77 |
| Gráfico | 7. | Escenario sísmico por localidad. | 78 |
| Gráfico | 8A. | Indicadores de amenazas aisladas por localidad. (Usaquén, Chapinero, Santafé, San Cristóbal) | 79 |
| Gráfico | 8B. | Indicadores de amenazas aisladas por localidad. (Usme, Tunjuelito, Bosa, Ciudad Kennedy) | 80 |

| | | | |
|---------|------|---|-----|
| Gráfico | 8C. | Indicadores de amenazas aisladas por localidad. (Fontibón, Engativá, Suba, Barrios Unidos) | 81 |
| Gráfico | 8D. | Indicadores de amenazas aisladas por localidad. (Teusaquillo, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda) | 82 |
| Gráfico | 8E. | Indicadores de amenazas aisladas por localidad. (La Candelaria, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar) | 83 |
| Gráfico | 9A. | Indicadores de área inundable por localidad | 84 |
| Gráfico | 9B. | Indicadores de susceptibilidad al deslizamiento por localidad | 85 |
| Gráfico | 10. | Indicadores de amenazas aisladas por localidad | 86 |
| Gráfico | 11A. | Indicadores de exposición por localidad. (Usaquén, Chapinero, Santafé, San Cristóbal) | 87 |
| Gráfico | 11B. | Indicadores de exposición por localidad. (Usme, Tunjuelito, Bosa, Ciudad Kennedy) | 88 |
| Gráfico | 11C. | Indicadores de exposición por localidad. (Fontibón, Engativá Suba, Barrios Unidos) | 89 |
| Gráfico | 11D. | Indicadores de exposición por localidad. (Teusaquillo, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda) | 90 |
| Gráfico | 11E. | Indicadores de exposición por localidad. (La Candelaria, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar) | 91 |
| Gráfico | 12A. | Indicadores de población y densidad poblacional por localidad | 92 |
| Gráfico | 12B. | Indicadores de área construida y área industrial por localidad | 93 |
| Gráfico | 12C. | Indicadores de área institucional y de estratos 5 y 6 por localidad | 94 |
| Gráfico | 13. | Indicador de exposición por localidad | 95 |
| Gráfico | 14A. | Indicadores de fragilidad social por localidad. (Usaquén, Chapinero, Santafé, San Cristóbal) | 96 |
| Gráfico | 14B. | Indicadores de fragilidad social por localidad. (Usme, Tunjuelito, Bosa, Ciudad Kennedy) | 97 |
| Gráfico | 14C. | Indicadores de fragilidad social por localidad. (Fontibón, Engativá Suba, Barrios Unidos) | 98 |
| Gráfico | 14D. | Indicadores de fragilidad social por localidad. (Teusaquillo, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda) | 99 |
| Gráfico | 14E. | Indicadores de fragilidad social por localidad. (La Candelaria, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar) | 100 |
| Gráfico | 15A. | Indicadores de área de barnos sin legalizar y de estratos 1 y 2 por localidad | 101 |
| Gráfico | 15B. | Indicadores de mortalidad y delitos por localidad | 102 |
| Gráfico | 15C. | Indicadores de índice de disparidad local por localidad | 103 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Gráfico 16. | Indicadores de índice de fragilidad social por localidad..... | 103 |
| Gráfico 17A. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Usaquén, Chapinero) | 104 |
| Gráfico 17B. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Santafé, San Cristóbal) | 105 |
| Gráfico 17C. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Usme, Tunjuelito) | 106 |
| Gráfico 17D. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Bosa, Ciudad Kennedy) | 107 |
| Gráfico 17E. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Fontibón, Engativá) | 108 |
| Gráfico 17F. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Suba, Barrios Unidos) | 109 |
| Gráfico 17G. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Teusaquillo, Los Mártires) | 110 |
| Gráfico 17H. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Antonio Nariño, Puente Aranda) | 111 |
| Gráfico 17I. | Indicadores de resiliencia por localidad. (La Candelaria, Rafael Uribe Uribe) | 112 |
| Gráfico 17J. | Indicadores de resiliencia por localidad. (Ciudad Bolívar) | 113 |
| Gráfico 18A. | Indicadores de número de camas por localidad ... | 114 |
| Gráfico 18B. | Indicadores de instituciones de nivel II y III por localidad | 115 |
| Gráfico 18C. | Indicadores de recurso humano por localidad | 116 |
| Gráfico 18D. | Indicadores de capacidad de expansión de los servicios de urgencias y albergue según la infraestructura sanitaria satisfactoria por localidad..... | 117 |
| Gráfico 18E. | Indicadores de espacios públicos de atención masiva y número de socorristas por localidad | 118 |
| Gráfico 18F. | Indicadores de número de bomberos y centros de policía por localidad | 119 |
| Gráfico 18G. | Indicadores de máquinas de bomberos y número de ambulancias por localidad | 120 |
| Gráfico 18H. | Indicadores de nivel de desarrollo y operatividad del comité de emergencias por localidad..... | 121 |
| Gráfico 19. | Resiliencia por localidad | 122 |
| Gráfico 20A. | Indicadores de amenaza por localidad. (Usaquén, Chapinero, Santafé, San Cristóbal y Usme) | 123 |
| Gráfico 20B. | Indicadores de amenaza por localidad (Usme, Tunjuelito, Bosa y Ciudad Kennedy) | 124 |
| Gráfico 20C. | Indicadores de amenaza por localidad (Fontibón, Engativá, Suba y Barrios Unidos) | 125 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Gráfico 20D. | Indicadores de amenaza por localidad. (Teusaquillo, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda) | 126 |
| Gráfico 20E. | Indicadores de amenaza por localidad. (La Candelaria, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar) | 127 |
| Gráfico 21. | Indicadores de componentes de amenaza por localidad | 128 |
| Gráfico 22. | Indicadores de amenaza por localidad | 128 |
| Gráfico 23. | Mapa de escenario sísmico por localidades | 129 |
| Gráfico 24. | Mapa de amenazas aisladas por localidades | 130 |
| Gráfico 25. | Mapa de amenaza por localidades | 131 |
| Gráfico 26A. | Indicadores de vulnerabilidad por localidad. (Usaquén, Chapinero, Santafé, San Cristóbal) | 132 |
| Gráfico 26B. | Indicadores de vulnerabilidad por localidad. (Usme, Tunjuelito, Bosa, Ciudad Kennedy) | 133 |
| Gráfico 26C. | Indicadores de vulnerabilidad por localidad (Fontibón, Engativá, Suba, Barrios Unidos) | 134 |
| Gráfico 26D. | Indicadores de vulnerabilidad por localidad. (Teusaquillo, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda) | 135 |
| Gráfico 26E. | Indicadores de vulnerabilidad por localidad. (La Candelaria, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar) | 136 |
| Gráfico 27. | Indicadores de componentes de vulnerabilidad por localidad | 137 |
| Gráfico 28. | Indicadores de vulnerabilidad por localidad | 137 |
| Gráfico 29. | Mapa de exposición por localidad | 138 |
| Gráfico 30. | Mapa de fragilidad social por localidad | 139 |
| Gráfico 31. | Mapa de resiliencia (falta de) por localidad | 140 |
| Gráfico 32. | Mapa de vulnerabilidad por localidad | 141 |
| Gráfico 33. | Indicadores de componentes de índice de riesgo por localidad | 142 |
| Gráfico 34. | Indicadores de índice de riesgo por localidad | 142 |
| Gráfico 35. | Mapa de índice de riesgo por localidad | 143 |
| Gráfico 36. | Mapa de nivel de riesgo de deslizamiento | 160 |
| Gráfico 37. | Amenaza por localidad | 165 |
| Gráfico 38. | Índice de riesgo por localidad | 165 |
| Gráfico 39. | Vulnerabilidad por localidad | 166 |

PRESENTACIÓN

El área de emergencias y desastres de la Secretaría Distrital de Salud tiene a su cargo el manejo de aquellas situaciones que representan un riesgo potencial dentro del perímetro del Distrito Capital. Por tal razón, sus acciones se orientan a la detección de riesgos, y a medidas de prevención y previsión, mitigación, atención, recuperación y rehabilitación de emergencias y desastres.

El área estableció unos parámetros para realizar un estudio sobre los riesgos naturales en Santa Fe de Bogotá, cuyo resultado es este libro, el cual contiene los aspectos fundamentales para desarrollar las acciones que permitan obtener los mejores resultados posibles ante la eventual presentación de cualquiera de ellos.

Estamos seguros que este libro será una herramienta de trabajo permanente y que los lectores del mismo sacarán del mismo el mayor provecho en el desarrollo de sus actividades.

INTRODUCCIÓN

Fenómenos naturales de origen geológico, hidrológico y atmosférico tales como terremotos, erupciones volcánicas, movimientos en masa, maremotos, inundaciones, huracanes, etcétera, o posibles eventos catastróficos originados por el uso de tecnologías peligrosas entre ellos accidentes provocados por el ser humano o por fallas técnicas, son situaciones que representan un peligro latente y pueden considerarse amenaza para el desarrollo social y económico de una ciudad, una región o un país.

El riesgo puede reducirse si se entiende como el resultado de relacionar la amenaza –probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso– y la vulnerabilidad de los elementos expuestos –factor interno de selectividad de la severidad de los efectos sobre dichos elementos–. Acciones de reducción de riesgo dirigidas a intervenir las amenazas, como la construcción de obras de protección y control, dirigidas a la intervención de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, como la regulación de usos del suelo y el fortalecimiento de las condiciones sociales o de los preparativos para la atención de emergencias, pueden reducir las consecuencias de un suceso catastrófico sobre la comunidad expuesta, lográndose un mejor nivel de seguridad y, por tanto, un mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Santa Fe de Bogotá se encuentra localizada en un entorno natural en el cual se han presentado eventos importantes tales como terremotos, inundaciones y deslizamientos, algunos de ellos agravados por procesos de degradación ambiental y del hábitat urbano debido al crecimiento desordenado de la ciudad, lo que significa que la capital de la república al igual que en el pasado puede verse afectada por situaciones imprevistas que pueden causar daños severos sobre áreas extensas de su territorio.

Movimientos sísmicos como los ocurridos en 1785, 1827 y 1917, cuando la ciudad era una mínima fracción de lo que es ahora, de repetirse podrían significar un desastre de grandes proporciones debido a la fragilidad de la mayoría de las construcciones, la poca resistencia de la infraestructura existente en la ciudad y la falta de capacidad de respuesta ante este tipo de emergencias. El aumento del potencial de deslizamientos en diferentes áreas debido a la desestabilización causada por la acción antrópica, la subnormalidad de los asentamientos humanos y la falta de servicios públicos adecuados, origina un incremento en el número y la magnitud de los recurrentes eventos de inestabilidad de laderas presentes en cada temporada de lluvias. Igualmente, nuevos eventos relacionados con el desbordamiento de los ríos, particularmente en el sur y el occidente de la ciudad, pueden esperarse con consecuencias graves, debido a la invasión incontrolada de

sus cauces por nuevos asentamientos humanos. Todo lo anterior sin mencionar de manera detallada el alto potencial de eventos de origen antrópico, debido a las necesidades de saneamiento, el crecimiento industrial y el uso de tecnologías peligrosas que, aunque pueden ser de carácter puntual, también pueden significar situaciones de crisis para la ciudad y para las entidades responsables de atender las emergencias, como la recientemente desestabilización del relleno sanitario Doña Juana

Este documento presenta los resultados de un análisis de riesgo relativo por localidad, desarrollado por el Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos Naturales –Cederi– de la Universidad de los Andes y solicitado por la Secretaría Distrital de Salud de Santa Fe de Bogotá, con el fin de categorizar el potencial de consecuencias por fenómenos naturales en cada localidad de la ciudad y establecer y perfeccionar las actividades de mitigación y prevención de acuerdo con el ámbito de su competencia. Para el efecto se desarrolló un modelo de categorización del riesgo mediante un índice relativo basado en las amenazas y la vulnerabilidad de cada localidad, se llevó a cabo el levantamiento de la información requerida y se aplicó al modelo, el cual se concibió de una manera dinámica y flexible, para su ajuste y mejoramiento posterior por parte de la Secretaría Distrital de Salud en la medida que sea necesario.

La investigación fué dirigida por Luis Eduardo Yamin Lacouture, quien contó con la colaboración de Omar Darío Cardona Arboleda, en calidad de asesor técnico principal. Participaron también, en calidad de ingenieros asistentes, Shirley María Merlano, Carlos Alberto Varela y Daniel Jaramillo; y como asesores técnicos, Joaquín Olarte y Mario Díazgranados.

MARCO CONCEPTUAL

OBJETIVO

Este estudio se propone hacer la estimación de riesgos de origen natural en las diferentes localidades urbanas de Santa Fe de Bogotá, mediante información secundaria, realizando un análisis de ponderación relativa con fines de planificación, categorización y desarrollo de las actividades de reducción de riesgos y prevención de desastres que realiza la Secretaría Distrital de Salud de la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá

Para el efecto, se hizo la identificación de las amenazas naturales principales con base en la información disponible en la Universidad de los Andes en el Estudio de microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá (Universidad de los Andes, Ingeominas, 1996). Mediante visitas al territorio se verificaron y estimaron las áreas de susceptibilidad de deslizamientos en las diferentes localidades, con el fin de complementar la información obtenida en el estudio anterior; Así mismo se tuvieron en cuenta las áreas inundables identificadas en dicho estudio. También se hizo un levantamiento de información secundaria sobre aspectos poblacionales, socioeconómicos y de salud con diferentes entidades tanto distritales como nacionales. La mayor parte de la información sobre los recursos de salud, relativa a la capacidad de respuesta en casos de emergencia, fue suministrada por la Secretaría Distrital de Salud.

MARCO CONCEPTUAL

Para los efectos del presente estudio se consideran las siguientes definiciones, tal como fueron planteadas por la Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para Casos de Desastres –Undro, actualmente Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos Humanitarios, ONU/DHA– la cual, en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura –Unesco– promovió una reunión de expertos con el fin de proponer la unificación de definiciones, ampliamente aceptada en los últimos años. Entre sus conceptos, el reporte de dicha reunión, Desastres naturales y análisis de vulnerabilidad, incluyó los siguientes (Undro, 1979):

Amenaza o peligro (Hazard - H): definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado.

Vulnerabilidad (V): grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde 0 – sin daño– hasta 1 –pérdida total–.

Riesgo específico (Specific Risk - Rs): grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

Elementos bajo riesgo (E): población, edificaciones, obras civiles, actividades económicas, servicios públicos, utilidades e infraestructura expuestos en un área determinada.

Riesgo total (Total Risk - Rt): número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debidos a la ocurrencia de un evento desastroso, es decir, el producto del riesgo específico –Rs– y los elementos bajo riesgo –E–.

En otras palabras, la evaluación del riesgo puede hacerse mediante la siguiente formulación general:

$$R_t = E \cdot R_s = E \cdot (H \cdot V)$$

Considerando la exposición E implícita en la vulnerabilidad V , sin que esto modifique la concepción original, podría plantearse que una vez conocida la amenaza o peligro A_i , entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a i durante un periodo de exposición t , y conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad i , el riesgo R_{ie} puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i .

$$R_{ie} = (A_i \cdot V_e)$$

Esto es, la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un periodo de tiempo t dado (Cardona, 1986).

De una manera más exacta, entonces, pueden distinguirse dos conceptos que en ocasiones han sido considerados, de manera equivocada, como sinónimos, pero que son definitivamente diferentes tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo:

- a. La *amenaza* o *peligro*, que es el factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un determinado sitio y en cierto periodo de tiempo.
- b. El *riesgo*, o *daño*, representado en la destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado

como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un determinado sitio y en un cierto periodo de tiempo.

En términos generales, la *vulnerabilidad* puede entenderse como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por tanto, su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso.

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo reside en que la amenaza está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

De las anteriores expresiones se desprende que el riesgo puede disminuirse:

- Reduciendo o controlando la amenaza cuando es posible.
- Reduciendo o interviniendo la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

El Anexo 1 presenta un resumen de la terminología empleada en el manejo de riesgos (Cardona, 1990).

DEFINICIÓN DE FACTORES E INDICADORES

Entendido el riesgo como el resultado de hacer la convolución de la amenaza y la vulnerabilidad, el índice de riesgo, *IR*, para cada localidad de Santa Fe de Bogotá se definió con base en dos factores: un factor de amenaza y un factor de vulnerabilidad (*véase gráfico 1*). los cuales se describen a continuación con base en sus componentes e indicadores:

AMENAZA, A

El factor de amenaza, A, se obtuvo de agregar dos componentes dado el tipo de información disponible, que en el caso de la amenaza sísmica es notablemente más abundante debido al *Estudio de microzonificación sísmica de Santa Fe de Bogotá*. Los componentes del factor de amenaza son los *escenarios sísmicos*, *E_s*, y las *amenazas aisladas*, *A_a*, los cuales se describen a continuación.

ESCENARIOS SÍSMICOS, E_s

Teniendo en cuenta los resultados del Estudio de microzonificación sísmica, se definieron varios indicadores, los cuales fueron normalizados de acuerdo con el área de cada localidad. Los indicadores se relacionan a continuación:

Área destruida por sismo, X_{St}

Se define como el área probable de destrucción de las zonas construidas, estimada según la metodología modificada por la Universidad de los Andes, de la ATC