

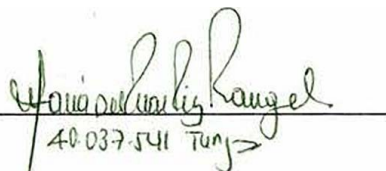
Tunja, 04 de Octubre de 2002

## ACTA DE ENTREGA

El almacén general de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá “CORPOBOYACA” hace entrega de un estudio denominado “EVALUACION DE LA AMENAZA POR FENOMENOS RE REMOCION EN MASA EN LA VEREDA SALAMANCA. SAMACA BOYACA”, correspondiente a la Orden de Prestación de Servicios N° 045/2002, que consta de:

- Un (1) Estudio Original de 120 folios
- Cinco (5) Planos
- Un (1) Disco de 3½
- Un (1) Cd Room con la información.

  
GUSTAVO A. CARO CASTILLO  
Almacenista

RECIBI:   
40-037-541 Tunja

Cajicá, octubre 4 de 2002

Señores

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA DE BOYACÁ (CORPOBOYACA)**

Atn. Ing. Eladio Guío

Oficina de gestión ambiental

Tunja

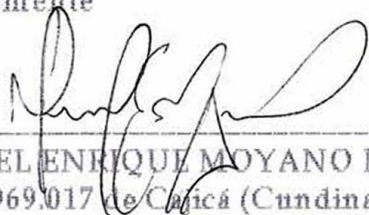
REF: FINALIZACIÓN DE CONTRATO

Respetados señores:

Dando cumplimiento a los términos del contrato celebrado con ustedes como Corporación y cuyo objeto es la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa en la vereda Salamanca, en el municipio de Samacá, hago entrega del documento informe final, titulado: "Evaluación de la amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa en la vereda Salamanca, Samacá (Boyacá)", que consta de 120 páginas, 3 Anexos, 1 diskette y 5 mapas temáticos. En este documento encontrarán un marco teórico completo, el análisis de la susceptibilidad del terreno a generar deslizamientos, flujos, caídas ó volcamientos (llamados Fenómenos de Remoción en Masa) y un estudio de probabilidad de ocurrencia de un sismo o lluvia con intensidad detonante de uno de éstos fenómenos dentro de los próximos 50 años.

Agradezco el apoyo brindado por ustedes para la exitosa culminación de este proyecto y atenderé gustosamente cualquier inquietud generada por este informe o por servicios que pueda prestarles en el futuro.

Atentamente



ISMAEL ENRIQUE MOYANO NIETO  
CC: 2'969.017 de Cajicá (Cundinamarca)

*Vobo. [Signature]*  
*Anexo en CD donde  
Se encuentran el  
Documento y la [Signature]*

**EVALUACION DE LA AMENAZA POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA  
EN LA VEREDA SALAMANCA. SAMACA (BOYACA)**

**ISMAEL ENRIQUE MOYANO NIETO**

**Director:  
Modesto Portilla Gamboa**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIAS**

**BOGOTA**

**2002**

**EVALUACION DE LA AMENAZA POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA  
EN LA VEREDA SALAMANCA. SAMACA (BOYACA)**

**ISMAEL ENRIQUE MOYANO NIETO**

**Trabajo de grado presentado como  
requisito parcial para optar al título de  
Geólogo.**

Director  
Modesto Portilla Gamboa

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIAS**

**BOGOTA**

**2002**



## TABLA DE CONTENIDO

	PAG
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Objetivo General</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Justificación</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Metodología General</b>	<b>5</b>
<b>2. Generalidades</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Localización</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Descripción del área</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Vínculos Físicos</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Hidrografía</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Actividades humanas</b>	<b>14</b>
<b>3. GEOLOGÍA</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Geología Regional</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Geomorfología</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Estratigrafía</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1 Formación Guaduas (TKg)</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1.1 Nivel Inferior (TKg1)</b>	<b>19</b>
<b>3.3.1.2 Arenisca La Guía (TKg2)</b>	<b>20</b>
<b>3.3.1.3 Nivel Intermedio (TKg3)</b>	<b>21</b>
<b>3.3.1.4 Arenisca La Lajosa (TKg4)</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1.5 Nivel Superior (TKg5)</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2 Formación Cacho (TPc)</b>	<b>23</b>
<b>3.3.3 Formación Bogotá (TB)</b>	<b>24</b>
<b>3.3.4 Depósitos Coluvio-glaciares (Qcg)</b>	<b>25</b>
<b>3.3.5 Depósitos Coluvio-aluviales (Qca)</b>	<b>26</b>
<b>3.4 Geología Estructural</b>	<b>26</b>
<b>3.4.1 Anticlinal de Salamanca</b>	<b>26</b>
<b>3.4.2 Fallas</b>	<b>27</b>
<b>3.4.2.1 Falla Quebrada Grande</b>	<b>27</b>
<b>3.4.2.2 Falla Tres Chorros</b>	<b>28</b>
<b>3.4.2.3 Falla de Samacá-Tintoque</b>	<b>28</b>
<b>3.4.2.4 Falla Mina Salamanca</b>	<b>28</b>
<b>3.5 Consideraciones acerca de la Geología para la aplicación del SLD</b>	<b>29</b>
<b>4. SUELOS</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Consociación Cabrera (CB)</b>	<b>32</b>
<b>4.2 Asociación Cabrera-Carmen (CR)</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Asociación Cuesta (CU)</b>	<b>33</b>

4.4 Asociación Santa Sofía (CV)	33
4.5 Asociación Fábrica (FB)	34
4.6 Asociación San José (SA)	34
4.7 Consideraciones acerca de los suelos para la aplicación del SLD	35
5. COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO	36
5.1 Bosques	36
5.1.1 <i>Bosque plantado (Bp)</i>	36
5.1.2 <i>Bosque Nativo en Protección-conservación (Bn)</i>	37
5.2 <i>Arbustales</i>	37
5.2.1 <i>Arbustales densos y restos de Bosque (AB)</i>	37
5.2.2 <i>Arbustales densos y arbustales bajos dispersos (Ad y Ah)</i>	38
5.3 <i>Herbazales (Hp)</i>	38
5.4 <i>Pastizales (Ph y Pm)</i>	39
5.5 <i>Cultivos (Ct y Cp)</i>	39
5.6 <i>Suelo Degradado (Ce y He)</i>	40
5.7 <i>Área Construida (Uc)</i>	40
5.8 Consideraciones sobre la vegetación para la aplicación del SLD	41
6. GEOLOGÍA AMBIENTAL	42
6.1 Conceptos Básicos	42
6.1.1 <i>Geología Ambiental</i>	42
6.1.2 <i>Evento amenazante</i>	43
6.1.3 <i>Amenaza</i>	43
6.1.4 <i>Elemento Expuesto</i>	44
6.1.5 <i>Vulnerabilidad</i>	44
6.1.6 <i>Escenario</i>	45
6.1.7 <i>Riesgo</i>	46
6.1.8 <i>Susceptibilidad</i>	46
6.2 Fenómenos de Remoción en Masa (FRM)	46
6.2.1 <i>Definición</i>	47
6.2.2 <i>Caídas</i>	48
6.2.3 <i>Volcamientos</i>	48
6.2.4 <i>Deslizamientos</i>	49
6.2.4.1 <u>Deslizamientos Rotacionales</u>	49
6.2.4.2 <u>Deslizamientos Traslacionales</u>	50
6.2.5 <i>Flujos</i>	51
6.2.5.1 <u>Reptación</u>	52
6.2.5.2 <u>Flujos de Detritos y Tierra</u>	52
6.2.5.3 <u>Flujos de lodo</u>	53
6.2.5.4 <u>Aludes</u>	54
6.2.6 <i>Movimientos Complejos</i>	54
6.2.7 <i>Factores que inciden en la generación de un FRM</i>	55
6.3 Presencia de FRM en la vereda Salamanca	58
7. MAPA DE JERARQUIZACIÓN DELA SUSCEPTIBILIDAD	62
7.1 Conceptos Básicos	63
7.1.1 <i>Conjunto difuso</i>	63

7.1.1.1 <u>Función de Pertenencia</u>	63
7.1.1.2 <u>Números Difusos</u>	64
<b>7.1.2 <i>Lógica Difusa</i></b>	66
<b>7.1.3 <i>Sistema de Lógica Difusa</i></b>	67
<b>7.2 Diseño de un SLD para la evaluación de la susceptibilidad</b>	69
<b>7.2.1 <i>Variables de Entrada</i></b>	69
7.2.1.1 <u>Litología</u>	69
7.2.1.2 <u>Ángulo de la Pendiente</u>	71
7.2.1.3 <u>Cobertura Vegetal</u>	72
7.2.1.4 <u>Suelos</u>	73
<b>7.2.2 <i>Variable de Salida</i></b>	74
<b>7.2.3 <i>Sistema de Lógica Difusa diseñado para la susceptibilidad</i></b>	75
<b>7.2.4 <i>Procesamiento y calificación de las variables y resultados</i></b>	82
<b>8. EVALUACIÓN DE FACTORES EXTRÍNSECOS</b>	85
<b>8.1 Cálculo de la Amenaza Sísmica</b>	85
<b>8.1.1 <i>Metodología</i></b>	85
<b>8.1.2 <i>Evaluación de la Amenaza Sísmica</i></b>	90
8.1.2.1 <u>Registro Histórico y Distancia a Fuentes Sismogénicas</u>	90
8.1.2.2 <u>Descripción de Fuentes Sismogénicas</u>	92
8.1.2.3 <u>Elaboración del Registro Histórico para cada Fuente</u>	93
8.1.2.4 <u>Cálculo de la Probabilidad de Excedencia</u>	105
<b>8.2 Cálculo de la Amenaza Hidrometeorológica</b>	107
<b>8.2.1 <i>Metodología</i></b>	107
<b>8.2.2 <i>Evaluación de la Amenaza Hidrometeorológica</i></b>	108
<b>8.3 Comentarios sobre la amenaza por factores antrópicos</b>	113
<b>8.4 Cálculo de la amenaza por FRM</b>	114
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	116
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	119
<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 6.1 Tipos de Amenaza</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 6.2 Cambios en el Talud que pueden generar FRM</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 7.1 Calificativos Lingüísticos Variable Litología</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 7.2 Significador Lingüístico Variable Pendientes</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 7.3 Significador Lingüístico Variable cobertura vegetal</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 7.4 Significador lingüístico variable suelo</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 7.5 Clasificación Jerárquica de la Susceptibilidad</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 8.1 Registro Histórico Fuente 1</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 8.2 Aceleración Máximo Fuente 1</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 8.2 Registro Histórico Fuente 2</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 8.4 Aceleración Máxima Fuente 2</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 8.5 Registro histórico Fuente 3</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 8.6 Aceleración Máxima Fuente 3</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 8.7 Aceleración Máxima Fuente 4</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 8.8 Registro Histórico Fuente 4</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 8.9 Registro Histórico Fuente 5</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 8.10 Aceleración Máxima Fuente 5</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 8.11 Registro Histórico Fuente 6</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 8.12 Aceleración máxima Fuente 6</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 8.13 Probabilidad de Excedencia para cada Fuente</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 8.14 Valor de Precipitación para un Tr dado</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 8.15 Probabilidad de excedencia Precipitación</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 8.16 Probabilidad de Ocurrencia de lluvia o Sismo detonantes</b>	<b>115</b>

## FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	<b>Localización del área de estudio</b>	<b>10</b>
<b>Figura 2.2</b>	<b>Topografía y Drenaje del área de estudio</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2.3</b>	<b>Localización de las minas de Carbón en la Vda. Salamanca</b>	<b>16</b>
<b>Figura 3.1</b>	<b>Afloramiento del nivel TKg1</b>	<b>19</b>
<b>Figura 3.2</b>	<b>Afloramiento del nivel TKg2</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3.3</b>	<b>Afloramiento del nivel TKg3</b>	<b>21</b>
<b>Figura 3.4</b>	<b>Afloramiento del nivel TKg4</b>	<b>22</b>
<b>Figura 3.5</b>	<b>Afloramiento de la formación Cacho</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3.6</b>	<b>Afloramiento de los Depósitos Coluvio-glaciares</b>	<b>25</b>
<b>Figura 3.7</b>	<b>Depósitos Coluvio-aluviales</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3.8</b>	<b>Panorámica Zona de Estudio</b>	<b>28</b>
<b>Figura 6.1</b>	<b>Esquema de un FRM Tipo Volcamiento</b>	<b>49</b>
<b>Figura 6.2</b>	<b>Nomenclatura de un deslizamiento</b>	<b>50</b>
<b>Figura 6.3</b>	<b>Deslizamiento Rotacional</b>	<b>51</b>
<b>Figura 6.4</b>	<b>Deslizamiento Traslacional</b>	<b>51</b>
<b>Figura 6.5</b>	<b>Reptación</b>	<b>52</b>
<b>Figura 6.6</b>	<b>Flujos</b>	<b>53</b>
<b>Figura 6.7</b>	<b>Reptación (Foto)</b>	<b>59</b>
<b>Figura 6.8</b>	<b>Deslizamientos (Foto)</b>	<b>59</b>
<b>Figura 6.9</b>	<b>Bloques sueltos de la formación Cacho</b>	<b>60</b>
<b>Figura 6.10</b>	<b>Ubicación de FRM en la Vereda Salamanca</b>	<b>61</b>
<b>Figura 7.1</b>	<b>Representación Gráfica de un Conjunto Difuso</b>	<b>64</b>
<b>Figura 7.2</b>	<b>Formas Típicas de números difusos</b>	<b>65</b>
<b>Figura 7.3</b>	<b>Significador Lingüístico de un SLD</b>	<b>67</b>
<b>Figura 7.4</b>	<b>Estructura de un SLD</b>	<b>68</b>
<b>Figura 7.5</b>	<b>Significador lingüístico Variable Litología</b>	<b>70</b>
<b>Figura 7.6</b>	<b>Significador Lingüístico de la Variable Pendientes</b>	<b>71</b>
<b>Figura 7.7</b>	<b>Significador Lingüístico Variable Cobertura Vegetal</b>	<b>72</b>
<b>Figura 7.8</b>	<b>Significador Lingüístico de la Variable Suelo</b>	<b>73</b>
<b>Figura 7.9</b>	<b>Significador Lingüístico de la Variable de Salida</b>	<b>74</b>
<b>Figura 8.1</b>	<b>Distribución Espacial de los Sismos</b>	<b>91</b>
<b>Figura 8.2</b>	<b>Localización de las Fuentes Sismogénicas</b>	<b>94</b>
<b>Figura 8.3</b>	<b>Distancia Mínima a las Fuentes Sismogénicas</b>	<b>96</b>
<b>Figura 8.4</b>	<b>Logaritmo del Número de Sismos con m mayor o igual a M</b>	<b>99</b>
<b>Figura 8.5</b>	<b>Aceleración Vs. Magnitud</b>	<b>102</b>
<b>Figura 8.6</b>	<b>Tr Vs. Magnitud</b>	<b>103</b>
<b>Figura 8.7</b>	<b>Tiempo de Retorno Vs. Precipitación</b>	<b>112</b>

# 1 INTRODUCCIÓN

Históricamente el ser humano ha establecido sus hogares en los sitios en donde es más sencillo aprovechar los recursos de flora y fauna, pero desafortunadamente éstos sitios en muchas ocasiones se encuentran bajo la influencia de procesos naturales que periódicamente modelan el terreno y el ecosistema establecido en él. Además es un ente que tiene la capacidad de transformar el entorno a su modo de vida, a diferencia de los demás animales que deben adaptarse a las condiciones impuestas por el medio; en el ejercicio de ésta capacidad el hombre interfiere en procesos que no entiende del todo ocasionando cambios que muchas veces acentúan el efecto de los procesos naturales, aumentando el peligro que de por sí se cierne sobre sus bienes y servicios.

El desarrollo sociocultural del hombre ha hecho que en los últimos tiempos éste se preocupe más por el impacto que sus construcciones, y en general sus acciones, tienen sobre el planeta. Desafortunadamente ésta es una tendencia de vanguardia desarrollada en las “naciones civilizadas” y que hasta ahora en nuestro país está siendo tenida en cuenta, generando grandes conflictos dado que los conceptos traídos del exterior no siempre empalman satisfactoriamente con la infraestructura Colombiana.

En la vereda Salamanca, municipio de Samacá (Boyacá), se presenta un caso típico en el que la gente establece su residencia en un lugar rico en recursos naturales, pero con una morfología que lo hace muy sensible a cualquier alteración que se le haga a su equilibrio. En ésta zona se viene desarrollando una minería subterránea para la extracción de carbón, que en la mayoría de los casos dista mucho de ser tecnificada y que además se ubica muy cerca y debajo de el

asentamiento principal de la vereda (Escuela y construcciones aledañas) lo que ha originado quejas de algunos residentes que han observado deterioro en sus construcciones y que en algunos casos se origina por la explotación subterránea (PARRA, 2001).

Este trabajo se hizo para evaluar la probabilidad de ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) en la vereda Salamanca, teniendo en cuenta únicamente los procesos naturales que puedan ocasionarlos y haciendo solamente un comentario sobre el posible efecto de las actividades humanas en el terreno. Para lograrlo se realizó una evaluación de las propiedades intrínsecas del terreno que permitió estimar la susceptibilidad que tiene éste a generar un FRM, éstos factores se plasmaron en cuatro mapas a escala 1:10.000 que muestran la Geología, cobertura vegetal, suelo e inclinación del terreno (Pendiente) analizados mediante un Sistema de Lógica Difusa (SLD) diseñado para el proyecto y del cual se obtuvo un mapa jerarquizado que muestra el nivel de susceptibilidad a FRM presente en cualquier punto del terreno.

El cálculo de la probabilidad de ocurrencia de un FRM en los próximos 50 años se hizo analizando estadísticamente los eventos detonantes lluvias y actividad sísmica mediante la obtención y procesamiento de información histórica sobre el comportamiento de éstos a través del tiempo obteniéndose gráficas que muestran el tiempo de retorno relacionado con la magnitud del evento. Con éstas gráficas se pudo obtener el tiempo de retorno para sismos o lluvias de magnitud considerada detonante y así se calculó la probabilidad de ocurrencia de un FRM dentro de los próximos 50 años.

La metodología que se utilizó se basa en las experiencias y estudios realizados por otros autores que toman métodos extranjeros y los moldean para ajustarse a las necesidades y requerimientos del trabajo en Colombia, dando como resultado un trabajo práctico, útil y económico. El marco teórico también corresponde a los



casos que más comúnmente se presentan en el país y concretamente en zonas similares a la de estudio.

Inicialmente se enmarcan las generalidades del área de trabajo como su localización, vías de acceso y costumbres humanas, luego se hace una reseña del mapa geológico describiendo las unidades estratigráficas cartografiadas en el área así como de la cobertura vegetal, suelos y además un mapa de pendientes. Posteriormente se ofrece un marco teórico que define los términos relacionados a la geología ambiental y evaluación de amenazas naturales además de una ilustración completa sobre los FRM más comunes, sus características y procesos que pueden condicionar la ocurrencia de uno.

Una vez hechas las indicaciones pertinentes se presenta la metodología desarrollada y la obtención final del mapa de zonificación jerarquizada de la susceptibilidad a FRM y del cálculo de la probabilidad de ocurrencia de un sismo o lluvia de magnitud detonante de un FRM en los próximos 50 años.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones con base en los resultados del trabajo.

## **1.1 Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo general***

Evaluar la amenaza por fenómenos de remoción en masa en la vereda Salamanca, municipio de Samacá (Boyacá) mediante el análisis de la susceptibilidad del terreno y el estudio de los eventos detonantes de origen hidrológico y sísmico.



### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Recopilación y análisis de la información disponible sobre el tema.
- Revisión de fotografías aéreas para explorar la morfología del área de estudio.
- Realización de los siguientes mapas a escala 1:10.000:
  - a. Mapa geológico.
  - b. Mapa de pendientes.
  - c. Mapa de suelos.
  - d. Mapa de distribución de la vegetación y uso del suelo.
- Análisis de la susceptibilidad del terreno a la generación de Fenómenos de Remoción en Masa a partir de los datos estructurales y litológicos recolectados en el terreno y de los mapas geológico, de pendientes, cobertura vegetal y suelos.
- Realización de un mapa de zonificación jerarquizada de la susceptibilidad a FRM.
- Análisis de los factores extrínsecos que pueden detonar fenómenos de remoción en masa, específicamente la precipitación y los sismos.
- Evaluación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa.

## **1.2 Justificación**

La relación del Geólogo con la comunidad, que fundamentalmente se enfoca a la procura de materias primas minerales para el desarrollo de la humanidad, está sufriendo una transformación, dedicándose a problemas más cercanos al ser humano, tanto que actualmente se aplica el conocimiento del geólogo para

procurar el bienestar del hombre y sus bienes, ante la acción de la naturaleza y del hombre mismo.

En la vereda Salamanca, municipio de Samacá (Boyacá) se están presentando agrietamientos y deterioro en algunas viviendas a raíz de movimientos en el terreno. Además, en el sector se desarrolla una actividad de minería subterránea para la extracción de carbón, lo que causa una inconformidad dentro de la comunidad por cuanto "...es la explotación de forma caprichosa de dos mantos de carbón lo que ha venido generando daños a las viviendas..." (PARRA, 2001).

Actualmente el municipio de Samacá no cuenta con un documento técnico que ilustre los procesos geológicos que se desarrollan en el área problema, y que además establezca hasta qué punto estos fenómenos son de origen natural ó, por el contrario, son generados por acción antrópica.

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA), por medio de su oficina de gestión ambiental y entidad responsable del manejo de los recursos naturales y ambientales del departamento, y la oficina de planeación del municipio de Samacá son los agentes impulsores del proyecto ya que, ante la necesidad de conocer los procesos naturales que están aconteciendo y los que probablemente ocurrirán en el futuro, ven en este trabajo una herramienta que los guiará en las acciones que deban tomar con respecto a la influencia real de las labores mineras sobre las viviendas de la zona de estudio.

### **1.3 Metodología general**

A continuación se presenta brevemente la metodología que se utilizó durante el desarrollo del proyecto, y que garantizó el cumplimiento de los objetivos específicos y el objetivo general:

- *Recopilación Bibliográfica*

Se acudió a las entidades que manejan la problemática del área como CORPOBOYACA y la oficina de planeación del municipio de Samacá, que contribuyeron con los estudios previos realizados alrededor de la minería y el problema social que se está presentando en la vereda por efecto de la misma. Para el soporte técnico y geológico del trabajo se contó con la información disponible en el IGAC, INGEOMINAS, la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Colombia, biblioteca del Departamento de Geociencias y bibliotecas de Ingeniería (Universidad Nacional de Colombia).

- *Revisión de fotografías aéreas*

En la biblioteca del instituto geográfico Agustín Codazzi se encuentran fotografías aéreas de la zona a una escala aproximada de 1:20.000 (C-2331, S-34359, 08-01-88, contactos 89,90 y 91) y 1:43.900 (C-2524, S-36800, 23-12-93, contactos 46 y 47). Con éstas se realizó una fotointerpretación que permitió tener una idea general de la morfología del sector, contactos geológicos, estructuras, drenaje, distribución de vegetación y procesos modeladores del terreno.

- *Realización de mapas a escala 1:10.000*

- ✓ Mapa Geológico: Se cuenta con la base cartográfica del Esquema de ordenamiento territorial (EOT) del municipio de Samacá a la que se le realizó una revisión y complementación para adecuarlo al estudio.
- ✓ Mapa de Suelos: Se basa en los datos obtenidos de los informes agroecológicos del IGAC existentes con respecto al área de estudio.
- ✓ Mapa de Pendientes y Cobertura Vegetal: Se utilizaron los mapas del EOT de Samacá revisados y ajustados a la escala del trabajo.

- *Evaluación de la amenaza por FRM*

La metodología utilizada se tomó de los trabajos de Portilla (1999), Portilla (2001), Portilla (2002) y Sierra&Umaña (2001), trabajos que tienen en común el análisis de la amenaza por FRM utilizando varias características del terreno y el procesamiento de los datos por medio de la Lógica Difusa.

- ✓ Factores intrínsecos

Comprenden las características internas del material; son útiles para determinar la resistencia del mismo y para estimar su susceptibilidad a generar FRM. La susceptibilidad del terreno se definió tomando únicamente los factores intrínsecos: Geología, Suelo, Vegetación y Pendiente, información que se encuentra en los mapas realizados previamente. Con esta información se siguió la metodología propuesta por PORTILLA (2001) y PORTILLA (2002), que incluye el diseño y aplicación de un Sistema de Lógica Difusa (SLD) y el empleo del Software UNFUZZY 1.2 (Duarte, 1998), desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, para agilizar el procesamiento de los datos teniendo en cuenta los factores: Geología (Litología), Pendiente, Suelos y Vegetación. Con éstos datos se obtuvieron valores de susceptibilidad para distintos puntos del terreno que se jerarquizaron lingüísticamente en Muy Altos, Altos, Medios y Bajos para de ésta forma obtener un mapa que muestra, de forma jerarquizada, distintos niveles de susceptibilidad en el terreno.

- ✓ Factores extrínsecos

Son los eventos externos que favorecen la generación de un FRM ya sea debilitando el material o detonando el evento en sí. Para el presente trabajo se analizaron los factores extrínsecos **sismicidad** y **precipitación** como eventos detonantes. La sismicidad se analizó utilizando la sismicidad histórica (registro de los sismos en el tiempo) y la distancia a fuentes sismogénicas (fallas tectónicas activas) para calcular la probabilidad de excedencia de un sismo con una intensidad detonante de FRM en los próximos 50 años.

La precipitación se evaluó utilizando el registro histórico de precipitación mensual en mm, de dos estaciones pluviométricas cercanas al área de trabajo; con éste registro se aplicó la metodología de Gumbel, trabajada en el curso de Geología Ambiental (Moyano, 2001) para calcular la probabilidad de excedencia de una precipitación con intensidad detonante de un FRM. En el capítulo 8 (“Evaluación de factores extrínsecos y cálculo de la amenaza) del presente trabajo se explican detalladamente cada una de éstas metodologías.

- *Cálculo de la amenaza por FRM*

La bibliografía consultada con respecto a los FRM concluye que los sismos y las lluvias, en la gran mayoría de los casos, son los eventos determinantes en la generación de los mismos y es a partir de estos dos factores que se realizó el cálculo de la amenaza por la ocurrencia de un sismo o lluvia de intensidad detonante.

## 2 GENERALIDADES

A continuación se presentan las características generales, tanto físicas como humanas, del área de trabajo con el fin de enmarcar espacial y socialmente el desarrollo del proyecto.

### 2.1 Localización

El área de estudio comprende 12 km<sup>2</sup> de la vereda Salamanca del municipio de Samacá, en el departamento de Boyacá (Figura 2.1); dicha vereda está localizada a 3 km al suroccidente del casco urbano del municipio. Geográficamente está limitada por las coordenadas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi: 1'094.000 a 1'098.000 Norte (5°26'42.2" a 5°28'51.8" de latitud Norte) y 1'060.000 a 1'063.000 Este (73°30'17.68" a 73°32'27.28" de longitud Oeste), área que se encuentra representada totalmente en la plancha topográfica del IGAC (191-III-A), a escala 1:25.000.

### 2.2 Descripción del área

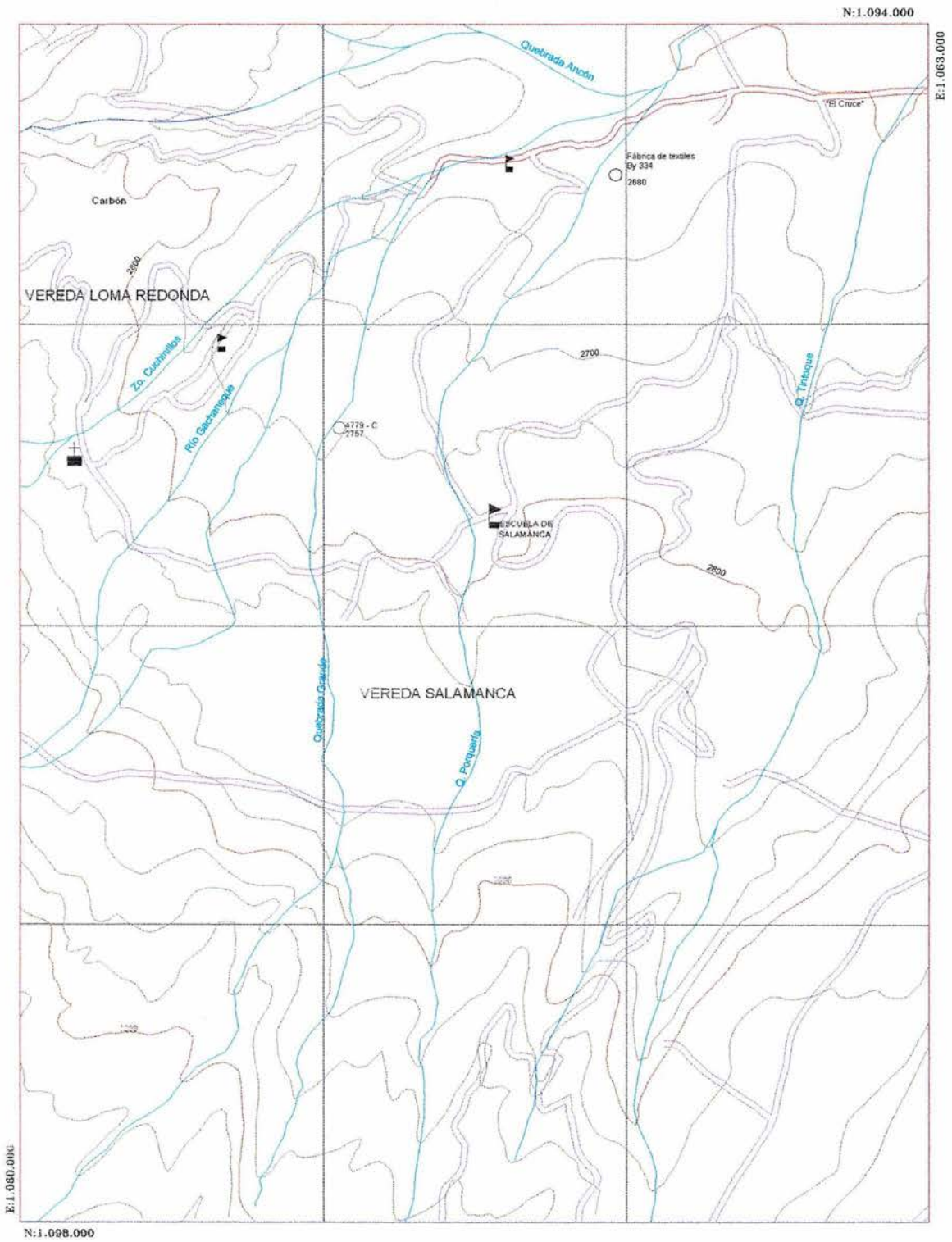
El área de estudio en la vereda Salamanca se encuentra limitada al norte por la quebrada El Ancón y por la carretera pavimentada que conduce de Samacá a la fábrica de textiles, al sur se encuentra limitada por la carretera que conduce hacia el embalse de Gachaneca, al oriente con la vereda Pataguy separada por la quebrada Tintoque y al occidente con la vereda Loma redonda separada por el río Gachaneca (Figura 2.2).



**Figura 2.1. Localización del área de estudio**

La presencia de escarpes en la parte sur del área (Figura 2.2) le dan a la cuenca una forma de herradura que se abre hacia el valle del río Gachaneca o Samacá ubicado al noreste y que se encuentra a una altura de 2600 metros sobre el nivel del mar; a partir de este valle, hacia el suroeste, la altura se va incrementando, generando una topografía suave con algunos escarpes de no más de 20 metros hasta una altitud de 3000 metros aproximadamente. El extremo suroccidental del área se encuentra enmarcado por una serie de escarpes que llega hasta los 3350 metros sobre el nivel del mar y que cierran la zona dándole la forma de “U”. Las corrientes de agua que drenan la zona corren en dirección Sur-Norte formando valles estrechos y ligeramente profundos cubiertos de arbustos nativos y, en las partes más suaves, forman pequeñas depresiones pantanosas cubiertas por hierba.





**Figura 2.3. Topografía y drenaje del área de estudio**



### 2.3 Vínculos físicos

Al municipio de Samacá se puede llegar por la carretera que va de Bogotá hacia Tunja, tomando el desvío que se encuentra en el sector del puente de Boyacá y que pasa por el casco urbano del municipio, a 13 kilómetros del desvío. También se puede llegar por la vía que conduce de Tunja hacia Sáchica y Villa de Leyva, tomando el desvío en el sector de Puente Samacá y que se encuentra a 10 kilómetros del casco urbano.

La vía principal de acceso al área es la que conduce del casco urbano del municipio de Samacá hacia la fábrica de textiles Samacá, es una vía de dos carriles que se encuentra pavimentada y se extiende en dirección Este-Oeste. A partir de la fábrica, ésta vía se encuentra destapada y conduce hasta Guachetá. De ésta vía se desprenden varios caminos que facilitan el acceso a la zona, entre lo más importantes están:

- El camino destapado que parte del sector "El Cruce" en dirección Norte-Sur hacia la vereda Salamanca y las minas de Acerías Paz de Río; es una vía apta para el continuo paso de volquetas y tractomulas que transportan carbón desde las minas y coquizadoras ubicadas en la zona de estudio..
- La vía destapada que sube desde la Fábrica de Textiles Samacá, paralela a la quebrada "La Puerquera"; es una vía angosta con tramos inclinados aptos sólo para vehículos de doble tracción.

Éstos caminos se unen a otro que va paralelo a la base del escarpe nombrado anteriormente en dirección Este-Oeste a 3000 metros de altura y que se comunica también con el municipio de Guachetá. Además se encuentran múltiples caminos

de herradura y trochas que forman una trama enrejada que permite un buen acceso al terreno.

## 2.4 Hidrografía

La forma de herradura del área de estudio y la existencia de una zona de páramo en el extremo sur llevan a que en el terreno se presente bastante volumen de agua superficial lo que hace que permanezca húmedo en las zonas bajas adyacentes a los cauces de agua. La red de drenaje tiene forma sub-dendrítica a sub-paralela favorecida por la forma, pendiente y disposición de la litología y estructuras presentes. Las principales corrientes de agua son:

- **Río Gachaneca o Samacá:** Por su curso se define el límite occidental de la vereda Salamanca. Nace en el Páramo de Rabanal ubicado en el extremo sur del área de estudio, la cabecera del río constituye una zona muy húmeda y de gran extensión que ha sido reformada con presas artificiales para aumentar el volumen de almacenamiento y aprovechar el recurso para el abastecimiento de los asentamientos cercanos y para el riego en el valle de Samacá que se abre hacia el norte. En su paso por la vereda Salamanca recibe el caudal de todos los cauces que drenan la zona y desde la Fábrica de textiles, cuando inicia su paso por la zona plana del valle, capta todo el flujo de agua convirtiéndose en el principal cauce del municipio de Samacá. La contaminación del río se inicia desde su salida del páramo, en donde forma una cascada debido a la topografía abrupta del área, cuando recibe todas las aguas residuales de las viviendas y ya en el valle aluvial recibe los desechos de las plantas coquizadoras y el casco urbano. Además se encuentra desprovisto de vegetación nativa durante todo su recorrido.
- **Quebrada Tintoque:** Conformar el límite oriental de la vereda Salamanca. Drena una zona extensa, en dirección sur-norte, de bosque plantado que por sus características facilita la pérdida de suelo lo que agrega gran cantidad de

material en suspensión, además atraviesa un botadero de material estéril residual de la minería de carbón tan intensa que se desarrolla en el sector. Cercanos a la quebrada, hacia el oriente corren otros dos cauces menores que presentan un menor nivel de contaminación ya que drenan una zona con vegetación nativa. El agua se usa ocasionalmente para riego y abrevadero de animales. Finalmente vierte sus aguas en el río Gachaneque.

- **Quebradas Grande y Porquería:** son dos cauces de menor extensión que drenan el centro del área de estudio de sur a norte y desembocan en el río Gachaneque cerca del sector de la fábrica de textiles. Presentan la misma problemática de contaminación de todos los cauces de la zona.

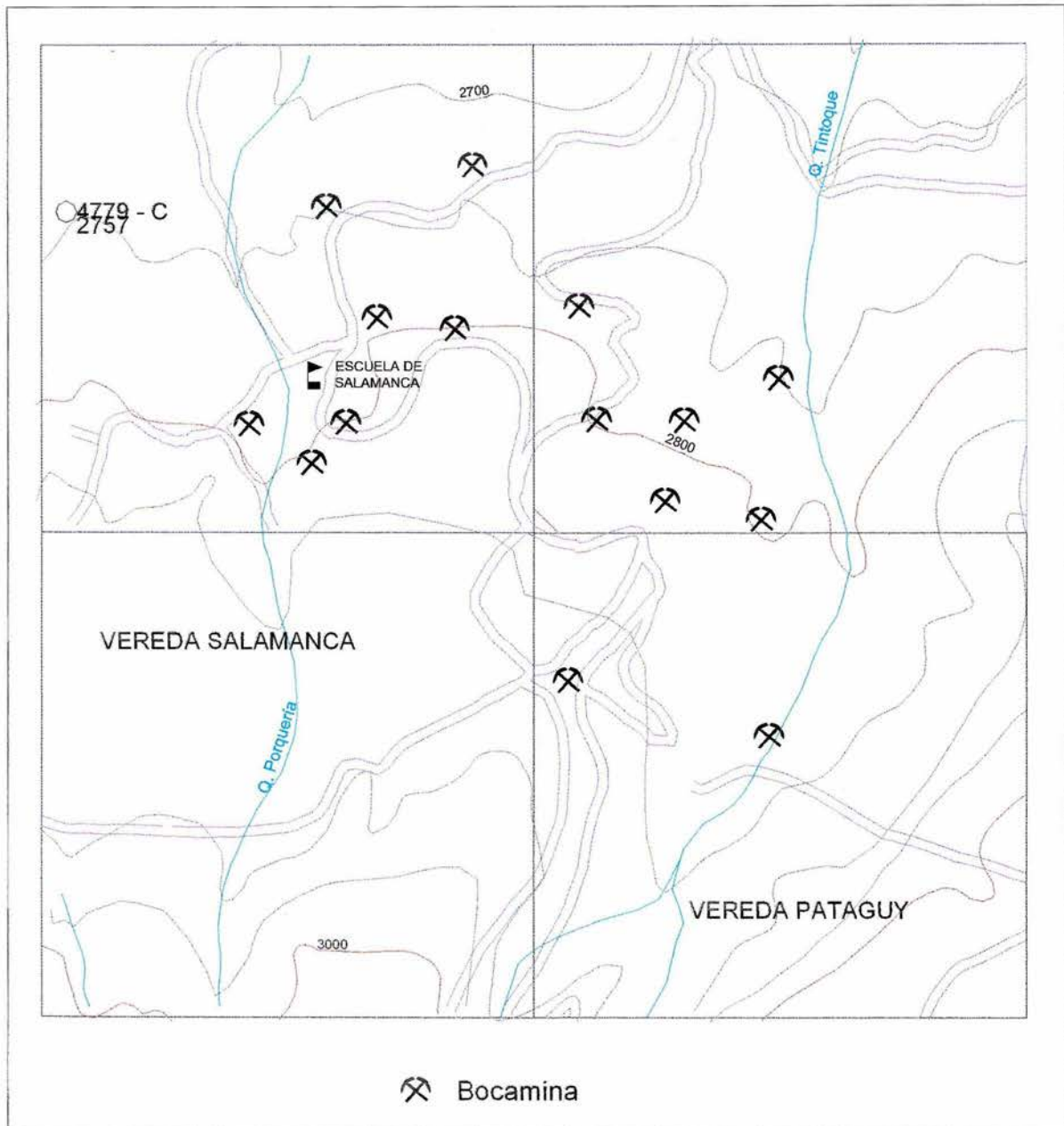
A pesar de que éstos son los cauces que se pueden cartografiar, es posible ver hilos de agua que descienden por las bancadas de los caminos y que provienen de las viviendas y cultivos del sector. En las zonas topográficamente planas se encuentran zonas anegadas especialmente en las quebradas Grande y Porquería debido a que, por la composición arcillosa de las rocas presentes, la infiltración es muy baja y en las zonas con menor pendiente, el cauce se expande impregnando el suelo.

## 2.5 Actividades humanas

La vereda Salamanca tiene una extensión total 2031 hectáreas (EOT, 2001) de las cuales cerca del 60% corresponden a bosques y zonas de páramo y un 22.6% se utilizan en actividades mixtas de cultivos y ganadería, especialmente en las zonas de baja pendiente aledañas a la escuela de Salamanca. Se encuentran cultivos de Maíz, Haba, Arveja y Zanahoria en huertas cerca a las viviendas para el sostenimiento de los residentes y sin ánimo comercial. También se cultiva Papa y Cebolla en huertas más amplias, especialmente en las zonas más altas cerca al páramo. Simultáneamente con ésta actividad agrícola, los residentes manejan

una ganadería extensiva de vacunos, ovinos y en algunos casos también porcinos, en todos los casos se trata de grupos de pocos individuos, que no llegan a modificar el paisaje con su pastoreo.

Además de la actividad agrícola y ganadera, un importante sector de la población se encuentra dedicada a la explotación de carbón por minería subterránea y que se desarrolla en varios frentes abarcando un área aproximada de 500 hectáreas.



**Figura 2.3. Localización de las minas de carbón en la vereda Salamanca**

### 3 GEOLOGÍA

Para la evaluación de la susceptibilidad del terreno a generar FRM, se hace una descripción de las rocas expuestas y los depósitos recientes encontrados en el área de trabajo. La litología es muy importante para este trabajo por cuanto ésta constituye el soporte del terreno, y sus características físicas y composición se reflejan también en el tipo de suelo e inclinación de la ladera.

#### 3.1 Geología Regional

La Cordillera Oriental de Colombia está compuesta en su mayoría por una espesa secuencia de rocas sedimentarias de origen marino de edad Jurásica hasta Cretácica Superior y en algunas zonas se conservan secuencias de rocas sedimentarias clásticas del Terciario que se presume cubrieron toda el área ocupada actualmente por la cordillera (Dengo&Covey, 1993). Toda la cordillera se caracteriza por presentar estructuras asociadas a la tectónica compresiva que generó su levantamiento: fallas inversas y de cabalgamiento y pliegues todos orientados en dirección aproximada NNE-SSW.

Particularmente la vereda Salamanca se encuentra en el extremo nororiental del Sinclinal de Checua-Lenguazaque, una estructura regional cuyo eje se orienta aproximadamente NE-SW y que constituye el principal factor que modela la geometría de las unidades estudiadas. Al noroccidente se encuentra la Falla de Boyacá, una estructura de tipo inverso que levanta y pone al descubierto una importante secuencia de rocas Jurásicas (Anticlinal de Arcabuco) desde el área de Villa de Leyva hacia el norte, al oriente está la Falla de Soápaga que tiene unas características similares a la Falla de Boyacá.

### 3.2 Geomorfología

El área de estudio se encuentra en el cierre de una estructura sinclinal cuyo eje se orienta aproximadamente N30E y que en primer lugar constituye el principal rasgo regulador del paisaje, en segunda instancia se encuentra una morfología de escarpes pronunciados alternados con laderas suaves que responden a las propiedades físicas de las rocas presentes (areniscas, arcillolitas con areniscas y arcillolitas). La tectónica compresiva formadora de la Cordillera Oriental de Colombia, predispone este tipo de plegamientos y en especial una serie de fallas inversas y cabalgamientos que se evidencian cortando la continuidad de los escarpes asociados a la litología más resistente y aumentando la irregularidad en el terreno. Estos rasgos del terreno se ocultan en las zonas con pendiente suave (arcillolitas) que favorecen el desarrollo de vegetación y cuya irregularidad se asocia a repliegues en la roca por lo que la trayectoria de los planos de falla debe ser inferida. El modelamiento superficial del terreno está dominado por depósitos coluviales que le dan a la zona un paisaje de bloques embebidos en una matriz más fina y por unos cauces que realizan un proceso erosivo muy lento y modelan unos valles estrechos y no muy profundos.

### 3.3 Estratigrafía

A continuación se hace una breve descripción de las unidades litoestratigráficas que se encuentran expuestas en el área de trabajo, resaltando su composición y estructuras que sean útiles para la evaluación de la susceptibilidad.

#### 3.3.1 Formación Guaduas (TKg)

La Formación Guaduas es la unidad que mayor extensión ocupa de la vereda Salamanca (Mapa 1, Anexo 1), en seguida se describen individualmente los cinco niveles por los que ésta unidad está descrita (INGEOMINAS, 1979).



### 3.3.1.1 Nivel inferior (TKg1)

Está constituido litológicamente por arcillolitas muy fisiles que internamente no presentan laminación, con intercalaciones de limolitas y arenitas de grano muy fino en capas de hasta 10 centímetros de espesor y capas esporádicas de arenitas de grano medio de hasta 40 centímetros de espesor. Son de color gris con presencia de laminación muy fina en bandas claras y oscuras. Se encuentra en contacto transicional con la Formación Arenisca Tierna infrayacente y con la Arenisca La Guía suprayacente, su espesor varía entre 100 y 150 metros. Dentro del área de interés de la vereda Salamanca no se encuentra aflorando, pero se encuentra en la vereda Pataguy, margen derecha de la Quebrada Tintoque (cuadrículas C4 y C3, Mapa 1) y en la vereda Loma Redonda, en el extremo noroccidental del área (cuadrícula A1-1).



**Figura 3.1. Afloramiento del Nivel TKg1, Quebrada Ancón (fuera de la zona de estudio)**



### 3.3.1.2 Arenisca La Guía (TKg2)

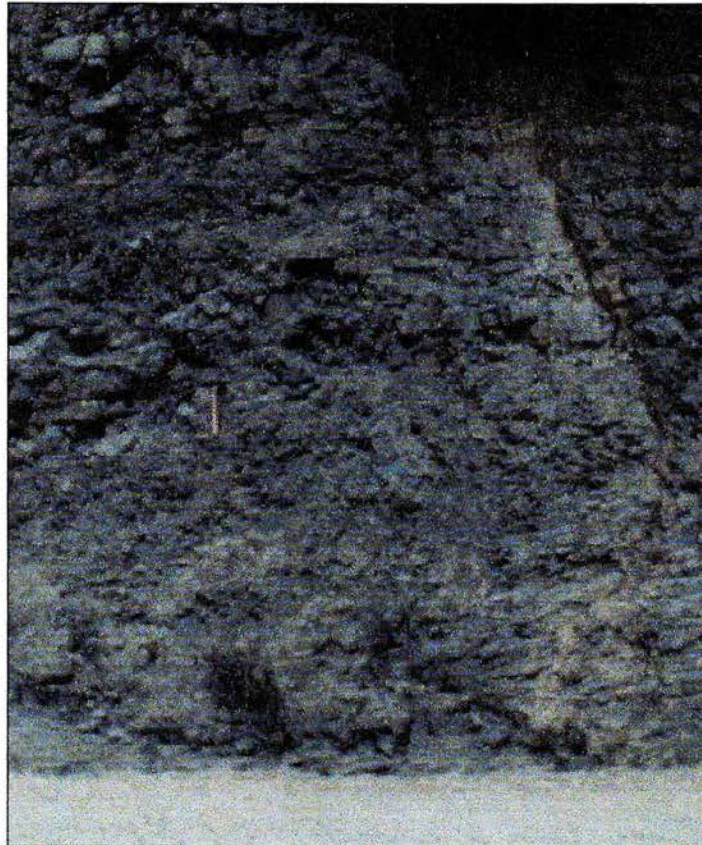
Este nivel está formado por arenitas de grano muy fino a fino, bien redondeadas, compuestas principalmente por cuarzo con cemento silíceo y ferruginoso, se encuentran en capas de 15 cm de espesor con intercalaciones de arcillolitas masivas en capas de 10 cm. Estructuralmente tiene planos de diaclasa perpendiculares a la estratificación y espaciados cada 20 centímetros aproximadamente. Presenta mantos de carbón de hasta 1.5 metros de espesor en contacto erosivo con las arenitas. Aflora en el extremo oriental del área de estudio, en el valle formado por la quebrada Tintoque, en el sector de explotación de Acerías Paz de Río S.A (cuadrículas C3 y C4-1, mapa 1). Su espesor varía entre 100 y 150 metros. El contacto con el nivel suprayacente es neto.



**Figura 3.2. Afloramiento del Nivel TKg2, Quebrada Tintoque, sector de Acerías Paz de Río.**

### 3.3.1.3 Nivel intermedio (TKg3)

Este nivel está compuesto por arcillolitas compactas, sin estratificación visible, intercaladas con capas de hasta 10 cm de limolitas con laminación muy fina y presencia de óxidos de hierro, se encuentran mantos de carbón de 1 metro de espesor. Hacia la parte superior se observan bancos de 60 cm de arenitas de grano fino, muy resistentes, y arenitas de grano muy fino, friables, en capas de 10 cm de espesor, con mantos de carbón de 1 metro. En donde aflora este nivel, especialmente la parte mas arcillolítica, se observa que se encuentra fuertemente fracturado y ligeramente replegado. Esta unidad ocupa toda la parte norte del área de trabajo (cuadrículas A1, A2, B2, C1, C2, C3-1 y B4, Mapa 1)), desde la escuela de Salamanca hasta la llanura aluvial del Río Gachaneca. Su espesor es de aproximadamente 300 metros.

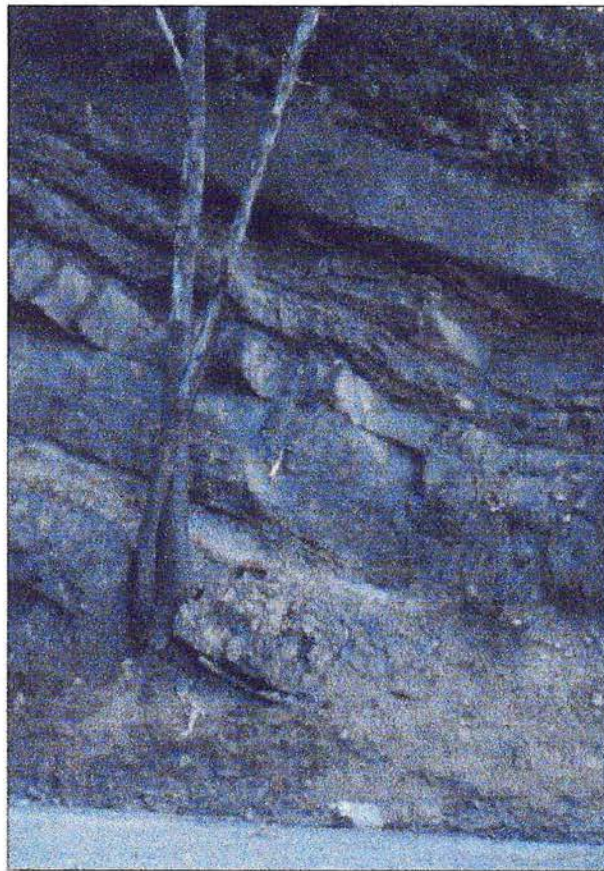


**Figura 3.3. Afloramiento Nivel TKg3, vía a Salamanca, sector “El Cruce”**



#### 3.3.1.4 Arenisca La Lajosa (TKg4)

Constituido por cuarzoarenitas con tamaño de grano arena media, bien calibradas, con cemento silíceo y ferruginoso, presentes en capas de 1 metro de espesor y superficies de contacto onduladas. Contiene intercalaciones de limolitas a arenitas muy finas en capas de 40 cm y que se encuentran en contacto neto ondulado con las arenitas. Hacia la parte superior está compuesta por cuarzoarenitas con tamaño de grano arena fina, en capas de 40 cm de espesor intercaladas con láminas de 3 cm de arenitas de grano muy fino y bastante friables. Este nivel aflora al sur de la escuela de Salamanca (cuadrículas A2-4, B2-3, B2-4, B4-2 y B4-4) y se reconoce por generar una morfología escarpada, contrastando con los niveles infra y suprayacentes que dan una morfología suave. Su espesor es de aproximadamente 200 metros.



**Figura 3.4 . Afloramiento del Nivel TKg4, portería de Acerías Paz de Río.**

### 3.3.1.5 Nivel superior (TKg5)

Está constituido en su mayoría por intercalaciones de arcillolitas compactas y limolitas en contacto transicional. Contiene bancos esporádicos de arenitas y mantos de carbón muy arcilloso. Se distingue fácilmente por presentar tonalidades negras, grises, violetas, rojas, amarillas y cafés. Presenta planos de fractura rellenos de material arcilloso-ferruginoso. El espesor varía entre 150 y 200 metros. Este nivel comprende la zona de topografía suave que se ubica entre el nivel TKg4 y el gran escarpe que cierra la zona de estudio al extremo suroccidental (cuadrículas A3, B3 y B4).

El ambiente de depósito de la Formación Guaduas se presume que es de transición marina a continental, posiblemente una zona de playa con lagunas de anteplaya influenciadas por mareas y con abundante acumulación de materia orgánica hacia el lado continental, lo que originó los numerosos mantos de carbón que se explotan actualmente.

### **3.3.2 Formación Cacho (TPc)**

Esta unidad está compuesta por arenitas conglomeráticas con tamaño de grano arena media a gruesa hasta guijos muy finos, mal calibradas y partículas sub-redondeadas a sub-angulares, contienen cuarzo lechoso y cemento silíceo. Se encuentran en bancos de más de dos metros de espesor, con estratificación inclinada plano-paralela y superficies de contacto onduladas. Presenta planos de fractura espaciados cada dos metros aproximadamente lo que hace que se modelen bloques de éstas dimensiones o más grandes en las paredes de los escarpes. Esta unidad conforma el escarpe límite al sur de la zona de estudio y se extiende hasta el Páramo de Rabanal y es la unidad que más claramente expresa la estructura sinclinal que domina el área (cuadrícula A4, Mapa 1). Su espesor aproximado es de 250 metros.



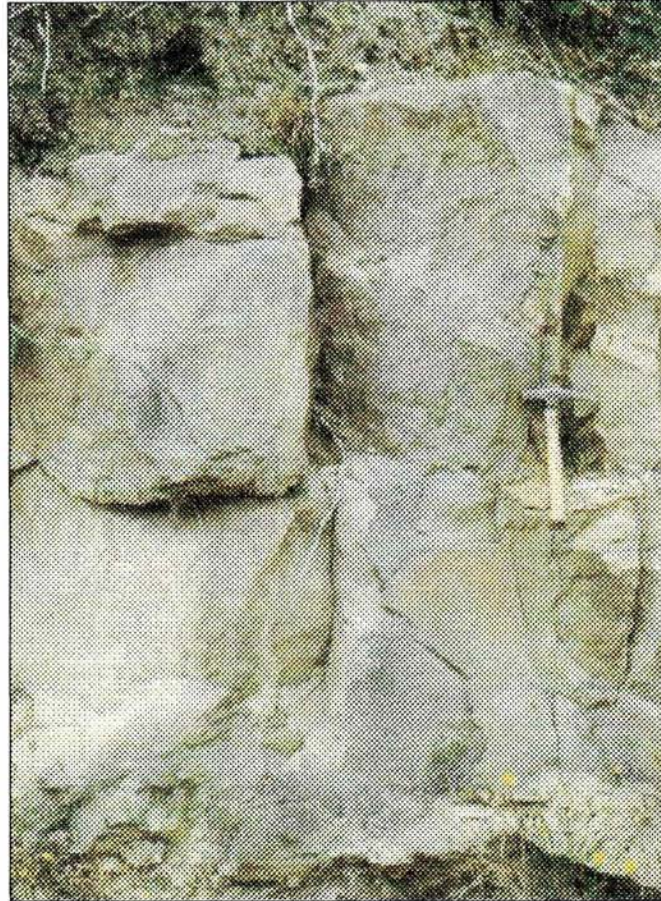


Figura 3.5. Afloramiento de la Formación Cacho, carretera hacia el embalse de Gachaneca, Páramo de Rabanal.

### 3.3.3 Formación Bogotá (Tb)

Arcillolitas amarillas, verdes y violáceas con intercalaciones de limolitas y arenitas limosas. Su ambiente de depósito es continental con un espesor promedio de 800 metros. Esta unidad forma un sello natural al encontrarse dentro de una estructura sinclinal sobre las areniscas conglomeráticas de la Formación Cacho en el Páramo de Rabanal, y es allí donde se construyeron diques y pequeñas presas para almacenar agua y abastecer a las áreas cercanas, incluyendo la vereda Salamanca. Aflora en el extremo suroccidental del área de trabajo (cuadrícula A4, Mapa 1), aislada de las viviendas de la vereda Salamanca por el escarpe de más de 200 metros que conforma la Formación Cacho.

### 3.3.4 Depósitos Coluvio-glaciares (Qcg)

Es un depósito heterogéneo compuesto por un armazón de fragmentos angulares de arenitas conglomeráticas de la Formación Cacho y arenitas de la Formación Guaduas en tamaños que oscilan desde 15 cm hasta más de 3 metros de diámetro medio, con una matriz arcillosa-arenosa pobremente litificada. Es un depósito clasto-soportado, aunque en algunas partes tiene tendencia a ser matriz-soportado.

En la vereda Salamanca existe un depósito de gran extensión que pasa a 800 metros al occidente de la escuela (cuadrículas A3, A2, B1 y C1, Mapa 1) y se extiende desde la base del escarpe principal, a lo largo del recorrido de la quebrada Grande, hasta la zona plana de la llanura aluvial. También se reconocen otros de menor extensión pero uno muy importante es el que se encuentra en el área de la escuela de Salamanca y sobre el cual se encuentran fundadas varias viviendas (cuadrícula B2-3).



**Figura 3.6.** (Izquierda), afloramiento de los Depósitos Coluvio-glaciares. (Derecha), morfología característica de los depósitos.



### 3.3.5 Depósitos coluvio-aluviales (Qca)

Están constituidos por fragmentos de arenitas de la Formación Cacho y Formación Guaduas, grano-soportados, de tamaño variable de guijos a cantos de hasta 20 cm, redondeados a sub-redondeados. La matriz está compuesta por partículas desde tamaño arcilla hasta arena. No se encuentran litificados y se restringen a la transición entre la zona montañosa y el valle aluvial plano, cerca a las corrientes de agua, en el extremo norte del área de estudio.



Figura 3.7. Depósitos Coluvio-aluviales, sector de La Fábrica de Textiles.

## 3.4 Geología estructural

Las unidades identificadas en el área de estudio presentan estructuras relacionadas con procesos tectónicos compresivos, especialmente fallas inversas. A nivel de las unidades se presentan replegamientos suaves, especialmente en los niveles más arcillolíticos.

### 3.4.1 Anticlinal de Salamanca

Es el único pliegue presente en el área de trabajo que tiene suficiente extensión para ser cartografiado a la escala de trabajo (1:10.000), ésta estructura afecta la

Formación Guaduas (cuadrículas B3, C2 y C1, Mapa 1)). Se trata de una estructura asimétrica con su flanco occidental buzando 8 grados al NW y el oriental 35 grados al SE y su eje tiene una orientación aproximada NE-SW. Se extiende desde el sector de “el cruce”, en donde se pierde su trazo en la llanura aluvial del río Gachaneca, prolongándose hacia el suroccidente, pasando aproximadamente a 500 metros al oriente de la escuela de Salamanca; hacia el sur su trazo se pierde en las arcillolitas del nivel superior de la Formación Guaduas.

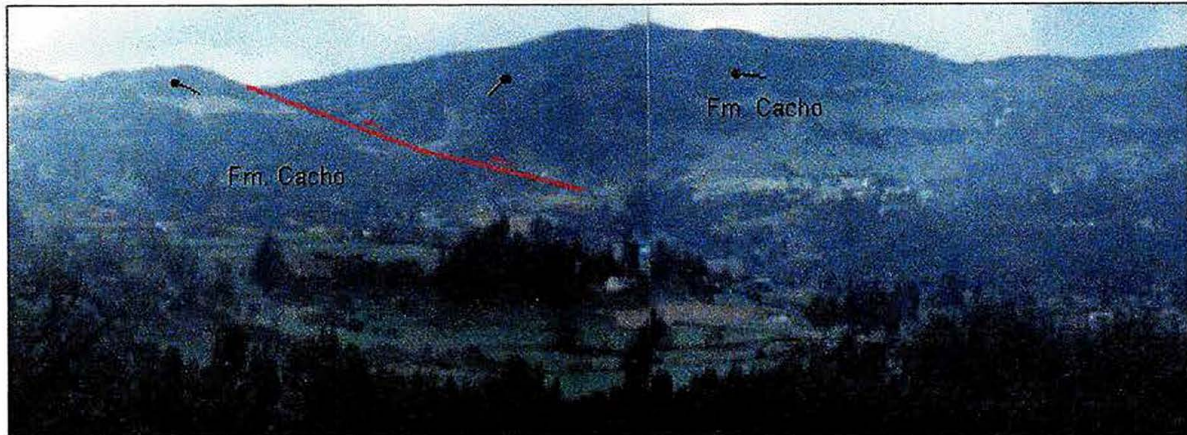
### **3.4.2 Fallas**

La presencia de éste tipo de estructuras en el terreno, condiciona un mayor grado de fracturamiento de las unidades afectadas por éstas, especialmente en las cercanías al plano de fractura; a continuación se describen las características generales de éstas estructuras dentro del área de trabajo.

#### 3.4.2.1 Falla Quebrada Grande

Se trata de una falla inversa, con dirección aproximada norte-sur y plano de falla buzando cerca de 30 grados hacia el occidente. Esta estructura es la que mayor expresión regional presenta (Figura 3.8), especialmente en el escarpe que cierra la zona de estudio al sur occidente, en donde se observan arenitas de la Formación Cacho y parte de las arcillolitas del nivel superior de la Formación Guaduas sobre arenitas de la Formación Cacho. El trazo de ésta falla se pierde bajo el depósito Coluvio-glaciar que se extiende desde la base del escarpe hasta la zona plana de la llanura aluvial.





**Figura 3. 8. Panorámica de la zona de estudio hacia el sur, se resalta en rojo el trazo de la Falla “Quebrada Grande”**

#### 3.4.2.2 Falla Tres Chorros

Su dirección varía entre N-S y NE buzando hacia el NW. Tiene una gran extensión que se puede seguir en las fotografías aéreas; se encuentra en la base del escarpe originado por la Formación Cacho al Oriente de la estructura sinclinal aguas arriba de la quebrada la Puerquera y se extiende hacia el norte hasta perderse en la llanura aluvial.

#### 3.4.2.3 Falla de Samacá-Tintoque

Se trata de una estructura de cabalgamiento orientada SW-NE con plano de falla buzando hacia el sureste, afectando rocas de la Formación Guaduas en los niveles TKg1 y TKg2. Se encuentra en el margen derecho de la Quebrada Tintoque, fuera de la vereda Salamanca (cuadrículas C3 y C4).

#### 3.4.2.3 Falla Mina Salamanca

Es una estructura orientada SE-NW, que afecta los niveles TKg1 y TKg2 de la Formación Guaduas (cuadrículas B4-2 y C4-4), es de tipo normal con plano de falla buzando hacia el SW y probablemente presente también un desplazamiento de rumbo sinistral.

También se encuentran una serie de fallas inversas y normales de muy poco desplazamiento, registradas en los mapas mineros de MINERCOL (2001), pero que no tienen una clara representación en superficie, por lo que no son tratadas en éste trabajo.

### **3.5 Consideraciones acerca de la geología para la aplicación en el SLD**

1) El nivel TKg1 de la Formación Guaduas está constituido fundamentalmente por arcillolitas lo que hace que, al aflorar éste nivel en superficie, la disminución de las presiones sobre la roca ocasionen su intenso fracturamiento en hojuelas. Además contiene niveles de arenitas que son más resistentes a la alteración y la interfase entre éstos dos cuerpos se convierte en un plano de debilidad al facilitarse en movimiento de las capas más duras sobre el material blando.

2) El nivel "Arenisca la Guía" de la Formación Guaduas está constituido en su mayoría por Cuarzoarenitas con cemento silíceo, lo que las hace muy resistentes a la meteorización. Contiene intercalaciones de arcillolitas y algunos mantos de carbón que se convierten en planos de debilidad y un fracturamiento que disminuye la continuidad, y por lo tanto, la resistencia de la masa rocosa.

3) El nivel TKg3 de la Formación Guaduas esta constituido por arcillolitas, con algunos mantos de carbón y capas de arenitas friables; el predominio de material arcillolítico hace que éste nivel sea más estable cinemáticamente, por la relativa homogeneidad de su composición.

4) El nivel "Arenisca la Lajosa" de la Formación Guaduas está compuesto casi en su totalidad por capas de Cuarzoarenitas con cemento silíceo, lo que la hace muy resistente, además las superficies de contacto con forma ondulada hacen que sea muy estable cinemáticamente porque presentan una resistencia adicional al desplazamiento.

- 5) El nivel TKg5 de la Formación Guaduas está compuesto en su mayoría por arcillolitas compactas lo que le da una estabilidad cinemática por la homogeneidad de su composición, pero tiene también una baja resistencia a la meteorización.
- 6) La Formación Cacho está compuesta por arenitas conglomeráticas con cemento silíceo que las hace muy resistentes a la meteorización; además se encuentra en bancos muy gruesos con estratificación interna inclinada plano-paralela y superficies de contacto onduladas que le dan una gran estabilidad cinemática.
- 7) La Formación Bogotá consiste en arcillolitas que la hacen menos resistente a la meteorización pero aflora en el núcleo de una estructura sinclinal con pendientes suaves lo que le da una estabilidad cinemática adicional.
- 8) Los depósitos Coluvio-glaciares tienen una composición heterogénea y no se encuentran bien litificados ni cementados lo que los hace muy inestables cinemáticamente, además se encuentran principalmente acumulados sobre unidades arcillosas impermeables lo que constituye un plano de debilidad muy importante.
- 9) Los depósitos Coluvio-aluviales están compuestos por materiales no consolidados lo que los hace muy inestables cinemáticamente.
- 10) La tectónica compresiva, y la presencia de fallamientos y pliegues en las rocas, le confieren un grado de fracturamiento adicional a las unidades, en el caso de las fallas, éste fracturamiento se produce en las zonas cercanas al plano principal de fractura; las unidades más resistentes presentan fracturamiento intenso mientras que las unidades arcillolíticas pueden presentar replegamientos y deformación intensa. En el caso del Anticlinal de Salamanca, se presentará un

fracturamiento mayor de las unidades hacia el núcleo de la estructura, en donde la compresión es mayor. Por último hay que resaltar que la disminución de la presión ejercida sobre la roca, al salir ésta a superficie, hace que el relajamiento de los esfuerzos confinantes fracture la roca haciéndola más susceptible de desplazarse.

## 4 SUELOS

El mapa de suelos corresponde al trabajo realizado por el IGAC (1985) que realiza una clasificación general de los suelos de ésta área (Anexo 1, Mapa 2). Para los alcances del proyecto se consideraron las descripciones generales de las convenciones cartografiadas y el espesor del horizonte más superficial sin adentrarse en los detalles particulares de los perfiles de suelos.

### 4.1 Consociación Cabrera (CB)

Comprende suelos localizados en áreas de relieve ondulado a fuertemente quebrado con pendientes de 3-7% y 7-12% (cuadrículas A3, B3, B4, C3-2, C3-3 y C4). Los suelos están dedicados a cultivos de papa, trigo, cebada y pastos que se encuentran limitados por la ocurrencia de heladas.

Se trata de suelos desarrollados a partir de lutitas y arcillas con un nivel A de 30 centímetros de espesor y espesor total de 1.5 metros, en general son suelos bien drenados y baja fertilidad. Los procesos más importantes que influyeron en el desarrollo de éstos suelos fueron el clima, el relieve y el material parental.

### 4.2 Asociación Cabrera-carmen (CR)

Está constituida por suelos localizados en las laderas de las montañas, con un relieve ligeramente ondulado a fuertemente quebrado, de topografía aguda y redondeada con pendientes de 12-25% y 25-50% (cuadrículas B4, B3-2 y B3-3), aunque se encuentran áreas con pendientes más suaves, tiene un horizonte A de 30 cm de espesor y en total el suelo alcanza una profundidad de 1.5 metros.

El material parental de éstos suelos lo constituyen lutitas y arcillas, con inclusiones de areniscas. En el borde de las laderas se presentan pequeñas áreas deprimidas con influencia coluvial, en otras se presentan algunos fenómenos erosivos, como escurrimientos en masa y deslizamientos.

Actualmente se utilizan para agricultura y ganadería, en algunas áreas se encuentra bosque secundario y rastrojo. Es limitado por las frecuentes heladas y pendientes fuertes.

#### **4.3 Asociación Cuesta (CU)**

Compuesta por suelos localizados en las zonas de transición entre los climas frío húmedo y frío seco en una altitud entre los 2.600 y 3.200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). El relieve es bastante disectado con pendientes que varían de 12 a más de 50%, la erosión es bastante fuerte en lugares donde se encuentran afloramientos rocosos y pedregosidad (cuadrículas A1 y A2). El perfil del suelo consta sólo de un horizonte A superficial hasta 30 cm de profundidad que descansa directamente sobre la roca.

Los suelos carecen de uso a excepción de las áreas con menor pendiente y poco erosionadas. Se pueden encontrar en la vereda Loma Redonda en el límite nor-occidental de la vereda Salamanca y se desarrollan a partir de areniscas principalmente.

#### **4.4 Asociación Santa Sofía (CV)**

Compuesta por suelos desarrollados a partir de lutitas y algunas areniscas en la zona transicional entre el clima frío húmedo y seco, presentan erosión en surcos, pedregosidad superficial e influencia coluvial. Se desarrollan entre los 2.200 y 3.000 m.s.n.m., relieve inclinado a fuertemente quebrado y pendientes de 7-12% y 12-25% (cuadrículas B1, A2-2, A2-3, B2, C1, C2 y C3) . El perfil consta de un



---

horizonte A superficial moderadamente fino con un espesor de 40 centímetros, sobre un horizonte B arcilloso, en total tiene cerca de 1 metro de espesor.

#### **4.5 Asociación Fabrica (FB)**

Se trata de suelos desarrollados a partir de los abanicos aluviales, dentro del clima frío seco entre 2.500 y 2.700 m.s.n.m., el relieve es plano a inclinado con pendientes de 0-3% y 3-7% (cuadrícula C1). Generalmente los abanicos son pequeños, con piedra, cascajo y gravilla en la superficie y aún dentro del perfil, en algunos sectores presenta erosión. Presenta un perfil completo con horizontes A, B y C, con texturas finas y algo de pedregosidad, que no alcanzan en total los 80 cm de profundidad.

Se utilizan en ganadería y cultivos de cebada, cebolla y maíz, con limitaciones por falta de humedad y la pedregosidad que presenta.

#### **4.6 Asociación San José (SA)**

Está compuesta por suelos desarrollados a partir de arcillolitas y arenitas, localizados en áreas con pendientes suaves (cuadrícula A4). El perfil consta de un horizonte A de 40 cm de espesor con textura arenosa, en seguida un horizonte B con textura fina que se prolonga hasta 1 metro de profundidad a partir de la cual se encuentra el horizonte C con textura fina y presencia de cascajo.

Este tipo de suelos se encuentran en el páramo de Rabanal, en el núcleo de la estructura sinclinal que domina el área de estudio. A esta asociación pertenecen también suelos desarrollados a partir de la acumulación de materia orgánica, en zonas planas cóncavas, que permanecen saturadas de agua y forman zonas pantanosas ricas en materia orgánica en diferentes grados de alteración, particularmente sáprico.



#### **4.7 Consideraciones acerca de los suelos para la aplicación en el SLD**

- 1) La Consociación Cabrera tiene una textura arcillosa dado que se originó por la alteración de rocas arcillolíticas, su espesor es de 1.5 metros. La textura fina hace que éste tipo de suelo sea compacto.
- 2) La Asociación Cabrera-carmen tiene una textura arcillosa con inclusiones de areniscas y un espesor de 1.5 metros.
- 3) La Asociación Cuesta tiene una textura arenosa y un pobre desarrollo encontrándose sólo el nivel superficial de 30 cm de espesor. La textura más gruesa hace que sea friable y sujeto a procesos erosivos.
- 4) La Asociación Santa Sofía está compuesta por mezcla de arcillas y algo de areniscas y un espesor de cerca de 1 metro.
- 5) La Asociación Fábrica se origina de la alteración de depósitos coluvio-aluviales y consiste en mezcla de materiales arcillosos con algo de cascajo, su espesor es de no más de 80 cm.
- 6) La Asociación San José es una mezcla de material arcilloso con materia orgánica en descomposición y su espesor es de poco más de 1 metro.

## 5 COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO

Esta información, que se encuentra cartografiada en el Mapa número 3 (anexo1), corresponde a un inventario del tipo de vegetación presente y también contiene el uso que se le está dando al suelo y que fue tomada del EOT para el municipio de Samacá. El tipo de cobertura vegetal y uso del suelo están estrechamente relacionadas con diversos factores propios del terreno como la litología (condiciona el tipo de suelo), humedad, clima y pendiente.

### 5.1 Bosques

En esta categoría se incluyen las zonas en las que los árboles son el tipo de vegetación predominante, se hace diferencia en si la vegetación es nativa o introducida por el hombre.

#### 5.1.1 Bosque plantado (Bp)

Se compone principalmente de Pinos y Eucaliptos, también se encuentran Sauces, Urapanes y Acacias en tierras erosionadas y riberas de los ríos. El desarrollo de algunos de estos bosques es bajo porque no se les realizan labores de mantenimiento y regeneración o simplemente porque fueron plantados en desorden.

En el Páramo de Rabanal, cabecera del río Gachaneca, se encuentra una importante población de pinos plantados por la empresa encargada del sostenimiento del embalse de Gachaneque y que tienen como fin proteger el recurso hídrico y evitar la erosión del terreno. Los eucaliptos se propagaron por acción de la comunidad que los utiliza en la infraestructura de las minas de carbón

y para construcción en general y por esto se encuentran en buen número cerca de los focos mineros de la vereda Salamanca. Un bosque de este tipo y de una extensión importante se localiza en el área de las cabeceras de las quebradas Tintoque y La Puerquera en la zona de explotación de carbón de Acerías Paz de Río S.A. (cuadrículas B, B3 y C3)

### **5.1.2 Bosque nativo en protección-conservación (Bn)**

Se caracterizan por sustentar gran diversidad biológica, ubicados principalmente en las partes altas y escarpes, colinas y vertientes, éstos bosques se clasifican dentro de los típicos bosque andino y bosque alto andino (EOT Samacá, 2001) con poblaciones de encenillos, alisos y sietecueros, entre otros. Este bosque regularmente va acompañado de líquenes, musgos, lianas y bejucos.

En la vereda Salamanca se encuentran aislados en pequeños grupos cerca a los cauces de las quebradas y en los escarpes marcados que se encuentran hacia el sur, donde se conservan posiblemente por el difícil acceso a ellos (cuadrícula C4-3).

## **5.2 Arbustales**

Conformado por plantas que se ramifican desde su base y no tienen un auténtico tronco, generalmente reemplazan a los bosques cuando éstos son intervenidos y desaparecen o cuando algún factor inhiba el desarrollo de los mismos. Su clasificación se realiza según el grado de intervención que han sufrido.

### **5.2.1 Arbustales densos y restos de bosque (Ab)**

Arbustos leñosos altos o bajos, densos, surgen como regeneración del bosque nativo cuando algún factor, principalmente antrópico, corta el desarrollo del bosque nativo. En ocasiones dentro de éstos se encuentran árboles como residuo

del bosque primario pre-existente. Los más comunes son el Arrayán, Uvo, Juncos y Mortiño que se desarrollan sobre suelos húmedos poco fértiles. Son muy importantes ya que, por su capacidad de retener agua, son claves en la regulación del régimen hídrico de una cuenca.

Se pueden encontrar parches de tamaño regular en la parte alta de la quebrada Grande, la margen derecha de la quebrada Tintoque y el más importante en el curso medio de la quebrada La Puerquera, no por su extensión sino por encontrarse muy cerca aguas arriba de la escuela de Salamanca que es uno de los sitios afectados que motivaron éste trabajo (cuadrícula A3-3 y B3-1-NW-b).

### ***5.2.2 Arbustales densos y Arbustales bajos dispersos y herbazales (Ad y Ah)***

Las dos clases están compuestas principalmente por arbusos pero se diferencian en que los arbustales densos son muy cerrados con ramas leñosas y espinosas que los hacen casi impenetrables y la de bajos dispersos y herbazales es más abierta, fácil de atravesar y con pocos arbustos espinosos. Tienen la particularidad de servir como protectores naturales del suelo en áreas de alta susceptibilidad a la erosión y como reguladores del régimen hídrico de las cuencas. Se encuentran en las zonas húmedas de los cauces de todas las quebradas de la zona y en algunas áreas con pendiente muy fuerte.

## **5.3 Herbazales (Hp)**

Aunque todas las clasificaciones anteriores presentan un porcentaje de hierba, ésta clase se caracteriza por el predominio de éstas, es decir aquellas plantas que tienen el tallo blando. Por su naturaleza y función se dividen en herbazal de páramo y herbazal de pantano que se encuentran en gran extensión en el páramo de Rabanal al extremo sur de la vereda Salamanca. La vegetación de páramo se concentra en las áreas escarpadas del páramo (cuadrícula C4, Mapa 3), mientras que la de pantano se agrupa en los bajos o depresiones del terreno. Las especies

predominantes son el Frailejón, Puya y Cortadera para la del páramo y la de pantano tiene Musgo, Junco y Frailejón.

Estas unidades son muy importantes como almacenadoras y reguladoras del agua y como refugio para la vida silvestre. Como su nombre lo indica, se encuentran en áreas sobre los tres mil metros sobre el nivel del mar, al sur-occidente de la vereda Salamanca.

#### **5.4 Pastizales (Ph y Pm)**

Corresponden a la vegetación herbácea de gramíneas utilizadas principalmente para la alimentación del ganado. Se distinguen dos clases: pastizales y herbazales y pastizales manejados. El primero se encuentra mezclado con hierbas debido a que no hay producción en él o bien porque no se le realizan labores de mantenimiento de la pradera. Los pastizales manejados se constituyen en praderas manejadas que reciben mantenimiento y fertilización para la óptima alimentación del ganado. Ocasionalmente se les siembran leguminosas como la Alfalfa y el Carretón para mejorar la dieta de los animales.

#### **5.5 Cultivos (Ct y Cp)**

A pesar de las características escarpadas del terreno y la presencia de páramo, es la clase que más ocupa en la vereda Salamanca y en general en todo el municipio de Samacá. En donde la pendiente es suave se cultiva principalmente Papa que se rota con ganadería semi-intensiva o también lotes mixtos con Maíz, Haba, Arveja y Zanahoria. Esta es la clase que más extensión presenta abarcando más de la mitad del área de estudio (cuadrículas A3, A4, B1, B2, B3, C1, C2 y C4).

En la llanura aluvial, totalmente plana (extremo norte) se cultiva Cebolla en áreas con buen drenaje y también Maíz y praderas para ganadería semi-intensiva. En las zonas más escarpadas, gracias a la existencia de sistemas de riego se siembra Arveja, Cebolla, Maíz, Trigo y Remolacha. La siembra es manual porque

las condiciones de pendiente generan cárcavas que impiden el acceso de maquinaria. Además la siembra no se realiza técnicamente (sembrar en curvas de nivel) lo que deja una gran pérdida de suelo entre cosechas.

### **5.6 Suelo degradado (Ce y He)**

Son áreas muy erosionadas que pueden o no tener cobertura vegetal, incluye desde aquellas que contienen algo de hierbas y arbustos dispersos hasta las que están totalmente desprovistas de vegetación y en las cuales se realiza minería a cielo abierto (arena y arcilla). En algunas se realiza una agricultura incipiente o ganadería extensiva generalmente con Ovinos. Los botaderos de estériles de la minería del carbón y la extracción de arena y recebo también se incluyen dentro de ésta clase. De esto se pueden resaltar las áreas afectadas dentro de la vereda Loma Redonda, al occidente de la vereda Salamanca (cuadrículas C1 y C2).

### **5.7 Área construida (Uc)**

Las más representativas incluyen las coquizadoras que son la principal actividad resultante de la minería del carbón ya que los extraídos en la vereda Salamanca corresponden a carbones coquizables, las plantas más grandes se ubican al norte de la vereda Salamanca (cuadrícula C1) y en la vereda Loma Redonda.

La industria textil que fue en el pasado la principal actividad del municipio, ahora desplazada por la minería, generó un asentamiento grande con un área importante construida en la parte baja de la vereda Salamanca (cuadrícula C1-1). En la vereda no se observan núcleos de asentamiento humano pero si gran número de viviendas dispersas por toda el área.

### **5.8 Consideraciones acerca de la vegetación para la aplicación en el SLD**

- 1) La cobertura vegetal compuesta por árboles garantiza que las raíces de éstos, al ser más grandes y abarcar una mayor profundidad y/o área, contribuyan a la estabilización del terreno, dado que actúan como ligamentos que amarran la roca y la afianzan, evitando la erosión y pérdida de suelo.
  
- 2) Los matorrales tienen un potencial estabilizador del terreno menor porque sus raíces no son tan profundas y además permiten que la escorrentía superficial sea mayor aumentando la energía de ésta y su potencial de transporte.
  
- 3) Los herbazales contribuyen muy poco a la estabilización del terreno y no ofrecen mayor resistencia a la erosión o movimientos de la capa superior del terreno, en éste caso el suelo.
  
- 4) Las áreas desprovistas de vegetación y las zonas construidas permiten una escorrentía superficial abundante y con un potencial de desplazamiento de materiales muy alto. Además en el caso de las áreas construidas, éstas imponen una carga adicional sobre el terreno lo que puede favorecer el desplazamiento de éste.



## 6 GEOLOGIA AMBIENTAL

A continuación se presenta un marco teórico que ilustra, de manera general, algunos términos técnicos que actualmente se prestan para muchas confusiones y malinterpretaciones como son Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo; también se hace una introducción a los diferentes tipos de FRM que se han descrito.

### 6.1 Conceptos básicos

Con el fin de garantizar la correcta interpretación de los análisis realizados en éste trabajo, se presentan las definiciones de varios términos propios de éste tipo de trabajos.

#### 6.1.1 *Geología Ambiental*

La geología ambiental es la "aplicación del conocimiento geológico en la identificación, estudio y comprensión de los procesos geológicos, para predecir y pronosticar la probable ocurrencia o materialización de amenazas y/o eventos amenazantes naturales o antrópicos, tanto para el ser humano como para sus bienes y servicios".

La metodología básica que se utiliza en la geología ambiental es:

- *Observación:* se estudia el fenómeno en términos de sus características externas.

- *Formulación de un modelo conceptual:* de la observación se deduce el comportamiento del fenómeno y se formula un modelo o idea de las características que pueda presentar el fenómeno al producirse.
- *Formulación de un modelo matemático:* esta fase diferencia los estudios ambientales de otros trabajos geológicos ya que se pasa de la etapa de deducción a la búsqueda de fundamentos matemáticos que sustenten el modelo conceptual lo que le da un mayor soporte a los resultados obtenidos.
- *Cálculo de la probabilidad de ocurrencia:* con los datos del modelo matemático se puede obtener un valor que ilustre la probabilidad de que se presente un fenómeno con las características analizadas anteriormente dentro de un intervalo de tiempo determinado, en un lugar específico.

### **6.1.2 Evento amenazante**

Este representa al fenómeno estudiado en términos de sus características, dimensión y ubicación geográfica. Con respecto al análisis de éste se puede decir que es *posible* cuando existen las condiciones para que pueda presentarse y que es *probable* cuando es un fenómeno o evento esperado debido a que existen razones o argumentos técnicos y científicos para creer que ocurrirá o se verificará en un tiempo determinado.

### **6.1.3 Amenaza**

Es el peligro latente que significa la probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno físico (evento amenazante), de origen natural o antrópico que puede materializarse en un sitio específico durante un periodo de tiempo determinado. La intensidad del evento amenazante, que representa a la amenaza, depende de

la magnitud con la que se presente el evento inicial y su respectiva atenuación con la distancia.

Existen varias clases de amenazas según sea el sistema que las puede generar y así mismo cada clase de amenaza se divide en varios tipos que representan en ocasiones el mecanismo generador de la amenaza o también el evento amenazante:

**Tabla 6.1. Tipos de amenaza**

CLASE DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZA
Geodinámica interna	Volcánica, sísmica
Geodinámica externa	Meteorológica, hidrológica, <i>Fenómenos de Remoción en Masa...</i>
Antropogénica	Contaminación, tecnológicas, desechos...
Socio-natural	Degradación de cuencas, incendios, cambios globales
Cósmica	Meteoritos, cometas, colisiones planetarias...
Otras	Epidemias, guerras, terrorismo, hambruna...

#### **6.1.4 Elemento expuesto**

Es todo contexto material, social y ambiental representado por las personas, recursos y servicios que puedan verse afectados por la materialización del evento amenazante.

#### **6.1.5 Vulnerabilidad**

Es la caracterización cuantificada de la resistencia, la ubicación geográfica (espacio, tiempo) y el grado de protección de un elemento expuesto. La

vulnerabilidad de un elemento expuesto es independiente de la ocurrencia de un evento amenazante.

En el nivel o grado de vulnerabilidad, con fines del cálculo del riesgo, se compara la acción del evento amenazante (según su intensidad) respecto a la resistencia y grado de exposición del elemento expuesto para así determinar el daño, y por lo tanto las pérdidas, que sufrirá el elemento expuesto por la acción del evento amenazante.

La vulnerabilidad se clasifica en varios tipos:

- *Vulnerabilidad física*: resistencia material del elemento.
- *Funcional*: reacción remanente que afecta la operatividad del elemento expuesto. Esta y la anterior se pueden expresar en dinero o como un número definido.
- *Social*: capacidad de reacción de la comunidad con respecto a los eventos intangibles emergentes. Dentro de ésta categoría se encuentran los índices más comunes conocidos por la sociedad como son el producto interno bruto, ingreso per cápita, las necesidades básicas insatisfechas y la escolaridad entre mucho otros. Esta categoría encierra todas las necesidades de la sociedad, no sólo monetarias sino morales, culturales, religiosas y en general todas las cosas que puedan hacerle falta a la sociedad.

### **6.1.6 Escenario**

Es la visión de la distribución espacial de los efectos potenciales que puede causar un evento de intensidad definida, sobre un área geográfica específica de acuerdo con el grado de vulnerabilidad de los elementos expuestos que constituyen el contexto del análisis. Este escenario es la base de la formulación de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

### **6.1.7 Riesgo**

Es el nivel de pérdidas esperado para un elemento expuesto como consecuencia de la probable materialización del evento amenazante y de la afectación del elemento expuesto; es función de la probabilidad de ocurrencia del evento y de la vulnerabilidad del elemento expuesto.

- *Riesgo Específico*: es el nivel de pérdidas esperado para un solo elemento expuesto ante un evento amenazante de intensidad dada de acuerdo con el nivel de vulnerabilidad de tal elemento. Este riesgo debe ser calculado para cada amenaza específica.
- *Riesgo Aceptable*: es aquel nivel de pérdidas que se está dispuesto a asumir a cambio de cierto nivel de beneficios.

### **6.1.8 Susceptibilidad**

Desde el punto de vista de la evaluación de la amenaza, es la estimación de la estabilidad de un cuerpo, condicionada por sus propiedades internas de formación como son el tipo de material del que está compuesto, el grado de meteorización de éstos materiales, la tectónica que haya afectado su estructura, la pendiente del terreno y la humedad natural (cantidad de agua que puede mantener la roca) y que sirve para caracterizarlo jerárquicamente como potencial generador de un FRM.

## **6.2 Fenómenos de remoción en masa (FRM)**

Aunque el trabajo se centra en la evaluación general de la amenaza por FRM, a continuación se describen los distintos tipos de FRM que se han clasificado, para reforzar el marco teórico planteado para éste trabajo..

### **6.2.1 Definición**

Es un término generalizado usado para cubrir un amplio rango de procesos dominados principalmente por la gravedad que transportan material térreo (incluyendo basura y desechos industriales) pendiente abajo.

El desplazamiento de éste material se produce bajo tres mecanismos principales que son: caída, flujo (movimiento turbulento con contenido de un fluido de menos del 21%) y deslizamiento donde el material se mueve como un cuerpo coherente a lo largo de una superficie basal de debilidad. Las combinaciones de éstos movimientos regulan la forma y comportamiento de los fenómenos observados en el terreno.

De esta forma se pueden encontrar movimientos que involucran millones de metros cúbicos de tierra o unos pocos metros, unos que duran pocos segundos hasta años además de ser cíclicos, únicos, intermitentes o graduales.

Por todo lo anterior es muy complicado dar un sistema de clasificación único y rígido para los FRM pero para el alcance de éste trabajo, se utilizará el sistema de clasificación propuesto por Varnés en 1978 (Tomado de Coch, 1995), que tiene en cuenta como aspecto principal el tipo de movimiento ya que cada uno tiene unas características particulares en común con los demás de su mismo desplazamiento. Estos han sido divididos en:

- Caídas
- Volcamientos
- Deslizamientos
- Flujos
- Movimientos complejos



El segundo aspecto que se tiene en cuenta es el tipo de material que compone el fenómeno:

- Roca
- Suelo, es el producto de la alteración de materiales preexistentes (Detritos si contiene más del 50% de fragmentos grandes ó Tierra si se compone de material lodoso).
- Depósitos no litificados (Basuras, desechos industriales)

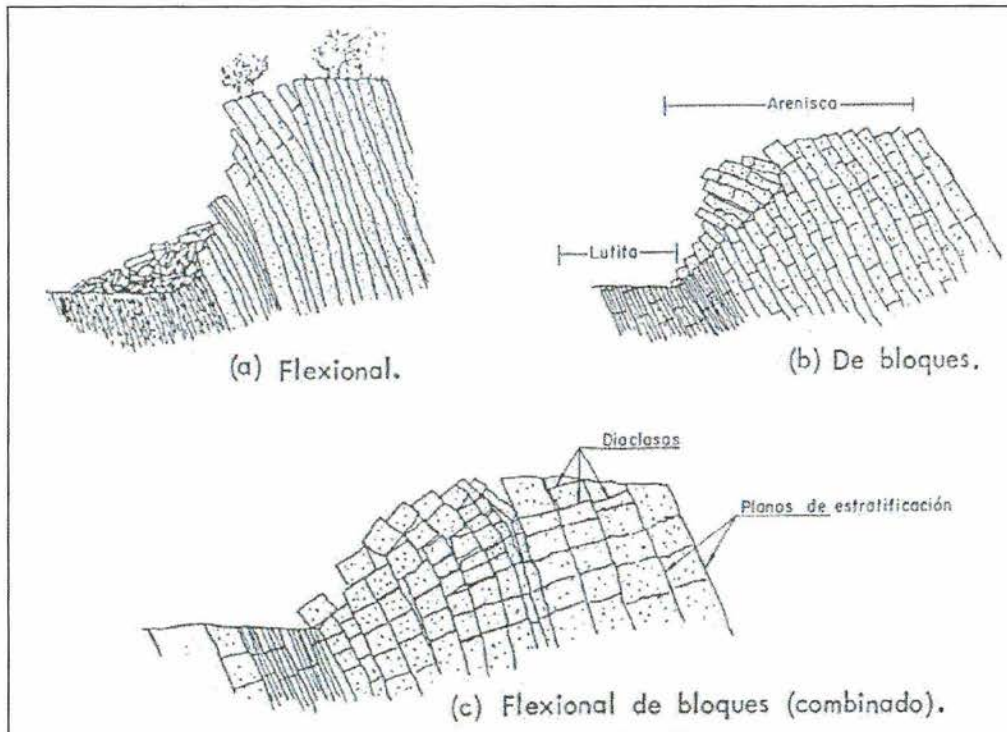
### **6.2.2 Caídas**

Cuando una masa rocosa de cualquier tamaño se desprende de un acantilado o pendiente fuerte de tal manera que la mayoría de su desplazamiento ocurre en el aire ya sea en caída libre, rebotando y/o rodando, etc.

Es un fenómeno que por su naturaleza y características no tiene una gran duración aunque es precedido de movimientos secundarios, como la meteorización, las diaclasas y discontinuidades en la roca además de sismos y profundización en los cauces, que van debilitando la masa rocosa facilitando así el desprendimiento de los bloques. Según el material del que se componga se pueden distinguir las caídas de roca (separada recientemente de la masa rocosa) y caída de detritos (fragmentos ya formados)

### **6.2.3 Volcamientos**

Consiste en la rotación hacia adelante de una o varias unidades alrededor de un centro o pivote. Este movimiento es activado por la gravedad, esfuerzos generados en las unidades adyacentes o por presión de fluidos dentro de las fracturas y no produce la disgregación ni colapso de las unidades.



**Figura 6.1. Esquema de un FRM tipo volcamiento**

Según su forma puede llamarse **flexional** cuando los estratos se inclinan doblándose sin perder su continuidad o **volcamiento en bloques** cuando éstos se fracturan e inclinan formándose un ángulo con la parte no afectada.

#### **6.2.4 Deslizamientos**

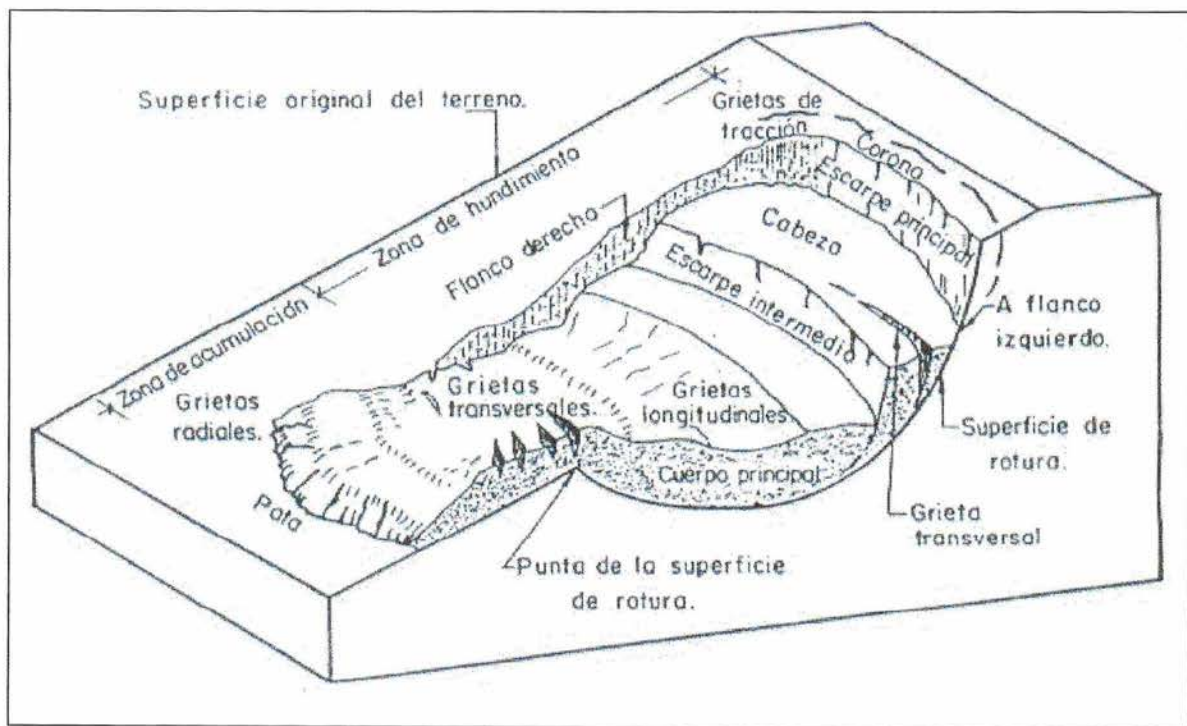
Se definen como el desplazamiento de una masa, a lo largo de una o más superficies claramente visibles o razonablemente inferidas, mientras que la masa desplazada no sufre disgregación y puede continuar su movimiento sobre suelo natural, sobrepasando el límite de la superficie de desplazamiento.

##### **6.2.4.1 Deslizamientos Rotacionales (Hundimientos)**

Movimiento de masas de suelo a lo largo de una superficie cóncava bien definida en donde la masa gira en un eje paralelo al talud. Su profundidad varía según el

espesor del material residual y deja una concavidad típica en la corona (figura 6.2) conocida como “golpe de cuchara”.

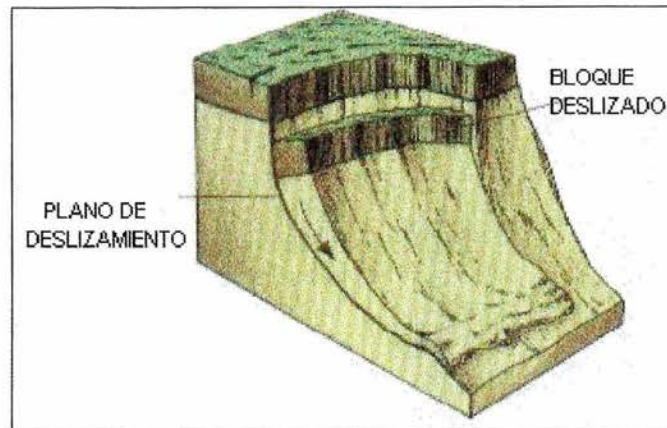
Ocasionalmente la inestabilidad se propaga hacia arriba del caso inicial generándose otra concavidad ladera arriba de la anterior formando lo que se conoce como “deslizamientos rotacionales múltiples retrogresivos” aunque también se propagan hacia abajo dada la sobrecarga impuesta por el material desplazado.



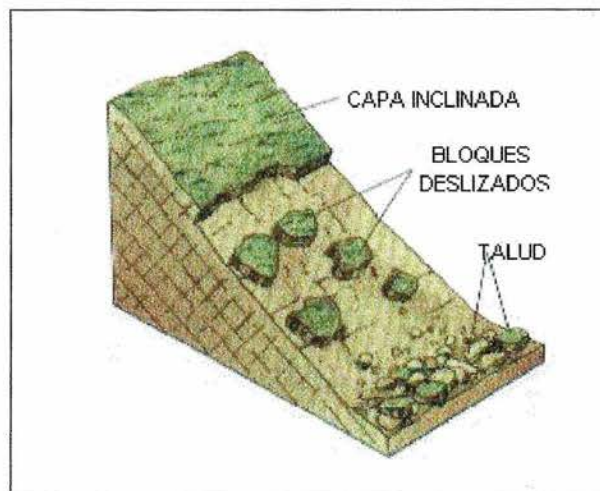
**Figura 6.2. Nomenclatura de un deslizamiento (Varnés. 1978)**

#### 6.2.4.2 Deslizamientos Traslacionales

Movimiento de espesores delgados de fragmentos delgados de roca, suelo, coluviones, vegetación, etc, a lo largo de superficies casi planas, generalmente la pendiente estructural de una unidad más resistente. La traslación genera un mayor fracturamiento de los materiales.



**Figura 6.3. Deslizamiento Rotacional ( Tomado de Coch, 1995)**



**Figura 6.4. Deslizamiento Traslacional ( Tomado de Coch, 1995)**

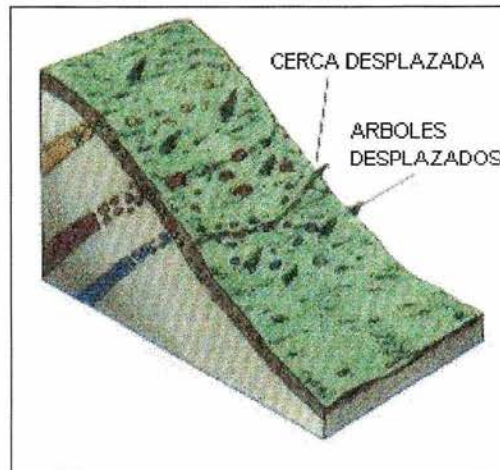
### 6.2.5 Flujos

En los flujos, el desplazamiento de la masa es irregular y ésta no mantiene su coherencia, en ocasiones no es posible distinguir claramente una superficie de desplazamiento marcada.



### 6.2.5.1 Reptación

Es un desplazamiento muy lento (1 centímetro al año en promedio) de la parte superficial del terreno, presenta una intermitencia alternando periodos con movimiento nulo o casi nulo y periodos activos con una velocidad de hasta 6 centímetros al año. Se evidencia por deformaciones en el terreno, inclinación de los árboles, migración de rocas superficiales, deformación de vías y cercas entre otros.



**Figura 6.5. Reptación (Tomado de Coch, 1995)**

No hay separación evidente entre el material en movimiento y el estable pero la deformación acumulada sumada a una saturación de agua o movimiento sísmico pueden desencadenar un deslizamiento o flujo de tierra.

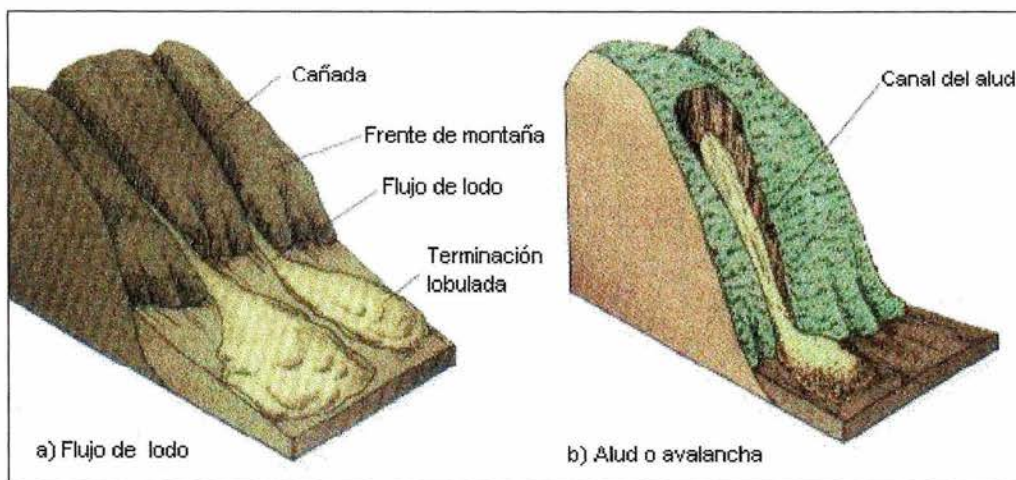
### 6.2.5.2 Flujos de detritos y tierra

Tiene una velocidad mayor según su viscosidad (proporción entre agua y sólido), se forma en materiales alterados que al desestabilizarse generan desplazamientos de formas alargadas y lobulados en su parte inferior. Si el contenido de agua es muy alto y/o la pendiente muy fuerte, la masa puede licuarse parcial o totalmente y fluir a gran velocidad tal vez por un cauce originando un "alud".

### 6.2.5.3 Flujos de lodo

Se producen cuando el agua satura una masa de detritos volviéndola blanda y que fluye a gran velocidad dejando un cuerpo en forma de lengüeta y con 5 a 15 grados de inclinación en las superficies de acomodación. Su velocidad depende de la inclinación del terreno, la viscosidad dada por la proporción de sólido a líquido (hasta 95% de sólidos) aunque en general son más fluidos, la forma del canal y la rugosidad de la superficie a recorrer.

La topografía regula la extensión de los flujos, si el valle es estrecho el flujo será profundo y estrecho y recorrerá más que aquel que va por un valle amplio. Aguas arriba, en donde la pendiente es mayor, el flujo tiene un comportamiento erosivo, incorporando materiales sueltos y vegetación hasta donde la pendiente se suaviza y hace que deposite material hasta detenerse en un cuerpo de varios metros de espesor o formado por pulsos u oleadas sucesivas formadas por el represamiento temporal del flujo o por nuevo aporte en la cabecera del mismo.



**Figura 6.6. Flujos (Tomado de Coch, 1995)**

Cuando la velocidad del flujo es suficientemente alta éste puede superar obstáculos topográficos y elevarse en la parte externa de las curvas.

Los flujos de lodo pueden originarse por efecto de la lluvia sobre materiales sueltos, colapso de presas naturales o artificiales, incorporación de material durante las crecientes de ríos y quebradas o por el deshielo de glaciares y nieve. Son muy comunes en áreas cubiertas de grandes volúmenes de fragmentos rocosos sueltos y saturados de agua detonados por sismos y presentando eventos violentos y rápidos.

#### 6.2.5.4 Aludes (Avalanchas)

El término avalancha se aplica sólo a movimientos en superficies de nieve o hielo. “avalancha de detritos” o “alud” es un movimiento muy rápido de masas de materiales gruesos (bloques, grava, arena) junto con suelos más finos, aire y agua. Se llama avalancha de detritos cuando hay un importante porcentaje de materiales más gruesos que la arena. Para su ocurrencia deben existir condiciones particulares:

- Materiales susceptibles de deslizarse y además que sean débiles y fáciles de disgregar.
- Relieve que facilite el deslizamiento, alta velocidad y energía.
- Un contenido de agua para que facilite el fluir del material dándole mayor energía.

De ésta forma durante el movimiento algo del material se rompe aumentando así el porcentaje de finos que sumados al agua y la alta pendiente le van a dar al movimiento una velocidad y energía enormes.

#### **6.2.6 Movimientos complejos**

Son las combinaciones de dos o más de los movimientos básicos descritos anteriormente, los más comunes son el hundimiento con flujo de tierra y la caída con avalancha de detritos.



En las zonas de depósito de materiales sobrantes de excavaciones y minas son comunes el hundimiento con flujo de tierra o lodo facilitados con la continua adición de material y agua detonados por un sismo u otro factor generando movimientos rápidos y catastróficos.

### **6.2.7 Factores que inciden en la generación de un FRM**

Cuando se intenta explicar qué ocurre en una roca o cualquier material originalmente estable de manera que se genere un FRM surgen múltiples factores que influyen de una u otra forma y tratar de explicarlos se hace sumamente extensivo.

Principalmente se debe tener en cuenta que todo plano inclinado se encuentra bajo tensión debido al efecto que la atracción de la gravedad ejerce sobre él y que la estabilidad del talud depende de la resistencia que éste presente ante la acción de la gravedad. Si se registra un FRM se puede decir que las fuerzas desestabilizantes superaron las fuerzas de cohesión y estabilidad de la masa rocosa a causa de un cambio en las condiciones de éste equilibrio.

Estos cambios se pueden dividir en **internos** y **externos** (tabla 6.2); los cambios internos (Factores intrínsecos) son los que se producen dentro de la masa rocosa y que llevan a la disminución de su resistencia a la dislocación, por ejemplo la alteración física y/o química de las partículas formadoras produciendo un debilitamiento de la estructura. Los cambios externos (Factores extrínsecos) incrementan los esfuerzos sobre el talud e incluyen aumentos en el ángulo de la pendiente ya sea por acción natural o antrópica. La combinación de éstos factores principales además de otros es la que incide ya sea en primera instancia debilitando el talud o hasta detonando un FRM.

**Tabla 6.2. Cambios en el talud que pueden generar FRM (Jones. 1992)**

TIPO DE CAMBIO	
Cambios externos (Extrínsecos o detonantes)	Cambios internos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio en la geometría del talud Inclinación Altura Largo</li> <li>• Disminución de la carga sobre el talud Acción natural Acción antrópica</li> <li>• Sobrecarga del talud Natural Antrópica</li> <li>• Golpes y vibraciones Eventuales Múltiples y continuas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallamiento progresivo Expansión Fracturamiento Ablandamiento Concentración de esfuerzos</li> <li>• Meteorización Cambios físicos Cambios químicos</li> <li>• Erosión por filtración Disolución del cemento Remoción de partículas finas</li> <li>• Cambios en el régimen hídrico Saturación del material Elevación del nivel freático Presión excesiva Extracción de agua</li> </ul>

Ya se mencionó el papel de la gravedad como la fuerza más común que actúa sobre un talud, pero también se deben tener en cuenta otros factores que pueden incidir en la generación de un FRM:

- *La estructura de la masa rocosa:* la intersección de planos de fractura hace que ésta se divida en piezas más pequeñas que por lo tanto son más móviles, además por éstos mismos planos y por los poros del material circula agua que puede disolver el cemento debilitando la roca. Los planos de estratificación constituyen un plano de debilidad importante. La orientación de los planos de debilidad con respecto al talud inciden enormemente ya que si los planos estratigráficos o estructurales buzan en la misma dirección y con un ángulo menor que la cara del talud, este será mucho más susceptible de moverse que en el caso contrario.



- *Agua*: puede favorecer la generación de un FRM cuando satura los espacios intersticiales del material aumentando enormemente el peso de éste y el esfuerzo sobre el talud. También puede fracturar la roca cuando hidrata minerales arcillosos que se expanden desplazando el material adyacente y al secarse dejan las fracturas abiertas disminuyendo la resistencia de la roca o en el caso de las regiones frías cuando el agua que impregna la roca se congela y se expande produciendo un efecto similar al de las arcillas. Un caso particular se presenta en terrenos con arcillas muy solubles que al tener contacto con el agua pasan rápidamente de estado sólido a líquido en el fenómeno conocido como licuefacción.

Puede actuar también como factor estabilizante del talud en el caso de materiales sueltos que al recibir cierta cantidad de agua aumentan su cohesión debido al efecto que produce el agua en finas capas alrededor de las partículas ya que las moléculas tienden a permanecer juntas como en una gota de agua (Tensión superficial). Este es un balance delicado ya que el fenómeno pierde efecto cuando se retira o añade cierta cantidad de agua.

- *Ángulo de reposo*: es la máxima inclinación que puede tener una pila de material suelto sin perder su estabilidad. Depende estrechamente del tamaño y la granulometría de las partículas de manera que entre más grandes, irregulares y/o pobremente calibradas sean, mayor será el ángulo que podrán formar sin colapsarse.

A pesar que todos los anteriores procesos ocurren de forma natural, es innegable que las actividades del hombre los han alterado acelerándolos o incluso reemplazándolos de forma que se puede hablar de FRM naturales, híbridos o antrópicos (deslizamientos en botaderos de basura) según la influencia que el hombre tenga en su generación.

### 6.3 Presencia de FRM en la vereda Salamanca

En la Vereda Salamanca se encuentran dos tipos de FRM principalmente que, aunque no son de escala catastrófica y mas bien pueden pasar inadvertidos, vale la pena resaltar por el carácter y objetivos del presente trabajo.

- ✓ *Reptación:* Por su desarrollo tan lento, es complicado de reconocer en el terreno por lo que es muy útil la observación de los cuerpos que se encuentran sobre o parcialmente dentro de la superficie del terreno. De los cambios que se aprecian en el terreno se puede reseñar los árboles que se ven torcidos hacia la base por acción del desplazamiento de las raíces junto con el suelo y que hacen que el árbol se curve para mantener la verticalidad con respecto al sol (Coch, 1995); además se pueden observar cercas y postes inclinados por el mismo efecto del desplazamiento del terreno.

En los alrededores de la Escuela de Salamanca se observa un desplazamiento importante del suelo que se manifiesta en árboles inclinados, algunos con el tronco torcido hacia la base (Figura 6.7); algunos muros de contención construidos en los cortes de las carreteras se encuentran rotos y la superficie del terreno es muy irregular con superficies escalonadas, lobuladas o rizadas.

- ✓ *Deslizamientos:* Se observan pequeños deslizamientos en los cortes de las carreteras, se presentan algunos de tamaño moderado (5-15 metros en la base), principalmente en los alrededores de la escuela de Salamanca como evolución de la reptación del suelo que, al llegar a una zona inclinada como el talud de una carretera, se disgrega generando deslizamientos rotacionales (Figura 6.8)





Figura 6.7. Reptación, en el recuadro de observa un árbol con el tronco torcido hacia la base.

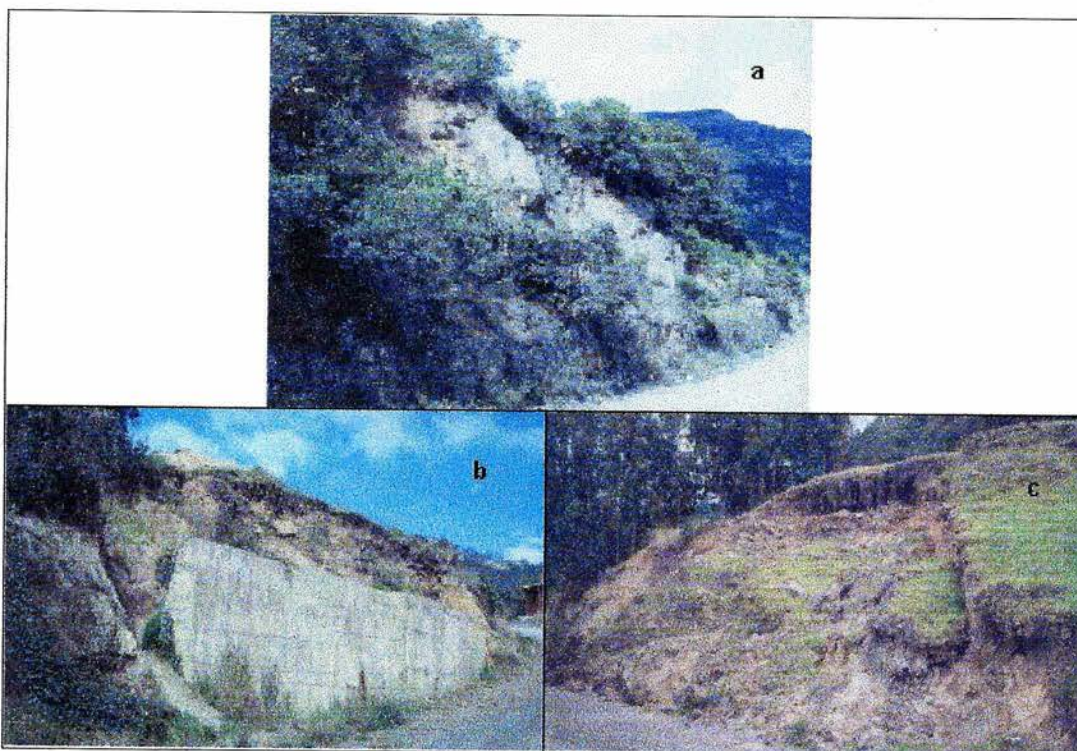


Figura 6.8. Deslizamientos: (a) Depósitos Qcg que sobrepasan el muro de contención (parte inferior izquierda). (b) Rocas del nivel KTg3, el muro de contención está ligeramente fracturado. (c) Depósitos Coluvio-glaciares. Todos se presentan en zonas con presencia de reptación.

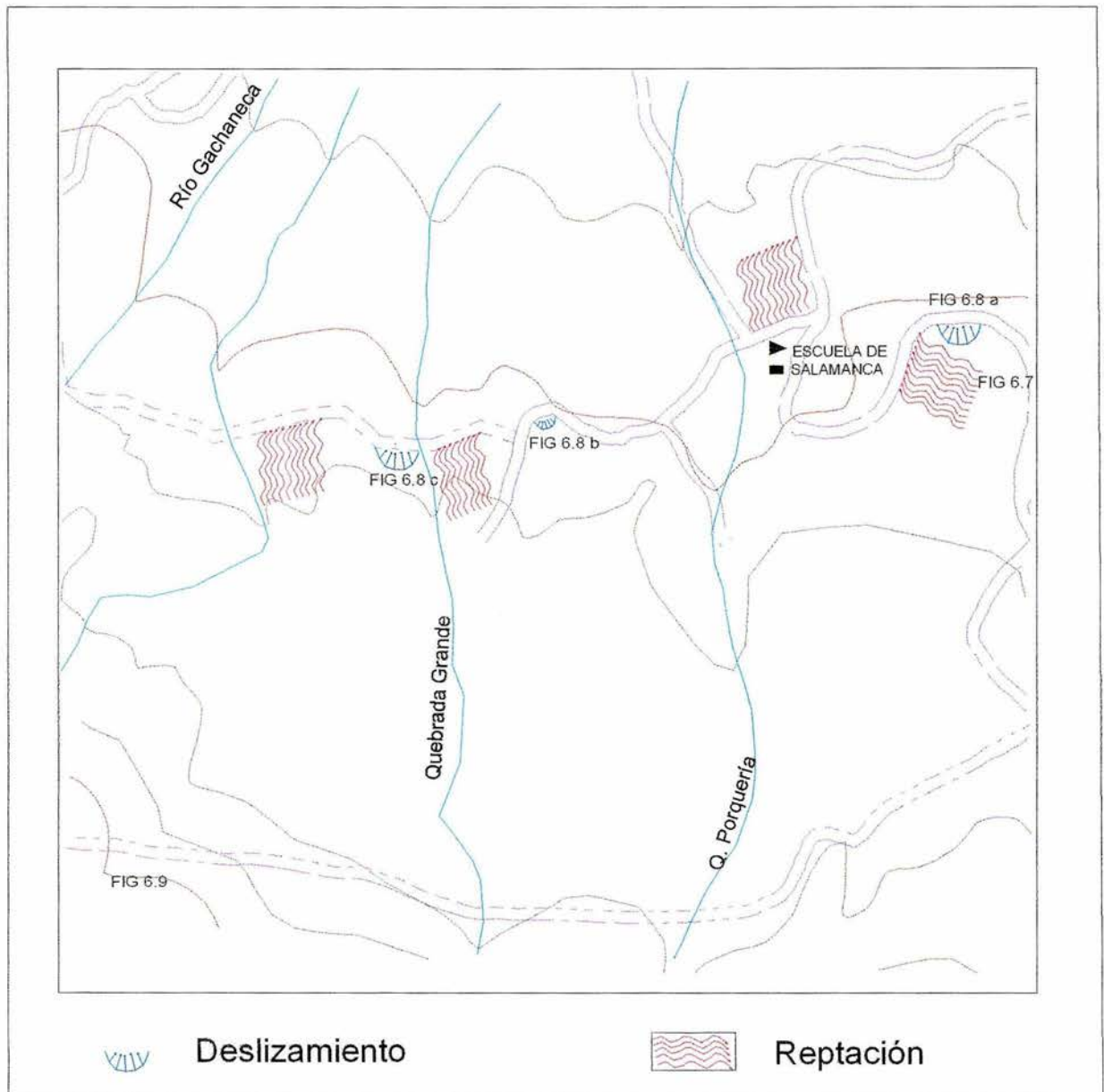


- ✓ **Caídas:** No se observan depósitos claramente originados por éste mecanismo pero en las zonas en donde afloran rocas con composición arenítica o mixta arcillolítica-arenítica, se encuentran bloques desprendidos en la base y borde de los escarpes. (Figura 6.9).



Figura 6.9. Bloques sueltos de la Fm Cacho en el borde de un escarpe.

Hay que tener muy en cuenta que el FRM que mayor extensión tiene es la Reptación y que la alteración de la geometría del talud en las zonas en donde está presente, puede originar otro tipo de FRM como deslizamientos y, en algunos casos, caída de bloques (Figura 6.10).



**Figura 6.10. Localización de FRM en la vereda Salamanca**



## 7 MAPA DE JERARQUIZACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD

Cuando se evalúan los factores que pueden llevar a la generación de un FRM se puede hacer una división entre los factores que están asociados a la composición y estructura interna de la masa rocosa y llamarlos **intrínsecos** (litología, estructura, meteorización, pendiente, entre otros). Así mismo están los factores que provienen de fuentes externas ajenas y muchas veces lejanas a la masa rocosa y que son llamados **extrínsecos** (lluvias, sismos, actividades humanas). Estos factores son los que en conjunto condicionan la ocurrencia de FRM, los factores intrínsecos se relacionan con la susceptibilidad que presenta el terreno a generarlos y los factores extrínsecos, en especial las lluvias y sismos, son los que finalmente desencadenan el fenómeno por lo que son reconocidos como **eventos detonantes**.

A continuación se realiza una evaluación de los factores intrínsecos para determinar la susceptibilidad del terreno a generar FRM y con esta información se realizará un mapa de jerarquización de la amenaza por FRM en la vereda Salamanca.

Para la realización del mapa de jerarquización de la amenaza se empleó la metodología propuesta por Portilla (2002) que consiste en la aplicación de un Sistema de Lógica Difusa (SLD) para evaluar de forma cualitativa las propiedades intrínsecas del área de trabajo con el fin de obtener sistemáticamente el valor de la susceptibilidad del terreno a generar FRM en un punto dado. A continuación se explican brevemente los fundamentos básicos de la metodología aplicada, para mayor información se deben consultar los trabajos de Portilla (1999), Portilla(2001) y Portilla (2002), además de la bibliografía contenida en los mismos.

## 7.1 Conceptos básicos

La aplicación de la lógica difusa en los trabajos geológicos es una práctica recientemente introducida a trabajos de Geología ambiental (Portilla 2002) y se utiliza principalmente para el manejo de datos concretos que contienen cierto nivel de incertidumbre, mediante el uso de calificativos lingüísticos, para procesar la información de forma lingüística y de ésta obtener un valor concreto de salida. A continuación se hace una introducción a la lógica difusa como soporte en el desarrollo de la metodología de zonificación de la susceptibilidad.

### 7.1.1 Conjunto difuso

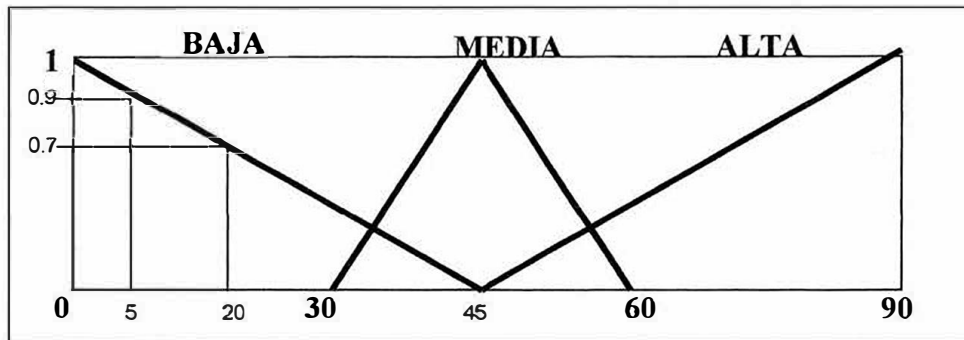
Según Portilla(1999) un conjunto difuso: "...es una colección de objetos cuya pertenencia al conjunto, de acuerdo a sus características o propiedades, está dada por una función que representa un grado de pertenencia de tal elemento al conjunto.". Esta función de pertenencia, a diferencia de los conjuntos clásicos en los que un elemento pertenece (1) o no pertenece (0) al conjunto, toma lo anterior como los límites de un intervalo de valores que puede tomar la variable, es decir que si un elemento "x" de un conjunto "U" tiene una función de pertenencia de "0,25" se entiende que "x" pertenece en un 25% a "U". Con este concepto se puede decir que existe una probabilidad de 0.25 de encontrar a "x" en "U".

#### 7.1.1.1 Función de pertenencia

Representa la definición del conjunto difuso, para el caso de estudio se va a manejar la representación gráfica, que es la más sencilla de entender y trabajar.

Tomando como variable de ejemplo el ángulo de pendiente topográfica, se inicia definiendo el universo de discurso de la variable, es decir el rango de valores que ésta puede tomar (0-90°), cuando éste valor se mide con la brújula, el valor

obtenido representa un dato concreto (10 grados), pero cuando se comenta acerca de la pendiente se califica, por ejemplo, de baja (0-45), media (30-60) y alta (45-90). Sin embargo, un valor de inclinación de 5 grados va a pertenecer en mayor proporción al conjunto (BAJA) que al conjunto difuso (MEDIA), un valor de 20 grados pertenecerá en menor proporción a BAJA que el anterior y más a MEDIA, y finalmente un valor de inclinación de 45 grados será el que en menor proporción pertenece a BAJA (figura 7.1).



**Figura 7.1. Representación gráfica de un conjunto difuso**

Existen otras formas de representación, mediante tablas, nombrarlos por extensión, al igual que los conjuntos clásicos, o mediante funciones que los representan.

#### 7.1.1.2 Números difusos

Un número difuso, corresponde a la expresión analítica de la función de pertenencia, que representa a un conjunto difuso determinado. Pero a cada expresión analítica, le corresponde una representación gráfica o cualesquiera de las presentadas anteriormente.

El concepto de número difuso, surge a partir del hecho de que muchos de los fenómenos cuantificables no se pueden caracterizar en términos de números absolutamente precisos. Así por ejemplo, cuando se expresa acerca del valor del

ángulo de buzamiento de un estrato, medido con brújula en varias oportunidades dan valores ligeramente diferentes, entonces se expresa que el buzamiento es “aproximadamente 10 grados”. Así, un número difuso es aquel que es descrito en términos de un número (10) y un modificador lingüístico (aproximadamente, cercano a, etc.).

Para nombrar los conjuntos difusos, de manera gráfica, existen varios tipos de números difusos según la geometría de las respectivas funciones (figura 7.2)

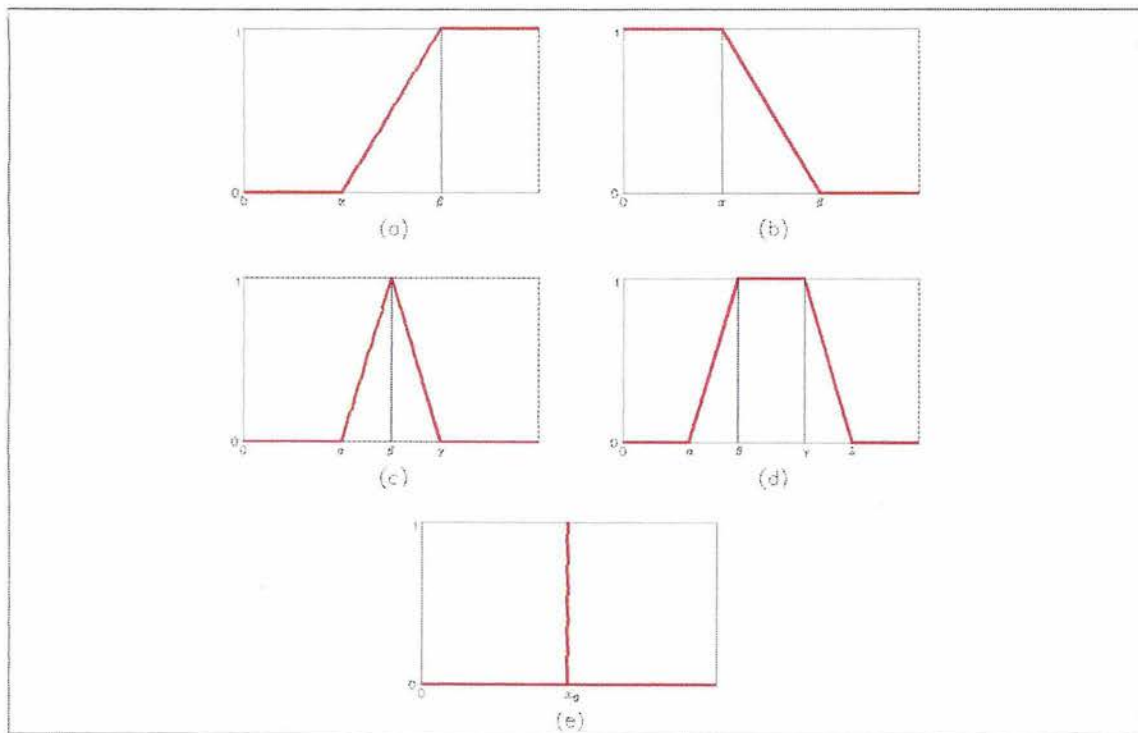


Figura 7.2. Formas típicas de números difusos: a) Función Gamma, b) Función Ele, c) Función Triangular, d) Función Pi y e) Singleton (Tomado de Portilla, 2002).

### 7.1.2 Lógica Difusa

La lógica difusa es un método analítico derivado de los conjuntos difusos, que permite analizar información acerca de los juicios, razonamientos y conceptos que emite el ser humano. Permite el procesamiento de información que involucra

incertidumbre, en donde las cosas resultan tener un valor de verdad que varía entre lo falso (0) y lo verdadero (1), sin que necesariamente corresponda a uno solo de esos valores, que siendo propios de la lógica clásica, son asumidos como valores extremos por la lógica difusa.

La lógica difusa, al igual que la lógica clásica se basa en el hecho de analizar proposiciones a las que se les pueda otorgar un valor de verdad. La diferencia fundamental entre las proposiciones clásicas y las proposiciones difusas, está en el rango en el que se les otorga sus valores de verdad. Mientras que cada proposición clásica, requiere que se le otorgue un valor de verdad de: ó estrictamente verdadero o estrictamente falso ( ó 1 ó 0); la verdad o falsedad, en las proposiciones difusas, está determinada por el grado de pertenencia de la proposición al conjunto difuso de interés. Asumiendo como se ha venido haciendo, que la verdad o falsedad están representadas por los valores 1 y 0 respectivamente, el valor de verdad de cada proposición difusa se expresa mediante un número comprendido en el intervalo [0, 1].

#### **Variable lingüística:**

Se compone de cuatro valores que representan a la variable en su dimensión real y también la definen lingüísticamente para su procesamiento en el SLD:

- ✓ Nombre de la variable (ej. Pendiente)
- ✓ Rango de valores que puede tomar (universo de discurso): [0,90]
- ✓ Calificativos lingüísticos de los valores de la variable: baja (0-45), media (30-60) y alta (45-90)
- ✓ Significador lingüístico que muestra la distribución de los conjuntos difusos de los calificativos dentro del universo de la variable (0-1, figura 7.3). El significador permite darle valores de verdad a las proposiciones difusas que se formulen para representar un problema determinado, así por ejemplo: el ángulo de pendiente es alto, la litología es baja, el suelo es estable, etc.,



serían proposiciones difusas; y, el valor de verdad de cada una de ellas estaría determinado, de acuerdo a la función de pertenencia, por el significador lingüístico que se haya diseñado para tal fin.

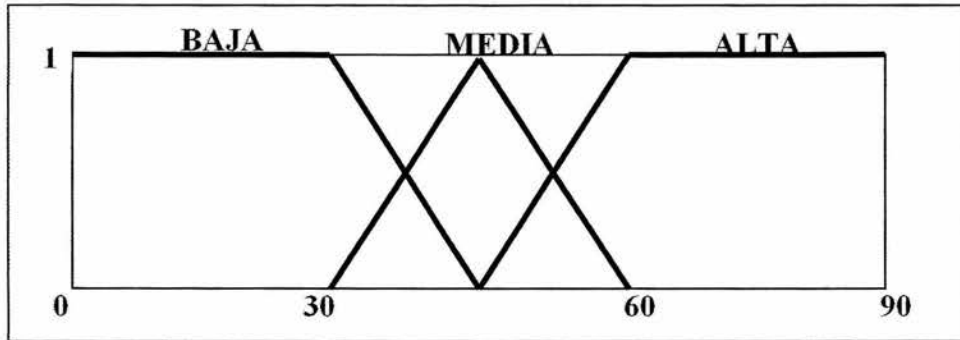


Figura 7.3. Significador lingüístico de un SLD

### 7.1.3 Sistemas de Lógica Difusa

Un SLD se puede definir como un algoritmo que toma una información de entrada, la procesa a través del motor de inferencia siguiendo unas reglas creadas por la heurística y da resultados numéricos concretos como producto para el análisis en el proceso de toma de decisiones. Los datos de entrada y de salida son concretos aunque se procesen en el SLD por medio de variables lingüísticas.

Un SLD se compone de varios módulos: el **módulo difusor** que toma un valor concreto de entrada y le halla el grado de pertenencia a cada uno de los calificativos lingüísticos que interseque al proyectarlo verticalmente creando así un conjunto difuso definido sobre el universo de la variable, éste conjunto difuso pasa por el **módulo base de reglas** que están generadas a partir de la experiencia del evaluador y que están conformadas de la siguiente manera: *Si* antecedente1 *Y* antecedente2 *Y* antecedente n, *ENTONCES* consecuente s.

Por ejemplo:

“*Si* pendiente es fuerte *Y* litología es inestable *Y* vegetación es escasa, *ENTONCES* amenaza es muy alta”

El **módulo motor de inferencia** toma los conjuntos difusos obtenidos de cada una de las variables de entrada y, según los términos lingüísticos que se hayan activado en el módulo difusor, define cuáles reglas se activan según los antecedentes de las mismas y las procesa según la implicación del enunciado generando un conjunto difuso que se opera según el término lingüístico de la variable de salida generando un corte o conjunto difuso de salida. Por último el **módulo concretor** toma los conjuntos difusos obtenidos del módulo anterior y los procesa obteniendo un valor concreto de salida, el concretor más común es el “centro de gravedad”. En Portilla(2001) se encuentra la información más detallada con una demostración para un caso concreto de análisis de susceptibilidad.

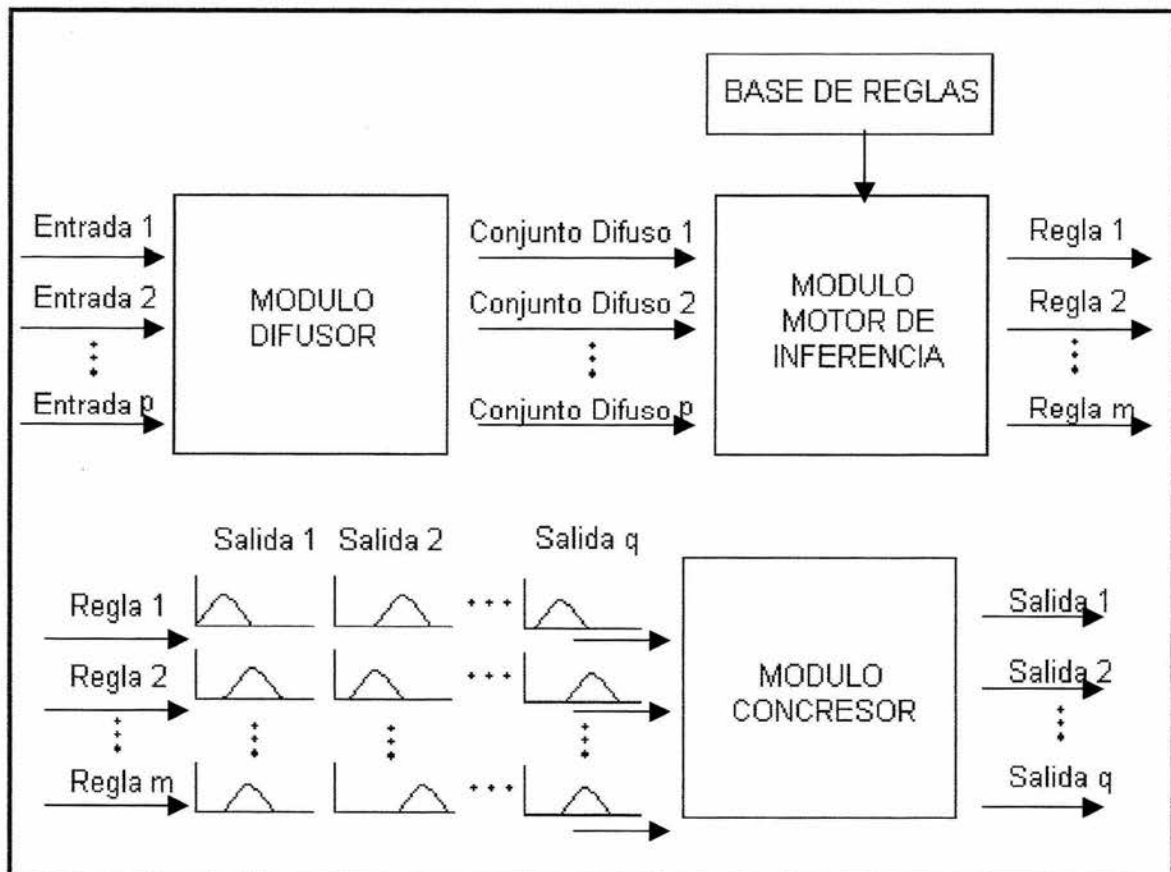


Figura 7.4. Estructura de un SLD (Tomado de Portilla, 2001)

## **7.2 Diseño de un SLD para el mapa de jerarquización de la susceptibilidad.**

Los mapas temáticos realizados para el proyecto son a escala 1:10.000 por lo que lo ideal es que la toma de datos se haga cada 100 metros, como el área de trabajo es de 12 Km<sup>2</sup> se deben extraer cerca de 1.200 datos para el desarrollo del proyecto. Para agilizar el procesamiento de la información se utilizará el *software UNFUZZY 1.2* diseñado por el ingeniero Oscar Duarte de la Universidad Nacional de Colombia (1998). Este programa permite diseñar un SLD y realiza el procesamiento automático de los datos lo que agiliza enormemente un proceso que de otra forma consumiría mucho tiempo por la realización y trabajo con gráficas.

A continuación se muestran las variables de entrada, el criterio para su evaluación y los calificativos lingüísticos para cada una:

### **7.2.1 Variables de entrada**

El SLD es una herramienta diseñada para procesar la calificación dada a cada una de las variables y obtener los valores de la variable de salida (susceptibilidad a FRM), que luego pueda ser jerarquizada para hacer una zonificación de la susceptibilidad en el terreno.

#### **7.2.1.1 Litología:**

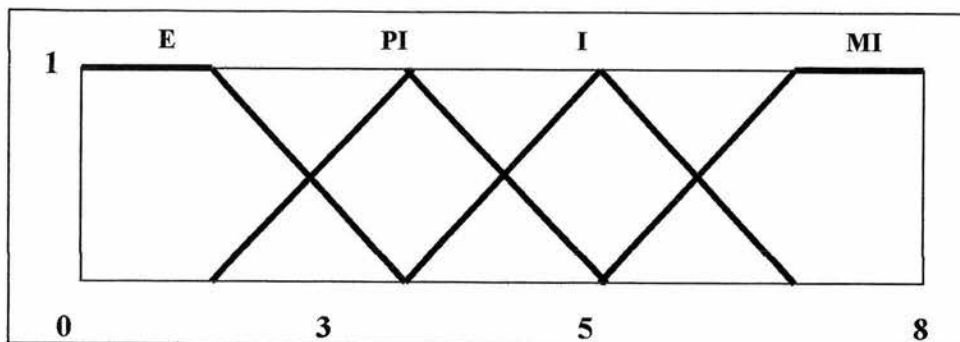
Los criterios de evaluación de la litología se centran en el tipo de material que constituye la unidad y se hace una consideración adicional con respecto a la influencia que las fallas importantes (Tres Chorros y Quebrada Grande) tengan sobre la estructura interna de la roca y su grado de fracturamiento.

Las areniscas, al estar constituidas en un alto porcentaje por cuarzo, que es el mineral de mayor estabilidad física y química, se constituyen en las rocas que obtendrán un menor valor de susceptibilidad a FRM. Las calizas, por presentar como constituyente esencial carbonatos, que son fácilmente alterables químicamente, presentan un mayor grado de susceptibilidad a FRM; pero, las lutitas (arcillolitas o limolitas), presenten o no-fisilidad, por estar constituidas predominantemente por minerales del grupo de las arcillas, son las que muestran un mayor grado de susceptibilidad a FRM. Cuando se tienen intercalaciones de rocas duras (arenitas), con rocas blandas (lutitas), su grado de susceptibilidad a FRM, estará determinado por la predominancia de cada una de ellas dentro del conjunto global. Por último, los materiales no litificados (coluviones, aluviones y suelo), al presentar un grado de cohesión muy bajo, son los materiales térreos de mayor grado de susceptibilidad a FRM.

De acuerdo a los valores anteriores, se han establecido los siguientes rangos y calificativos lingüísticos para la variable litología y su respectivo significador lingüístico (figura 7.5):

**Tabla 7.1. Calificativos lingüísticos variable litología**

INTERVALO	CALIFICATIVO (Cinemática)
0-3	Estable (E)
1-5	Potencialmente inestable (PI)
3-7	Inestable (I)
5-8	Muy inestable (MI)



**Figura 7.5. Significador lingüístico variable litología**

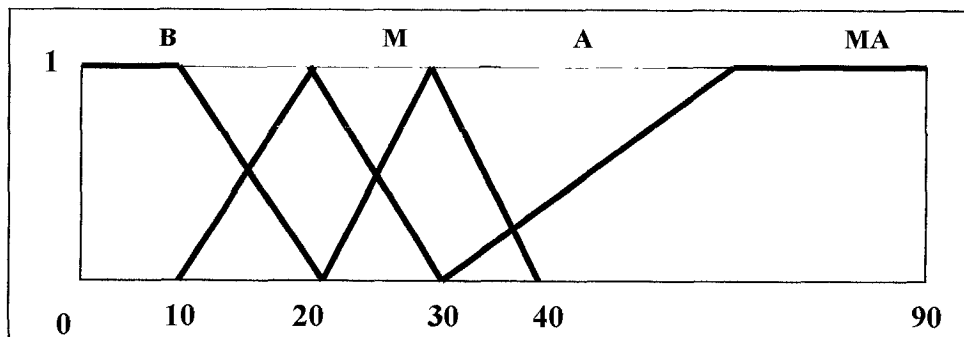
### 7.2.1.2 Angulo de la pendiente:

Corresponde directamente a la inclinación que tenga el terreno en el punto de evaluación. La pendiente es muy importante porque, según la bibliografía consultada, ésta es la que facilita o no el desplazamiento de una masa rocosa además, según la física, entre mayor sea la inclinación de la superficie, el componente vectorial de la gravedad paralelo a la misma será mayor.

Por lo tanto el universo de discurso de la pendiente será tan grande como valores de inclinación pueda tener la superficie, o sea, desde cero hasta noventa grados de inclinación con respecto a la horizontal (0-90). Los valores de la pendiente se tomarán del Mapa de pendientes (Mapa 4)

**Tabla 7.2. Significador lingüístico variable pendientes**

INTERVALO	CALIFICATIVO
0-20	BAJA (B)
10-30	MODERADA (M)
20-40	ALTA (A)
30-90	MUY ALTA (MA)



**Figura 7.6. Significador lingüístico de la variable Pendientes**

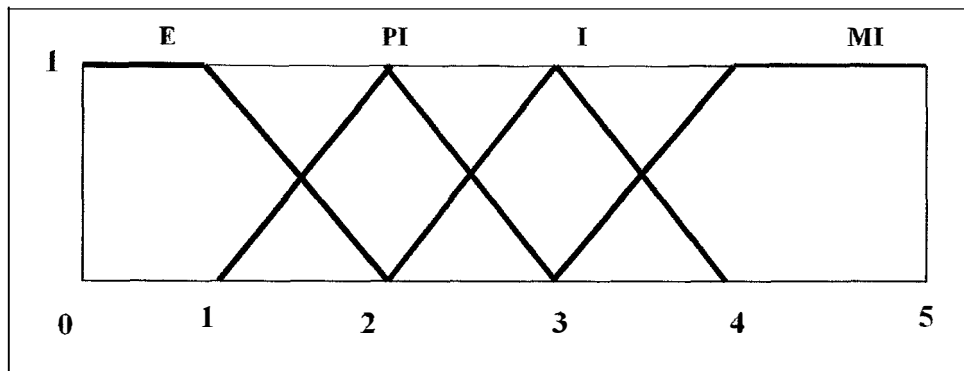


**7.2.1.3 Cobertura vegetal**

Los árboles grandes tienen la capacidad de, mediante sus raíces fuertes y extensas, mantener el terreno apretado, evitando que se rompa y sea más fácil su transporte, ésta será la cobertura vegetal más estable dentro del análisis de la susceptibilidad del terreno, los matorrales tienen una menor capacidad de fijación y serán menos estables que los anteriores, los pastizales y herbazales tienen un muy bajo potencial de fijación del terreno y además permiten una mayor velocidad de escorrentía superficial por no absorber grandes cantidades de agua, esta será la cobertura vegetal de mayor inestabilidad para el presente análisis, por último las zonas desprovistas de vegetación o construidas serán las zonas más inestables para el desarrollo de ésta metodología. Los intervalos, calificativos lingüísticos y significador se presentan a continuación

**Tabla 7.3. Significador lingüístico variable cobertura vegetal**

INTERVALO	CALIFICATIVO
0-2	Estable (E)
1-3	Potencialmente inestable (PI)
2-4	Inestable (I)
3-5	Muy inestable (MI)



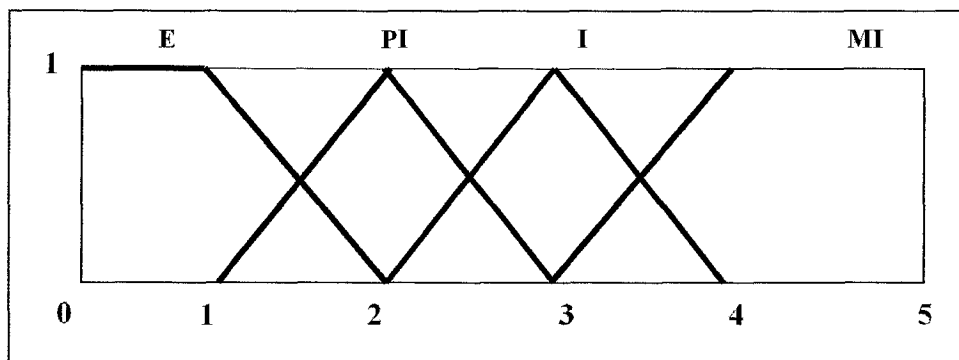
**Figura 7.7. Significador lingüístico variable Cobertura Vegetal**

**7.2.1.4 Suelos**

Los suelos arcillosos que se encuentran bien desarrollados y tienen una profundidad considerable, son muy estables por cuando su desarrollo responde ha que han permanecido largos periodos de tiempo sin ninguna perturbación; los suelos de texturas un poco más arenosas son menos estables porque su granulometría no le facilita la cohesión y tienden a disgregarse con mayor facilidad, lo mismo pasa con los suelos que son poco desarrollados y de poca profundidad, los suelos de texturas gravosas muy superficiales son los que mayor inestabilidad presentan por su baja cohesión y pobre desarrollo.

**Tabla 7.4. Significador lingüístico variable suelo**

INTERVALO	CALIFICATIVO
0-2	Estable (E)
1-3	Potencialmente inestable (PI)
2-4	Inestable (I)
3-5	Muy inestable (MI)



**Figura 7.8, significador lingüístico de la variable Suelo**

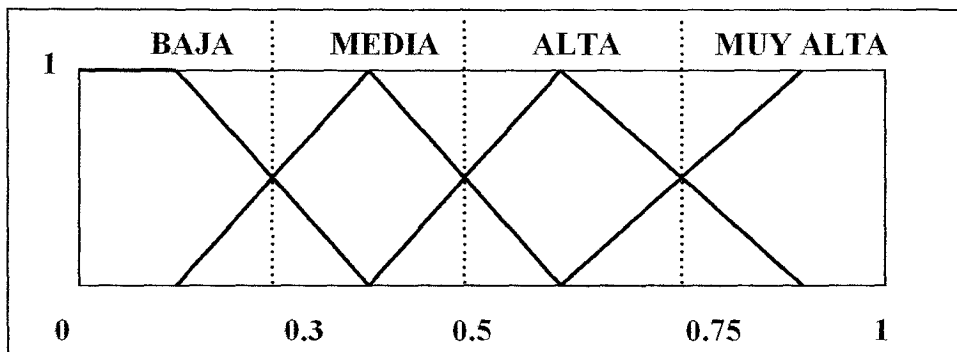
**7.2.2 Variable de salida (susceptibilidad a FRM)**

Como se explicó en el diseño del SLD se tomará una sola variable de salida que evaluará la susceptibilidad del terreno a generar FRM y con la cual se puede hacer un mapa que muestre jerárquicamente el nivel de susceptibilidad que existe en cualquier parte del terreno.

El universo de discurso se definió entre cero y uno ([0,1]) para la susceptibilidad siendo cero el valor más bajo y uno el nivel máximo de susceptibilidad. Como el UNFUZZY maneja datos concretos (numéricos) de entrada y salida, a pesar de procesar la información en forma lingüística, los intervalos que se definen para la zonificación de la susceptibilidad no son iguales a los usados en los conjuntos difusos; en éste caso se usan intervalos sucesivos mutuamente excluyentes, es decir, que un valor dado de susceptibilidad solo puede pertenecer a uno de los calificativos aplicados en la zonificación. De ésta forma se definieron cuatro intervalos así:

**Tabla 7.5. Clasificación jerárquica de la Susceptibilidad**

INTERVALO	NIVEL DE
[0,0.3)	Baja (B)
[0.3,0.50)	Media (M)
[0.5-0.75)	Alta (A)
[0.75,1]	Muy alta (MA)



**Figura 7.9. Significador lingüístico de la variable de Salida (Susceptibilidad)**

---

### **7.2.3 Sistema de Lógica Difusa diseñado para la Susceptibilidad a FRM**

Para procesar las calificaciones otorgadas a cada variable, en los diferentes puntos de evaluación del área de estudio, se diseñó el siguiente Sistema de Lógica Difusa (SLD):

**Número de Entradas: 4**

**Número de Salidas: 1**

**Número de Reglas: 90**

**Operador AND: Mínimo**

**Operador Composición: Mínimo**

**Operador Implicación: Mínimo**

**Operador Unión-Intersección: Máximo**

#### **ENTRADAS :**

*Variable de Entrada Número 1:*

Nombre de la Variable . **LITOLOGIA**

Valor Mínimo : 0.000000

Valor Máximo : 8 000000

Número de Conjuntos : 4

Tipo de Difusor . Singleton

Parámetros del Difusor : 5.480000 5 520000

Conjunto Número 1:

Nombre del Conjunto : Favorable

Tipo de Conjunto : Tipo L

Parámetros :1.000000 3.000000

Conjunto Número 2:

Nombre del Conjunto PotDesfavorable

Tipo de Conjunto : Triángulo

Parámetros :1.000000 3.000000 5 000000

Conjunto Número 3:

Nombre del Conjunto Desfavorable

Tipo de Conjunto Triángulo

Parámetros .3.000000 5 000000 7 000000

Conjunto Número 4:

Nombre del Conjunto MuyDesfavorable

Tipo de Conjunto Tipo Gamma

Parámetros 5.000000 7 000000

*Variable de Entrada Número 2:*Nombre de la Variable : **PENDIENTE**

Valor Mínimo : 0.000000

Valor Máximo : 90.000000

Número de Conjuntos : 4

Tipo de Difusor : Singleton

Parámetros del Difusor: : 19.775002 20.224998

Conjunto Número 1:

Nombre del Conjunto : Baja

Tipo de Conjunto : Tipo L

Parámetros :10.000000 20.000000

Conjunto Número 2:

Nombre del Conjunto : Moderada

Tipo de Conjunto : Triángulo

Parámetros :10.000000 20.000000 30.000000

Conjunto Número 3:

Nombre del Conjunto : Alta

Tipo de Conjunto : Triángulo

Parámetros :20.000000 30.000000 40.000000

Conjunto Número 4:

Nombre del Conjunto : MuyAlta

Tipo de Conjunto : Tipo Gamma

Parámetros :30.000000 40.000000

*Variable de Entrada Número 3:*Nombre de la Variable : **VEGETACION**

Valor Mínimo : 0.000000

Valor Máximo : 5.000000

Número de Conjuntos : 4

Tipo de Difusor : Singleton

Parámetros del Difusor: : 2.687500 2.712500

Conjunto Número 1:

Nombre del Conjunto : E

Tipo de Conjunto : Tipo L

Parámetros :1.000000 2.000000

Conjunto Número 2:

Nombre del Conjunto : PI

Tipo de Conjunto : Triángulo

Parámetros :1.000000 2.000000 3.000000

Conjunto Número 3:

Nombre del Conjunto : I

Tipo de Conjunto : Triángulo

Parámetros :2.000000 3.000000 4.000000

Conjunto Número 4:



Nombre del Conjunto : MI  
 Tipo de Conjunto : Tipo Gamma  
 Parámetros :3.000000 4.000000

*Variable de Entrada Número 4:*  
 Nombre de la Variable : **SUELOS**  
 Valor Mínimo : 0.000000  
 Valor Máximo : 5.000000  
 Número de Conjuntos : 4  
 Tipo de Difusor : Singleton  
 Parámetros del Difusor: : 4.487500 4.512500

Conjunto Número 1:  
 Nombre del Conjunto : E  
 Tipo de Conjunto : Tipo L  
 Parámetros :1.000000 2.000000

Conjunto Número 2:  
 Nombre del Conjunto : PI  
 Tipo de Conjunto : Triángulo  
 Parámetros :1.000000 2.000000 3.000000

Conjunto Número 3:  
 Nombre del Conjunto : I  
 Tipo de Conjunto : Triángulo  
 Parámetros :2.000000 3.000000 4.000000

Conjunto Número 4:  
 Nombre del Conjunto : MI  
 Tipo de Conjunto : Tipo Gamma  
 Parámetros :3.000000 4.000000

### **SALIDAS :**

Variable de Salida Número 1:  
 Nombre de la Variable : **Susceptibilidad a FRM**  
 Valor Mínimo : 0.000000  
 Valor Máximo : 1.000000  
 Número de Conjuntos : 4  
 Tipo de Conector : Centro de Gravedad

Conjunto Número 1:  
 Nombre del Conjunto : BAJA  
 Tipo de Conjunto : Tipo L  
 Parámetros :0.200000 0.400000

Conjunto Número 2:  
 Nombre del Conjunto : MEDIA  
 Tipo de Conjunto : Triángulo  
 Parámetros :0.200000 0.400000 0.600000

Conjunto Número 3:

Nombre del Conjunto : ALTA  
 Tipo de Conjunto : Triángulo  
 Parámetros :0.400000 0.600000 0.800000

Conjunto Número 4:

Nombre del Conjunto : MUYALTA  
 Tipo de Conjunto : Tipo Gamma  
 Parámetros :0.600000 0.800000

**REGLAS :**

- 1 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 2 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es E AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 3 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 4 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 5 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es I AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 6 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 7 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 8 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 9 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 10 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es E AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 11 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 12 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 13 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es I AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 14 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 15 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 16 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es MEDIA

- 17 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es MEDIA
- 18 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es E AND SUELOS es PI THEN SFRM es MEDIA
- 19 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es MEDIA
- 20 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es PI THEN SFRM es MEDIA
- 21 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es I AND SUELOS es E THEN SFRM es MEDIA
- 22 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es MEDIA
- 23 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es MEDIA
- 24 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es MEDIA
- 25 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es I AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 26 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es ALTA
- 27 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 28 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es ALTA
- 29 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 30 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es E AND SUELOS es PI THEN SFRM es ALTA
- 31 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 32 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es PI AND SUELOS es PI THEN SFRM es ALTA
- 33 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 34 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es ALTA
- 35 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 36 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es ALTA
- 37 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es MUYALTA
- 38 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es I AND SUELOS es MI THEN SFRM es MUYALTA

- 39 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es MUYALTA
- 40 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es MI AND SUELOS es MI THEN SFRM es MUYALTA
- 41 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es E AND SUELOS es MI THEN SFRM es MUYALTA
- 42 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es MUYALTA
- 43 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es MI THEN SFRM es MUYALTA
- 44 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es MUYALTA
- 45 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es MI AND SUELOS es MI THEN SFRM es MUYALTA
- 46 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es MI THEN SFRM es MUYALTA
- 47 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es MUYALTA
- 48 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es MUYALTA
- 49 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 50 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es MI THEN SFRM es BAJA
- 51 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es I THEN SFRM es BAJA
- 52 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es PI AND SUELOS es MI THEN SFRM es MEDIA
- 53 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es MI THEN SFRM es MEDIA
- 54 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es I THEN SFRM es MUYALTA
- 55 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es I AND SUELOS es MI THEN SFRM es MUYALTA
- 56 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 57 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 58 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 59 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es I AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 60 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es ALTA

- 61 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es PI THEN SFRM es MUYALTA
- 62 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 63 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 64 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es MUYALTA
- 65 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es MUYALTA
- 66 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 67 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es MUYALTA
- 68 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es MUYALTA
- 69 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 70 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 71 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es E AND SUELOS es MI THEN SFRM es BAJA
- 72 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es MI THEN SFRM es BAJA
- 73 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es I AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 74 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es I AND SUELOS es MI THEN SFRM es MUYALTA
- 75 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es E AND SUELOS es PI THEN SFRM es MEDIA
- 76 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es E AND SUELOS es PI THEN SFRM es BAJA
- 77 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es PI AND SUELOS es I THEN SFRM es BAJA
- 78 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Alta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es I THEN SFRM es MUYALTA
- 79 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es I AND SUELOS es I THEN SFRM es ALTA
- 80 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es MI AND SUELOS es MI THEN SFRM es MEDIA
- 81 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es MI AND SUELOS es MI THEN SFRM es ALTA
- 82 IF LITOLOGIA es PotDesfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es I AND SUELOS es E THEN SFRM es MEDIA



- 83 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es ALTA
- 84 IF LITOLOGIA es Favorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es MI AND SUELOS es E THEN SFRM es BAJA
- 85 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es MuyAlta AND VEGETACION es PI AND SUELOS es E THEN SFRM es MUYALTA
- 86 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es MUYALTA
- 87 IF LITOLOGIA es MuyDesfavorable AND PENDIENTE es Baja AND VEGETACION es E AND SUELOS es E THEN SFRM es MUYALTA
- 88 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es MI AND SUELOS es MI THEN SFRM es ALTA
- 89 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es E AND SUELOS es MI THEN SFRM es ALTA
- 90 IF LITOLOGIA es Desfavorable AND PENDIENTE es Moderada AND VEGETACION es PI AND SUELOS es MI THEN SFRM es ALTA

#### **7.2.4 Procesamiento y calificación de las variables y resultados**

Utilizando el anterior Sistema de Lógica Difusa, se procede a ingresar la calificación otorgada o calculada para cada una de las variables, en los diferentes sitios específicos de evaluación dentro del área de estudio. Para este trabajo, se procedió a dividir el área de interés, en cuadrículas de 1 Km x 1 Km orientadas NS (columnas A,B y C) y EW respectivamente (filas 1, 2, 3 y 4), cada una de éstas cuadrículas se dividieron en sus cuatro cuadrantes o subcuadrículas (desde la superior izquierda, en el sentido de las manecillas del reloj, en 1, 2, 3 y 4); estas a su vez, cuando se requirió una mayor precisión, se subdividieron por mitad en sentido NS resultando dos rectángulos (izquierdo a y derecho b) . En cada subcuadrícula, se califican las variables contempladas en el SLD diseñado para tal fin, de acuerdo a la información recopilada tanto en campo como la consultada en la bibliografía.

Una vez definidas las variables, los criterios de asignación numérica y la distribución de los conjuntos difusos para cada variable según los numerales 7.2.1 y 7.2.2 del presente capítulo, y teniendo en cuenta las descripciones hechas de

---

cada una de las variables, se procedió a otorgar las calificaciones a dichas variables de la siguiente forma:

- ✓ **Litología:** Según el mapa geológico: Nivel TKg1 (6.5), Arenisca La Guía (3), Nivel TKg3 (5.5), Arenisca La Lajosa (0.8), Nivel TKg5 (5), Formación Cacho (0.5), Formación Bogotá (6), Depósitos Coluvio-glaciares (7.5) y Depósitos Coluvio-aluviales (7).
- ✓ **Pendiente:** Valores tomados directamente del mapa de Pendientes.
- ✓ **Vegetación:** Con base en el mapa de cobertura vegetal y uso del suelo: Bp (1), Bn (0.2), Ab (1.5), Ad y Ah (2.7), Herbazales (3.5), Pastizales (4), Cultivos (4.5), Áreas desprovistas de vegetación y construidas (4.7).
- ✓ **Suelos:** Con base en el mapa de suelos: Consociación CB (0.5), Asociación CR (1), Asociación FB (4.1), Asociación CU (4.5), Asociación CV (1.5) y Asociación SA (1.8).

Con base en el mapa temático respectivo y el porcentaje aproximado de distribución espacial de las diferentes variables en cada subcuadrícula, se le otorga la calificación respectiva (Anexo 2).

El procedimiento que se sigue, una vez otorgadas las calificaciones a cada una de las variables involucradas en el sistema diseñado, consiste en los siguientes pasos metodológicos:

- 1) Abrir el programa UNFUZZY (Software para el diseño de Sistemas de Lógica Difusa y para el procesamiento de las calificaciones de las variables de entrada y obtención de los datos concretos de salida)
- 2) Abrir el archivo Salamanca.dif
- 3) De la barra de menú seleccionar la opción: **Analizador**
- 4) De la ventana desplegada, seleccionar **Calcular** o **Calcular Paso a Paso**

- 5) De la ventana de diálogo que se presenta, dar doble clic sobre el nombre de la variable a la cual se le vaya a ingresar el valor de la calificación correspondiente.
- 6) Ingresar el valor numérico otorgado a la variable correspondiente.
- 7) Repetir los dos pasos anteriores, hasta completar el ingreso de las calificaciones de las variables involucradas en el sistema.
- 8) Dar clic en el botón **Siguiente** o **Todos**, hasta obtener el valor de la variable de salida.
- 9) Llevar el valor así obtenido, al mapa de zonificación de la susceptibilidad por FRM, sobre la subcuadrícula correspondiente.
- 10) Repetir los pasos del 5) al 9), para cada uno de los sitios geográficos (cuadrículas), hasta cubrir la totalidad del área de interés.
- 11) Con la anterior base, proceder a trazar las líneas isovalores sobre el mapa en construcción.
- 12) Jerarquizar en rangos los diferentes niveles de susceptibilidad, para obtener la zonificación de la susceptibilidad por FRM para el área de estudio, y otorgar los colores correspondientes a cada rango definido.

En el Anexo 2 se encuentra toda la información correspondiente al procesamiento de los datos e incluye: número de cuadrícula, valores otorgados a cada variable de entrada y valor de la variable de salida (susceptibilidad a FRM). Con ésta información se construyó un mapa que muestra, de forma jerarquizada, la zonificación por susceptibilidad a FRM en la vereda Salamanca (anexo 1, Mapa 5). La susceptibilidad se jerarquizó en: Baja (0-0.3), Media (0.3-0.5), Alta (0.5-0.75) y Muy alta (>0.75).

El anexo 2 también incluye, en formato magnético, el Software UNFUZZY 1.2 y el archivo Salamanca.dif, que es el SLD diseñado en el presente trabajo.

## 8. EVALUACIÓN DE FACTORES EXTRÍNECOS Y CÁLCULO DE LA AMENAZA

Continuando con la evaluación de la amenaza, se evaluarán los factores extrínsecos incidentes en la generación de FRM para el caso del área de estudio. En la literatura consultada con respecto a los FRM y su evaluación se encontró que las lluvias y sismos son los factores extrínsecos que más comúnmente y con mayor participación actúan como eventos detonantes en un FRM. En el caso de la reptación, como se dijo en el marco conceptual, el movimiento inicial es condicionado fundamentalmente por la gravedad, pero una lluvia o sismo puede detonar un deslizamiento o flujo de lodo por lo que la evaluación se hará generalizando en cualquier tipo de FRM. La presentación de la información obtenida de los eventos detonantes se hará en forma de una probabilidad de ocurrencia de una lluvia y/o sismo, de intensidad detonante, en los próximos 50 años y con ésta información y el mapa de susceptibilidad se puede definir a qué puntos del terreno se les debe prestar atención por su alta susceptibilidad.

### 8.1 Cálculo de la amenaza sísmica

La amenaza sísmica consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia de uno o más sismos (probabilidad de excedencia), de intensidad considerada detonante de un FRM en la vereda Salamanca, dentro de los próximos 50 años.

#### 8.1.1 Metodología

Una manera sencilla de evaluar una amenaza consiste en descomponer jerárquicamente los factores que inciden en su generación a términos más concretos fáciles de evaluar y que luego pueden ser combinados

ascendentemente hasta llegar a la evaluación completa de la amenaza (Portilla, 1999). Por ejemplo, el factor **Sismos** se puede descomponer en Sismicidad histórica y Distancia a fuentes sismogénicas, factores que se pueden combinar y procesar simultáneamente para obtener un valor único de amenaza sísmica.

La sismicidad histórica es el inventario (magnitud, localización, fecha y en algunos casos la profundidad), de todos los sismos que se han registrado, dentro de un círculo de 200 Km de radio, alrededor del área de estudio y la distancia a las fuentes sismogénicas se obtiene de los mapas geotectónicos del INGEOMINAS. A continuación se explican detalladamente los pasos que llevan a la obtención de la probabilidad de ocurrencia de un sismo de magnitud detonante de FRM en los próximos cincuenta años en la vereda Salamanca.

1) Tomando como centro el área de trabajo, se traza un círculo de 200 kilómetros de radio alrededor de la misma y se le registran las coordenadas geográficas límites (latitud y longitud). Con ésta información se va a la base de datos de la red sismológica nacional y el servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) para obtener el registro histórico disponible de los sismos que han sido ubicados dentro de ésta área. Esta información se grafica en un mapa georreferenciado que ilustra la ubicación de los sismos en el espacio. De este registro se eliminan los sismos que ocurrieron a una profundidad mayor que la de la litósfera (es de aproximadamente 40 kilómetros para la parte frágil de la corteza continental) ya que éstos se consideran como originados por unas fuentes de diferente naturaleza a los fracturamientos que ocurren en la parte más superficial del Planeta, por el movimiento de las placas tectónicas..

2) Se elabora un mapa a la misma escala y de la misma área que muestre las principales fuentes sismogénicas (fallas activas).



3) Usando como criterio la naturaleza y geometría de cada fuente sismogénica, como el ángulo de inclinación del plano de Falla y la naturaleza del desplazamiento por el mismo, se trazan unos “corredores” o áreas de influencia de la fuente con los cuales es válido asumir que un sismo ubicado dentro de ésta área, puede ser asignado como generado en la respectiva fuente..

4) Ya que los dos mapas anteriores se encuentran georreferenciados y a la misma escala, se pueden sobreponer y a continuación se elabora un registro independiente de sismos para cada fuente utilizando como referencia el corredor sísmico asignado para cada una.

5) En seguida, con el registro histórico obtenido para cada fuente, se elabora una tabla que muestre, para una magnitud dada ( $M_s$ ), el número de sismos con magnitud ( $m$ ) igual o mayor a ésta que se encuentran en el registro histórico de la fuente ( $m > M$ ). Con los datos de ésta tabla se hace una gráfica de #sismos  $m > M$  vs  $M_s$ .

6) De la gráfica anterior, que se comporta como una recta con pendiente negativa, se obtiene el valor de magnitud ( $M_s$ ) en el punto en donde ésta recta corta el eje  $x$ ; éste valor corresponde a la Magnitud Máxima Probable (MMP) que tendrá un sismo originado en ésta fuente sismogénica.

7) Dentro de la tabla obtenida en el paso 5, se puede incluir el valor del “tiempo de retorno” ( $T_r$ ) para cada magnitud; que se obtiene dividiendo el registro histórico de cada fuente (en años) entre el número de sismos de magnitud ( $m > M$ ) que han ocurrido de manera que se obtiene un valor que representa una aproximación de cada cuántos años se produce un sismo de esas características.

8) Del mapa de fuentes sismogeneradoras se obtiene la distancia mínima que existe entre el área de estudio y cada una de las fuentes, con esta distancia se

calcula la aceleración experimentada en el área a causa de un sismo de magnitud dada, en una fuente determinada utilizando las siguientes fórmulas de aceleración:

$$\text{DONOVAN 1: } A(\text{cm/s}^2) = 1320e^{0.58M_s}(R+25)^{-1.52}$$

$$\text{DONOVAN 2: } A(\text{cm/s}^2) = 1080e^{0.50M_s}(R+25)^{-1.32}$$

$$\text{McGUIRE: } A(\text{cm/s}^2) = 472.3e^{0.64M_s}(R+25)^{-1.301}$$

En donde “A” es la aceleración experimentada en el área de estudio, “Ms” es la magnitud del sismo producido y “R” es la distancia entre la fuente y el punto de análisis. Aplicando estas fórmulas con la magnitud arbitraria utilizada en el paso anterior se hace una gráfica lineal de la relación de la aceleración en el terreno con la magnitud de la que se puede extraer información sobre la aceleración que producirá un sismo de magnitud dada en cualquiera de las fuentes. Con el valor de la MMP para cada fuente, y la distancia mínima entre ésta y el área de estudio, se puede obtener el valor de aceleración máxima probable en el terreno.

9) Se define una aceleración en el terreno que pueda detonar un FRM y, de la gráfica de aceleración contra magnitud, se obtiene la magnitud que debe tener un sismo en cada una de las fuentes para producir dicha aceleración.

10) De la tabla hecha en el paso seis, se grafica la relación del tiempo de retorno (Tr) y la magnitud (Ms), para determinar el dato del Tr para un sismo de la magnitud que produce una aceleración detonante en el terreno. Con este tiempo de retorno se puede calcular la “probabilidad intrínseca” (p) de ocurrencia de un sismo de características detonantes según la relación:

$$p = (1/Tr)$$

11) Finalmente se calcula la probabilidad de excedencia, es decir que el evento analizado ocurra una o más veces, para un sismo de magnitud detonante en cada una de las fuentes sismogeneradoras en los próximos 50 años. Este valor se calcula usando la **distribución de Poissón** que por presentar interdependencia entre los valores a través del registro histórico, es la que comúnmente se usa en la evaluación de la amenaza sísmica:

$$P(x=k;n) = (e^{-\lambda} \lambda^k) / k! \quad \text{Siendo } \lambda = n * p$$

En donde “n” es el intervalo que se analiza (50 años), “p” es la probabilidad intrínseca de cada sismo y “k” es el número de eventos que se van a tener en cuenta.

La probabilidad de excedencia se define como la “probabilidad de que un evento ocurra una o más veces en un lapso de tiempo determinado”. Como en estadística el que no ocurra un evento (probabilidad que sea cero) se tiene en cuenta, entonces la probabilidad de excedencia debe ser igual al máximo probable de ocurrencia de un evento (1) que engloba la probabilidad de que *no ocurra* y de que ocurra una, dos, hasta *n* veces pero obviamente hay que restarle la probabilidad de que no ocurra ( $P(x=0)$ ) ya que no se contempla en el cálculo de la excedencia:

$$P(x \geq 1; n) = 1 - P(x=0; n)$$

Y para el caso concreto de estudio:

$$P(x \geq 1; 52) = 1 - P(X=0; 52)$$

La razón por la que se toma el intervalo de estudio es que el último dato del registro histórico de sismos fue en el 2000 y las características de la distribución

de Poisson indican que deben tenerse en cuenta éstos dos años ya que la probabilidad se calcula a 50 años pero los datos son hasta dos años atrás.

De esta forma se calcula la probabilidad de ocurrencia de un sismo de magnitud detonante en cada una de las fuentes sismogénicas y se puede determinar el orden de importancia de cada una de ellas.

### **8.1.2 Evaluación de la amenaza sísmica**

A continuación se desarrolla la metodología de evaluación de la amenaza sísmica para el caso de la vereda Salamanca; algunos de los pasos descritos anteriormente se realizan simultáneamente para disminuir la extensión del trabajo.

#### **8.1.2.1 Registro histórico y distancia a fuentes sismogénicas**

1) El centro del área de trabajo corresponde a las coordenadas geográficas:

- 5°27'47" de latitud Norte
- 73°31'22.48" de longitud Oeste

A partir de este punto se traza un círculo de 200 kilómetros (1.8°) de radio resultando una ventana de trabajo entre las siguientes coordenadas:

- 3°39'47" a 7°15'47" Latitud Norte
- 71°43'22.48" a 75°19'22.48" Longitud Oeste

Dentro de ésta ventana se ubicaron 3479 sismos con profundidades menores a 40 kilómetros y un registro que abarca desde el año 1625 hasta el año 2000 (Anexo 3). La figura 8.1 muestra la distribución espacial de los sismos del registro histórico en una ventana de doscientos kilómetros alrededor de la vereda Salamanca.

2) Según un mapa del INGEOMINAS que muestra todas las estructuras Tectónicas (Fallas activas e inactivas) en Colombia se escogieron seis fuentes

sismogénicas potenciales, ubicadas dentro de la ventana de trabajo, según su importancia regional o cercanía con el área de trabajo.

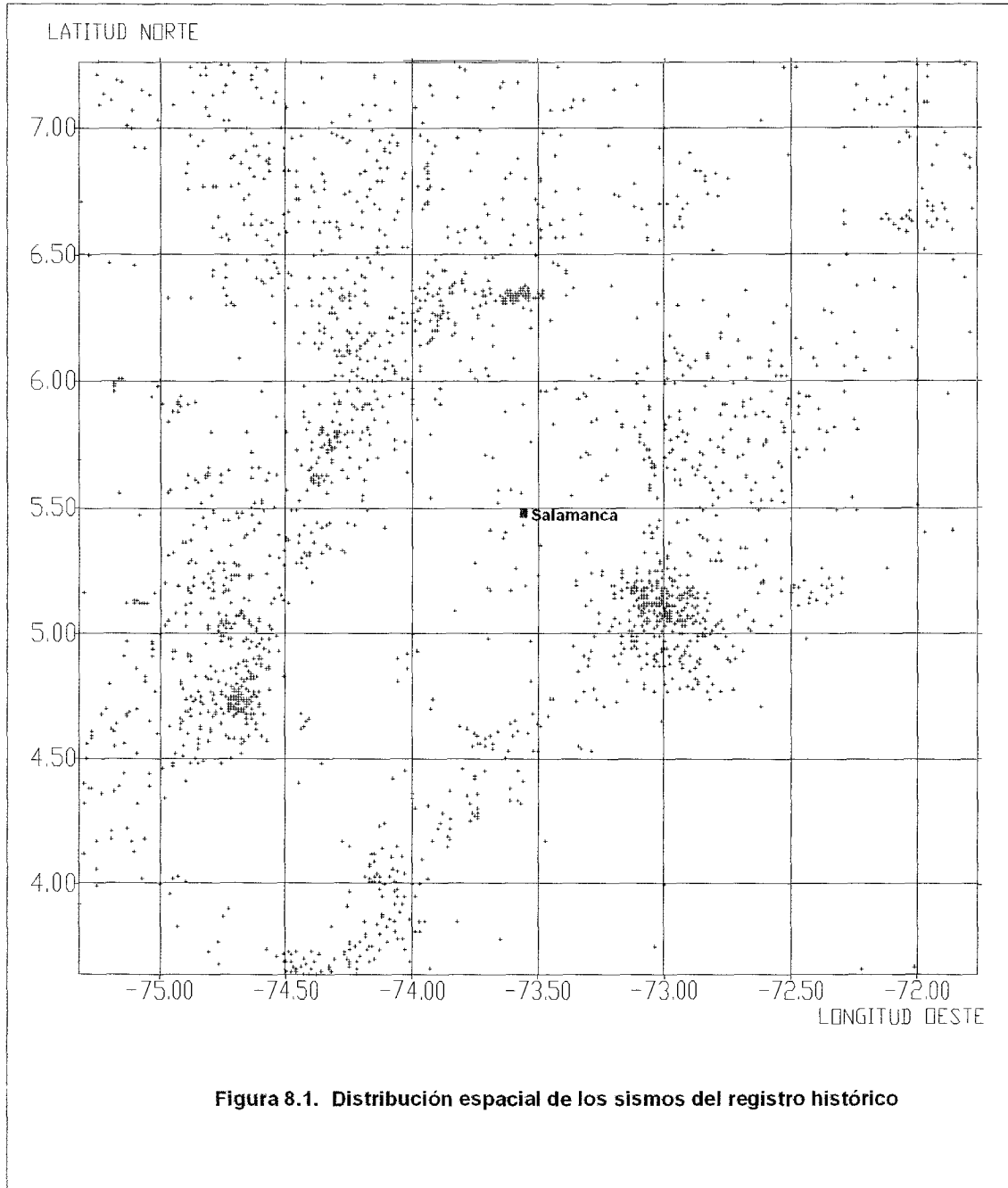


Figura 8.1. Distribución espacial de los sismos del registro histórico



### 8.1.2.2 Descripción de las fuentes sismogénicas

A continuación se describen las fuentes escogidas como criterio para el trazado de los corredores sísmicos respectivos (paso 3).

**Sistema de fallas del borde llanero (Fuente 1):** es un sistema de fallas de cabalgamiento, que se extiende a lo largo de todo el flanco oriental de la Cordillera Oriental, y tiene una dirección aproximada de N40E, con un buzamiento de aproximadamente 35 grados hacia el NW, por lo tanto, el corredor va a ser más ancho en esa dirección

**Sistema de fallas del Magdalena (Fuente 2):** con este nombre se identifican todas las estructuras presentes en el flanco occidental de la cordillera oriental (Falla de la Salina, Falla de Cambras) y que la separan del valle del río Magdalena. Son una serie de fallas de cabalgamiento que delimitan el flanco occidental de la cordillera oriental, con un rumbo de aproximadamente N35E y un plano buzando 30 grados al SE

**Sistema de fallas de la cordillera central (Fuente 3):** son una serie de fallas inversas que se encuentran en el flanco oriental de la cordillera central, tienen dirección aproximada N20E y su plano buza 60 grados al E. Dentro de las más importantes por ser activas se encuentran la Falla de Palestina, la Falla de Otú, Falla de Ibagué y Falla de Cimitarra.

#### **Falla de Bucaramanga (Fuente 4)**

Es una falla de rumbo sinistral que muestra una inclinación de 85° hacia el este y un rumbo aproximado N25W. Es una falla que tiene una importante actividad de generación de sismos de foco profundo pero para los objetivos del estudio se tienen en cuenta sólo los sismos originados en la corteza (menos de 40 Km de profundidad).

### **Falla de Boyacá (Fuente 5)**

Es una falla muy importante dada su cercanía al área de estudio y además por ser una estructura que involucra el basamento de la cordillera (Dengo&Covey, 1993). Tiene una dirección aproximada de N40E y buza 20 grados al NW aunque esto es tentativo ya que la falla tiene un comportamiento de “Flats and Ramps” (Rampas y repisas), o sea que su inclinación varía de una falla inversa de alto ángulo con unos sectores en donde es un cabalgamiento de muy bajo ángulo.

### **Falla de Soápaga (Fuente 6)**

Se trata de una falla inversa que, aunque es muy corta, es muy importante ya que pasa muy cerca del sitio de interés. Además es una estructura profunda al igual que la falla de Boyacá, tiene dirección aproximada N40E y buza 30 grados hacia el NW a diferencia de la falla de Boyacá, no presenta estructura de “Flats and Ramps”.

Teniendo en cuenta las características nombradas anteriormente, se asignaron los corredores sísmicos para cada fuente y los resultados se presentan en la figura 8.2 que representa la sobreposición de las fuentes sismogénicas con sus corredores respectivos, a la distribución de los sismos del registro histórico de la figura 8.1.

#### 8.1.2.3 Elaboración del registro histórico para cada fuente

A continuación se desarrolla la metodología propuesta, realizando varios pasos simultáneamente para disminuir la extensión del trabajo.

#### **Fuente 1**

El registro histórico para ésta fuente contiene datos de 889 sismos ubicados dentro del corredor asignado (el anexo 3 contiene los datos del registro histórico general). Tomando valores arbitrarios de magnitud como referencia, dentro de un

contexto lógico, se obtuvo el registro del número de sismos con magnitud (m) mayor o igual a la magnitud arbitraria (Ms). Teniendo en cuenta que la distancia

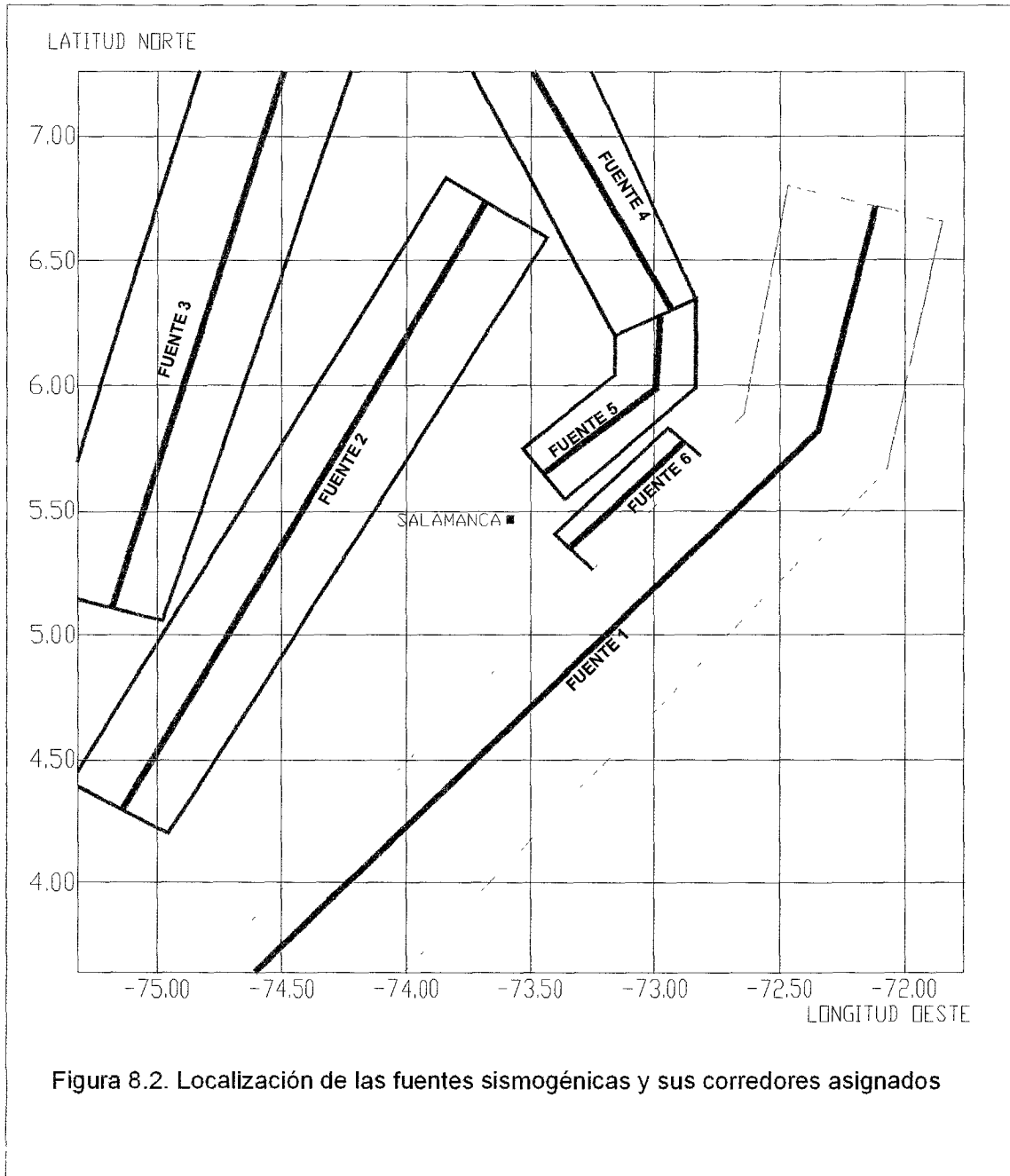


Figura 8.2. Localización de las fuentes sismogénicas y sus corredores asignados

más corta entre ésta fuente y la vereda Salamanca es de aproximadamente a 73 km (Figura 8.3), se calcularon valores de aceleración máxima probable, aplicando las fórmulas de aceleración indicadas en el paso 8 y con ayuda de las gráficas de Tr Vs Ms (paso 7) y Aceleración Vs Ms (paso 8).

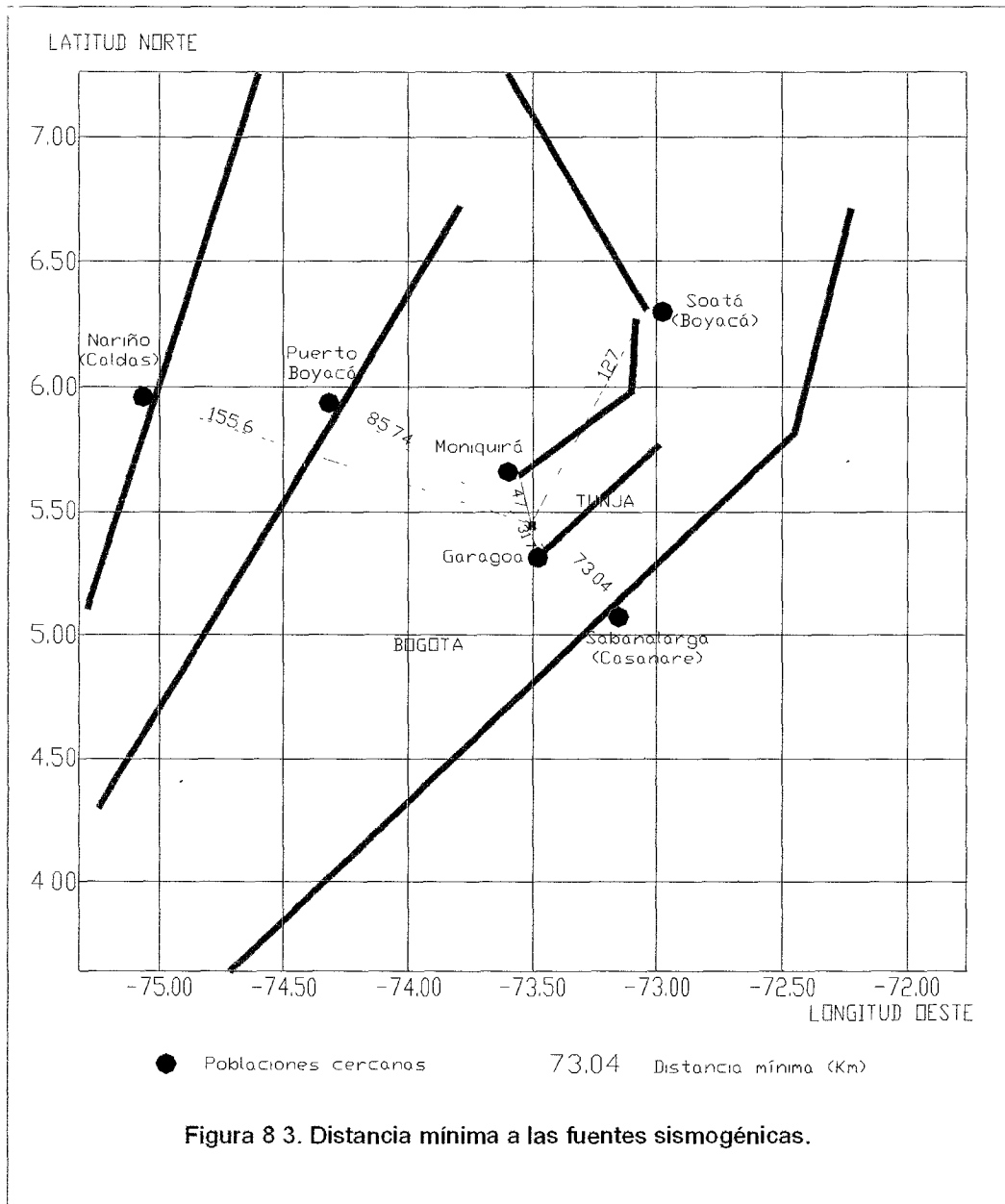
**Tabla 8.1. Registro histórico Fuente 1**

Magnitud (M)	#Sismos con m>M	Tr	Aceleración
1	889	0,2	1,66
2	779	0,3	2,75
2,5	536	0,4	3,54
3	258	1	4,54
3,5	108	2,3	5,83
4	54	4,7	7,49
4,5	26	9,9	9,62
5	13	19,8	12,36
5,5	5	51,6	15,87
6	4	64,5	20,38
6,5	3	86	26,17
7	2	129	33,60

**Tabla 8.2. Aceleración máxima Fuente 1**

<b>Distancia mínima a la fuente (Km)</b>	73,04
<b>MMP</b>	8,2
<b>Aceleración(DONOVAN1)</b>	142,6
<b>Aceleración(DONOVAN2)</b>	153,24
<b>Aceleración(McGUIRE)</b>	228,61
<b>Registro histórico (años)</b>	258

De ésta manera, utilizando la gráfica de log #sismos m>M vs Ms, se obtiene que la recta corta el eje x (Ms) en el valor de 8.2 Ms (Figura 8.4), lo que está indicando el valor de la MMP para ésta fuente y una aceleración máxima de 153.24 cm/s<sup>2</sup> (Donovan), pero se tiene que el valor mayor es de 228.61 cm/s<sup>2</sup> (0.23g) por la fórmula de McGuire (tablas 8.1 y 8.2). las gráficas de Tr vs Ms y Aceleración vs Ms se encuentran más adelante en las figuras 8.5 y 8.6, respectivamente.



De forma similar se hicieron los cálculos para todas las fuentes. Para cada una se presenta la tabla que muestra el número de sismos con magnitud igual o mayor al valor dado ( $m > M$ ), el tiempo de retorno ( $T_r$ ) y el valor de aceleración en el terreno para dicha magnitud; otra tabla que muestra la distancia mínima entre la zona de estudio y la fuente (en Km), la magnitud máxima probable, la aceleración máxima en el terreno por los tres métodos y la longitud del registro histórico (en años).

### Fuente 2

El registro histórico para ésta fuente contiene 1522 sismos y una longitud de 196 años. Se le realizó un procedimiento similar al indicado en la Fuente 1, calculándose una magnitud máxima probable de 7.2 Ms (figura 8.4) que representa una aceleración máxima probable en la vereda Salamanca de  $81.13 \text{ cm/s}^2$  ( $0.082g$ ), los datos completos se encuentran en las tablas 8.3 y 8.4.

**Tabla 8.3. Registro histórico Fuente 2**

Magnitud	#Sismos con $m > M$	$T_r$	Aceleración
1	1522	0,12	3,54
2	1419	0,13	5,87
2,5	1153	0,16	7,53
3	678	0,2	9,67
3,5	227	0,8	12,42
4	39	5,0	15,94
4,5	9	21,7	20,47
5	6	32,6	26,30
5,5	2	98	33,78
6	1	196	43,37

**Tabla 8.4. Aceleración máxima Fuente 2**

Distancia mínima a la fuente (Km)	85.74
MMP	7,25
Aceleración (DONOVAN1)	69,09
Aceleración (DONOVAN2)	81,13
Aceleración (McGUIRE)	107,07
Registro histórico (años)	196



### Fuente 3

Dentro de éste sistema se registraron 206 sismos a lo largo de 57 años, hallándose una magnitud máxima probable de 6 Ms (figura 8.4) lo que representa una aceleración en el terreno de  $22,76 \text{ cm/s}^2$  (0,023g).

**Tabla 8.5. Registro histórico Fuente 3**

Magnitud	#sismos con $m > M$	Tr	Aceleración
1	206	0,2	1,84
2	178	0,3	3,05
2,5	120	0,4	3,91
3	52	1,0	5,03
3,5	10	5,7	6,45
4	3	19	8,28
4,5	1	57	10,64
5	1	57	13,68

**Tabla 8.6. Aceleración máxima Fuente 3**

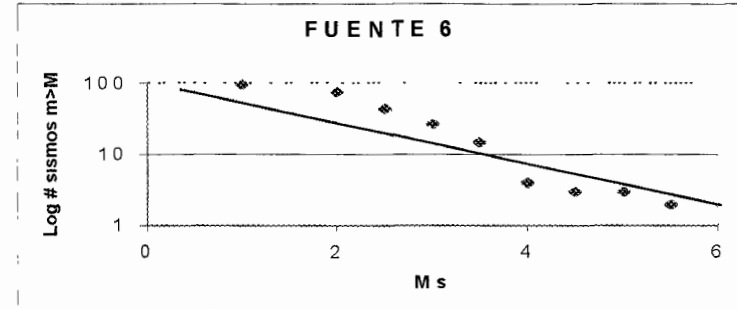
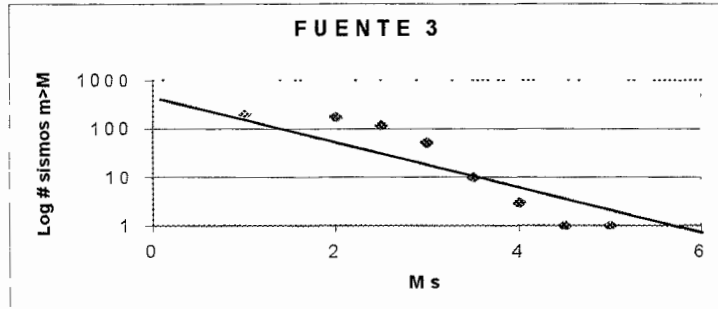
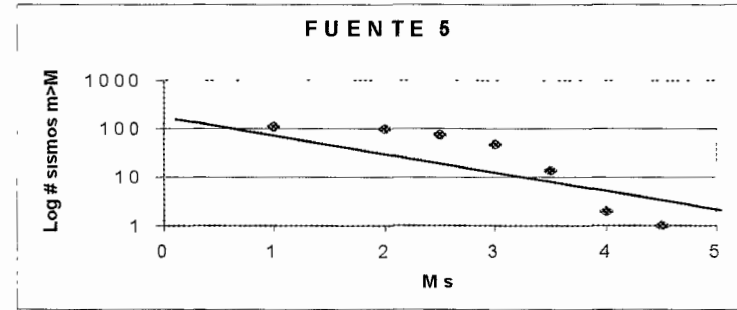
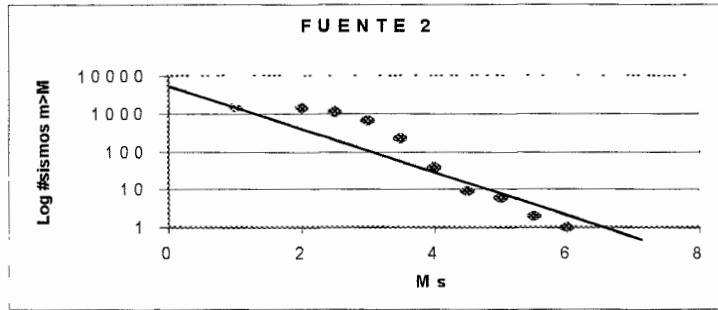
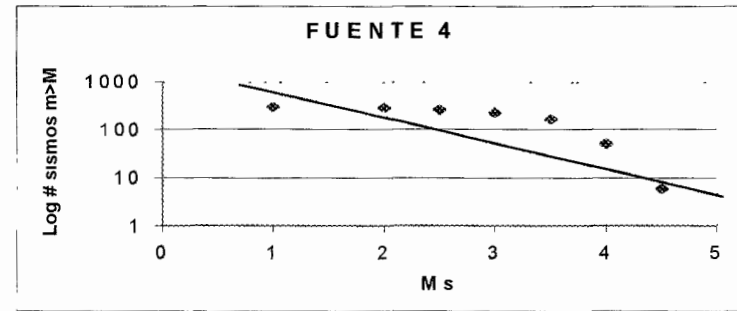
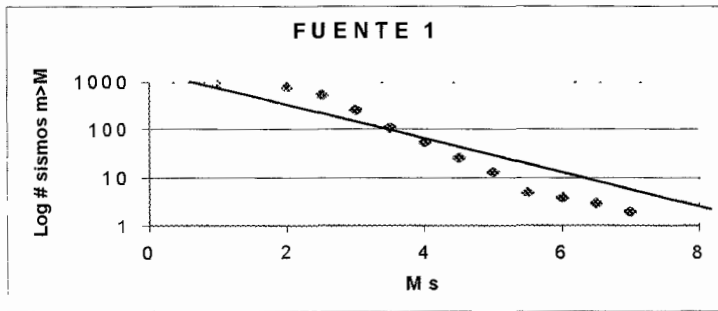
Distancia mínima a la fuente (Km)	155,6
MMP	6
Aceleración (DONOVAN1)	15,9
Aceleración (DONOVAN2)	22,76
Aceleración (MACGUIRE)	25,46
Registro histórico (años)	57

### Fuente 4

A esta fuente se le asignaron 294 sismos a lo largo de 133 años y se obtuvo un valor de MMP de 6,6 Ms (figura 8.4), lo que representa una aceleración máxima en el terreno de  $38,59 \text{ cm/s}^2$  (0,039g)

**Tabla 8.7. Aceleración máxima Fuente 4**

Distancia mínima a la fuente (Km)	127
MMP	6,6
Aceleración (DONOVAN1)	29,04
Aceleración (DONOVAN2)	38,59
Aceleración (MACGUIRE)	46,77
Registro histórico (años)	133



**Figura 8.4 . Logaritmo del número de sismos con magnitud (m) mayor o igual a M**

**Tabla 8.8. Registro histórico Fuente 4**

Magnitud	#sismos con m>M	Tr	Aceleración
1	294	0,4	2,32
2	286	0,4	3,84
2,5	260	0,5	4,93
3	225	0,5	6,33
3,5	165	0,8	8,13
4	51	2,6	10,44
4,5	6	22,1	13,41

**Fuente 5**

A esta fuente se le asignaron 113 sismos a lo largo de 358 años, hallándose una magnitud máxima probable de 6 Ms (figura 8.4) lo que representa una aceleración máxima en el terreno de 76 64 cm/s<sup>2</sup> (0.078g). Las gráficas de aceleración vs Ms y Tr vs Ms se encuentran mas adelante en las figuras 8.5 y 8.6, respectivamente.

**Tabla 8.9. Registro histórico Fuente 5**

Magnitud	No. Sismos	Tr	Aceleración
1	113	3,1	6,25
2	101	3,5	10,36
2,5	77	4,6	13,3
3	48	7,4	17,07
3,5	14	25,5	21,92
4	2	179	28,13
4,5	1	358	36,14

**Tabla 8.10. Aceleración máxima Fuente 5**

Distancia mínima a la fuente (Km)	47
MMP	6
Aceleración (DONOVAN1)	64,36
Aceleración (DONOVAN2)	76,64
Aceleración (MACGUIRE)	81,04
Registro histórico (años)	358

## Fuente 6

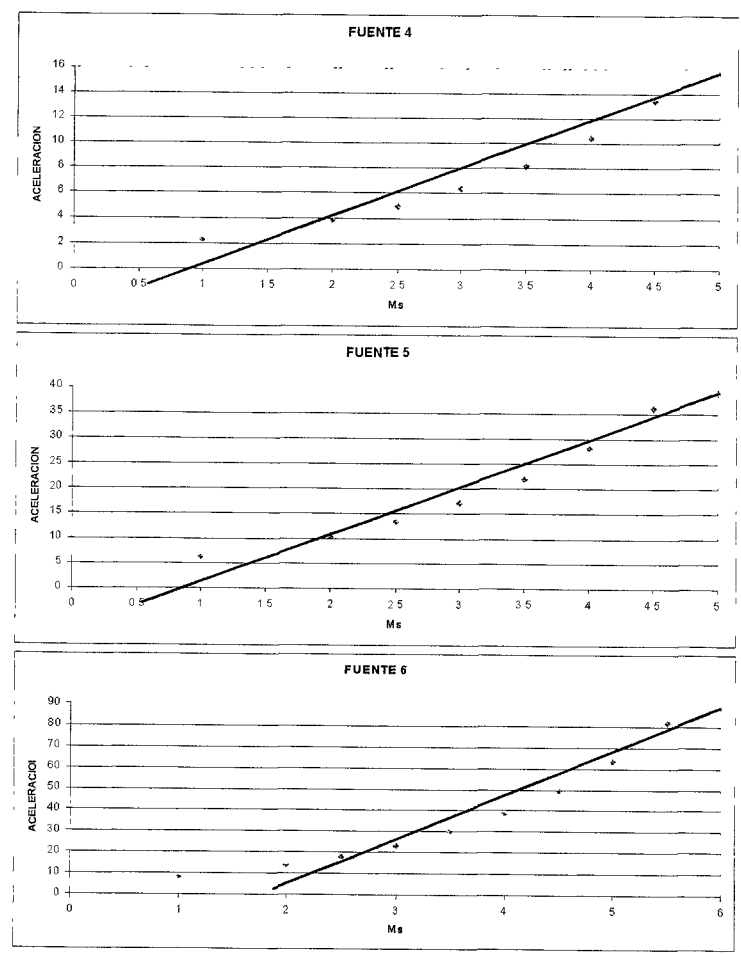
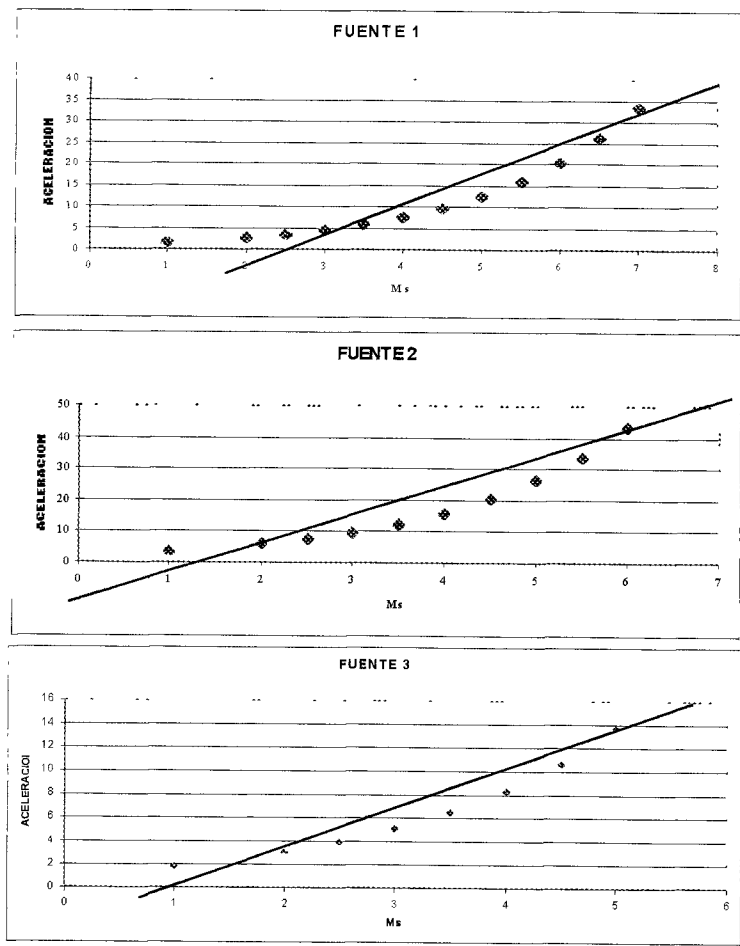
Para esta fuente, se encontraron 96 sismos a lo largo de 358 años, encontrándose una magnitud máxima probable de 7.5 Ms (figura 8 4) lo que representa una aceleración máxima en el terreno de 222.47 cm/s<sup>2</sup> (0.22g)

**Tabla 8.11. Registro histórico Fuente 6**

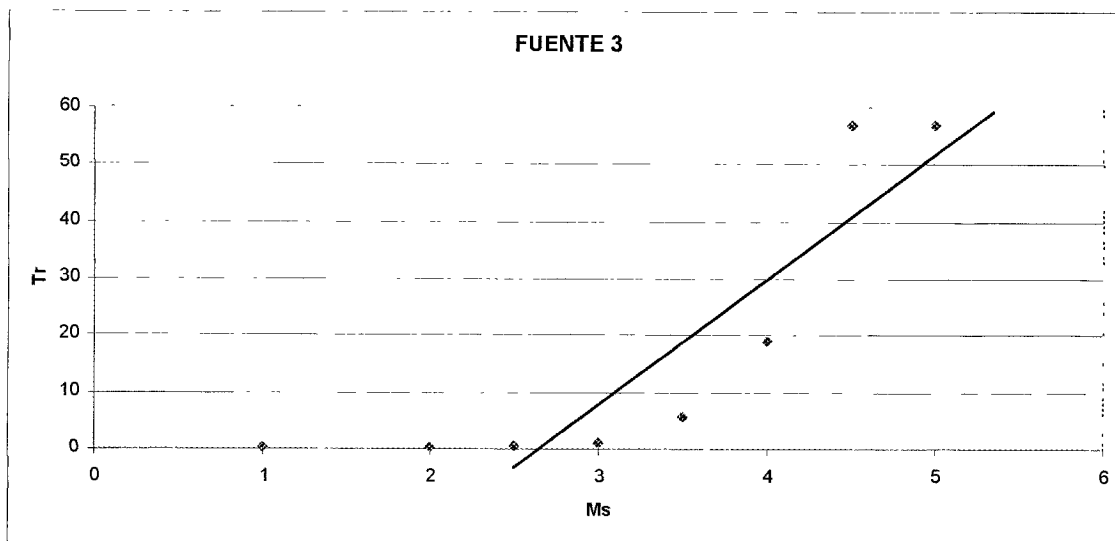
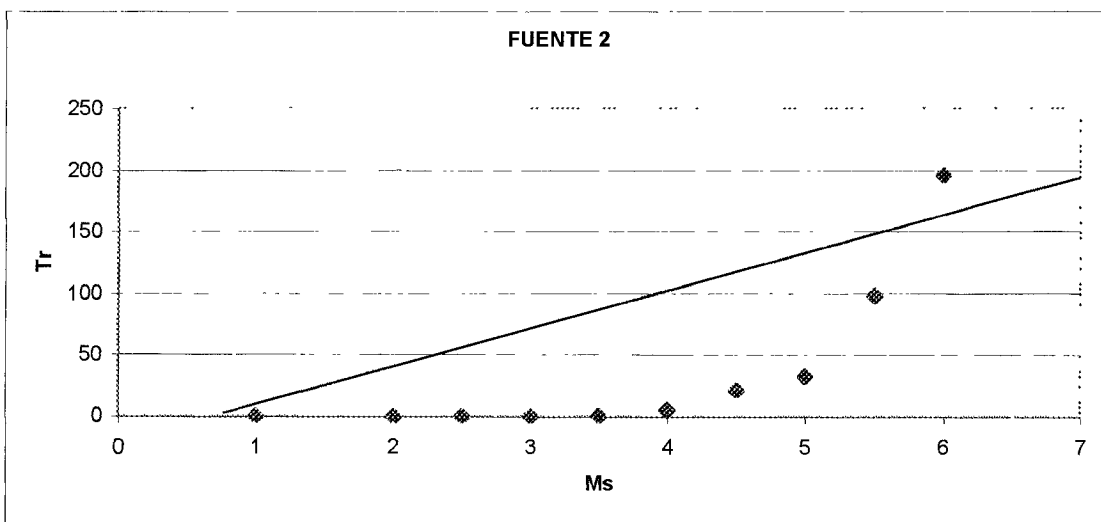
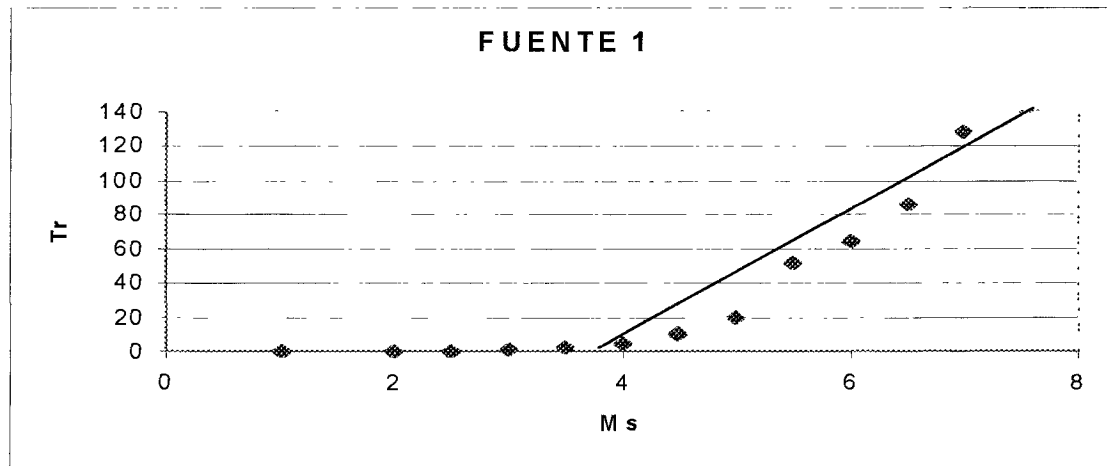
Magnitud	No. Sismos	Tr (años)	DONOVAN2
1	96	3,7	8,57
2	76	4,7	14,20
2,5	44	8,1	18,24
3	27	13,2	23,41
3,5	15	23,8	30,05
4	4	89,5	38,57
4,5	3	119,3	49,55
5	3	119,3	63,66
5,5	2	179	81,75

**Tabla 8.12. Aceleración máxima Fuente 6**

Distancia mínima a la fuente (Km)	31 7
MMP	7,5
Aceleración (DONOVAN1)	220,93
Aceleración (DONOVAN2)	222,47
Aceleración (MACGUIRE)	300,2
Registro histórico (años)	358

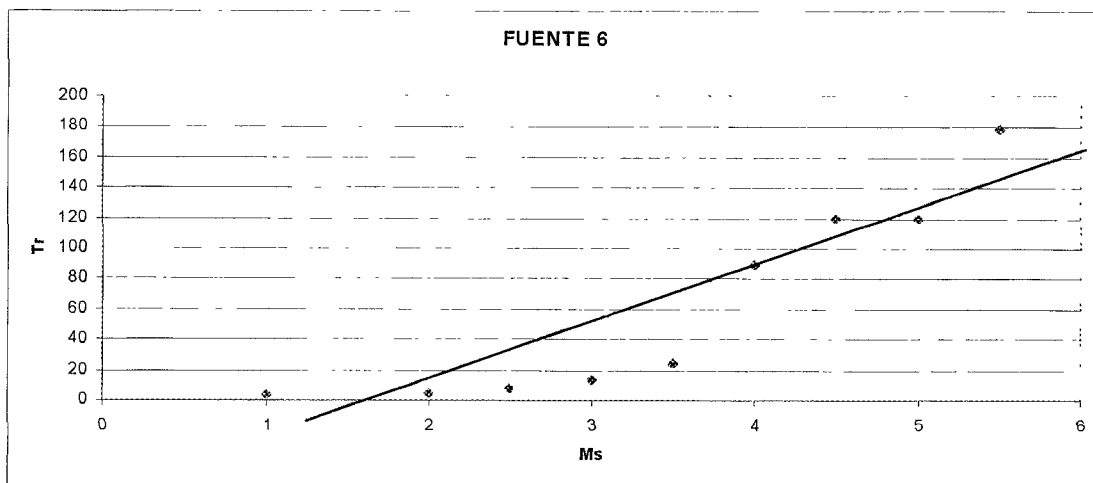
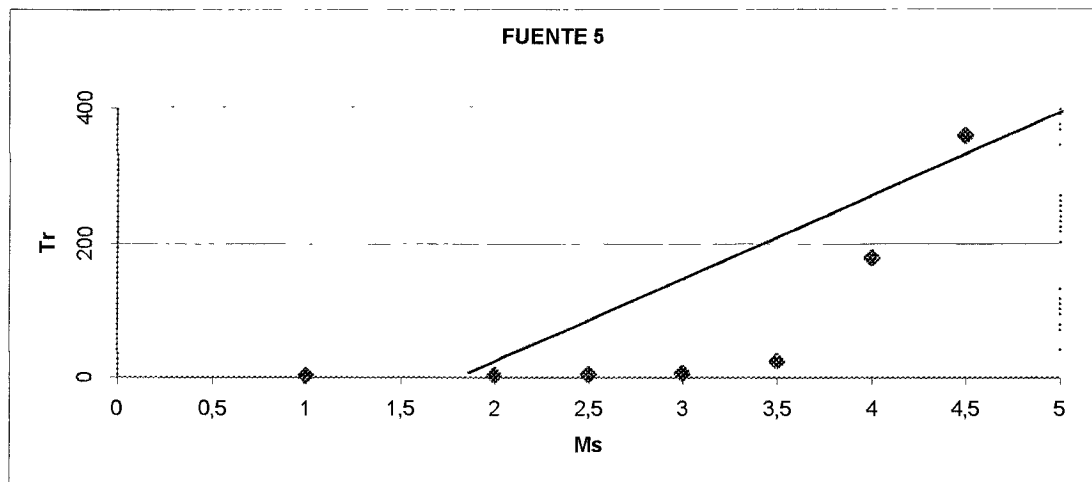
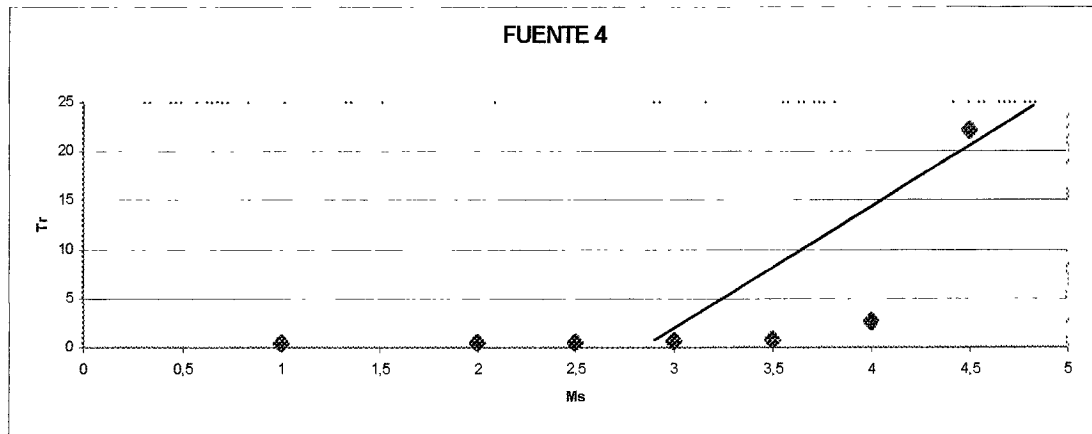


**Figura 8.5. Aceleración Vs Magnitud**



**Figura 8.6. Tr Vs Magnitud**





**Figura 8.6 (continuación)**

#### 8.1.2.4 Cálculo de la probabilidad de excedencia

Para determinar qué valor de aceleración debe considerarse detonante se tiene en cuenta que un sismo como el ocurrido en el eje cafetero, produjo una aceleración de 0.6g (1g equivale a  $980 \text{ cm/s}^2$ ) en la ciudad de Armenia, ocasionando graves daños en el terreno como grietas y hundimientos, además de innumerables deslizamientos, sin tener en cuenta el daño a estructuras hechas por el hombre. Otro valor a tener en cuenta es que una aceleración de 0.2g es suficiente para producir un FRM (Moyano, 2001, Sierra & Umaña, 2001). Por lo tanto se tomará el valor de 0.2g como el valor mínimo de aceleración producida por un sismo en el terreno y que genere un FRM, como referencia para el cálculo de la amenaza sísmica.

Con este criterio se realizaron los cálculos para cada fuente utilizando la gráfica de aceleración Vs Magnitud para extraer el valor de la magnitud correspondiente a una aceleración de 0.2g ( $196 \text{ cm/s}^2$ ) en el terreno y con ésta se obtiene el tiempo de retorno de la gráfica Tr Vs Magnitud (Ms). En la tabla 8.13 se registran los valores obtenidos para cada fuente además de la probabilidad intrínseca (p) y la probabilidad de excedencia en los próximos 50 años (P).

**Tabla 8.13. Probabilidad de excedencia para cada fuente sismogeneradora**

FUENTE	Magnitud (Ms)	Tr (AÑOS)	p (1/Tr)	P
1	8.0	160	0.0062	0.27
2	-----	-----	-----	-----
3	-----	-----	-----	-----
4	-----	-----	-----	-----
5	-----	-----	-----	-----
6	7.5	140	0.0071	0.3

De lo anterior hay que resaltar que las fuentes 2, 3, 4 y 5 fueron descartadas por cuanto su magnitud máxima probable no es suficiente para producir una

---

aceleración de 0.2g en la vereda Salamanca por lo que se excluyeron de los cálculos de probabilidad. Existe una probabilidad de 0.3 de que en la Falla de Soápaga (fuente 6), se genere un sismo que produzca una aceleración en la vereda Salamanca suficiente para que ocurra un FRM, este valor se debe a que ésta fuente se encuentra muy cerca al área de estudio y además, como se registró en la descripción de la fuente, ésta falla tiene una influencia en profundidad que llega hasta involucrar el basamento, lo que significa que esta falla maneja una importante proporción de la presión ejercida por la tectónica, en ésta parte de la Cordillera Oriental.

En seguida se encuentra el sistema de fallas del Borde Llanero (fuente1), para la cual se calculó una probabilidad de 0.27 de generación de un sismo con éstas características, en éste caso, aunque por la fórmula de aceleración utilizada (Donovan2) no se alcanza el valor detonante, con la fórmula de McGuire sí se logra una aceleración superior a 0.2g con la MMP calculada. Este valor se puede asociar a la gran actividad que presenta éste sistema y a que maneja una gran presión originada por el choque de todo el terreno de la Cordillera de los Andes contra la Placa Suramericana (Galvis, 1988)

El cálculo de la amenaza sísmica comprende un análisis probabilístico basado en el registro histórico de sismos y la distancia entre las fuentes sismogénicas y el área evaluada, lo que significa que éste cálculo permite, mediante la extrapolación gráfica de los datos disponibles, estimar los tiempos de retorno y aceleración para los sismos con magnitudes superiores a las que se han registrado. Lo anterior supone cierto rango de incertidumbre, ya que pueden existir eventos con tiempos de retorno superiores a la longitud del registro histórico y dentro de los próximos 50 años se repitan. Por lo tanto, ésta evaluación contiene estimaciones de probabilidad basadas en datos concretos registrados y representa la amenaza sísmica restringida por los factores anteriormente citados.

---

## 8.2 Cálculo de la amenaza hidrometeorológica (lluvias)

Para la evaluación de la amenaza hidrometeorológica se utiliza el registro histórico de precipitación del área. En el IDEAM o la entidad competente se obtuvieron los datos históricos de precipitación para el área de estudio. Aplicando la metodología de Gumbel, trabajada en la materia Geología ambiental (Moyano, 2001), se calculó la probabilidad de excedencia para una precipitación de magnitud detonante de FRM.

### 8.2.1 Metodología

- 1) Se toma el registro de precipitación y se elabora una serie parcial de datos que contenga sólo los valores mensuales mayores a 100 milímetros de precipitación mensual.
- 2) Se calcula la media aritmética ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\delta$ ) de dicha serie
- 3) Se toman tiempos de retorno arbitrarios ( $T_r$ ), que se tabulan aumentando gradualmente hasta donde se considere conveniente
- 4) Para cada tiempo de retorno se calcula un valor transitorio "Kt" con la siguiente fórmula

$$K_t = -\sqrt{6/p} * (0.5772 + \ln(\ln T_r / (T_r - 1)))$$

- 5) Con la media, la desviación estándar y Kt se calculan valores de precipitación ficticios ( $X_t$ ) correspondientes a cada tiempo de retorno con la fórmula:

---

$$X_t = \mu + Kt * \delta$$

- 6) Se elabora una gráfica que relacione el tiempo de retorno ( $Tr$ ) con la magnitud ( $X_t$ )
- 7) Según se considere cuál es el valor de precipitación detonante de un FRM se utiliza la gráfica para determinar el  $Tr$  para dicho valor. Con éste  $Tr$  se calcula la probabilidad intrínseca ( $p$ ) tal y como se hizo con la amenaza sísmica
- 8) Se calcula la probabilidad de excedencia utilizando la distribución binomial.

$$P(x \geq k; n) = \binom{n}{k} p^k * q^{n-k}$$

$$\binom{n}{k} = n! / (k!(n-k)!)$$

en donde “ $p$ ” es la probabilidad intrínseca de ocurrencia del evento y “ $q$ ” es la probabilidad de que no ocurra ( $1-p$ )

El cálculo de la probabilidad de excedencia de una precipitación detonante para el caso de estudio se plantea así:

$$P(x \geq 1; 50) = 1 - P(x = 0; 50)$$

No se adicionan los años faltantes del registro ya que éste método no contempla interdependencia de los valores registrados.

### **8.2.2 Evaluación de la amenaza hidrometeorológica**

- 1) Se utilizan los registros del IDEAM para las estaciones pluviométricas de “Villa Carmen” y “Las Minas” que son las que más cerca se encontraron de la vereda

---

Salamanca (Anexo 4). Debido a la similitud en los registros de las dos estaciones se decidió aplicar la metodología de Gumbel para hacer la serie con los valores de precipitación superiores a 100 milímetros mensuales para las dos estaciones simultáneamente

2) Iniciando el proceso de la metodología propuesta se obtuvieron los siguientes valores:

- Desviación estándar: 38 78
- Media aritmética: 137 12 mm/mes
- Promedio anual. 792.15 mm

La tabla 8.14 resume los pasos 3 al 5 y con éstos datos se construye la figura 8 7 (Tr vs precipitación), que tiene forma de recta con pendiente positiva(paso 6).

7) Como valor de precipitación detonante se considera el 40% del promedio anual, acumulado en 1 mes (Moyano 2001) Teniendo en cuenta que el promedio anual para las estaciones es de 792.15 mm, se asume que el valor detonante corresponde a una precipitación de 316 mm/mes.

8) Tomando como referencia la gráfica de Tr vs precipitación (figura 8 7), se proyecta desde el eje x el valor de precipitación detonante que se asignó (316 mm) hasta que corte la línea graficada y el valor de Tr que se obtuvo de allí (661 años) corresponde al Tr para la magnitud detonante dada. Con éste valor de Tr se calcula la probabilidad intrínseca del evento ( $p$ ) de forma similar a como se hizo en la evaluación de la amenaza sísmica ( $p=1/Tr$ )



**Tabla 8.14. Valor de precipitación para un Tr dado**

TR	KT	XT
2	-0,16425165	130,748005
4	0,52131799	157,33955
6	0,8768811	171,130961
8	1,11967608	180,548375
10	1,30440125	187,713406
12	1,45357698	193,499562
14	1,57871508	198,353358
16	1,68650323	202,534193
18	1,78117448	206,206256
20	1,8655791	209,480102
25	2,04359219	216,384788
30	2,18841087	222,001945
35	2,31049218	226,737176
40	2,41601724	230,830231
45	2,50894544	234,434685
50	2,59196626	237,654857
75	2,91070217	250,017832
100	3,13629122	258,767871
150	3,45370024	271,079379
200	3,67863003	279,803847
300	3,99538256	292,089891
350	4,11574452	296,758433
400	4,21998512	300,801668
450	4,31191727	304,367487
500	4,3941431	307,556823

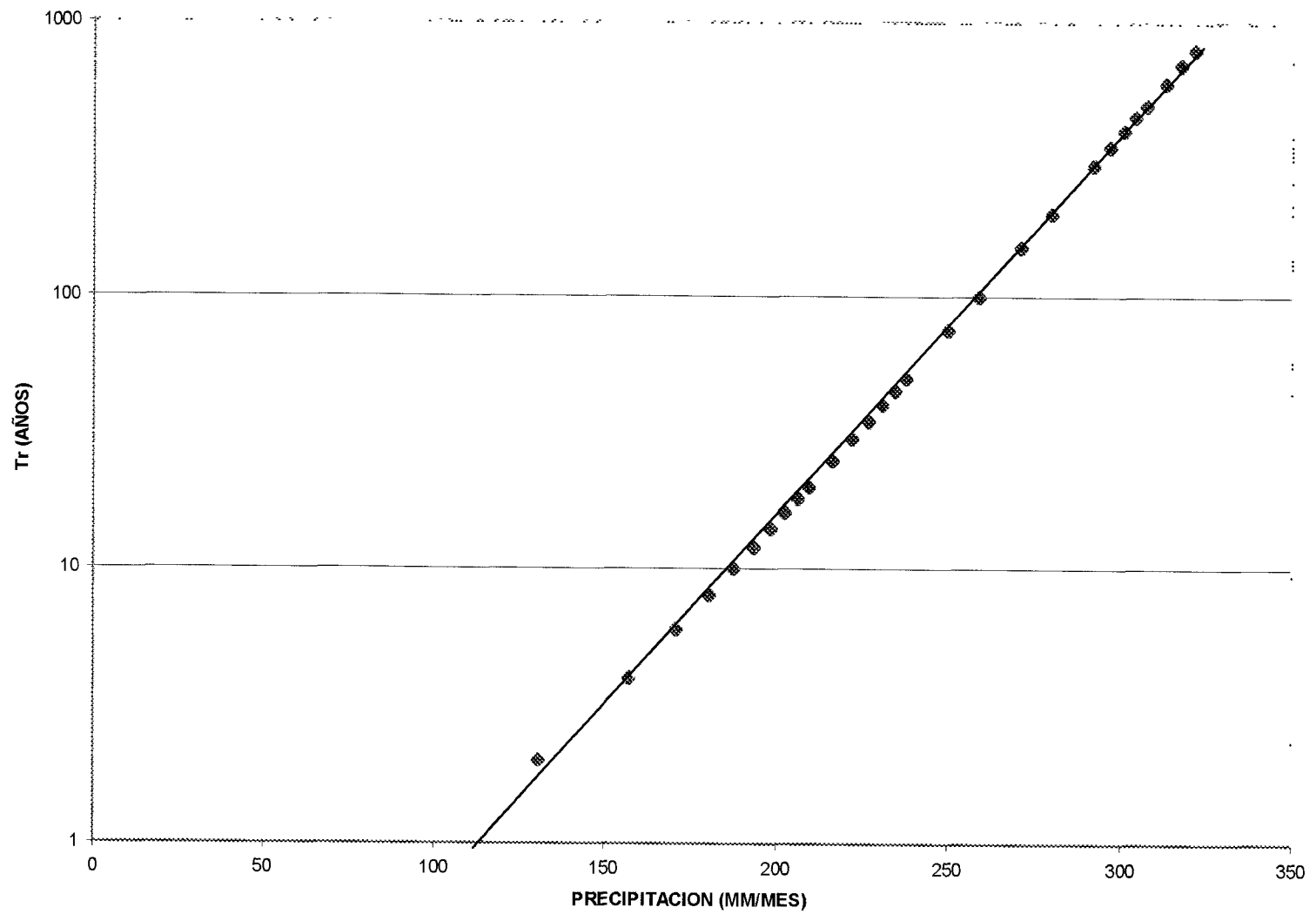
Con el valor obtenido de la probabilidad intrínseca de la precipitación detonante (0 0015), se calcula la probabilidad de excedencia de éste evento (P), utilizando la distribución binomial (tabla 8 15)

**Tabla 8.15. Probabilidad de excedencia precipitación**

<b>Tiempo de retorno (Años)</b>	661
<b>Probabilidad intrínseca (<math>\rho</math>)</b>	0 0015
<b>Probabilidad de excedencia (P)</b>	0 07

---

La probabilidad de excedencia de una lluvia que acumule 316 milímetros de agua en un mes para la vereda Salamanca es de 0.07. Este valor, de la misma forma como se hizo para la amenaza sísmica, se obtuvo mediante el análisis del registro histórico disponible para dos estaciones ubicadas cerca al área de estudio, y la obtención del tiempo de retorno para la magnitud detonante se hizo mediante la extrapolación de los datos ya que ésta no se encuentra inventariada dentro del registro histórico. De ésta forma, éste cálculo tiene también un nivel de incertidumbre dado que no se tiene un registro concreto del tiempo de retorno para ésta precipitación y se desconocen otros valores de precipitación mucho mayores que pueden existir, con un  $T_r$  mucho mayor al de la longitud del registro histórico.



**Figura 8.7. Tiempo de retorno Vs Precipitación**

---

### 8.3 Comentarios sobre la amenaza por factores antrópicos

Las actividades humanas son consideradas como otro factor extrínseco dentro de la evaluación de la amenaza por FRM (Portilla, 1999), como se resaltó anteriormente, el hombre transforma el entorno para acomodarlo a su forma de vida muchas veces sin tener en cuenta la respuesta del terreno a estas adaptaciones. Las vías de comunicación, puentes y demás construcciones intervienen en la estabilidad de un talud ya sea aumentando la carga sobre éste al construir una vivienda, cambiando la geometría de la pendiente al trazar una carretera o facilitando alguno de los cambios reseñados en el numeral 6.2.7 de éste mismo trabajo. Estas actividades ocasionan un aumento en la susceptibilidad del terreno a generar FRM y en ocasiones constituyen eventos detonantes de los mismos.

La deforestación causada por el hombre en procura de materias primas para su desarrollo es otro de los factores que inciden en el entorno ya que al privar al terreno de su cobertura nativa, se está favoreciendo un aumento en la velocidad de la escorrentía, lo que incrementa la capacidad de arrastrar materiales; además el suelo, sin raíces que lo mantengan firme, será más débil y fácil de desplazar por cualquier tipo de agente que incida sobre el talud (gravedad, agua, etc.) La tala de la vegetación nativa es el problema inicial y de éste se desprenden mas inconvenientes asociados al manejo de la superficie deforestada, entre éstos se encuentra el establecimiento de cultivos no tecnificados sobre la pendiente y que no se diseñan adecuadamente para favorecer la conservación del suelo. Otro problema que se asocia es la siembra de especies alóctonas para su aprovechamiento lo que en muchos casos ocasiona un deterioro en la cubierta fértil del terreno aumentando su susceptibilidad.

De la actividad minera, no hay duda que la acción que más afecta la estabilidad del terreno es la excavación de túneles para extraer carbón y que se constituyen, de forma práctica, en unas discontinuidades muy importantes dentro de la masa

---

rocosa. Entonces es posible que la actividad minera aumente la susceptibilidad del terreno a presentar deslizamientos y hundimientos y más cuando los túneles presentan problemas de estabilidad en algunos sectores (Parra, 2001), (Junco, 2001) y (MINERCOL, 2001)

Un posible evento detonante asociado a la actividad minera es la vibración producida por el continuo tránsito de camiones y tractomulas cargados de carbón que circulan por las vías de la vereda. Esta vibración incide directamente sobre los taludes de las vías y el suelo bajo las construcciones produciendo desplazamientos muy pequeños en el terreno y pequeños coluviones en los cortes de los caminos. La disposición de los materiales estériles sobrantes de la explotación de carbón es muy importante para que no se conviertan en eventos detonantes al sobrecargar un talud o en eventos amenazantes por su acumulación descuidada y mal manejo de aguas de escorrentía.

#### **8.4 Cálculo de la amenaza por FRM.**

La definición de la amenaza para el caso de estudio es “la probabilidad de ocurrencia de un FRM en la vereda Salamanca dentro de los próximos 50 años por eventos detonantes de origen sísmico o hidrológico”

***Por ocurrencia de un sismo de magnitud detonante ó una lluvia de magnitud detonante***

- Sea A Sismo de magnitud detonante
- Sea B Precipitación detonante

Como se trata de eventos **mutuamente no excluyentes** entonces.

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

---

Además son estadísticamente independientes lo que significa que pueden ocurrir sin presencia del otro:

$$P(A \cap B) = P(A) * P(B)$$

De esta manera se utilizan los valores de probabilidad de excedencia obtenidos en los procesos anteriores y se relacionan con la fórmula anterior dando como resultado la probabilidad de que se presente una lluvia o un sismo con magnitud detonante en los próximos 50 años (Tabla 23)

**Tabla 8.16. Probabilidad de ocurrencia de lluvia o sismo detonantes**

FUENTE	P(A)	P(B)	P(AUB)
1	0.27	0.07	0.32
6	0.3	0.07	0.35

Los valores consignados en la tabla 8.16 corresponden al cálculo de la probabilidad de ocurrencia, en los próximos cincuenta años, de un sismo ó una lluvia con la intensidad suficiente para que en la vereda Salamanca se generen FRM. Esto constituye el análisis de los factores extrínsecos dentro de la evaluación de la amenaza por FRM en la vereda Salamanca

Entonces se concluye que existe una probabilidad de 0.35 de que se presente un sismo originado en la Falla de Soápaga, en las cercanías al Municipio de Zetaquirá (Boyacá, figura 8.3), ó que se registre una lluvia acumulada de 316 milímetros en un mes en la vereda Salamanca, esto dentro de los próximos cincuenta años, generando FRM.

Estos valores deben ser utilizados junto con el mapa de susceptibilidad para determinar las zonas más susceptibles ante la ocurrencia de éste evento detonante.



## 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ En la zona de estudio se presentan contrastes litológicos y topográficos que favorecen movimientos en el terreno, como reptaciones y ocasionales deslizamientos de poca extensión, especialmente en los cortes de las carreteras.
- ✓ El análisis de susceptibilidad a FRM utilizando los SLD, representa la realidad en el terreno, en donde las unidades evaluadas por esta metodología como las más susceptibles (depósitos recientes), son las que presentan los procesos relacionados con este tipo de fenómenos.
- ✓ La susceptibilidad del terreno depende principalmente del tipo de material que la compone y también del ángulo de inclinación de la ladera (Pendiente), que es la que condiciona la dirección en la que la fuerza de Gravedad va a actuar sobre el material, y favorecerá o no su desplazamiento; además el tipo de suelo y la cobertura vegetal influyen en la estabilidad el terreno.
- ✓ Los depósitos Coluvio-glaciares son los materiales más inestables, su naturaleza y mecanismos de formación hacen que, aunque su expresión morfológica se caracterice por pendientes suaves, son los materiales que presentan el nivel mas alto de susceptibilidad (Muy alta); hay que tener en cuenta que la estabilidad de éstos cuerpos es muy delicada y cualquier cambio en sus factores internos y/o externos, como cortes para el paso de carreteras, sobrecarga con depósitos residuales o construcciones, los hacen muy sensibles a choques o vibraciones, características que los hacen muy inestables.

- ✓ En la evaluación de la amenaza sísmica, se encontraron seis posibles fuentes sismogénicas, de las cuales únicamente la Falla de Soápaga y el sistema de fallas del Borde Llanero, cumplen con las características necesarias para generar sismos de magnitud tal que, en la vereda Salamanca se registre una aceleración lo suficientemente alta (0.2g) para que se puedan producir FRM, a causa de éste evento.
- ✓ Para la vereda Salamanca se calculó una amenaza con un valor de 0.35 para eventos detonantes (lluvias y sismos), calculada para los próximos 50 años. La probabilidad de que se presente una lluvia con intensidad detonante es de 0.07 y la probabilidad de que ocurra un sismo con intensidad detonante es de 0.3, originado en la Falla de Soápaga, cerca de la población de Garagoa (Boyacá) que es la que tiene una probabilidad mayor de generar un sismo de éstas características.
- ✓ Dentro del análisis del riesgo en la vereda Salamanca, este trabajo representa una herramienta económica de evaluación de amenazas naturales y , junto con el análisis de Vulnerabilidad, será útil para que los organismos interesados en la problemática de la zona, tomen decisiones argumentadas en evidencias técnicas y científicas que fundamenten las acciones emprendidas por los mismos.
- ✓ Se resalta la utilidad del software UNFUZZY 1.2, como un ejemplo del trabajo interdisciplinario entre distintas áreas de la ciencia, y que para el presente trabajo fue de mucha utilidad en el procesamiento de los datos.
- ✓ Se exhorta a los investigadores para que profundicen en el manejo de la informática, y el procesamiento de información geológica mediante la lógica

difusa, como una alternativa para la evaluación y análisis de problemas geológicos.

- ✓ El presente trabajo de grado representa una herramienta útil, por la zonificación de la susceptibilidad a FRM, para la aplicación de medidas preventivas y correctivas en el área de estudio, y además para sustentar futuras aplicaciones en áreas con problemática similar.

---

## BIBLIOGRAFIA

COCH. N. (1995). "Geohazards: Natural and Human". Queen college. New York University. New Jersey.

DENGO & COVEY. (1993). "Structure of the Eastern Cordillera of Colombia: Implications for Tramp Styles and Regional Tectonics". AAPG Bulletin. V-77, No. 8. August 1993. pp 1315-1337.

DUARTE. O. (1998). "Software para diseño de Sistemas de Lógica Difusa (UNFUZZY 1.2)". Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería.

Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) para el municipio de Samacá, (2001) Boyacá. Alcaldía de Samacá, secretaría de planeación.

FLAWN. Peter. (1970). "Enviromental geology: conservation, land-use planning and resourse Management". Ed Harper&Raw. Nueva York. Cap 2 pp 18-62.

GALVIS, J. & DE LA ESPRIELLA, R. (1988) "La gran Falla del Borde Llanero. En Geología Colombiana No. 16, pp 105-110. Bogotá.

GOMEZ, V. (2001). "Programa de fiscalización, seguimiento y control a contratos mineros: Informe Visita técnica contratos 01-019-91 y 01-054-96". MINERCOL LTDA, Regional operativa N° 1, Nobsa. Junio 2001.

IGAG Estudio General de Suelos de algunos Municipios de las Provincias del Centro, Occidente, Ricaurte y Tundama. Subdirección Agrológica. Bogota 1982.

INGEOMINAS. (1979). "Zonas carboníferas de Colombia". Publicación especial número 3. Bogotá. 129 páginas.

- JONES, D. (1992). "Landslide hazards in the context of development" en "GEOHAZARDS: Natural and man-made". Ed Chapman&Hall. Londres Pp 117-141.
- JUNCO, Ismael. (2001). "Informe de visita técnica a las viviendas en la zona minera de la vereda Salamanca del municipio de Samacá-Boyacá". Alcaldía de Samacá, secretaría de planeación. Samacá, Colombia.
- MACIAS, N. (1998). "Informe visita técnica a la zona minera de la vereda Salamanca, Municipio de Samacá". Gobernación de Boyacá, Secretaría privada, Dirección de prevención de desastres. Tunja, Noviembre de 1998.
- MOYANO, I. (2001). "Apuntes de la materia de Geología Ambiental". Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias, II semestre del 2001
- PARRA, José. (2001). "Problemática social y ambiental por explotación de carbón en el sector residencial de la vereda de Salamanca, Samacá-Boyacá". Samacá, Colombia.
- PORTILLA, M. (1999). "Evaluación de la amenaza por deslizamiento en Málaga, Santander, aplicando la metodología de los conjuntos difusos: un tema de Geología Ambiental". GEOLOGIA COLOMBIANA, 24. Pp 159-176, 13 figuras. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia.
- PORTILLA, M. (2001). "Aplicación de los Sistemas de Lógica Difusa en la evaluación de la susceptibilidad a Fenómenos de Remoción en Masa" en Geología Colombiana No. 26. Diciembre 2001.
- PORTILLA, M. (2002). "Aplicación de los Sistemas de Lógica Difusa en la zonificación geotécnica por FRM y erosión superficial en el municipio de Villa de Leyva (Boyacá): Base técnica para la formulación del POT. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería. Tesis de Maestría.
- SIERRA & UMAÑA, (2002). "Evaluación de la amenaza por deslizamiento en el municipio de Dolores, Tolima. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. 122p.

**ANEXO 2**  
**Datos del SLD para la evaluación de la susceptibilidad por FRM**

CUADRANTE				LITOLOGIA	PENDIENTE	VEGETACION	SUELO	SFRM
A1	1	NW	a	6,5	20	2,7	1,5	0,76
A1	1		b	6,5	20	4,5	1,5	0,76
A1	1	NE	a	6,5	20	4,5	1,5	0,76
A1	1		b	7,5	20	4,5	1,5	0,82
A1	1	SW	a	2,9	60	2,7	4,5	0,20
A1	1		b	2,9	60	2,7	4,5	0,20
A1	1	SE	a	2,9	60	2,7	4,5	0,20
A1	1		b	2,9	60	2,7	4,5	0,20
A1	2	NW	a	7,5	20	4,5	1,5	0,82
A1	2		b	7,5	20	4,5	1,5	0,80
A1	2	NE	a	7,5	20	4,5	1,5	0,80
A1	2		b	7,5	20	4,5	1,5	0,80
A1	2	SW	a	2,9	60	2,7	4,5	0,20
A1	2		b	2,9	35	2,7	4,5	0,20
A1	2	SE	a	2,9	30	2,7	4,5	0,20
A1	2		b	2,9	25	4,7	4,5	0,37
A1	3	NW	a	5,5	20	2,7	4,5	0,77
A1	3		b	5,5	60	2,7	4,5	0,83
A1	3	NE	a	5,5	35	2,7	4,5	0,82
A1	3		b	5,5	12	1,0	4,5	0,60
A1	3	SW	a	5,5	10	2,7	4,5	0,60
A1	3		b	5,5	10	2,7	1,5	0,68
A1	3	SE	a	5,5	10	4,7	1,5	0,68
A1	3		b	5,5	10	4,7	1,5	0,68
A1	4	NW	a	2,9	20	4,7	4,5	0,40
A1	4		b	2,9	20	4,7	4,5	0,40
A1	4	NE	a	5,5	20	4,7	4,5	0,66
A1	4		b	5,5	20	2,7	4,5	0,70
A1	4	SW	a	5,5	20	1,0	4,5	0,60
A1	4		b	5,5	20	4,7	4,5	0,60
A1	4	SE	a	5,5	20	4,7	4,5	0,60
A1	4		b	5,5	10	4,7	4,5	0,60
A2	1	NW	a	5,5	20	1,0	4,5	0,60
A2	1		b	5,5	20	1,0	4,5	0,60
A2	1	NE	a	5,5	20	4,7	1,5	0,68
A2	1		b	5,5	10	4,7	1,5	0,60
A2	1	SW	a	5,5	20	1,0	4,5	0,60
A2	1		b	5,5	20	1,0	1,5	0,60
A2	1	SE	a	5,5	20	4,7	1,5	0,68
A2	1		b	5,5	20	4,7	1,5	0,68
A2	2	NW		5,7	9	4,7	1,5	0,70
A2	2	NE		7,0	9	4,5	1,5	0,83
A2	2	SW		6,2	9	4,6	1,5	0,74
A2	2	SE		7,5	9	4,5	1,5	0,83
A2	3	NW		7,5	17	3,8	1,5	0,83
A2	3	NE		7,5	17	4,0	1,0	0,83



A2	3	SW		6,4	28	4,0	1,0	0,74
A2	3	SE		7,5	20	4,0	0,5	0,85
A2	4	NW	a	5,5	20	4,7	1,5	0,68
A2	4		b	5,5	20	1,0	1,5	0,68
A2	4	NE	a	5,5	20	4,7	1,5	0,68
A2	4		b	5,5	20	4,6	1,5	0,60
A2	4	SW	a	7,5	10	3,0	1,5	0,82
A2	4		b	7,5	20	4,7	1,5	0,82
A2	4	SE	a	5,5	20	4,7	1,5	0,68
A2	4		b	5,5	20	4,5	1,5	0,68
A3	1	NW		2,1	14	4,2	1,5	0,18
A3	1	NE		1,8	18	4,0	0,5	0,19
A3	1	SW		1,0	9	2,2	1,5	0,17
A3	1	SE		3,0	15	3,8	0,5	0,40
A3	2	NW		7,5	15	4,0	0,5	0,83
A3	2	NE		7,5	9	4,0	0,5	0,60
A3	2	SW		7,3	15	3,5	0,5	0,83
A3	2	SE		7,5	9	4,2	0,5	0,60
A3	3	NW		6,0	14	4,0	1,0	0,71
A3	3	NE		7,5	18	4,5	0,5	0,84
A3	3	SW		0,5	30	2,0	1,0	0,15
A3	3	SE		0,5	50	1,5	1,8	0,17
A3	4	NW		5,0	17	4,0	1,0	0,60
A3	4	NE		4,0	9	4,5	0,5	0,60
A3	4	SW		0,9	60	4,0	1,0	0,15
A3	4	SE		0,5	18	4,5	1,0	0,19
A4	1	NW	a	1,0	18	3,5	1,8	0,17
A4			b	0,5	25	4,5	1,0	0,17
A4		NE	a	0,5	30	4,5	0,5	0,15
A4			b	0,5	37	4,5	1,0	0,17
A4		SW	a	6,0	18	3,5	1,8	0,73
A4			b	6,0	18	4,0	1,8	0,73
A4		SE	a	6,0	18	4,5	1,8	0,73
A4			b	6,0	18	4,5	1,8	0,73
A4	2	NW	a	2,0	28	4,5	1,8	0,27
A4			b	2,0	18	4,5	1,8	0,19
A4		NE	a	0,5	37	4,0	1,8	0,30
A4			b	0,5	60	4,0	1,8	0,30
A4		SW	a	6,0	18	4,5	1,8	0,73
A4			b	6,0	18	4,5	1,8	0,73
A4		SE	a	0,5	60	4,0	1,8	0,34
A4			b	0,5	20	4,0	0,5	0,15
A4	3	NW	a	6,0	23	4,0	1,8	0,73
A4			b	0,5	60	2,7	1,8	0,17
A4		NE	a	0,5	80	2,7	1,8	0,17
A4			b	5,0	20	4,0	0,5	0,60
A4		SW	a	0,5	20	4,0	1,8	0,19
A4			b	0,5	40	4,0	1,8	0,34
A4		SE	a	5,0	70	4,0	1,8	0,84

A4			b	5,0	20	4,0	1,0	0,60
A4	4	NW	a	6,0	20	3,5	1,8	0,73
A4			b	6,0	20	3,5	1,8	0,73
A4		NE	a	6,0	20	4,5	1,8	0,73
A4			b	6,0	20	4,0	1,8	0,73
A4		SW	a	6,0	20	3,5	1,8	0,73
A4			b	6,0	20	3,5	1,8	0,73
A4		SE	a	6,0	20	3,6	1,8	0,73
A4			b	6,0	20	3,6	1,8	0,73

CUADRANTE			LITOLOGIA	PENDIENTE	VEGETACION	SUELO	SFRM
B1	1	NW	2,9	16	3,0	2,3	0,20
B1	1	NE	2,9	12	1,8	4,5	0,40
B1	1	SW	2,9	27	4,7	4,5	0,39
B1	1	SE	2,9	20	3,7	3,0	0,20
B1	2	NW	3,8	11	2,0	4,5	0,40
B1	2	NE	7,1	9	4,5	4,1	0,85
B1	2	SW	4,0	9	3,0	1,5	0,50
B1	2	SE	7,5	6	4,5	3,4	0,82
B1	3	NW	7,5	6	4,5	1,5	0,83
B1	3	NE	7,5	5	4,5	1,5	0,83
B1	3	SW	7,5	7	4,5	1,5	0,83
B1	3	SE	6,1	7	4,5	1,5	0,83
B1	4	NW	3,5	9	3,0	1,5	0,47
B1	4	NE	7,1	9	4,0	1,5	0,83
B1	4	SW	7,5	9	4,5	1,5	0,83
B1	4	SE	7,5	8	4,5	1,5	0,83
B2	1	NW	7,5	7	4,5	1,5	0,83
B2	1	NE	6,0	5	4,5	1,5	0,73
B2	1	SW	5,5	7	4,5	1,5	0,68
B2	1	SE	5,5	7	4,5	1,5	0,68
B2	2	NW	5,5	15	4,5	1,5	0,68
B2	2	NE	5,5	15	4,5	1,5	0,68
B2	2	SW	7,2	15	4,5	1,5	0,83
B2	2	SE	5,5	18	4,1	1,5	0,68
B2	3	NW	7,5	9	4,2	1,5	0,83
B2	3	NE	6,5	12	4,2	1,5	0,83
B2	3	SW	5,5	12	4,5	1,5	0,68
B2	3	SE	6,2	12	4,1	1,5	0,83
B2	4	NW	5,5	12	4,0	1,0	0,66
B2	4	NE	5,5	9	4,2	1,5	0,68
B2	4	SW	5,5	18	4,3	0,8	0,67
B2	4	SE	5,5	18	4,4	1,5	0,68
B3	1	NW	1,0	9	4,5	0,5	0,15
B3	1	NE	3,0	15	4,0	0,5	0,20
B3	1	SW	0,8	9	4,5	0,5	0,15
B3	1	SE	0,8	9	4,5	0,5	0,15
B3	2	NW	5,5	20	4,3	1,0	0,67

B3	2	NE		5,5	20	4,5	1,5	0,68
B3	2	SW		0,8	13	4,5	1,0	0,17
B3	2	SE		0,8	20	3,7	1,2	0,19
B3	3	NW		5,0	12	3,7	0,5	0,60
B3	3	NE		1,5	9	1,0	1,0	0,16
B3	3	SW		0,8	17	1,0	0,5	0,17
B3	3	SE		5,5	11	1,0	1,0	0,60
B3	4	NW		5,0	18	4,5	0,5	0,60
B3	4	NE		5,0	9	4,5	0,5	0,60
B3	4	SW		5,0	25	4,4	0,5	0,73
B3	4	SE		5,0	9	3,6	0,5	0,60
B4	1	NW	a	1,0	30	4,0	0,5	0,15
B4	1		b	5,0	10	4,5	0,5	0,60
B4	1	NE	a	5,0	10	4,5	0,5	0,60
B4	1		b	0,8	20	1,0	0,7	0,15
B4	1	SW	a	5,0	20	4,0	0,5	0,60
B4	1		b	2,9	20	4,2	0,6	0,20
B4	1	SE	a	0,8	20	2,9	1,0	0,19
B4	1		b	5,5	20	1,0	1,0	0,60
B4	2	NW	a	5,5	20	1,0	0,6	0,60
B4	2		b	5,5	50	1,0	1,0	0,84
B4	2	NE	a	5,5	10	1,0	1,0	0,60
B4	2		b	3,5	10	1,0	1,0	0,60
B4	2	SW	a	5,5	20	1,0	1,0	0,60
B4	2		b	5,5	50	1,0	1,0	0,84
B4	2	SE	a	2,9	20	1,0	1,0	0,20
B4	2		b	2,9	50	1,0	0,9	0,20
B4	3	NW	a	5,5	20	1,0	1,0	0,60
B4	3		b	5,5	20	1,0	1,0	0,60
B4	3	NE	a	5,5	20	2,7	1,0	0,60
B4	3		b	2,9	60	3,8	0,5	0,20
B4	3	SW	a	5,5	20	1,0	1,0	0,60
B4	3		b	5,5	20	1,0	1,0	0,60
B4	3	SE	a	3,5	20	1,0	0,7	0,60
B4	3		b	2,9	18	1,0	0,5	0,20
B4	4	NW	a	5,0	20	4,0	0,7	0,60
B4	4		b	0,8	20	4,0	1,0	0,15
B4	4	NE	a	0,8	20	1,0	1,0	0,15
B4	4		b	5,5	20	1,0	1,0	0,60
B4	4	SW	a	0,8	20	4,0	1,2	0,15
B4	4		b	0,8	20	1,0	1,0	0,15
B4	4	SE	a	5,5	20	1,0	1,0	0,60
B4	4		b	5,5	20	1,0	1,0	0,60

CUADRANTE	LITOLOGIA	PENDIENTE	VEGETACION	SUELO	SFRM
C1 1 NW	7,2	9	4,5	4,1	0,85
C1 1 NE	7,2	9	4,5	4,1	0,85
C1 1 SW	7,5	5	4,5	1,5	0,73

C1	1	SE		7,5	8	4,5	1,5	0,73
C1	2	NW		7,0	5	4,5	4,1	0,85
C1	2	NE		7,0	5	4,5	4,1	0,85
C1	2	SW		5,5	5	4,5	1,5	0,68
C1	2	SE		7,1	5	4,5	4,1	0,85
C1	3	NW		5,5	7	4,5	2,9	0,71
C1	3	NE		7,3	5	4,5	2,9	0,81
C1	3	SW		5,8	10	4,5	1,5	0,71
C1	3	SE		7,5	8	4,5	1,5	0,73
C1	4	NW		6,5	5	4,5	1,5	0,73
C1	4	NE		5,5	9	4,5	1,5	0,68
C1	4	SW		7,0	9	4,5	1,5	0,73
C1	4	SE		5,5	9	4,5	1,5	0,68
C2	1	NW		5,9	11	4,5	1,5	0,72
C2	1	NE		5,5	9	4,5	1,5	0,68
C2	1	SW		5,5	14	4,5	1,5	0,68
C2	1	SE		5,5	11	4,5	1,5	0,68
C2	2	NW		6,0	9	2,0	1,5	0,60
C2	2	NE		7,5	9	4,5	1,5	0,73
C2	2	SW		5,5	9	4,5	1,5	0,68
C2	2	SE		6,0	17	4,2	1,5	0,73
C2	3	NW	a	5,5	20	4,5	1,5	0,68
C2	3		b	5,5	50	4,5	0,5	0,84
C2	3	NE	a	2,9	20	1,5	0,5	0,20
C2	3		b	2,9	10	4,0	0,5	0,20
C2	3	SW	a	5,5	50	1,5	0,5	0,82
C2	3		b	2,9	10	1,5	0,5	0,20
C2	3	SE	a	2,9	10	4,5	0,5	0,20
C2	3		b	2,9	10	4,5	0,5	0,20
C2	4	NW		5,5	17	4,5	1,5	0,68
C2	4	NE		7,0	17	4,5	1,5	0,75
C2	4	SW		5,5	20	4,5	1,5	0,68
C2	4	SE		7,0	20	2,5	1,5	0,83
C3	1	NW	a	0,8	20	4,5	1,5	0,17
C3	1		b	5,5	15	4,5	1,5	0,68
C3	1	NE	a	5,5	15	4,5	1,5	0,68
C3	1		b	7,5	18	1,0	1,5	0,82
C3	1	SW	a	5,5	20	1,0	1,0	0,60
C3	1		b	5,5	10	4,0	1,5	0,68
C3	1	SE	a	5,5	10	1,0	1,5	0,60
C3	1		b	7,5	13	1,0	1,5	0,82
C3	2	NW	a	2,9	20	1,0	1,5	0,30
C3	2		b	2,9	20	1,0	1,5	0,30
C3	2	NE	a	2,9	20	4,5	1,5	0,20
C3	2		b	6,5	20	4,5	1,5	0,76
C3	2	SW	a	2,9	20	1,0	1,5	0,30
C3	2		b	6,5	20	4,5	1,5	0,76
C3	2	SE	a	6,5	30	4,5	0,5	0,81
C3	2		b	2,9	30	1,5	0,5	0,30

C3	3	NW	a	6,5	30	4,5	1,5	0,81
C3	3		b	6,5	60	4,5	0,8	0,81
C3	3	NE	a	2,9	20	1,5	0,5	0,20
C3	3		b	6,5	13	4,5	0,5	0,73
C3	3	SW	a	2,9	60	1,5	0,5	0,55
C3	3		b	2,9	20	1,5	0,5	0,20
C3	3	SE	a	6,5	10	4,5	0,5	0,60
C3	3		b	6,5	10	4,5	0,5	0,60
C3	4	NW	a	5,5	20	1,0	1,0	0,60
C3	4		b	5,5	10	1,0	1,5	0,60
C3	4	NE	a	2,9	10	1,0	1,5	0,17
C3	4		b	2,9	20	4,5	1,5	0,20
C3	4	SW	a	5,5	17	1,0	1,0	0,60
C3	4		b	2,9	40	1,0	1,0	0,56
C3	4	SE	a	2,9	15	4,5	1,5	0,20
C3	4		b	2,9	40	4,5	0,5	0,30
C4	1	NW	a	0,8	30	1,0	1,0	0,15
C4	1		b	0,8	60	4,5	1,4	0,25
C4	1	NE	a	0,8	60	3,0	0,9	0,15
C4	1		b	0,8	10	1,5	0,5	0,17
C4	1	SW	a	0,8	60	3,0	0,5	0,15
C4	1		b	0,8	40	3,0	0,5	0,15
C4	1	SE	a	5,0	15	4,5	0,5	0,60
C4	1		b	6,5	5	4,5	0,5	0,60
C4	2	NW	a	6,0	10	4,5	0,5	0,60
C4	2		b	6,5	10	4,5	0,5	0,60
C4	2	NE	a	6,5	10	4,5	0,5	0,60
C4	2		b	6,5	50	4,5	1,0	0,81
C4	2	SW	a	6,5	5	4,5	0,5	0,60
C4	2		b	6,5	7	4,5	0,5	0,60
C4	2	SE	a	6,5	10	4,5	0,7	0,60
C4	2		b	6,5	60	0,2	1,0	0,81
C4	3	NW	a	6,5	5	4,5	0,5	0,60
C4	3		b	6,5	5	4,5	0,8	0,60
C4	3	NE	a	6,5	40	0,2	1,0	0,81
C4	3		b	6,5	10	0,2	0,7	0,60
C4	3	SW	a	6,5	28	4,5	1,0	0,73
C4	3		b	6,5	37	2,0	1,0	0,81
C4	3	SE	a	6,5	10	0,2	0,7	0,60
C4	3		b	6,5	10	0,2	0,5	0,60
C4	4	NW	a	0,8	35	4,5	0,5	0,17
C4	4		b	6,5	20	4,5	0,5	0,78
C4	4	NE	a	6,5	9	4,5	0,5	0,60
C4	4		b	6,5	9	4,5	0,5	0,60
C4	4	SW	a	0,8	10	4,5	0,5	0,15
C4	4		b	6,5	10	4,5	0,5	0,60
C4	4	SE	a	6,5	10	4,5	0,5	0,60
C4	4		b	6,5	10	4,5	0,7	0,60

**ANEXO 3**  
**Registro histórico de sismos para la evaluación de la amenaza**  
**sísmica**

1666	4.6	-74.1	-	3.5	1995	5.14	-73.10	Sup	1.2
1743	4.5	-73.8	-	6.5	1995	4.91	-73.10	0	2.2
1743	4.5	-73.8	-	4.5	1995	5.07	-73.09	Sup	1.2
1743	4.5	-73.8	-	4.5	1995	5.15	-73.09	Sup	2.5
1743	4.5	-73.8	-	3.5	1995	5.21	-73.09	Sup	2.6
1743	4.6	-74	-	3.5	1995	5.11	-73.09	0	2.2
1743	4.6	-74	-	3.5	1995	4.78	-73.08	Sup	2.4
1743	4.6	-74	-	3	1995	5.05	-73.08	Sup	2.6
1743	4.6	-74	-	3	1995	5.10	-73.08	Sup	2.6
1744	4.6	-74	-	3	1995	5.11	-73.08	Sup	2.9
1744	4.6	-74	-	3	1995	5.14	-73.08	Sup	2.4
1785	4.7	-73.8	-	6.5	1995	5.15	-73.08	Sup	2.8
1785	4.7	-73.8	-	4	1995	5.32	-73.08	Sup	2.6
1785	4.7	-73.8	-	3	1995	5.01	-73.08	0	2.3
1785	4.7	-73.8	-	3	1995	4.96	-73.07	Sup	2.6
1785	4.7	-73.8	-	3	1995	5.04	-73.07	Sup	2.2
1785	4.7	-73.8	-	3	1995	5.11	-73.07	Sup	2.9
1798	4.6	-74	-	3	1995	5.12	-73.07	Sup	2.3
1799	4.6	-74	-	3	1995	5.15	-73.07	Sup	3.0
1799	4.6	-74	-	3	1995	5.15	-73.07	Sup	1.9
1805	5.3	-74.6	-	6	1995	5.73	-73.07	0	2.5
1806	4.6	-74	-	3	1995	5.05	-73.06	Sup	1.5
1809	4.6	-74	-	3	1995	5.12	-73.06	Sup	2.2
1809	4.6	-74	-	3	1995	5.70	-73.06	Sup	2.4
1809	4.6	-74	-	3	1995	5.73	-73.06	Sup	2.5
1812	4.6	-74	-	3	1995	5.89	-73.06	Sup	1.6
1814	4.6	-74	-	4.5	1995	5.58	-73.06	18	2.2
1814	4.6	-74	-	3.5	1995	5.12	-73.05	Sup	2.2
1814	4.6	-74	-	3.5	1995	5.17	-73.05	Sup	2.0
1814	4.6	-74	-	3	1995	5.68	-73.05	Sup	1.9
1814	4.6	-74	-	3	1995	5.38	-73.05	24	2.3
1814	4.6	-74	-	3	1995	5.02	-73.04	Sup	1.5
1814	4.6	-74	-	3	1995	4.89	-73.03	Sup	2.4
1824	5.2	-74.9	-	4.5	1995	4.92	-73.03	Sup	3.5
1824	5.2	-74.9	-	3.5	1995	5.03	-73.03	Sup	1.5
1825	4.5	-75.2	-	4	1995	5.05	-73.03	Sup	2.0
1826	4.8	-73.9	-	7	1995	5.12	-73.03	Sup	2.3
1826	4.8	-73.9	-	4.5	1995	5.14	-73.03	Sup	2.2
1826	4.8	-73.9	-	4.5	1995	5.20	-73.03	Sup	4.2
1826	4.8	-73.9	-	4.5	1995	4.99	-73.02	Sup	2.2
1826	4.8	-73.9	-	3.5	1995	5.05	-73.02	Sup	2.5
1826	4.8	-73.9	-	3.5	1995	5.14	-73.02	Sup	1.9
1826	4.8	-73.9	-	3.5	1995	4.94	-73.01	Sup	2.7
1826	4.8	-73.9	-	3.5	1995	4.94	-73.01	Sup	2.1
1826	4.8	-73.9	-	3.5	1995	5.12	-73.01	Sup	1.0
1826	4.8	-73.9	-	3	1995	5.15	-73.01	Sup	1.8
1826	4.6	-74	-	4	1995	5.15	-73.01	Sup	1.5
1827	4.6	-74	-	4	1995	5.16	-73.01	Sup	3.0
1827	4.6	-74	-	3	1995	5.22	-73.01	Sup	3.8
1827	4.6	-74	-	3	1995	5.18	-73.01	20	2.0
1828	4.8	-73.9	-	3	1995	4.97	-73.00	Sup	2.4
1828	4.6	-74	-	3.5	1995	5.08	-73.00	Sup	2.8
1828	4.6	-74	-	3	1995	5.09	-73.00	Sup	2.2
1828	4.6	-74	-	3	1995	5.18	-73.00	Sup	2.5
1834	4.6	-74	-	3	1995	5.83	-73.00	Sup	1.4
1835	4.6	-74	-	3.5	1995	5.05	-72.99	Sup	2.8
1836	4.6	-74	-	4	1995	5.05	-72.99	Sup	2.1
1840	4.6	-74	-	4.5	1995	5.07	-72.99	Sup	2.7
1842	4.6	-74	-	4.5	1995	5.08	-72.99	Sup	2.9
1848	4.6	-74	-	3	1995	5.11	-72.99	Sup	2.9
1848	4.6	-74	-	3	1995	5.12	-72.99	Sup	2.3
1851	4.6	-74	-	3	1995	5.14	-72.99	Sup	2.3
1851	4.6	-74	-	2.5	1995	5.16	-72.99	Sup	3.3
1855	4.6	-74	-	4.5	1995	5.66	-72.99	Sup	2.5
1855	4.6	-74	-	3	1995	5.31	-72.99	0	2.2
1855	4.6	-74	-	3	1995	4.88	-72.98	Sup	1.5
1855	4.6	-74	-	3	1995	5.05	-72.98	Sup	2.2
1868	6.5	-73.2	-	3	1995	5.07	-72.98	Sup	2.5
1869	6.5	-73.2	-	3	1995	5.08	-72.98	Sup	2.6
1870	4.6	-74	-	4.5	1995	5.09	-72.98	Sup	1.8
1870	4.6	-74	-	3.5	1995	5.09	-72.98	Sup	1.8
1870	4.6	-74	-	3.5	1995	5.15	-72.98	Sup	3.4
1870	4.6	-74	-	3.5	1995	5.22	-72.98	Sup	2.5
1870	4.6	-74	-	3	1995	5.22	-72.98	Sup	2.0
1871	4.6	-74	-	3.5	1995	5.72	-72.98	Sup	2.1
1871	4.6	-74	-	3	1995	5.15	-72.97	Sup	4.1
1872	4.6	-74	-	3	1995	5.21	-72.97	Sup	4.3
1873	6.3	-72.5	-	3.5	1995	5.04	-72.96	Sup	2.5
1873	6.6	-72.8	-	3.5	1995	5.21	-72.96	6	2.5
1875	5.7	-73.8	-	3.5	1995	4.95	-72.95	Sup	2.7
1875	5.7	-73.8	-	3	1995	5.05	-72.95	Sup	3.0
1875	4.8	-74.8	-	3.5	1995	5.08	-72.95	Sup	5.6
1877	6.7	-73.2	-	3.5	1995	5.18	-72.95	Sup	2.2
1887	4.6	-74	-	3.5	1995	4.78	-72.94	Sup	2.3
1900	4.6	-74	-	4	1995	4.89	-72.94	Sup	2.7
1900	4.6	-74	-	3	1995	4.90	-72.94	Sup	2.4
1903	4.6	-74	-	4.5	1995	5.00	-72.94	Sup	2.2



1917	4.6	-74	-	3.5	1995	5.09	-72.93	Sup	1.6
1918	5	-75	-	3	1995	5.14	-72.93	Sup	2.0
1923	5.5	-73.2	-	5.5	1995	5.80	-72.93	Sup	2.8
1941	7.1	-73.2	-	4.5	1995	6.02	-72.93	Sup	2.3
1943	4.5	-74	-	3	1995	4.93	-72.92	Sup	1.5
1944	6.5	-72	-	5	1995	5.05	-72.92	Sup	1.7
1944	5.1	-73.6	-	3	1995	5.76	-72.92	Sup	2.2
1944	4.5	-74	-	3	1995	4.95	-72.91	Sup	2.6
1944	4.5	-74	-	3	1995	5.07	-72.91	Sup	2.5
1944	4.3	-74.7	-	3	1995	5.14	-72.91	Sup	1.6
1944	7	-75	-	4	1995	5.14	-72.91	Sup	2.9
1944	4	-75.2	-	3.5	1995	5.79	-72.91	Sup	2.0
1946	7	-72.7	-	4.5	1995	4.91	-72.90	Sup	2.8
1946	4.5	-74	-	2	1995	5.06	-72.90	Sup	1.7
1948	5.2	-74.5	-	3.5	1995	5.17	-72.90	Sup	2.7
1948	5.2	-74.5	-	3.5	1995	4.78	-72.89	Sup	2.7
1948	5.2	-74.5	-	3	1995	5.15	-72.89	Sup	1.9
1949	6	-73.2	-	3	1995	5.18	-72.89	Sup	3.7
1949	3.8	-75	-	3	1995	5.18	-72.89	Sup	4.2
1949	3.9	-75	-	3	1995	4.86	-72.88	Sup	2.8
1950	4	-73.5	-	6	1995	4.89	-72.87	Sup	2.5
1950	4	-73.5	-	3	1995	5.14	-72.87	Sup	2.4
1951	6.6	-72.8	-	3	1995	5.04	-72.86	Sup	2.6
1951	4.3	-73.9	-	3	1995	5.72	-72.86	Sup	2.7
1951	3.8	-75	-	3	1995	5.50	-72.86	Sup	1.5
1952	7	-72.7	-	3.5	1995	4.99	-72.85	Sup	1.6
1952	6.7	-74.7	40	3	1995	5.00	-72.85	Sup	2.0
1953	4.9	-73.7	-	3.5	1995	5.71	-72.85	Sup	2.1
1954	6.4	-72.5	40	3	1995	4.99	-72.84	Sup	2.0
1954	7.1	-72.8	40	3.5	1995	5.05	-72.84	Sup	2.5
1954	7.1	-73	-	3.5	1995	4.77	-72.83	Sup	1.9
1954	3.8	-74.1	40	4.5	1995	6.74	-72.83	Sup	1.8
1954	4.7	-74.4	-	3	1995	5.12	-72.82	Sup	2.7
1955	6.86	-71.76	-	4	1995	5.01	-72.81	Sup	4.9
1955	5.8	-72.2	-	4	1995	5.01	-72.81	Sup	1.8
1955	6.4	-73.1	-	3.5	1995	5.32	-72.79	Sup	2.3
1955	7	-73.5	-	3.5	1995	5.74	-72.79	Sup	1.8
1955	6	-74.2	-	3.5	1995	5.05	-72.78	Sup	2.2
1955	4.6	-74.7	-	3.5	1995	6.19	-72.78	Sup	1.9
1957	6.97	-71.82	-	5	1995	5.72	-72.77	Sup	2.2
1957	6.92	-72.25	-	7.1	1995	5.91	-72.76	Sup	2.0
1957	7.1	-72.4	-	3.5	1995	5.86	-72.72	Sup	2.7
1957	5.7	-73	-	3.5	1995	5.26	-72.71	Sup	2.5
1957	6.9	-73.7	-	3.5	1995	5.90	-72.69	Sup	2.4
1958	6.5	-72.5	-	4	1995	5.92	-72.69	Sup	1.8
1958	4.8	-72.5	40	2.5	1995	6.09	-72.67	Sup	1.7
1958	6.8	-73.1	-	3	1995	6.09	-72.66	Sup	2.1
1958	6	-73.1	40	3	1995	5.27	-72.64	Sup	2.2
1958	6.2	-73.1	40	2.5	1995	5.20	-72.62	Sup	1.9
1958	7.2	-73.4	-	3.5	1995	4.71	-72.62	Sup	2.6
1958	5.2	-73.4	40	2.5	1995	5.75	-72.61	Sup	1.9
1958	6.9	-73.5	-	3.5	1995	6.08	-72.59	Sup	1.6
1958	6.9	-73.5	-	3.5	1995	6.12	-72.58	Sup	2.0
1958	6.9	-73.5	-	3.5	1995	6.02	-72.56	Sup	1.8
1958	7	-73.5	-	3	1995	5.22	-72.54	Sup	2.7
1958	7	-73.7	-	3.5	1995	6.02	-72.54	Sup	2.2
1958	4.7	-73.7	40	4	1995	6.06	-72.54	Sup	1.9
1958	5.1	-73.7	40	3	1995	5.16	-72.50	Sup	2.0
1958	5.9	-73.7	40	2	1995	5.16	-72.50	Sup	2.9
1958	6.6	-73.7	40	2.5	1995	7.24	-72.48	Sup	3.3
1958	5.2	-73.7	9	4	1995	5.87	-72.47	Sup	3.3
1958	6.9	-73.8	40	3.5	1995	5.73	-72.44	Sup	3.0
1958	7.1	-73.9	-	3	1995	5.94	-72.43	Sup	2.4
1958	5.7	-73.9	40	2.8	1995	5.16	-72.42	Sup	1.7
1958	5.9	-73.9	40	3.5	1995	6.28	-72.37	Sup	2.6
1958	5.7	-74	-	3	1995	5.22	-72.35	Sup	2.3
1958	7	-74	-	3	1995	6.46	-72.35	Sup	2.9
1958	5.9	-74	40	3	1995	5.16	-72.30	Sup	5.3
1958	5.9	-74	40	2	1995	5.22	-72.30	Sup	3.5
1958	4.6	-74.1	40	3	1995	6.62	-72.29	Sup	6
1958	5.3	-74.1	40	2.5	1995	5.85	-72.25	Sup	3.4
1958	5.7	-74.1	40	2.5	1995	5.26	-72.12	Sup	2.7
1958	5.5	-74.2	40	3	1995	6.13	-72.02	Sup	5.4
1958	3.9	-74.5	40	2.5	1995	6.70	-71.90	Sup	18
1958	5	-74.5	40	2	1995	5.95	-71.88	Sup	2.3
1958	4.2	-74.6	40	3	1995	5.41	-71.86	Sup	8
1958	4.5	-74.6	40	2.5	1995	6.89	-71.81	Sup	4.1
1958	4.4	-74.7	40	2	1995	6.88	-71.79	Sup	3.4
1958	6.4	-75	40	3	1996	4.32	-75.30	Sup	5.0
1958	5.4	-75.3	40	2	1996	7.13	-75.22	Sup	2.7
1958	4.8	-75.3	32	4.5	1996	4.21	-75.19	Sup	1.7
1959	7	-72	-	4	1996	7.19	-75.17	Sup	9
1959	6.5	-72.5	-	3	1996	7.18	-75.15	Sup	2.3
1959	6.2	-72.8	40	4.5	1996	5.12	-75.13	Sup	2.4
1959	6.6	-73	-	4	1996	6.92	-75.10	Sup	2.7
1959	6.8	-73	-	3	1996	5.13	-75.09	Sup	2.7
1959	6.8	-73	-	3	1996	4.32	-75.09	Sup	3.4
1959	6.8	-73	-	3	1996	5.12	-75.08	Sup	17
					1996	5.12	-75.07	Sup	2.9
					1996	5.12	-75.07	Sup	2.8
					1996	5.12	-75.07	Sup	2.5

1959	7	-73.4	-	3.5	1996	5 12	-75 05	Sup	19
1959	7,1	-73,4	-	3	1996	5 12	-75 05	Sup	3 1
1959	6,5	-73,4	31	4	1996	4 46	-74 99	Sup	2 7
1959	7	-73,5	-	3	1996	5 84	-74 97	Sup	2 1
1959	7	-73,5	-	3	1996	4 63	-74 96	Sup	3 1
1959	7	-73,5	-	3	1996	5 88	-74 95	Sup	1 9
1959	6,9	-73,6	-	3,5	1996	7 09	-74 95	Sup	2 6
1959	6,9	-73,6	-	3,5	1996	5 90	-74 92	Sup	1 9
1959	4,6	-73,6	40	3	1996	4 41	-74 90	15	2 4
1959	4,6	-73,7	40	2,5	1996	6 76	-74 89	Sup	1 6
1959	6	-73,7	40	3	1996	5 63	-74 89	8	3 4
1959	6,1	-73,7	40	4	1996	4 92	-74 89	14	2 3
1959	6,2	-73,7	40	2	1996	6 33	-74 88	Sup	2 3
1959	6,3	-73,7	40	2,5	1996	7 24	-74 88	Sup	3 3
1959	6,6	-73,7	40	2,5	1996	6 97	-74 88	6	2 4
1959	7	-73,75	-	4	1996	5 37	-74 88	33	3 2
1959	4,3	-73,8	40	2	1996	4 91	-74 88	16	2 0
1959	7,1	-73,9	-	3,5	1996	5 19	-74 87	27	2 2
1959	7,1	-73,9	-	3	1996	5 43	-74 87	20	2 8
1959	7,2	-73,9	-	3	1996	4 73	-74 87	12	3 2
1959	5,5	-73,9	40	2,5	1996	4 83	-74 86	Sup	2 6
1959	5,7	-73,9	40	3	1996	4 74	-74 86	28	2 4
1959	5,7	-73,9	40	2,5	1996	4 77	-74 85	Sup	2 4
1959	7,1	-74	-	3,5	1996	5 60	-74 85	8	2 5
1959	7,1	-74	-	3,5	1996	4 49	-74 83	22	2 9
1959	5,9	-74	40	2,5	1996	4 83	-74 82	Sup	2 5
1959	3,8	-74,1	40	3	1996	4 82	-74 81	32	2 8
1959	5,8	-74,2	40	2,5	1996	5 14	-74 80	16	1 9
1959	5	-74,5	40	2,5	1996	5 55	-74 80	15	2 9
1959	4,6	-74,6	40	2	1996	6 42	-74 79	Sup	2 4
1959	4,5	-75	-	3,5	1996	6 44	-74 79	Sup	2 7
1960	7,19	-72,23	36	5	1996	4 68	-74 78	Sup	2 1
1960	7	-72,4	40	4	1996	4 81	-74 77	32	2 4
1960	7	-73	-	4	1996	5 03	-74 77	32	2 5
1960	7	-73	-	4	1996	5 03	-74 77	12	2 1
1960	7	-73	-	3,5	1996	4 77	-74 76	Sup	2 1
1960	7	-73	-	3,5	1996	5 60	-74 76	10	2 1
1960	7	-73	-	3,5	1996	6 37	-74 75	Sup	1 5
1960	7	-73	-	3,5	1996	5 17	-74 74	15	2 6
1960	7	-73	-	3,5	1996	5 07	-74 74	14	3 0
1960	7	-73	-	3	1996	5 07	-74 74	11	2 8
1960	6,5	-73,5	-	3,5	1996	4 70	-74 73	Sup	2 8
1960	6,9	-73,5	-	3,5	1996	4 98	-74 73	12	1 9
1960	7	-73,5	-	3,5	1996	4 72	-74 72	32	2 7
1960	7	-73,5	-	3,5	1996	4 98	-74 72	11	1 7
1960	7	-73,5	-	3,5	1996	4 74	-74 71	Sup	2 8
1960	7	-73,5	-	3,5	1996	6 30	-74 71	Sup	2 3
1960	7	-73,5	-	3,5	1996	4 77	-74 70	Sup	2 4
1960	7	-73,5	-	3,5	1996	5 07	-74 70	Sup	3 0
1960	7	-73,5	-	3,5	1996	4 74	-74 70	5	3 4
1960	7	-73,6	-	3,5	1996	4 84	-74 70	13	2 8
1960	7,1	-73,6	-	3	1996	4 73	-74 69	Sup	2 1
1960	7,1	-73,6	-	3,5	1996	5 23	-74 69	Sup	2 2
1960	7,1	-73,7	-	3,5	1996	4 69	-74 69	7	3 2
1960	6,1	-73,7	40	2,5	1996	4 58	-74 68	Sup	2 2
1960	6,1	-73,7	40	2,5	1996	4 74	-74 67	Sup	3 2
1960	6,2	-73,7	40	2,5	1996	4 81	-74 67	Sup	2 3
1960	6,2	-73,7	40	2,5	1996	5 38	-74 67	Sup	2 1
1960	7,1	-73,8	-	3,5	1996	6 62	-74 67	Sup	3 2
1960	5,2	-73,9	40	3,5	1996	4 69	-74 67	15	3 5
1960	5,6	-73,9	40	2	1996	6 48	-74 66	23	3 7
1960	5,7	-73,9	40	3	1996	4 98	-74 66	16	2 5
1960	5,7	-73,9	40	2,5	1996	4 72	-74 65	6	3 7
1960	5,7	-73,9	40	2,5	1996	5 03	-74 64	8	2 9
1960	5,7	-73,9	40	2,5	1996	5 72	-74 64	32	2 8
1960	5,7	-73,9	40	2	1996	5 62	-74 64	22	2 5
1960	7	-74	-	4	1996	6 93	-74 63	30	2 8
1960	5,7	-74	40	3	1996	4 90	-74 61	15	3 3
1960	5,7	-74	40	2,5	1996	5 03	-74 57	Sup	2 7
1960	5,8	-74	40	2,5	1996	5 31	-74 57	Sup	2 6
1960	5,8	-74	40	2,5	1996	5 64	-74 57	Sup	3 0
1960	5,9	-74,1	-	3	1996	6 94	-74 57	Sup	2 6
1960	4,6	-74,1	40	2,5	1996	6 41	-74 56	6	3 0
1960	5,9	-74,1	40	3,5	1996	6 47	-74 55	9	2 3
1960	4,2	-74,2	40	2,5	1996	4 93	-74 53	32	3 0
1960	6,3	-74,3	40	2,5	1996	4 83	-74 51	Sup	1 9
1960	5,6	-74,4	-	3,5	1996	3 65	-74 50	Sup	3 4
1960	4,8	-74,4	40	2,5	1996	5 80	-74 50	22	3 5
1960	4,3	-74,5	40	2	1996	6 30	-74 46	Sup	2 8
1960	4,7	-74,5	40	2	1996	4 40	-74 45	Sup	3 1
1961	4,4	-71,9	40	3,8	1996	5 43	-74 43	Sup	2 9
1961	7	-72,5	-	3,5	1996	3 68	-74 42	Sup	2 5
1961	7	-72,9	40	3	1996	6 32	-74 40	Sup	2 0
1961	6,8	-73,1	-	3,5	1996	6 50	-74 39	Sup	1 6
1961	7	-73,1	40	3,5	1996	6 63	-74 39	25	2 5
1961	7	-73,1	40	3,5	1996	5 63	-74 39	18	3 6
1961	7	-73,1	40	3,5	1996	6 20	-74 37	Sup	2 7

1961	5,7	-73,7	40	3	1996	6 19	-74 35	32	2 3
1961	6,1	-73,7	40	3	1996	6 63	-74 33	Sup	3 5
1961	5,9	-73,9	38	3	1996	6 36	-74 32	Sup	1 8
1961	5,7	-74	40	2,5	1996	6 98	-74 32	Sup	2 3
1961	5,9	-74	40	3	1996	5 60	-74 32	6	2 5
1961	6	-74	40	3	1996	5 69	-74 32	12	2 5
1961	6	-74	40	3	1996	5 78	-74 30	Sup	2 7
1962	6,3	-72,8	40	2	1996	6 63	-74 30	Sup	2 9
1962	6,7	-72,8	40	3,8	1996	6 97	-74 30	Sup	2 2
1962	7	-73	-	3,5	1996	6 25	-74 30	7	2 9
1962	7	-73	-	3	1996	6 12	-74 29	Sup	4 4
1962	5,6	-73	40	2	1996	5 83	-74 29	25	3 0
1962	6,7	-73	40	3,5	1996	3 73	-74 27	Sup	2 2
1962	7	-73	40	2	1996	5 74	-74 26	Sup	3 3
1962	6,8	-73,1	40	4	1996	3 97	-74 25	Sup	2 8
1962	7,1	-73,1	40	3,5	1996	6 17	-74 24	11	2 7
1962	6,6	-73,2	-	3	1996	5 90	-74 23	12	2 0
1962	6,8	-73,2	40	2,5	1996	6 10	-74 22	Sup	2 4
1962	7,1	-73,2	40	4	1996	6 12	-74 22	6	2 4
1962	5,5	-73,3	40	2,5	1996	6 09	-74 21	28	1 8
1962	7	-73,4	-	3,5	1996	5 96	-74 21	11	2 6
1962	6,6	-73,4	40	3	1996	7 09	-74 20	19	3 2
1962	7	-73,5	-	3,5	1996	6 15	-74 19	17	2 2
1962	5,7	-73,6	40	2	1996	5 91	-74 19	11	2 0
1962	7	-73,6	40	3,5	1996	6 49	-74 18	Sup	2 8
1962	7,1	-73,7	-	3,5	1996	6 00	-74 18	8	2 2
1962	7,1	-73,7	-	3,5	1996	3 75	-74 17	Sup	2 5
1962	6,2	-73,7	40	2,5	1996	6 99	-74 16	32	2 4
1962	5,25	-73,75	-	3,5	1996	4 03	-74 15	Sup	2 4
1962	7,1	-73,9	-	3,5	1996	6 51	-74 14	Sup	2 8
1962	5,6	-73,9	40	2	1996	6 87	-74 14	32	2 8
1962	5,7	-73,9	40	3	1996	4 14	-74 12	10	3 2
1962	5,7	-73,9	40	2	1996	7 07	-74 09	32	2 9
1962	5,9	-74	40	2,5	1996	4 06	-74 08	7	2 1
1962	6	-74	40	2,5	1996	3 97	-74 07	Sup	2 7
1962	5,5	-74,1	40	2	1996	7 18	-74 07	Sup	3 0
1962	5,7	-74,1	40	2,5	1996	3 81	-73 99	Sup	2 5
1962	5,9	-74,1	40	3	1996	4 00	-73 97	Sup	2 9
1962	6	-74,1	40	2,5	1996	6 14	-73 97	Sup	1 8
1962	4,4	-74,3	10	3	1996	3 85	-73 95	Sup	2 5
1962	4,8	-74,4	40	2,5	1996	3 66	-73 93	Sup	2 8
1962	4,3	-74,5	40	2,5	1996	5 79	-73 93	Sup	2 5
1962	3,8	-74,6	40	2,5	1996	6 24	-73 93	Sup	3 6
1962	4,1	-74,8	40	2	1996	7 17	-73 93	Sup	2 8
1962	4,9	-75,1	40	3	1996	5 91	-73 89	Sup	1 8
1963	5,5	-72,7	28	3,5	1996	6 44	-73 87	30	2 8
1963	7	-73	-	3,5	1996	6 83	-73 77	Sup	2 3
1963	6,8	-73	40	4	1996	6 01	-73 75	27	2 0
1963	6,9	-73	40	4,1	1996	5 18	-73 70	Sup	2 2
1963	6,9	-73	33	4,1	1996	6 66	-73 70	20	2 6
1963	5,4	-73	32	5	1996	5 17	-73 69	Sup	2 4
1963	7,1	-73,1	-	3,5	1996	6 22	-73 68	6	2 2
1963	5,3	-73,1	40	3	1996	4 56	-73 68	18	2 7
1963	4,6	-73,3	40	2,5	1996	3 78	-73 65	Sup	3 2
1963	7,2	-73,3	8	3,5	1996	5 91	-73 56	Sup	2 6
1963	7	-73,5	-	3	1996	6 80	-73 55	8	2 6
1963	7,1	-73,5	-	3,5	1996	4 81	-73 53	Sup	1 3
1963	7,1	-73,5	-	3	1996	4 53	-73 52	15	2 5
1963	5,9	-73,5	40	2	1996	6 60	-73 49	27	2 5
1963	7	-73,6	-	3,5	1996	6 69	-73 48	30	2 3
1963	5,9	-73,7	-	2,5	1996	5 83	-73 44	Sup	1 6
1963	6,4	-73,7	-	2,5	1996	7 24	-73 42	21	2 6
1963	5,7	-73,7	40	2,5	1996	4 54	-73 33	Sup	2 0
1963	6,1	-73,7	40	3,2	1996	5 84	-73 29	Sup	2 0
1963	6,2	-73,7	40	3,7	1996	6 01	-73 26	5	2 2
1963	6,2	-73,7	40	2,5	1996	5 16	-73 20	Sup	3 0
1963	6,8	-73,8	33	4,1	1996	5 19	-73 20	9	2 3
1963	5,7	-73,9	40	3,2	1996	5 73	-73 19	Sup	2 6
1963	5,7	-73,9	40	3,2	1996	5 04	-73 18	Sup	2 2
1963	5,7	-73,9	40	2,5	1996	5 22	-73 17	Sup	1 9
1963	5,7	-73,9	40	2,5	1996	4 96	-73 17	6	3 6
1963	5,7	-73,9	40	2,5	1996	5 25	-73 17	12	2 3
1963	5,5	-74	-	2,5	1996	5 18	-73 15	6	3 6
1963	5,9	-74	-	3	1996	4 97	-73 13	Sup	2 6
1963	6	-74	-	2,5	1996	5 16	-73 13	Sup	2 3
1963	5,9	-74	40	2,5	1996	5 20	-73 12	Sup	2 4
1963	5,9	-74	40	2,5	1996	5 18	-73 12	5	2 3
1963	6,9	-74,1	-	2,5	1996	4 86	-73 09	Sup	2 2
1963	5,8	-74,1	40	3,2	1996	5 17	-73 09	Sup	2 2
1963	5,9	-74,1	40	2,5	1996	4 92	-73 07	Sup	2 9
1963	5,6	-74,2	40	3,2	1996	5 20	-73 06	Sup	4 0
1963	5,7	-74,2	40	3,3	1996	5 11	-73 05	Sup	2 9
1963	6,2	-74,2	40	3	1996	5 11	-73 05	Sup	2 5
1963	6,8	-74,3	40	2,5	1996	4 77	-73 04	Sup	1 7
1963	4,8	-74,3	36	3,5	1996	4 99	-73 04	Sup	2 4
1963	5,4	-74,4	40	3,3	1996	5 11	-73 03	Sup	1 9
					1996	5 18	-73 03	Sup	3 4

1963	3.9	-74.8	-	2.5	1996	5.17	-73.01	Sup	2.7
1963	5.9	-74.8	40	2.6	1996	4.65	-73.01	10	3.3
1963	3.9	-74.9	40	5	1996	4.87	-73.00	Sup	1.2
1963	3.9	-75	33	4	1996	5.08	-73.00	Sup	2.0
1963	6	-75.2	40	3.4	1996	5.06	-72.99	Sup	2.2
1964	7.19	-72.11	25	4	1996	4.91	-72.98	Sup	1.5
1964	6.6	-72.7	40	4.3	1996	6.18	-72.98	Sup	2.5
1964	6.6	-72.8	40	4.1	1996	4.82	-72.97	Sup	1.7
1964	4.6	-73.4	40	2.2	1996	5.01	-72.97	Sup	2.4
1964	6	-73.5	24	3.5	1996	5.11	-72.97	Sup	2.7
1964	5.9	-73.7	40	3.8	1996	5.21	-72.97	Sup	1.5
1964	5.9	-73.7	40	3.7	1996	5.26	-72.96	Sup	1.9
1964	5.9	-73.7	40	3.4	1996	5.85	-72.94	26	1.9
1964	6	-73.7	40	3.4	1996	5.59	-72.94	14	1.5
1964	6	-73.7	40	3.3	1996	4.86	-72.93	Sup	2.3
1964	6.1	-73.7	40	3.4	1996	4.88	-72.93	Sup	2.5
1964	6.1	-73.7	40	3.3	1996	4.91	-72.93	Sup	2.6
1964	6.2	-73.7	40	3.7	1996	5.00	-72.93	Sup	1.0
1964	6.2	-73.7	40	3.5	1996	5.69	-72.93	22	2.3
1964	6.4	-73.7	40	2.7	1996	5.10	-72.92	Sup	2.4
1964	5.6	-73.9	40	3.6	1996	4.79	-72.91	Sup	3.1
1964	5.6	-73.9	40	3.2	1996	5.45	-72.91	Sup	2.5
1964	5.7	-73.9	40	3.3	1996	4.97	-72.90	Sup	1.2
1964	5.7	-73.9	40	3	1996	5.04	-72.89	Sup	3.1
1964	5.7	-73.9	40	2.8	1996	5.07	-72.89	Sup	2.8
1964	6.2	-73.9	40	2.5	1996	5.11	-72.89	Sup	2.1
1964	5.8	-74	40	3.9	1996	5.14	-72.88	7	2.5
1964	5.8	-74	40	3.8	1996	4.81	-72.87	Sup	1.9
1964	5.8	-74	40	3.7	1996	4.97	-72.87	Sup	2.5
1964	5.8	-74	40	3.2	1996	5.08	-72.87	Sup	2.3
1964	5.9	-74	40	3.8	1996	5.11	-72.87	Sup	2.9
1964	5.9	-74	40	3.5	1996	4.88	-72.86	Sup	2.2
1964	5.9	-74	40	3.4	1996	4.90	-72.86	Sup	2.0
1964	6.1	-74	40	3.3	1996	5.39	-72.86	Sup	3.3
1964	5.4	-74.1	40	2.7	1996	5.02	-72.84	Sup	2.8
1964	5.7	-74.1	40	3.5	1996	4.83	-72.83	Sup	1.7
1964	5.9	-74.1	40	3.3	1996	4.74	-72.82	Sup	1.7
1964	6.8	-74.1	40	3.4	1996	5.00	-72.82	Sup	2.8
1964	4.8	-74.2	40	2	1996	5.29	-72.82	Sup	2.8
1964	4.9	-74.2	40	2.8	1996	5.77	-72.82	19	1.5
1964	5.5	-74.2	40	2.8	1996	4.80	-72.81	Sup	1.7
1964	6	-74.2	40	3.2	1996	5.57	-72.81	Sup	1.6
1964	6.6	-74.2	40	4	1996	6.52	-72.81	Sup	2.2
1964	4.8	-74.3	40	2	1996	4.95	-72.80	Sup	2.8
1964	5.6	-74.3	40	3.9	1996	5.03	-72.80	Sup	2.6
1964	5.9	-74.3	40	2.9	1996	5.29	-72.80	Sup	2.4
1964	6	-74.3	40	3.5	1996	5.47	-72.80	Sup	2.5
1964	7.2	-74.3	40	3.8	1996	4.94	-72.79	Sup	2.6
1964	4.1	-74.5	40	2.4	1996	5.04	-72.79	Sup	2.9
1964	5.4	-74.5	40	3.1	1996	6.17	-72.78	15	2.6
1964	3.7	-74.6	40	3	1996	5.60	-72.77	Sup	2.6
1964	6.8	-74.8	40	2.9	1996	5.02	-72.77	12	2.7
1964	4.5	-74.9	40	3.3	1996	4.99	-72.76	Sup	2.9
1964	5	-75	40	2.4	1996	5.57	-72.74	Sup	3.7
1964	5.7	-75.1	40	2.8	1996	4.95	-72.73	Sup	2.7
1964	5.8	-75.2	40	2	1996	4.90	-72.72	Sup	1.8
1964	4.1	-75.3	40	4	1996	6.16	-72.71	Sup	2.4
1964	5.5	-75.3	40	3.9	1996	5.62	-72.68	Sup	2.3
1964	5.5	-75.3	40	2.9	1996	5.63	-72.68	Sup	3.3
1965	6.98	-71.76	28	4.8	1996	5.86	-72.68	8	2.3
1965	6.4	-72.2	40	3.4	1996	5.76	-72.67	Sup	2.4
1965	6.2	-72.4	40	3.9	1996	5.76	-72.67	Sup	2.2
1965	6.5	-73.1	40	4	1996	5.20	-72.61	Sup	2.1
1965	6.9	-73.1	40	3.9	1996	5.88	-72.61	8	2.6
1965	7	-73.1	40	4.1	1996	5.37	-72.60	Sup	2.0
1965	7	-73.1	40	3.8	1996	5.77	-72.60	Sup	2.2
1965	7	-73.1	40	3.7	1996	6.30	-72.52	Sup	2.5
1965	7	-73.1	40	3.6	1996	5.93	-72.51	Sup	2.4
1965	6	-73.2	40	3.3	1996	6.89	-72.51	Sup	2.4
1965	6.5	-73.2	40	3.6	1996	5.18	-72.49	Sup	2.5
1965	7.1	-73.2	32	4.1	1996	5.73	-72.48	Sup	2.9
1965	6	-73.3	40	3	1996	5.18	-72.47	Sup	2.4
1965	6.4	-73.3	40	4	1996	5.90	-72.47	Sup	2.2
1965	7.1	-73.3	38	4.1	1996	6.13	-72.46	Sup	2.2
1965	7.1	-73.3	38	3.5	1996	5.21	-72.45	Sup	2.2
1965	5.8	-73.5	40	3.6	1996	5.89	-72.39	Sup	3.0
1965	5.5	-73.7	40	3	1996	5.19	-72.38	Sup	2.9
1965	5.9	-73.7	40	3.5	1996	5.18	-72.36	Sup	3.1
1965	5.9	-73.7	40	3.3	1996	5.15	-72.34	Sup	3.1
1965	6.1	-73.7	40	4	1996	6.27	-72.34	Sup	3.2
1965	6.1	-73.7	40	3.3	1996	3.66	-72.22	Sup	2.8
1965	6.2	-73.7	40	3.8	1996	7.06	-72.05	6	3.3
1965	6.2	-73.7	40	2.5	1996	7.10	-71.96	Sup	3.0
1965	6.2	-73.7	40	2	1996	6.85	-71.94	9	2.6
1965	6.4	-73.7	40	3.7	1997	4.59	-75.27	Sup	2.9
1965	6.8	-73.7	40	3.3	1997	4.37	-75.18	16	3.2

1965	5.6	-74	40	3.5	1997	4.91	-74.89	17	2.6
1965	5.9	-74	40	4	1997	4.89	-74.88	Sup	2.9
1965	5.9	-74	40	3.6	1997	4.75	-74.88	9	3.2
1965	6	-74	40	3.2	1997	4.48	-74.88	32	2.9
1965	3.9	-74.1	40	3	1997	4.91	-74.88	21	2.3
1965	4.6	-74.1	40	2	1997	5.61	-74.86	9	3.1
1965	5.5	-74.1	40	3.2	1997	4.58	-74.85	6	2.8
1965	5.7	-74.1	40	3.1	1997	4.75	-74.84	9	1.7
1965	5.9	-74.1	40	3.3	1997	6.77	-74.83	Sup	2.7
1965	6	-74.1	40	3.4	1997	5.24	-74.81	9	2.4
1965	5.8	-74.4	40	3.6	1997	3.68	-74.77	32	3.1
1965	4.2	-74.6	40	3	1997	4.99	-74.76	18	2.1
1965	4.6	-74.6	40	2.5	1997	4.48	-74.76	17	3.4
1965	5.3	-74.7	40	3	1997	4.74	-74.73	32	2.9
1965	5	-74.9	40	2.8	1997	4.71	-74.73	28	3.1
1965	4.9	-75	40	2.5	1997	6.77	-74.72	11	3.1
1965	4.9	-75	40	2.3	1997	4.70	-74.70	Sup	2.5
1965	5.8	-75.3	40	2.8	1997	4.80	-74.70	30	3.0
1966	4.8	-72.4	40	3.1	1997	4.70	-74.69	Sup	3.2
1966	5.76	-72.53	25	4.6	1997	4.76	-74.69	Sup	3.5
1966	5.68	-72.55	37	4.5	1997	4.88	-74.69	Sup	3.3
1966	5.5	-72.9	40	3.2	1997	4.74	-74.69	6	2.9
1966	5.5	-73	40	3.2	1997	4.74	-74.69	24	2.7
1966	7.2	-73	40	4.5	1997	4.74	-74.68	Sup	2.5
1966	6.1	-73.1	40	3.3	1997	4.76	-74.68	Sup	2.8
1966	6.86	-73.18	18	4.1	1997	4.70	-74.68	16	2.8
1966	5.8	-73.2	40	2.9	1997	4.73	-74.67	6	2.5
1966	5.6	-73.4	40	3.1	1997	4.72	-74.66	Sup	3.0
1966	6.9	-73.5	23	3.9	1997	6.91	-74.66	Sup	2.5
1966	5.7	-73.7	40	3.4	1997	4.73	-74.66	24	3.0
1966	5.8	-73.7	40	3.5	1997	4.87	-74.66	22	2.9
1966	5.9	-73.7	40	3.3	1997	4.82	-74.66	17	3.3
1966	6	-73.7	40	3.3	1997	6.84	-74.65	22	2.4
1966	6	-73.7	40	3.1	1997	4.77	-74.63	6	3.5
1966	6.1	-73.7	40	3.9	1997	4.82	-74.63	6	2.7
1966	6.1	-73.7	40	3.3	1997	5.41	-74.63	23	2.3
1966	6.2	-73.7	40	3.7	1997	6.93	-74.62	Sup	3.1
1966	6.2	-73.7	40	3.4	1997	4.77	-74.61	7	2.6
1966	6.3	-73.7	40	3.5	1997	6.63	-74.56	Sup	2.5
1966	4.6	-73.8	40	2.3	1997	6.43	-74.53	32	3.2
1966	5.5	-73.9	40	2.5	1997	3.69	-74.50	Sup	2.5
1966	5.6	-73.9	40	2.9	1997	5.37	-74.50	Sup	3.2
1966	5.6	-73.9	40	2.9	1997	3.65	-74.50	20	2.7
1966	5.7	-73.9	40	3.4	1997	5.37	-74.49	Sup	2.7
1966	5.7	-73.9	40	3.3	1997	3.72	-74.48	Sup	2.0
1966	5.7	-73.9	40	3.2	1997	5.28	-74.46	Sup	2.7
1966	5.7	-73.9	40	3.1	1997	6.83	-74.46	12	2.4
1966	5.7	-73.9	40	3.1	1997	5.36	-74.45	Sup	2.6
1966	5.7	-73.9	40	2.9	1997	6.72	-74.45	Sup	3.3
1966	5.8	-73.9	40	3.2	1997	3.67	-74.44	Sup	2.6
1966	5.3	-74	40	2.4	1997	5.28	-74.44	Sup	1.9
1966	5.7	-74	40	3.2	1997	3.70	-74.43	Sup	2.3
1966	5.7	-74	40	3.1	1997	5.98	-74.43	25	2.4
1966	5.7	-74	40	2.9	1997	3.64	-74.43	19	3.0
1966	5.7	-74	40	2.9	1997	6.19	-74.43	15	2.1
1966	5.8	-74	40	3.6	1997	5.31	-74.42	6	2.6
1966	5.8	-74	40	3.4	1997	3.64	-74.41	Sup	3.0
1966	5.8	-74	40	3.2	1997	5.65	-74.41	20	2.6
1966	5.8	-74	40	3.2	1997	3.66	-74.40	Sup	3.0
1966	5.8	-74	40	3.2	1997	6.77	-74.40	10	2.4
1966	5.8	-74	40	3	1997	3.69	-74.39	17	3.5
1966	5.8	-74	40	3	1997	5.59	-74.37	Sup	1.1
1966	5.8	-74	40	3	1997	5.60	-74.37	Sup	2.8
1966	5.8	-74	40	3	1997	6.23	-74.37	Sup	2.6
1966	5.8	-74	40	3	1997	5.80	-74.36	Sup	2.1
1966	5.8	-74	40	2.9	1997	5.74	-74.36	18	2.5
1966	5.8	-74	40	2.8	1997	5.82	-74.36	15	2.3
1966	5.9	-74	40	3.2	1997	5.75	-74.35	15	3.6
1966	5.9	-74	40	3	1997	5.61	-74.35	14	3.0
1966	5.9	-74	40	2.9	1997	5.43	-74.34	Sup	2.6
1966	5.9	-74	40	2.9	1997	5.44	-74.33	20	2.2
1966	5.9	-74	40	2.9	1997	3.83	-74.32	Sup	3.6
1966	5.9	-74	40	2.5	1997	5.73	-74.32	Sup	2.5
1966	6	-74	40	3.2	1997	5.74	-74.31	33	2.6
1966	6	-74	40	2.9	1997	5.74	-74.31	13	2.5
1966	6	-74	40	2.8	1997	5.76	-74.30	31	3.2
1966	4.6	-74.1	-	1.9	1997	5.76	-74.29	15	2.2
1966	4.6	-74.1	40	2	1997	3.91	-74.26	Sup	3.2
1966	5.3	-74.1	40	2.7	1997	5.43	-74.23	32	2.1
1966	5.4	-74.1	40	2.4	1997	6.61	-74.20	33	3.4
1966	5.5	-74.1	40	2.5	1997	3.80	-74.19	Sup	3.2
1966	5.5	-74.1	40	2.4	1997	6.83	-74.19	10	2.7
1966	5.7	-74.1	40	3	1997	5.82	-74.18	Sup	2.3
1966	5.8	-74.1	40	3.3	1997	4.01	-74.17	Sup	2.8
1966	5.8	-74.1	40	3.1	1997	4.07	-74.17	Sup	2.5
1966	5.8	-74.1	40	3	1997	4.08	-74.17	Sup	2.8

1966	5.9	-74.1	40	2.9	1997	5.96	-74.15	13	2.3
1966	5.9	-74.1	40	2.8	1997	3.80	-74.13	Sup	2.7
1966	5.9	-74.1	40	2.5	1997	3.87	-74.12	Sup	3.1
1966	6	-74.1	40	3.1	1997	3.88	-74.12	Sup	3.4
1966	6.1	-74.1	40	3.7	1997	3.86	-74.09	Sup	5.0
1966	4.57	-74.12	9	5	1997	6.97	-74.08	14	3.1
1966	4.9	-74.2	40	2.7	1997	6.25	-74.08	10	3.2
1966	5.4	-74.2	40	2.9	1997	3.85	-74.07	Sup	4.1
1966	5.4	-74.2	40	2.6	1997	3.92	-74.07	Sup	2.1
1966	5.4	-74.2	40	2.6	1997	4.90	-74.06	Sup	1.8
1966	5.6	-74.2	40	3	1997	4.11	-74.04	Sup	3.0
1966	5.6	-74.2	40	3	1997	6.20	-73.99	Sup	2.0
1966	5.6	-74.2	40	3	1997	3.95	-73.99	16	2.2
1966	5.6	-74.2	40	2.5	1997	3.81	-73.97	Sup	2.3
1966	5.8	-74.2	40	3.3	1997	7.02	-73.96	11	2.2
1966	5.9	-74.2	40	2.9	1997	6.16	-73.93	13	3.1
1966	6	-74.2	40	3.1	1997	6.34	-73.92	Sup	2.2
1966	6.6	-74.2	40	3.4	1997	6.30	-73.89	5	3.1
1966	6.7	-74.2	40	2.5	1997	6.76	-73.88	20	2.5
1966	4.9	-74.2	30	2.8	1997	4.15	-73.86	Sup	2.7
1966	4.5	-74.3	40	2.2	1997	4.19	-73.86	Sup	3.2
1966	4.7	-74.3	40	2.5	1997	6.27	-73.86	32	3.7
1966	5.9	-74.3	40	3	1997	7.24	-73.81	Sup	3.2
1966	4.4	-74.4	40	3	1997	4.42	-73.75	Sup	2.5
1966	4.3	-74.5	40	2.6	1997	6.26	-73.74	Sup	3.3
1966	4.5	-74.5	40	2	1997	6.14	-73.68	32	2.6
1966	4.6	-74.5	40	2.9	1997	6.33	-73.63	Sup	2.4
1966	4.7	-74.5	40	3.3	1997	6.35	-73.63	Sup	2.2
1966	5.4	-74.5	40	2.9	1997	4.59	-73.60	Sup	2.7
1966	5.5	-74.5	40	2.5	1997	4.45	-73.58	20	4.0
1966	4.6	-74.6	40	2.3	1997	4.73	-73.55	Sup	2.8
1966	4.7	-74.6	40	2.7	1997	5.19	-73.55	9	2.2
1966	4.3	-74.7	40	2.9	1997	5.72	-73.31	Sup	3.0
1966	4.3	-74.8	40	2.5	1997	5.71	-73.30	Sup	2.9
1966	4.5	-74.8	40	2.4	1997	5.04	-73.26	Sup	2.3
1966	4.7	-74.8	40	2.4	1997	4.71	-73.24	18	3.1
1966	5.8	-74.8	40	2.9	1997	5.88	-73.19	30	2.3
1966	5.8	-74.8	40	2.5	1997	5.03	-73.12	Sup	2.8
1966	6.2	-74.9	-	3.1	1997	5.03	-73.09	Sup	2.1
1966	4.4	-74.9	40	3.5	1997	5.08	-73.09	Sup	3.1
1966	4.5	-74.9	40	2.9	1997	5.14	-73.09	Sup	2.4
1966	6.1	-74.9	40	3.2	1997	5.94	-73.08	26	2.1
1966	6.7	-74.9	40	3.3	1997	4.80	-73.08	15	2.9
1966	5.8	-75	40	3	1997	6.56	-73.07	Sup	3.7
1966	5.9	-75	40	3	1997	6.57	-73.07	11	2.9
1966	6.7	-75	40	3.1	1997	4.87	-73.04	Sup	2.8
1966	4.1	-75.1	40	3.7	1997	4.91	-73.04	Sup	2.8
1966	5.8	-75.1	40	2.9	1997	5.12	-73.04	Sup	3.2
1966	5.9	-75.1	40	2	1997	5.21	-73.03	Sup	2.8
1966	6.1	-75.1	40	3	1997	5.54	-73.03	Sup	2.3
1966	4.3	-75.3	40	3	1997	4.94	-73.01	Sup	2.4
1967	7.04	-72.06	8	5.4	1997	5.18	-73.01	Sup	2.2
1967	6.4	-72.5	40	4.1	1997	5.03	-73.00	Sup	2.4
1967	7.09	-72.62	33	4.3	1997	5.26	-72.99	Sup	3.0
1967	6.5	-72.8	40	4.4	1997	5.77	-72.98	Sup	2.8
1967	6.8	-72.8	40	3	1997	5.04	-72.96	Sup	3.1
1967	7	-73.2	40	3.5	1997	5.04	-72.96	Sup	3.0
1967	5.5	-73.3	40	3.3	1997	5.11	-72.96	Sup	2.6
1967	6.75	-73.39	36	4.9	1997	6.30	-72.95	Sup	2.5
1967	5.6	-73.5	-	3.3	1997	5.00	-72.94	Sup	2.5
1967	5.6	-73.6	-	2.6	1997	5.61	-72.94	10	2.7
1967	5.7	-73.7	-	3.1	1997	5.03	-72.93	Sup	2.8
1967	5.9	-73.7	-	3.8	1997	5.15	-72.93	14	1.6
1967	6	-73.7	-	3	1997	5.03	-72.92	9	2.6
1967	6.1	-73.7	-	3.3	1997	5.12	-72.91	Sup	3.6
1967	6.2	-73.7	-	3.4	1997	5.18	-72.91	22	2.0
1967	6.2	-73.7	-	3.2	1997	5.15	-72.90	Sup	2.4
1967	6.5	-73.7	-	3.5	1997	5.10	-72.88	Sup	2.3
1967	5.7	-73.7	40	3.5	1997	4.99	-72.87	Sup	4.1
1967	5.7	-73.7	40	3.2	1997	5.38	-72.85	Sup	2.7
1967	6	-73.7	40	3.4	1997	5.14	-72.84	Sup	2.4
1967	6.1	-73.7	40	3.7	1997	5.66	-72.80	Sup	2.7
1967	6.2	-73.7	40	3.7	1997	4.77	-72.78	Sup	1.6
1967	6.2	-73.7	40	3.4	1997	5.07	-72.71	Sup	3.0
1967	6.2	-73.7	40	3.3	1997	5.70	-72.71	Sup	2.6
1967	6.2	-73.7	40	3.2	1997	5.34	-72.70	Sup	2.8
1967	6.9	-73.7	40	4.1	1997	5.09	-72.68	Sup	3.4
1967	6.9	-73.7	40	4.1	1997	5.05	-72.65	Sup	3.3
1967	5.5	-73.8	40	2.5	1997	7.26	-72.65	Sup	3.5
1967	5.7	-73.9	-	3.2	1997	5.16	-72.63	Sup	5.1
1967	5.7	-73.9	40	3.5	1997	5.53	-72.62	17	4.5
1967	5.7	-73.9	40	3.4	1997	6.06	-72.59	Sup	2.8
1967	5.7	-73.9	40	3.3	1997	5.03	-72.58	Sup	2.1
1967	5.7	-73.9	40	3.2	1997	5.68	-72.55	Sup	3.0
1967	5.7	-73.9	40	3.1	1997	5.80	-72.53	6	2.6
1967	5.7	-73.9	40	3	1997	4.98	-72.44	Sup	2.7

1967	5,8	-74	-	3	1997	5 96	-72 29	Sup	21	2 6
1967	5,9	-74	-	3 5	1997	6 09	-72 24	Sup		2 7
1967	5,9	-74	-	3 3	1997	6 38	-72 24		20	2 3
1967	5,9	-74	-	3	1997	6 04	-72 21		23	3 5
1967	6	-74	-	3 6	1997	7 11	-72 20	Sup		3 0
1967	5,5	-74	40	2 6	1997	6 40	-72 17		16	2 0
1967	5,7	-74	40	3	1997	7 15	-72 04		14	4 0
1967	5,8	-74	40	3 6	1997	7 00	-72 00		30	2 9
1967	5,8	-74	40	3	1997	5 40	-71 97	Sup		3 6
1967	5,8	-74	40	2 8	1998	4 58	-75 27		32	2 0
1967	5,9	-74	40	3 7	1998	7 21	-75 25		33	2 6
1967	5,9	-74	40	3 5	1998	6 47	-75 20	Sup		2 8
1967	5,9	-74	40	3 3	1998	7 11	-75 19	Sup		2 7
1967	5,9	-74	40	3 3	1998	4 97	-75 13		32	3 2
1967	5,9	-74	40	2 9	1998	6 46	-75 10	Sup		2 9
1967	6	-74	40	3 4	1998	4 02	-75 07	Sup		2 5
1967	6	-74	40	3 2	1998	4 44	-75 04		7	2 8
1967	6,1	-74	40	3 4	1998	5 31	-74 97	Sup		2 0
1967	6	-74,1	-	3 3	1998	5 05	-74 97		9	2 8
1967	6	-74,1	-	3 3	1998	4 47	-74 95		13	3 4
1967	6	-74,1	-	3 3	1998	4 93	-74 94	Sup		2 5
1967	6	-74,1	-	3 2	1998	5 91	-74 93	Sup		2 6
1967	6	-74,1	-	3 2	1998	4 01	-74 90		10	2 4
1967	4,7	-74,1	40	2	1998	6 86	-74 89		9	2 5
1967	5,6	-74,1	40	3	1998	5 16	-74 88	Sup		2 3
1967	5,9	-74,1	40	3 2	1998	7 14	-74 87	Sup		2 7
1967	5,9	-74,1	40	3	1998	7 21	-74 84		13	2 1
1967	6	-74,1	40	3 2	1998	5 20	-74 83		11	3 7
1967	6	-74,1	40	2 9	1998	5 20	-74 79	Sup		3 8
1967	6	-74,1	40	2 9	1998	7 13	-74 79		15	2 4
1967	6,1	-74,1	40	2 7	1998	6 65	-74 77	Sup		2 3
1967	5,7	-74,2	-	3 1	1998	4 70	-74 76	Sup		3 6
1967	5,5	-74,2	40	3 1	1998	5 04	-74 76	Sup		3 1
1967	5,7	-74,2	40	2	1998	5 05	-74 76	Sup		2 9
1967	5,5	-74,3	40	3 1	1998	6 57	-74 76	Sup		2 3
1967	5,9	-74,3	40	2 6	1998	4 97	-74 76		12	2 2
1967	4,5	-74,4	-	1 9	1998	5 03	-74 75		6	2 6
1967	4,6	-74,5	-	2 9	1998	7 14	-74 75		32	2 4
1967	4,9	-74,5	-	2 7	1998	5 02	-74 74		6	2 4
1967	4,3	-74,5	40	2 5	1998	6 99	-74 74		32	2 2
1967	5	-74,5	40	3	1998	5 05	-74 74		16	1 9
1967	4	-74,6	-	3 2	1998	7 25	-74 73	Sup		2 5
1967	4,1	-74,6	-	2 7	1998	6 56	-74 73		26	1 9
1967	3,8	-74,6	40	3 1	1998	5 21	-74 72	Sup		2 5
1967	3,9	-74,7	-	3 5	1998	4 95	-74 72		11	2 2
1967	4,1	-74,7	-	3 3	1998	4 74	-74 70	Sup		2 5
1967	4,2	-74,7	-	3 4	1998	5 48	-74 70		28	2 9
1967	4,4	-74,7	-	3 1	1998	4 74	-74 69		25	2 7
1967	4,6	-74,7	40	3 2	1998	4 52	-74 68	Sup		2 6
1967	3,8	-74,8	-	3 1	1998	4 79	-74 68	Sup		2 9
1967	3,9	-74,8	-	2 5	1998	5 09	-74 68	Sup		2 6
1967	4,4	-74,8	40	3 2	1998	5 39	-74 66	Sup		2 8
1967	4,9	-74,8	40	2 6	1998	5 80	-74 66	Sup		3 4
1967	3,8	-74,9	-	3 5	1998	4 85	-74 65	Sup		2 7
1967	3,8	-74,9	-	3 3	1998	4 70	-74 64	Sup		1 9
1967	3,8	-74,9	-	3 1	1998	5 47	-74 64	Sup		2 1
1967	3,8	-74,9	40	3 4	1998	5 50	-74 64	Sup		2 2
1967	3,9	-74,9	40	3 8	1998	7 21	-74 64	Sup		2 7
1967	3,9	-75	-	3 4	1998	6 66	-74 64		5	2 4
1967	4	-75	-	3	1998	4 66	-74 64		21	3 3
1967	6,2	-75	40	2 4	1998	5 03	-74 64		14	2 6
1967	4	-75,1	40	2 8	1998	4 76	-74 63	Sup		3 2
1967	4,2	-75,1	40	2 7	1998	4 62	-74 62	Sup		3 2
1967	5,8	-75,3	40	2 7	1998	4 64	-74 62	Sup		3 2
1968	5,3	-72 5	40	2 9	1998	5 01	-74 62	Sup		4 1
1968	6,6	-72 6	40	3 5	1998	7 16	-74 62	Sup		2 5
1968	5,5	-72 9	40	3 2	1998	7 24	-74 62	Sup		2 0
1968	6,9	-73	-	4 3	1998	4 75	-74 62		5	2 0
1968	5,5	-73	40	3 9	1998	4 96	-74 61	Sup		2 8
1968	5,5	-73	40	2 9	1998	6 48	-74 58	Sup		1 4
1968	5,8	-73	40	3 1	1998	6 64	-74 58	Sup		2 4
1968	6	-73	40	3 6	1998	7 23	-74 58	Sup		2 0
1968	6,1	-73	40	3 4	1998	6 83	-74 57	Sup		3 0
1968	7	-73,1	40	4 1	1998	6 54	-74 56		6	3 3
1968	7	-73,1	40	4	1998	7 10	-74 55		21	2 0
1968	6,8	-73,15	32	3 8	1998	4 99	-74 54	Sup		3 4
1968	4 6	-73 2	40	2 3	1998	5 39	-74 53		5	2 9
1968	7 1	-73 2	32	3 6	1998	6 67	-74 49		33	2 2
1968	7 1	-73 3	38	4	1998	3 73	-74 49		19	2 6
1968	5 3	-73 4	40	2 9	1998	6 42	-74 48		30	3 6
1968	4 35	-73 48	37	4 3	1998	3 65	-74 46	Sup		3 1
1968	5 6	-73 5	40	3	1998	5 39	-74 45	Sup		2 8
1968	5 3	-73 6	40	4	1998	6 63	-74 45	Sup		2 8
1968	5 7	-73 6	40	3 2	1998	6 97	-74 44		19	2 8
1968	6	-73 7	-	3 2	1998	3 68	-74 42	Sup		2 5
1968	6 2	-73 7	-	3 3	1998	3 73	-74 40	Sup		2 1



1968	5,9	-73,7	40	2,5	1998	5 42	-74 36	Sup	3 0
1968	6	-73,7	40	4	1998	6 52	-74 36	13	2 1
1968	6	-73,7	40	3,5	1998	6 76	-74 35	28	2 0
1968	6	-73,7	40	3,4	1998	5 72	-74 34	Sup	2 4
1968	6	-73,7	40	3,4	1998	5 79	-74 34	11	1 8
1968	6,1	-73,7	40	3,3	1998	3 66	-74 33	Sup	2 8
1968	6,1	-73,7	40	3	1998	5 76	-74 33	9	2 3
1968	6,1	-73,7	40	2,7	1998	6 27	-74 33	32	1 6
1968	6,2	-73,7	40	3,7	1998	3 65	-74 32	Sup	3 3
1968	6,2	-73,7	40	3,6	1998	5 84	-74 32	Sup	3 1
1968	6,2	-73,7	40	3,4	1998	6 17	-74 32	Sup	2 7
1968	6,2	-73,7	40	3,4	1998	6 02	-74 31	8	3 1
1968	6,2	-73,7	40	3,3	1998	5 76	-74 30	Sup	2 2
1968	6,2	-73,7	40	3,2	1998	5 88	-74 30	18	3 1
1968	6,2	-73,7	40	3,1	1998	6 07	-74 29	22	2 3
1968	6,5	-73,7	40	3,7	1998	6 02	-74 28	8	2 5
1968	4,4	-73,9	40	3,3	1998	6 96	-74 28	6	1 8
1968	5,6	-73,9	40	2,7	1998	3 72	-74 27	Sup	3 0
1968	5,7	-73,9	40	3,3	1998	5 32	-74 27	Sup	2 4
1968	5,7	-73,9	40	3,3	1998	6 14	-74 26	30	2 5
1968	5,7	-73,9	40	3,1	1998	3 67	-74 25	Sup	3 5
1968	5,7	-73,9	40	3	1998	3 74	-74 25	Sup	2 2
1968	5,7	-73,9	40	2,9	1998	3 77	-74 25	Sup	3 0
1968	5,7	-73,9	40	2,8	1998	6 00	-74 25	9	1 8
1968	5,8	-73,9	40	3,8	1998	6 12	-74 25	32	2 9
1968	5,8	-73,9	40	3,4	1998	6 29	-74 25	32	3 2
1968	5,8	-73,9	40	2,5	1998	6 35	-74 25	32	3 0
1968	5,9	-73,9	40	4	1998	5 85	-74 24	Sup	1 5
1968	6	-74	-	3,2	1998	5 80	-74 24	8	2 5
1968	5,1	-74	40	3,2	1998	3 75	-74 23	Sup	2 2
1968	5,6	-74	40	3	1998	3 69	-74 22	Sup	2 8
1968	5,6	-74	40	2,9	1998	6 19	-74 22	Sup	2 6
1968	5,6	-74	40	2,7	1998	5 89	-74 22	19	2 2
1968	5,7	-74	40	3,3	1998	5 97	-74 22	10	2 6
1968	5,7	-74	40	3,1	1998	5 77	-74 21	Sup	1 7
1968	5,7	-74	40	3,1	1998	6 23	-74 21	8	3 3
1968	5,7	-74	40	3,1	1998	5 80	-74 20	9	2 3
1968	5,8	-74	40	3,5	1998	6 31	-74 19	12	2 4
1968	5,8	-74	40	3,4	1998	5 49	-74 18	Sup	1 8
1968	5,8	-74	40	3,3	1998	6 91	-74 18	21	3 1
1968	5,8	-74	40	3,2	1998	6 30	-74 18	16	2 6
1968	5,8	-74	40	3,2	1998	5 79	-74 17	Sup	2 4
1968	5,8	-74	40	3,2	1998	6 47	-74 17	31	2 3
1968	5,8	-74	40	3,1	1998	4 01	-74 16	Sup	2 5
1968	5,8	-74	40	3,1	1998	4 09	-74 15	Sup	3 1
1968	5,8	-74	40	3,1	1998	5 85	-74 15	Sup	1 5
1968	5,8	-74	40	3	1998	4 04	-74 14	Sup	2 8
1968	5,8	-74	40	2,9	1998	6 53	-74 14	Sup	3 8
1968	5,8	-74	40	2,8	1998	3 74	-74 13	Sup	2 8
1968	5,8	-74	40	2,8	1998	6 14	-74 13	Sup	1 9
1968	5,8	-74	40	2,7	1998	3 95	-74 12	Sup	2 8
1968	5,9	-74	40	3,7	1998	6 45	-74 12	23	2 0
1968	5,9	-74	40	3,6	1998	6 58	-74 11	Sup	2 9
1968	5,9	-74	40	3,5	1998	3 77	-74 10	Sup	2 5
1968	5,9	-74	40	3,4	1998	6 53	-74 10	Sup	3 2
1968	5,9	-74	40	3,4	1998	6 20	-74 10	32	2 8
1968	5,9	-74	40	3,3	1998	4 03	-74 09	Sup	3 2
1968	5,9	-74	40	3,3	1998	5 94	-74 09	Sup	2 7
1968	5,9	-74	40	3,3	1998	6 25	-74 09	Sup	3 0
1968	5,9	-74	40	3	1998	6 29	-74 07	Sup	2 1
1968	6	-74	40	3	1998	5 77	-74 07	12	2 7
1968	6,2	-74,1	-	2,8	1998	3 98	-74 06	Sup	3 5
1968	5,4	-74,1	40	2,6	1998	3 78	-74 04	Sup	2 8
1968	5,8	-74,1	40	3,1	1998	6 19	-74 04	Sup	2 2
1968	5,8	-74,1	40	2,7	1998	4 92	-74 02	Sup	2 3
1968	5,8	-74,1	40	2,6	1998	6 53	-74 02	Sup	2 5
1968	5,8	-74,1	40	2	1998	4 36	-74 00	Sup	2 3
1968	5,9	-74,1	40	3,4	1998	5 91	-74 00	Sup	2 7
1968	5,9	-74,1	40	2,9	1998	5 97	-74 00	Sup	1 8
1968	5,9	-74,1	40	2,7	1998	6 29	-73 97	Sup	2 5
1968	6	-74,1	40	3,8	1998	6 32	-73 97	Sup	2 7
1968	6	-74,1	40	3,1	1998	6 68	-73 96	Sup	2 6
1968	6	-74,1	40	3	1998	6 32	-73 95	Sup	2 6
1968	6	-74,1	40	2,5	1998	6 37	-73 95	Sup	2 6
1968	6,1	-74,1	40	3,3	1998	6 43	-73 94	6	3 2
1968	6,1	-74,1	40	3,2	1998	6 27	-73 92	Sup	5 0
1968	6,1	-74,1	40	2	1998	6 42	-73 92	18	2 2
1968	4,3	-74,2	40	1,9	1998	6 26	-73 91	Sup	5 1
1968	5,6	-74,2	40	2,6	1998	6 48	-73 91	30	2 5
1968	5,6	-74,2	40	2,2	1998	6 93	-73 91	13	2 1
1968	5,7	-74,2	40	2,9	1998	6 22	-73 90	Sup	1 9
1968	6	-74,2	40	3,3	1998	6 24	-73 90	Sup	2 9
1968	6	-74,2	40	3,2	1998	6 26	-73 90	8	4 2
1968	6	-74,2	40	3,1	1998	5 97	-73 89	Sup	2 7
1968	6	-74,2	40	3,1	1998	6 25	-73 89	Sup	3 0
1968	6	-74,2	40	2,7	1998	6 26	-73 89	6	3 5

1968	6.2	-74.2	40	3.1	1998	6 25	-73 86	Sup	3 2
1968	6.2	-74.2	40	2.6	1998	4 22	-73 85	Sup	2 3
1968	6.3	-74.2	40	3.5	1998	6 35	-73 84	33	2 0
1968	6.3	-74.2	40	2.9	1998	6 22	-73 83	Sup	2 8
1968	4.4	-74.3	40	2.4	1998	6 23	-73 83	Sup	2 1
1968	5.7	-74.3	40	2.6	1998	6 39	-73 83	Sup	3 2
1968	7.2	-74.3	40	3.7	1998	7 26	-73 83	12	2 1
1968	7.2	-74.3	40	3.3	1998	7 12	-73 82	17	2 5
1968	7	-74.4	-	3	1998	7 23	-73 79	Sup	2 2
1968	4.2	-74.4	40	3.2	1998	6 60	-73 79	33	2 6
1968	5.4	-74.4	40	2.3	1998	4 62	-73 78	Sup	2 6
1968	5.9	-74.4	40	2.7	1998	6 29	-73 76	Sup	3 1
1968	4.2	-74.5	40	2.5	1998	6 35	-73 75	Sup	2 7
1968	4.1	-74.7	40	3.5	1998	6 00	-73 74	Sup	2 8
1968	4.1	-74.7	40	2.2	1998	6 25	-73 74	Sup	2 1
1968	4.7	-74.8	40	2.5	1998	6 30	-73 73	Sup	2 5
1968	5	-74.8	40	2.5	1998	6 57	-73 73	31	3 3
1968	3.9	-74.9	40	2.8	1998	6 36	-73 72	Sup	2 1
1968	4.5	-74.9	40	2.5	1998	6 05	-73 71	Sup	2 3
1968	4.1	-75	40	3.1	1998	6 31	-73 71	Sup	2 2
1968	6.2	-75	40	2.9	1998	6 34	-73 71	Sup	2 6
1968	4	-75.1	40	3.1	1998	6 34	-73 71	Sup	2 5
1968	4.1	-75.1	40	3.3	1998	6 70	-73 71	22	2 7
1968	6	-75.1	40	2.9	1998	4 98	-73 70	Sup	2 5
1968	4.3	-75.2	40	3.3	1998	6 35	-73 69	6	2 6
1968	4.6	-75.2	40	3.2	1998	7 08	-73 68	Sup	2 6
1968	4.7	-75.2	40	3	1998	6 34	-73 65	Sup	2 2
1968	5.9	-75.2	40	3	1998	7 16	-73 65	Sup	2 5
1968	4.1	-75.3	40	3.1	1998	6 31	-73 64	Sup	2 6
1968	4.9	-75.3	40	2.5	1998	6 31	-73 64	Sup	1 9
1968	5.8	-75.3	40	3	1998	6 32	-73 64	Sup	2 3
1969	4.9	-72	40	3.8	1998	6 33	-73 64	Sup	3 7
1969	4.6	-72.5	40	2.8	1998	6 33	-73 64	Sup	2 8
1969	5.5	-73.2	40	3.6	1998	6 33	-73 64	Sup	2 2
1969	5.6	-73.4	40	2	1998	5 38	-73 64	30	2 8
1969	6.6	-73.6	40	4.6	1998	5 88	-73 63	Sup	2 5
1969	5.7	-73.7	40	3.3	1998	6 31	-73 63	Sup	2 6
1969	5.8	-73.7	40	3.9	1998	6 32	-73 63	Sup	2 3
1969	5.8	-73.7	40	3.2	1998	6 35	-73 63	Sup	3 4
1969	5.8	-73.7	40	3.2	1998	6 35	-73 63	Sup	3 1
1969	5.9	-73.7	40	3.7	1998	6 80	-73 63	21	3 2
1969	5.9	-73.7	40	3.6	1998	6 34	-73 62	Sup	3 3
1969	5.9	-73.7	40	3.4	1998	6 34	-73 62	Sup	2 5
1969	6	-73.7	40	3.2	1998	6 35	-73 62	Sup	3 3
1969	6	-73.7	40	3.2	1998	6 35	-73 62	Sup	3 2
1969	6.1	-73.7	40	3.9	1998	6 36	-73 62	Sup	2 0
1969	6.1	-73.7	40	3.8	1998	4 38	-73 61	Sup	2 8
1969	6.1	-73.7	40	3.7	1998	5 17	-73 61	Sup	1 6
1969	6.1	-73.7	40	3.6	1998	6 32	-73 61	Sup	3 0
1969	6.1	-73.7	40	3.4	1998	6 32	-73 61	Sup	2 4
1969	6.1	-73.7	40	3	1998	6 33	-73 61	Sup	2 5
1969	6.2	-73.7	40	3.9	1998	6 33	-73 61	Sup	2 3
1969	6.2	-73.7	40	3.7	1998	6 34	-73 61	Sup	3 4
1969	6.2	-73.7	40	3.6	1998	6 34	-73 61	Sup	2 6
1969	6.2	-73.7	40	3.4	1998	6 34	-73 61	Sup	2 5
1969	6.2	-73.7	40	3.3	1998	6 35	-73 61	Sup	3 1
1969	6.2	-73.7	40	2.9	1998	6 36	-73 61	Sup	2 6
1969	6.2	-73.7	40	2.9	1998	6 54	-73 61	Sup	2 3
1969	6.2	-73.7	40	2	1998	6 32	-73 60	Sup	2 6
1969	6.3	-73.7	40	4.1	1998	6 33	-73 60	Sup	2 6
1969	6.3	-73.7	40	3.2	1998	6 33	-73 60	Sup	2 1
1969	6.4	-73.7	40	3.1	1998	6 34	-73 60	Sup	2 3
1969	5.5	-73.8	40	3	1998	6 34	-73 60	Sup	2 0
1969	5.8	-73.9	40	3.4	1998	6 31	-73 60	10	2 8
1969	5.8	-73.9	40	3.1	1998	6 32	-73 59	Sup	3 0
1969	5.8	-73.9	40	3	1998	6 32	-73 59	Sup	2 7
1969	4.3	-73.9	33	4	1998	6 32	-73 59	Sup	2 3
1969	7	-73.9	33	4.6	1998	6 33	-73 59	Sup	3 2
1969	5.6	-74	40	3.8	1998	6 33	-73 59	Sup	2 8
1969	5.6	-74	40	3.1	1998	6 33	-73 59	Sup	2 3
1969	5.7	-74	40	3	1998	6 34	-73 59	Sup	2 6
1969	5.7	-74	40	2.5	1998	6 34	-73 59	Sup	2 5
1969	5.8	-74	40	3.8	1998	6 34	-73 59	Sup	1 7
1969	5.8	-74	40	3.8	1998	6 35	-73 59	Sup	2 8
1969	5.8	-74	40	3.6	1998	4 61	-73 58	Sup	3 0
1969	5.8	-74	40	3.6	1998	6 32	-73 58	Sup	3 5
1969	5.8	-74	40	3.4	1998	6 32	-73 58	Sup	2 5
1969	5.8	-74	40	3.4	1998	6 34	-73 58	Sup	2 5
1969	5.8	-74	40	3.3	1998	6 35	-73 58	Sup	2 2
1969	5.8	-74	40	3.3	1998	6 35	-73 57	Sup	2 3
1969	5.8	-74	40	3.3	1998	6 36	-73 57	Sup	2 5
1969	5.8	-74	40	3.2	1998	6 37	-73 57	Sup	2 3
1969	5.8	-74	40	2.8	1998	6 29	-73 56	Sup	2 2
1969	5.8	-74	40	2.7	1998	6 34	-73 56	Sup	2 5
1969	5.8	-74	40	2.5	1998	6 34	-73 56	Sup	2 4
1969	5.9	-74	40	3.6	1998	6 36	-73 56	Sup	1 7

1969	5.9	-74	40	3.2	1998	6 34	-73 55	Sup	2 2
1969	5.9	-74	40	3.2	1998	6 35	-73 55	Sup	1 8
1969	5.9	-74	40	3	1998	6 35	-73 55	Sup	2 2
1969	5.9	-74	40	3	1998	6 35	-73 55	Sup	2 0
1969	5.9	-74	40	3	1998	6 38	-73 55	Sup	2 5
1969	5.9	-74	40	2.3	1998	6 32	-73 54	Sup	2 4
1969	6	-74	40	3.1	1998	6 33	-73 54	Sup	2 4
1969	5.9	-74.1	40	3.7	1998	6 34	-73 54	Sup	2 4
1969	5.9	-74.1	40	3.5	1998	6 34	-73 54	Sup	2 2
1969	5.9	-74.1	40	3.5	1998	6 35	-73 54	Sup	2 1
1969	5.9	-74.1	40	3.3	1998	6 36	-73 54	Sup	2 0
1969	5.9	-74.1	40	3.2	1998	6 36	-73 54	Sup	1 7
1969	5.9	-74.1	40	2.8	1998	6 37	-73 54	Sup	1 6
1969	6	-74.1	40	2.9	1998	6 62	-73 54	7	3 4
1969	5.7	-74.2	40	3.1	1998	4 97	-73 53	Sup	3 0
1969	6.1	-74.2	40	5.1	1998	6 33	-73 52	Sup	1 4
1969	4.4	-74.3	40	2.7	1998	6 33	-73 51	Sup	2 9
1969	6	-74.4	40	3.9	1998	6 50	-73 51	Sup	3 1
1969	5.7	-74.5	40	3	1998	6 72	-73 51	Sup	4 1
1969	5.8	-74.5	40	3.6	1998	4 64	-73 50	Sup	2 9
1969	4	-74.6	40	3.4	1998	6 33	-73 50	Sup	2 4
1969	4.1	-74.6	40	3.1	1998	6 35	-73 50	Sup	2 0
1969	3.8	-74.9	40	3.1	1998	6 70	-73 50	6	2 8
1969	3.9	-74.9	40	3.1	1998	6 34	-73 49	Sup	2 0
1969	5.1	-74.9	40	3.9	1998	6 35	-73 48	Sup	2 1
1969	6.3	-75	40	2.6	1998	6 36	-73 48	Sup	1 8
1969	6.4	-75	40	2.8	1998	6 33	-73 48	18	1 5
1969	6.1	-75.1	40	3.1	1998	6 98	-73 48	16	2 8
1970	5.8	-72.1	40	4	1998	4 17	-73 47	Sup	2 5
1970	5.5	-73.3	40	3.5	1998	5 96	-73 47	Sup	2 1
1970	7.1	-73.3	40	4.4	1998	6 62	-73 45	Sup	2 6
1970	7.1	-73.4	40	3.3	1998	6 57	-73 40	15	2 7
1970	4.6	-73.5	40	2.4	1998	6 34	-73 39	25	2 5
1970	5.7	-73.7	40	3.5	1998	6 58	-73 33	Sup	1 9
1970	5.8	-73.7	40	3.3	1998	6 02	-73 29	Sup	2 9
1970	5.9	-73.7	40	3.7	1998	4 74	-73 27	Sup	2 3
1970	5.9	-73.7	40	3.6	1998	5 85	-73 27	Sup	2 1
1970	5.9	-73.7	40	3.6	1998	5 61	-73 25	Sup	3 5
1970	5.9	-73.7	40	3.5	1998	5 14	-73 20	Sup	2 4
1970	5.9	-73.7	40	3.4	1998	4 91	-73 20	20	1 7
1970	5.9	-73.7	40	3.3	1998	4 73	-73 19	15	2 1
1970	5.9	-73.7	40	3.2	1998	4 99	-73 17	Sup	2 8
1970	6	-73.7	40	4	1998	4 99	-73 17	Sup	2 2
1970	6	-73.7	40	3.5	1998	5 14	-73 17	Sup	2 4
1970	6	-73.7	40	3.5	1998	4 81	-73 15	21	3 5
1970	6	-73.7	40	3.5	1998	4 97	-73 12	Sup	2 3
1970	6.1	-73.7	40	3.8	1998	5 17	-73 11	Sup	1 4
1970	6.1	-73.7	40	3.6	1998	5 07	-73 10	Sup	2 0
1970	6.2	-73.7	40	3.8	1998	5 79	-73 10	Sup	2 7
1970	6.2	-73.7	40	3.6	1998	5 76	-73 10	12	3 4
1970	6.2	-73.7	40	3.2	1998	5 10	-73 08	Sup	2 7
1970	5.7	-73.9	40	3.6	1998	5 12	-73 08	Sup	3 5
1970	5.7	-73.9	40	3.5	1998	5 17	-73 08	Sup	2 4
1970	5.7	-74	40	3.3	1998	5 18	-73 08	Sup	2 5
1970	5.8	-74	40	3.9	1998	5 18	-73 07	Sup	2 0
1970	5.8	-74	40	3	1998	5 09	-73 06	Sup	3 4
1970	5.9	-74	40	4	1998	5 21	-73 06	Sup	2 3
1970	5.9	-74	40	3.6	1998	5 40	-73 05	Sup	2 2
1970	5.9	-74	40	3.6	1998	5 66	-73 05	6	1 9
1970	4.1	-74.1	40	3	1998	4 90	-73 04	Sup	1 8
1970	5.7	-74.1	40	3.3	1998	5 08	-73 04	Sup	3 6
1970	4.7	-74.2	40	2.6	1998	5 09	-73 04	Sup	1 7
1970	6.3	-74.2	40	3.7	1998	5 07	-73 03	Sup	2 7
1970	3.9	-74.9	40	3.4	1998	5 32	-73 03	Sup	2 2
1970	4.4	-75	40	3.7	1998	5 42	-73 03	Sup	1 7
1970	5.4	-75.2	40	2.9	1998	5 08	-73 02	Sup	2 0
1971	5.5	-71.9	40	3.8	1998	5 12	-73 02	Sup	3 1
1971	6.94	-71.97	19	4.6	1998	6 56	-73 02	Sup	2 1
1971	6.4	-72.5	40	4.1	1998	5 01	-73 01	Sup	1 9
1971	6.4	-72.5	40	4.1	1998	5 07	-73 01	Sup	2 8
1971	6.5	-72.7	40	3.8	1998	5 13	-73 01	Sup	2 4
1971	5.6	-72.7	40	3.8	1998	5 25	-73 01	Sup	2 8
1971	6.6	-72.8	40	3.4	1998	5 81	-73 00	Sup	2 4
1971	6.9	-73.1	40	3.8	1998	5 70	-73 00	21	2 2
1971	6.8	-73.2	40	3.6	1998	4 94	-72 99	Sup	1 9
1971	7	-73.2	40	4	1998	5 11	-72 99	Sup	2 7
1971	6.9	-73.3	37	3.7	1998	6 70	-72 99	Sup	3 3
1971	6.6	-73.3	9	4.1	1998	5 86	-72 98	Sup	2 4
1971	5.7	-73.5	40	2.6	1998	6 61	-72 96	19	1 9
1971	5.9	-73.5	40	3.2	1998	5 14	-72 95	Sup	4 7
1971	5.8	-73.7	40	2	1998	5 05	-72 94	Sup	2 6
1971	5.9	-73.7	40	4	1998	5 07	-72 94	Sup	2 5
1971	5.9	-73.7	40	3.8	1998	6 65	-72 94	Sup	2 7
1971	5.9	-73.7	40	3.7	1998	5 05	-72 93	Sup	2 7
1971	5.9	-73.7	40	3.2	1998	6 61	-72 93	Sup	3 1
1971	5.9	-73.7	40	3.2	1998	5 06	-72 91	Sup	3 4
1971	5.9	-73.7	40	3.2	1998	5 31	-72 90	8	2 4

1971	6.1	-73.7	40	3.3	1998	5.16	-72.83	Sup	2.3
1971	6.2	-73.7	40	3.9	1998	5.37	-72.83	Sup	2.9
1971	6.2	-73.7	40	3.7	1998	5.51	-72.81	Sup	1.8
1971	6.2	-73.7	40	3.6	1998	6.26	-72.75	Sup	1.6
1971	6.2	-73.7	40	3.6	1998	4.89	-72.74	Sup	2.7
1971	6.3	-73.7	40	3.4	1998	5.81	-72.74	Sup	2.2
1971	6.3	-73.7	40	2.8	1998	5.71	-72.69	Sup	2.5
1971	6.4	-73.7	40	3.9	1998	6.01	-72.68	Sup	2.9
1971	6.4	-73.7	40	3.9	1998	5.02	-72.67	Sup	2.1
1971	6.4	-73.7	40	3.6	1998	5.93	-72.66	16	1.8
1971	6.4	-73.7	40	3.4	1998	5.87	-72.64	Sup	2.4
1971	6.5	-73.7	40	3.7	1998	5.49	-72.63	Sup	2.7
1971	6	-73.7	35	3.4	1998	5.76	-72.60	Sup	2.4
1971	5.8	-73.9	40	3.2	1998	5.86	-72.59	9	3.6
1971	5.9	-73.9	40	3.3	1998	6.23	-72.57	Sup	2.0
1971	5.9	-74	40	3.2	1998	5.84	-72.54	Sup	3.3
1971	6	-74	40	3.9	1998	7.24	-72.53	12	2.5
1971	6	-74	40	3.5	1998	6.17	-72.48	Sup	2.3
1971	3.71	-74.04	33	3.5	1998	5.11	-72.47	Sup	2.8
1971	4.3	-74.1	40	2.2	1998	5.13	-72.40	Sup	2.8
1971	5.7	-74.1	40	3.1	1998	6.15	-72.32	Sup	3.1
1971	5.8	-74.1	40	2.8	1998	6.67	-72.29	Sup	2.4
1971	5.9	-74.1	40	3.2	1998	6.92	-72.29	Sup	1.3
1971	6	-74.1	40	3.8	1998	6.50	-72.28	Sup	2.8
1971	6	-74.1	40	3.4	1998	5.54	-72.26	Sup	3.0
1971	6.1	-74.1	40	3.7	1998	7.07	-72.25	6	3.4
1971	5.9	-74.2	40	3.4	1998	7.17	-72.24	16	3.9
1971	6.3	-74.2	40	3.2	1998	6.09	-72.11	17	2.0
1971	5	-74.3	40	2.7	1998	6.20	-72.08	Sup	2.8
1971	3.8	-74.4	30	3.7	1998	6.98	-72.04	Sup	1.5
1971	5.5	-74.4	20	3.1	1998	3.67	-72.01	32	2.6
1971	3.8	-74.5	40	3.2	1998	7.10	-71.97	8	3.4
1971	4.5	-74.5	40	2.5	1998	6.93	-71.92	33	3.3
1971	4.8	-74.6	40	3.5	1998	6.98	-71.89	Sup	2.7
1971	5.9	-74.8	9	3.9	1998	6.48	-71.86	8	3.1
1972	6.4	-72.8	40	4.1	1998	6.84	-71.79	5	2.2
1972	4.6	-73	40	2.9	1999	3.92	-75.32	Sup	3.4
1972	6.8	-73	40	3.9	1999	6.71	-75.31	Sup	2.1
1972	6.9	-73	40	4.1	1999	4.56	-75.29	19	2.0
1972	6.5	-73.2	40	3.6	1999	4.06	-75.25	19	3.5
1972	6.7	-73.2	40	4.1	1999	4.36	-75.23	Sup	2.3
1972	6.9	-73.2	40	3.8	1999	4.68	-75.23	17	2.1
1972	7.1	-73.3	40	4.3	1999	4.80	-75.20	Sup	3.0
1972	7.1	-73.3	21	4.4	1999	4.62	-75.19	19	2.3
1972	7.2	-73.4	40	4.1	1999	7.11	-75.19	12	3.3
1972	6.6	-73.5	40	4	1999	4.61	-75.18	Sup	3.2
1972	6.6	-73.5	40	3.3	1999	4.64	-75.17	20	2.5
1972	6.7	-73.5	13	4.4	1999	4.44	-75.14	Sup	2.2
1972	6.6	-73.5	9	4.6	1999	4.91	-75.14	24	2.1
1972	6.5	-73.6	40	3.3	1999	4.69	-75.12	17	2.3
1972	6.8	-73.6	40	3.5	1999	7.07	-75.11	Sup	3.0
1972	5.9	-73.7	40	3.3	1999	4.18	-75.06	6	2.9
1972	6	-73.7	40	3.8	1999	4.94	-75.03	15	3.2
1972	6	-73.7	40	3.1	1999	4.97	-75.03	15	2.5
1972	6.2	-73.7	40	3.6	1999	5.03	-74.98	18	3.1
1972	6.3	-73.7	40	3.8	1999	4.93	-74.95	Sup	3.1
1972	6.3	-73.7	40	3.1	1999	4.02	-74.95	6	2.2
1972	6.4	-73.7	40	3.9	1999	4.90	-74.95	21	2.5
1972	6.4	-73.7	40	3.8	1999	4.52	-74.94	Sup	2.3
1972	6.4	-73.7	40	3.5	1999	5.88	-74.93	6	2.3
1972	6.5	-73.7	40	3.9	1999	5.19	-74.93	10	1.7
1972	6.6	-73.7	39	4.1	1999	4.64	-74.92	32	1.7
1972	6.4	-73.7	5	3.7	1999	4.55	-74.91	9	1.9
1972	6.4	-73.8	40	4.1	1999	4.69	-74.90	28	2.9
1972	6.59	-73.9	40	4.1	1999	5.08	-74.90	14	3.5
1972	5.5	-73.9	40	3.3	1999	5.11	-74.90	12	2.6
1972	5.8	-74	40	3.5	1999	5.17	-74.89	Sup	3.3
1972	5.9	-74	40	3	1999	5.12	-74.88	10	2.7
1972	5.9	-74	40	2.9	1999	4.56	-74.85	32	2.5
1972	6	-74	40	3.1	1999	6.93	-74.85	23	1.9
1972	4.3	-74.1	40	3	1999	4.62	-74.84	6	2.3
1972	5.2	-74.1	40	3.4	1999	4.72	-74.83	16	2.9
1972	5.8	-74.1	40	3.7	1999	4.96	-74.82	Sup	2.8
1972	5.9	-74.1	40	2.9	1999	7.08	-74.82	Sup	2.9
1972	6.1	-74.1	40	3.4	1999	7.21	-74.82	26	1.9
1972	7	-74.1	40	3.5	1999	5.63	-74.82	24	2.6
1972	6.4	-74.3	40	3.7	1999	4.61	-74.80	Sup	2.9
1972	5	-74.9	40	3.5	1999	4.82	-74.80	Sup	2.9
1972	6.5	-75	40	3.2	1999	5.33	-74.80	32	2.4
1972	5.7	-75.1	40	2.6	1999	5.22	-74.80	18	2.4
1973	6.4	-72.5	10	3.8	1999	6.77	-74.79	32	3.1
1973	6.6	-72.6	35	3.9	1999	4.85	-74.78	Sup	2.8
1973	6.3	-72.7	40	4.1	1999	5.28	-74.77	Sup	3.1
1973	6.9	-73	40	3.9	1999	5.01	-74.77	18	2.6
1973	6.5	-73.2	40	3.7	1999	4.70	-74.76	18	4.6
1973	6.5	-73.2	40	3.6	1999	4.64	-74.76	14	2.0

1973	6.5	-73.3	40	3.9	1999	7 17	-74 74	6	25
1973	6.7	-73.4	40	3.6	1999	6 46	-74 74	18	2.6
1973	6.4	-73.4	21	3.8	1999	4 69	-74 73	Sup	2.6
1973	6.5	-73.5	11	3	1999	4 74	-74 73	Sup	3.0
1973	5.8	-73.7	40	2.9	1999	4 74	-74 73	Sup	2.9
1973	6.2	-73.7	40	2.9	1999	4 70	-74 72	Sup	2.5
1973	6.3	-73.7	40	3.1	1999	4 71	-74 72	Sup	3.1
1973	6.8	-73.7	40	3.5	1999	4 86	-74 72	Sup	1.9
1973	7	-73.9	40	3.9	1999	5 02	-74 72	Sup	2.8
1973	6.1	-74	40	3.4	1999	4 67	-74 71	Sup	3.0
1973	7	-74	40	3.3	1999	4 70	-74 71	Sup	2.8
1973	6	-74.1	40	4	1999	4 71	-74 71	Sup	3.1
1973	4.6	-74.2	40	1.9	1999	4 72	-74 70	Sup	3.0
1973	4.5	-74.3	40	2.5	1999	4 80	-74 70	29	1.3
1973	7.21	-74.43	16	4.9	1999	5 27	-74 70	11	2.2
1973	4.3	-74.5	40	2.9	1999	4 70	-74 69	Sup	3.5
1974	6.99	-72.89	25	4.8	1999	4 72	-74 69	Sup	3.9
1974	6.8	-73	40	4.3	1999	4 77	-74 69	Sup	2.7
1974	5.7	-73.2	40	4	1999	5 46	-74 69	30	2.9
1974	6.7	-73.2	40	4	1999	4 70	-74 69	10	2.9
1974	6.6	-73.3	40	4	1999	4 69	-74 67	Sup	2.0
1974	6.5	-73.6	40	3.7	1999	4 70	-74 67	Sup	3.1
1974	6.8	-73.6	40	3.1	1999	4 70	-74 67	Sup	2.2
1974	5.5	-73.7	40	2.9	1999	4 74	-74 67	Sup	2.5
1974	6.1	-73.7	35	3.4	1999	4 97	-74 67	9	3.8
1974	7	-73.8	40	3.7	1999	4 57	-74 67	8	2.3
1974	5.9	-73.9	40	3.6	1999	4 74	-74 66	Sup	3.8
1974	7	-73.9	40	3.7	1999	5 13	-74 65	22	1.2
1974	5.9	-74	40	3.4	1999	5 23	-74 64	Sup	2.4
1974	4.1	-74.1	40	2.7	1999	6 62	-74 64	Sup	2.4
1974	4.6	-74.1	40	3	1999	7 19	-74 64	Sup	2.2
1974	5.5	-74.1	40	3.4	1999	4 84	-74 64	32	3.1
1974	6.1	-74.2	40	2.4	1999	4 82	-74 64	18	3.4
1975	4.8	-72	40	3.8	1999	6 41	-74 62	14	2.5
1975	6.6	-72.2	40	3.4	1999	4 91	-74 61	Sup	2.7
1975	6.4	-73.2	40	2.5	1999	5 05	-74 61	16	3.1
1975	6.5	-73.2	40	3.9	1999	5 06	-74 61	13	3.3
1975	6.5	-73.2	40	3.8	1999	5 52	-74 60	9	1.7
1975	6.5	-73.2	40	3.7	1999	5 53	-74 60	9	3.6
1975	6.5	-73.2	40	3.7	1999	4 59	-74 60	32	2.9
1975	6.5	-73.2	40	3.5	1999	4 57	-74 58	32	3.3
1975	6.5	-73.2	40	3.4	1999	3 74	-74 58	30	2.6
1975	6.5	-73.2	40	3.2	1999	5 02	-74 56	Sup	3.0
1975	6.6	-73.2	40	3.9	1999	5 12	-74 56	8	2.8
1975	6.6	-73.2	40	3.7	1999	5 14	-74 55	Sup	3.4
1975	7	-73.2	40	3.7	1999	5 50	-74 55	Sup	4.1
1975	6.5	-73.3	40	3.6	1999	3 71	-74 54	14	2.5
1975	6.9	-73.3	22	3.7	1999	5 30	-74 53	Sup	2.7
1975	5.9	-73.4	40	3.5	1999	6 58	-74 53	32	1.7
1975	6.5	-73.6	-	3.7	1999	6 66	-74 51	31	3.1
1975	5.5	-73.7	40	3.2	1999	6 83	-74 51	31	2.8
1975	5.5	-73.7	40	2.5	1999	7 08	-74 50	9	1.7
1975	6.4	-73.7	40	3.3	1999	6 59	-74 50	24	3.0
1975	7.2	-73.7	40	3.8	1999	6 43	-74 49	Sup	2.0
1975	5.9	-73.9	20	3.7	1999	6 96	-74 48	Sup	2.3
1975	4.6	-74	40	2	1999	5 49	-74 46	Sup	2.9
1975	7	-74	40	3.2	1999	6 15	-74 45	28	2.4
1975	3.9	-74.1	40	2.9	1999	4 62	-74 44	Sup	2.1
1975	6	-74.1	40	3.9	1999	4 63	-74 43	Sup	2.1
1975	4.5	-74.2	40	2.7	1999	5 57	-74 42	Sup	2.5
1975	5.5	-74.3	40	3	1999	5 26	-74 42	21	2.3
1975	5.1	-75.2	40	3.4	1999	6 41	-74 41	Sup	2.7
1976	6.66	-71.96	33	3.5	1999	5 20	-74 40	Sup	2.7
1976	7	-72.4	40	3.8	1999	5 66	-74 40	16	2.7
1976	6.6	-72.5	40	2	1999	6 75	-74 39	14	2.1
1976	6.5	-72.6	40	3.7	1999	5 63	-74 38	19	2.0
1976	6.5	-72.8	40	3.7	1999	3 72	-74 37	Sup	2.8
1976	6.6	-72.8	40	4	1999	6 13	-74 37	32	2.6
1976	6.7	-72.8	40	3.5	1999	3 65	-74 36	Sup	2.5
1976	6.7	-72.8	40	3.5	1999	4 48	-74 36	Sup	2.0
1976	5.9	-73.2	40	3	1999	5 35	-74 34	21	2.3
1976	6.5	-73.2	40	4.3	1999	3 67	-74 33	Sup	3.1
1976	6.5	-73.2	40	4.1	1999	5 77	-74 33	Sup	2.1
1976	6.5	-73.2	40	3.7	1999	5 74	-74 32	Sup	2.2
1976	6.5	-73.2	40	3.7	1999	7 02	-74 32	12	2.3
1976	6.5	-73.2	40	3.7	1999	5 91	-74 31	Sup	2.0
1976	6.5	-73.2	40	3.7	1999	3 70	-74 31	7	2.8
1976	6.5	-73.2	40	3.7	1999	5 80	-74 31	14	3.0
1976	6.5	-73.2	40	3.6	1999	6 10	-74 30	7	2.7
1976	6.5	-73.2	40	3.3	1999	5 79	-74 30	10	2.5
1976	6.5	-73.2	40	3.3	1999	4 17	-74 28	Sup	1.1
1976	6.5	-73.2	40	3.3	1999	3 69	-74 25	Sup	2.2
1976	6.5	-73.2	40	2.5	1999	6 75	-74 25	32	2.7
1976	6.6	-73.2	40	3.9	1999	6 95	-74 25	20	2.5
1976	6.8	-73.2	40	4.1	1999	7 05	-74 25	13	2.9
1976	6.9	-73.2	40	3.8	1999	6 04	-74 24	32	2.6
1976	3.9	-73.4	40	3.8	1999	3 64	-74 22	Sup	3.0

1976	7	-73.9	40	3.4	1999	5 55	-74.20	28	1.9
1976	5.5	-73.9	20	2.8	1999	6 41	-74.19	8	2.6
1976	5.7	-74.1	40	3.2	1999	6 36	-74.19	24	2.6
1976	5.7	-74.1	40	3.2	1999	5 69	-74.18	Sup	2.2
1976	5.3	-74.1	40	4.1	1999	5 81	-74.18	Sup	2.8
1976	6.6	-74.4	40	3.7	1999	6 73	-74.18	32	3.0
1976	3.7	-74.5	40	3.7	1999	3 75	-74.16	Sup	2.9
1976	4.2	-74.5	40	3.4	1999	4 12	-74.16	Sup	3.0
1976	4.7	-74.8	40	2.7	1999	5 89	-74.16	Sup	2.6
1976	7	-75.3	40	2.9	1999	3 98	-74.13	Sup	2.0
1977	5.4	-72.5	40	3.8	1999	6 95	-74.13	24	2.6
1977	6.8	-72.9	40	3.7	1999	6 00	-74.12	5	2.4
1977	6.8	-73	40	3.9	1999	6 79	-74.12	17	2.3
1977	5.01	-73.06	37	4.5	1999	6 92	-74.11	8	3.1
1977	6.7	-73.1	40	3.3	1999	6 84	-74.10	Sup	1.6
1977	6.4	-73.2	40	3.7	1999	6 94	-74.09	23	2.8
1977	6.8	-73.6	40	3.6	1999	6 15	-74.09	19	2.7
1977	6	-73.7	40	3.2	1999	4 11	-74.08	Sup	2.8
1977	6.1	-73.7	40	3.6	1999	5 73	-74.07	14	2.1
1977	6.9	-73.7	40	3.5	1999	4 15	-74.06	Sup	2.0
1977	7	-73.7	40	4	1999	3 89	-74.05	Sup	3.0
1977	6.4	-73.7	11	3.7	1999	5 95	-74.04	Sup	2.5
1977	5.7	-74	40	3.6	1999	6 82	-74.03	6	2.3
1977	6.1	-74	40	3.6	1999	7 08	-73.99	Sup	3.4
1977	4.3	-74.1	40	2.5	1999	6 33	-73.99	12	1.9
1977	5.2	-74.3	40	2.7	1999	4.10	-73.96	Sup	1.8
1977	5.3	-74.3	40	3.3	1999	4 31	-73.94	Sup	3.1
1977	4.6	-74.6	40	2.9	1999	6 39	-73.94	19	2.8
1977	4.3	-74.7	40	3.5	1999	4 70	-73.93	Sup	1.6
1977	3.7	-74.9	40	3.5	1999	6 77	-73.93	17	2.4
1977	5.4	-75.1	40	3	1999	6.17	-73.92	Sup	2.0
1978	7.02	-72.11	39	5	1999	6 90	-73.92	18	2.7
1978	6.43	-72.31	27	5.1	1999	6 61	-73.86	15	2.7
1978	6	-72.4	40	3.9	1999	4 18	-73.85	Sup	3.2
1978	6.3	-72.6	40	4.1	1999	6 18	-73.84	32	1.6
1978	7.1	-72.6	40	3.4	1999	6 59	-73.82	9	3.2
1978	6.6	-72.7	40	4.1	1999	6 36	-73.79	Sup	3.6
1978	6.8	-72.8	40	3.6	1999	4 25	-73.77	Sup	3.2
1978	6.6	-72.8	27	4.1	1999	4.32	-73.77	Sup	2.6
1978	6.7	-72.9	40	3.5	1999	4 28	-73.76	Sup	2.4
1978	6.8	-73	21	3	1999	4 27	-73.75	Sup	3.6
1978	6.2	-73.1	40	3.2	1999	4 43	-73.75	Sup	2.3
1978	4.6	-73.2	40	3.1	1999	4 26	-73.74	Sup	4.8
1978	6.4	-73.2	40	3.8	1999	4 28	-73.74	Sup	4.5
1978	6.4	-73.2	40	3.3	1999	4 30	-73.74	Sup	3.0
1978	6.4	-73.2	40	3.1	1999	4 56	-73.73	Sup	3.0
1978	6.5	-73.2	40	4	1999	6 34	-73.72	Sup	2.8
1978	6.5	-73.2	40	4	1999	4 55	-73.71	Sup	2.2
1978	6.5	-73.2	40	3.7	1999	5 71	-73.71	Sup	2.0
1978	6.5	-73.2	40	3.6	1999	6 55	-73.71	6	3.4
1978	6.5	-73.2	40	3.6	1999	6 40	-73.70	Sup	2.1
1978	6.5	-73.2	40	3.6	1999	6 37	-73.69	5	2.4
1978	6.5	-73.2	40	3.6	1999	5 70	-73.68	Sup	2.2
1978	6.5	-73.2	40	3.5	1999	5 57	-73.61	Sup	3.3
1978	6.5	-73.2	40	3.5	1999	6 09	-73.60	Sup	2.6
1978	6.5	-73.2	40	3.4	1999	4 65	-73.59	Sup	1.8
1978	6.5	-73.2	40	3.4	1999	4 33	-73.58	6	3.0
1978	6.5	-73.2	40	3.4	1999	5 56	-73.57	Sup	3.3
1978	6.5	-73.2	40	3.4	1999	5 76	-73.53	Sup	1.9
1978	6.5	-73.2	40	3.3	1999	6 21	-73.53	Sup	2.2
1978	6.5	-73.2	40	2.5	1999	6 28	-73.53	Sup	3.6
1978	6.5	-73.2	40	2	1999	4 53	-73.50	6	2.3
1978	6.6	-73.2	40	3.7	1999	4 63	-73.49	Sup	1.7
1978	6.6	-73.2	40	3.4	1999	5 96	-73.49	Sup	2.6
1978	7	-73.2	40	4.1	1999	6 57	-73.49	Sup	2.2
1978	7	-73.2	40	3.6	1999	6 24	-73.45	32	2.9
1978	7	-73.2	40	2	1999	7 07	-73.45	22	2.2
1978	6.3	-73.3	40	2.9	1999	5 97	-73.43	Sup	2.3
1978	6.4	-73.3	35	3.5	1999	6 75	-73.43	Sup	2.4
1978	6.5	-73.4	40	3.7	1999	6 57	-73.43	12	2.9
1978	6.5	-73.4	40	3.4	1999	6 97	-73.41	21	3.5
1978	6.5	-73.4	40	3.3	1999	6 64	-73.40	Sup	2.6
1978	6.6	-73.5	40	3.6	1999	7 08	-73.37	11	2.7
1978	6.6	-73.5	40	3.6	1999	4 95	-73.36	6	2.2
1978	6.6	-73.5	40	3.5	1999	5 21	-73.35	Sup	2.5
1978	6	-73.6	40	2.9	1999	5 93	-73.34	Sup	1.1
1978	5.24	-73.97	33	4.5	1999	4 77	-73.32	6	2.7
1978	4.6	-74.1	40	3.3	1999	5 95	-73.32	12	1.6
1978	3.9	-74.2	40	3.2	1999	5 11	-73.31	Sup	2.1
1978	4.6	-74.4	40	2.8	1999	4 90	-73.30	Sup	1.7
1978	4.6	-74.6	40	2.7	1999	4 93	-73.29	Sup	2.6
1978	3.8	-74.8	40	3.6	1999	4 78	-73.28	Sup	4.1
1978	4.3	-74.9	40	2	1999	6 93	-73.22	Sup	2.7
1978	4.6	-75.1	40	2.8	1999	5 06	-73.20	Sup	1.8
1978	7	-75.2	40	3.2	1999	7 15	-73.20	21	1.8
1979	7.02	-72.41	11	3.3	1999	6 08	-73.19	Sup	2.4
					1999	4 92	-73.17	Sup	1.6

1979	6.32	-73.36	24	3.6	1999	5.11	-73.12	Sup	2.2
1979	5.5	-73.5	40	2.9	1999	5.19	-73.12	8	1.8
1979	7.02	-73.77	17	3.5	1999	5.16	-73.12	7	3.2
1979	4.79	-73.79	4	3.2	1999	6.78	-73.12	25	2.1
1979	3.86	-74.07	10	2.8	1999	4.94	-73.11	Sup	2.5
1979	7	-74.1	-	3	1999	5.26	-73.11	Sup	1.5
1979	7.12	-74.33	40	3.5	1999	5.99	-73.11	Sup	2.6
1979	4.53	-74.73	33	4.4	1999	6.03	-73.11	Sup	2.8
1979	4.39	-74.81	10	2.6	1999	5.78	-73.10	Sup	2.3
1980	6.28	-72.27	38	3.4	1999	5.09	-73.09	5	2.0
1980	6.85	-73.1	38	3.6	1999	5.18	-73.08	Sup	3.0
1980	7.02	-73.18	36	3.3	1999	5.75	-73.08	Sup	3.0
1980	7.02	-73.18	32	3.9	1999	5.40	-73.08	16	2.6
1980	4.9	-73.57	13	3.1	1999	5.14	-73.07	Sup	1.8
1980	6.75	-74.32	35	3.7	1999	5.24	-73.06	Sup	1.7
1980	5.19	-74.33	15	2.9	1999	5.43	-73.06	Sup	1.4
1980	5.45	-74.5	33	5	1999	5.59	-73.06	31	1.9
1980	5.45	-74.5	33	4.4	1999	5.19	-73.05	Sup	4.1
1981	7.22	-73.54	40	3.7	1999	3.75	-73.04	Sup	2.1
1981	7.23	-73.55	22	3.9	1999	5.19	-73.03	Sup	3.8
1981	4.76	-74.88	20	3	1999	5.25	-73.03	Sup	2.3
1982	7.11	-73.14	0	3.3	1999	5.11	-73.02	Sup	1.9
1982	7.12	-73.18	0	3.7	1999	5.45	-73.02	Sup	2.2
1982	4.45	-73.63	16	4.1	1999	6.92	-73.02	Sup	2.7
1985	5.43	-72.96	33	3.5	1999	5.06	-73.01	Sup	2.4
1985	5.16	-74.85	11	4.0	1999	4.94	-73.00	Sup	2.3
1987	6.78	-73.83	33	4.1	1999	5.07	-73.00	Sup	1.9
1988	7.08	-72.05	33	3.6	1999	5.10	-73.00	Sup	1.5
1988	4.41	-73.64	15	4.4	1999	4.77	-72.99	Sup	2.2
1988	4.44	-73.8	14	5.0	1999	5.17	-72.99	Sup	3.6
1988	4.11	-74.05	33	3.3	1999	5.30	-72.99	Sup	1.8
1988	4.44	-74.47	30	2.9	1999	6.01	-72.99	Sup	3.7
1989	4.54	-74.82	31	3.0	1999	5.06	-72.98	Sup	1.8
1989	4.29	-74.93	1	2.9	1999	5.08	-72.98	Sup	2.9
1990	4.38	-74.69	31	3.0	1999	5.11	-72.98	Sup	2.4
1991	4.85	-72.76	22	3.4	1999	5.36	-72.98	15	2.4
1991	5.22	-72.91	15	4.8	1999	4.94	-72.96	Sup	2.4
1992	5.62	-72.77	22	3.3	1999	6.11	-72.95	Sup	2.4
1992	5.67	-73.84	-	5.6	1999	6.73	-72.95	Sup	3.2
1993	5.26	-72.64	0	4.1	1999	5.13	-72.94	Sup	3.1
1993	5.29	-72.69	0	3.2	1999	5.15	-72.94	Sup	2.0
1993	5.47	-73.84	33	3.7	1999	5.88	-72.94	Sup	3.0
1993	3.79	-74.1	2	3.3	1999	6.08	-72.94	Sup	2.5
1993	3.73	-74.28	0	2.8	1999	6.10	-72.93	Sup	2.7
1993	4.82	-74.64	20	3.3	1999	5.16	-72.92	Sup	2.8
1993	6.73	-74.77	17	4.1	1999	5.16	-72.91	Sup	2.6
1994	5.69	-75.32	28	1.5	1999	6.06	-72.91	7	2.6
1994	6.00	-75.32	0	1.6	1999	4.85	-72.90	Sup	3.8
1994	4.50	-75.29	29	2.4	1999	6.05	-72.90	Sup	2.2
1994	7.09	-75.24	0	2.3	1999	5.66	-72.89	15	2.4
1994	4.22	-75.13	13	3.1	1999	6.08	-72.88	Sup	2.3
1994	4.17	-75.11	0	2.0	1999	5.16	-72.87	Sup	2.5
1994	7.00	-75.11	0	3.4	1999	5.65	-72.87	21	1.9
1994	5.47	-75.08	0	2.5	1999	6.79	-72.84	Sup	2.7
1994	7.13	-75.04	32	2.1	1999	5.98	-72.84	26	1.8
1994	7.03	-75.01	29	2.4	1999	6.81	-72.84	18	3.1
1994	5.32	-74.95	0	2.3	1999	6.09	-72.83	Sup	2.9
1994	5.88	-74.95	0	1.9	1999	6.10	-72.83	Sup	2.6
1994	4.80	-74.92	20	2.1	1999	6.11	-72.83	13	2.9
1994	4.78	-74.91	23	2.0	1999	6.82	-72.80	Sup	2.1
1994	5.36	-74.90	6	2.2	1999	5.37	-72.78	Sup	2.5
1994	6.82	-74.90	33	2.1	1999	5.29	-72.78	9	2.6
1994	4.60	-74.89	19	2.2	1999	5.91	-72.77	24	1.9
1994	4.67	-74.88	32	2.4	1999	5.78	-72.77	12	2.3
1994	5.22	-74.87	0	1.7	1999	4.90	-72.75	Sup	3.0
1994	5.28	-74.86	6	2.0	1999	6.06	-72.75	Sup	3.3
1994	4.48	-74.85	0	2.2	1999	5.99	-72.73	Sup	2.9
1994	4.73	-74.84	30	2.0	1999	5.26	-72.68	15	3.6
1994	4.63	-74.84	21	2.0	1999	5.60	-72.64	Sup	3.8
1994	5.08	-74.84	16	1.4	1999	5.66	-72.54	9	2.6
1994	6.95	-74.83	5	3.0	1999	6.02	-72.52	26	3.2
1994	5.62	-74.82	6	2.3	1999	5.19	-72.49	Sup	2.3
1994	4.57	-74.81	6	2.1	1999	5.70	-72.47	Sup	3.3
1994	3.73	-74.81	24	1.4	1999	5.12	-72.43	Sup	2.1
1994	5.02	-74.81	20	1.9	1999	5.14	-72.43	10	2.8
1994	7.05	-74.81	0	2.9	1999	5.16	-72.42	Sup	3.0
1994	4.87	-74.80	20	1.5	1999	6.09	-72.41	Sup	3.1
1994	5.80	-74.80	0	2.4	1999	6.06	-72.40	Sup	2.3
1994	5.14	-74.79	9	2.9	1999	5.73	-72.37	16	3.3
1994	5.49	-74.79	10	2.9	1999	5.12	-72.36	Sup	2.7
1994	5.17	-74.79	0	1.9	1999	5.80	-72.36	Sup	1.8
1994	7.25	-74.76	14	1.6	1999	6.06	-72.29	Sup	2.9
1994	5.25	-74.75	0	3.0	1999	6.37	-72.09	Sup	3.6
1994	5.04	-74.74	15	2.1	1999	7.25	-72.00	Sup	4.2
1994	5.22	-74.74	0	1.8	1999	7.25	-71.96	Sup	1.7
1994	4.72	-74.73	9	2.1	1999	6.67	-71.94	8	2.7
					1999	6.93	-71.92	30	2.8



1994	5 23	-74 72	0	18	2000	4 12	-75 30	25	25
1994	4 75	-74 71	8	19	2000	4 38	-75 28	Sup	25
1994	5 23	-74 71	0	17	2000	4 61	-75 27	Sup	16
1994	5 23	-74 70	0	15	2000	4 17	-75 25	Sup	27
1994	4 76	-74 69	0	24	2000	7 26	-75 24	6	30
1994	5 07	-74 69	0	21	2000	4 80	-75 20	25	24
1994	6 78	-74 69	0	22	2000	4 18	-75 19	Sup	19
1994	4 74	-74 68	9	17	2000	5 96	-75 18	Sup	30
1994	4 70	-74 68	0	21	2000	4 39	-75 16	Sup	31
1994	4 70	-74 68	0	18	2000	4 67	-75 13	Sup	27
1994	4 76	-74 68	0	39	2000	4 68	-75 13	9	23
1994	6 86	-74 68	0	32	2000	7 01	-75 13	11	38
1994	5 07	-74 67	0	28	2000	4 13	-75 10	Sup	25
1994	5 07	-74 67	0	27	2000	4 70	-75 09	9	34
1994	4 74	-74 66	9	17	2000	4 86	-75 09	16	26
1994	7 00	-74 66	32	26	2000	4 52	-75 09	12	27
1994	4 89	-74 66	14	21	2000	6 92	-75 06	Sup	31
1994	5 66	-74 64	0	21	2000	4 91	-75 03	Sup	16
1994	5 52	-74 63	5	20	2000	4 96	-75 03	Sup	28
1994	6 81	-74 63	0	25	2000	5 94	-75 03	27	26
1994	4 75	-74 62	17	32	2000	4 60	-75 01	25	25
1994	4 83	-74 62	0	20	2000	5 91	-74 99	Sup	21
1994	5 02	-74 62	0	23	2000	4 34	-74 98	32	28
1994	4 72	-74 61	9	18	2000	3 96	-74 96	Sup	44
1994	5 66	-74 61	0	25	2000	5 08	-74 94	16	24
1994	4 98	-74 60	0	22	2000	3 83	-74 93	5	32
1994	6 62	-74 60	0	25	2000	4 03	-74 93	24	27
1994	4 68	-74 59	0	21	2000	4 66	-74 92	26	26
1994	4 94	-74 59	0	18	2000	4 70	-74 88	Sup	42
1994	6 56	-74 58	0	20	2000	4 54	-74 85	32	23
1994	6 87	-74 58	0	53	2000	5 42	-74 82	12	24
1994	6 88	-74 57	0	27	2000	5 18	-74 81	Sup	24
1994	6 23	-74 55	32	17	2000	4 69	-74 81	24	29
1994	5 63	-74 54	33	22	2000	5 03	-74 81	16	24
1994	7 14	-74 54	0	24	2000	5 48	-74 79	32	17
1994	5 18	-74 53	0	18	2000	4 76	-74 79	29	24
1994	5 57	-74 50	8	30	2000	4 67	-74 79	14	36
1994	3 69	-74 48	15	22	2000	6 77	-74 78	32	22
1994	3 73	-74 46	9	20	2000	4 72	-74 78	11	27
1994	3 65	-74 46	0	26	2000	3 77	-74 77	Sup	35
1994	3 66	-74 46	0	23	2000	5 63	-74 76	Sup	28
1994	7 26	-74 44	32	28	2000	3 87	-74 75	Sup	30
1994	4 68	-74 44	0	17	2000	5 19	-74 75	Sup	16
1994	5 28	-74 44	0	25	2000	5 45	-74 75	Sup	27
1994	5 30	-74 44	0	23	2000	5 28	-74 75	12	18
1994	5 86	-74 43	0	20	2000	6 30	-74 74	6	18
1994	4 65	-74 42	0	20	2000	4 58	-74 73	Sup	36
1994	4 66	-74 41	0	14	2000	5 04	-74 73	Sup	25
1994	5 31	-74 41	0	15	2000	5 17	-74 73	Sup	27
1994	5 84	-74 41	0	31	2000	3 90	-74 73	9	34
1994	5 40	-74 40	7	26	2000	4 79	-74 72	Sup	27
1994	5 62	-74 40	20	18	2000	4 74	-74 72	14	28
1994	5 73	-74 40	19	28	2000	4 75	-74 72	11	36
1994	5 76	-74 40	11	20	2000	5 28	-74 71	Sup	33
1994	5 36	-74 39	16	25	2000	4 58	-74 71	32	31
1994	3 64	-74 38	14	21	2000	4 68	-74 70	19	27
1994	6 69	-74 37	15	29	2000	4 78	-74 69	Sup	32
1994	5 79	-74 37	0	39	2000	4 76	-74 68	Sup	19
1994	5 81	-74 36	0	32	2000	5 08	-74 68	Sup	24
1994	5 75	-74 35	21	27	2000	5 48	-74 68	Sup	21
1994	5 56	-74 34	32	17	2000	4 69	-74 68	9	26
1994	5 73	-74 34	10	25	2000	4 56	-74 68	32	32
1994	5 75	-74 33	11	30	2000	4 68	-74 66	Sup	43
1994	5 34	-74 33	0	13	2000	4 71	-74 66	Sup	32
1994	6 29	-74 32	33	16	2000	4 71	-74 66	Sup	30
1994	6 12	-74 31	8	22	2000	4 64	-74 66	7	31
1994	5 95	-74 31	6	21	2000	4 66	-74 66	22	19
1994	5 91	-74 29	23	19	2000	4 71	-74 66	11	33
1994	6 57	-74 29	0	24	2000	4 74	-74 66	10	32
1994	6 34	-74 28	0	23	2000	6 74	-74 65	Sup	32
1994	6 37	-74 28	0	22	2000	4 74	-74 65	21	22
1994	5 79	-74 27	30	16	2000	4 68	-74 64	Sup	30
1994	6 10	-74 27	29	22	2000	4 97	-74 64	Sup	26
1994	6 33	-74 27	0	24	2000	6 98	-74 64	Sup	29
1994	6 44	-74 26	13	18	2000	4 73	-74 64	32	24
1994	5 62	-74 26	0	18	2000	4 83	-74 64	15	36
1994	5 80	-74 26	0	16	2000	4 82	-74 63	Sup	27
1994	5 70	-74 25	32	16	2000	4 77	-74 63	13	34
1994	6 32	-74 25	0	26	2000	4 71	-74 61	33	26
1994	6 34	-74 25	0	27	2000	7 12	-74 60	9	19
1994	5 91	-74 24	0	18	2000	5 49	-74 59	Sup	32
1994	6 34	-74 23	0	23	2000	6 80	-74 59	Sup	28
1994	3 77	-74 21	0	21	2000	4 86	-74 58	14	29
1994	5 66	-74 21	0	20	2000	4 78	-74 57	6	28
1994	6 14	-74 21	0	18	2000	4 93	-74 57	6	29
1994	5 53	-74 20	26	25	2000	4 86	-74 57	18	26
1994	5 89	-74 20	0	28	2000	6 34	-74 56	12	26

1994	6 16	-74 18	5	2 8	2000	6 83	-74 49	Sup	2 4
1994	3 74	-74 18	0	3 5	2000	6 37	-74 49	6	2 1
1994	6 00	-74 16	12	2 8	2000	5 49	-74 48	20	3 3
1994	7 09	-74 15	6	2 2	2000	5 73	-74 46	Sup	2 8
1994	5 93	-74 14	0	2 1	2000	5 32	-74 43	32	1 9
1994	4 24	-74 11	0	1 7	2000	6 88	-74 39	Sup	2 5
1994	6 08	-74 11	0	2 0	2000	5 60	-74 39	19	1 6
1994	6 41	-74 08	32	2 0	2000	5 61	-74 39	15	2 8
1994	6 64	-74 07	0	2 6	2000	5 91	-74 37	7	2 6
1994	4 81	-74 06	14	1 8	2000	6 35	-74 36	9	2 0
1994	6 93	-74 06	12	2 5	2000	7 20	-74 36	22	2 3
1994	6 94	-74 06	11	2 0	2000	5 63	-74 36	18	2 6
1994	3 78	-74 06	0	2 2	2000	6 63	-74 35	17	3 2
1994	4 05	-74 06	0	2 6	2000	6 41	-74 35	11	3 6
1994	6 80	-74 04	33	3 6	2000	6 41	-74 31	33	2 1
1994	6 27	-74 04	0	2 8	2000	6 60	-74 29	Sup	2 9
1994	4 45	-74 03	0	2 0	2000	6 07	-74 29	32	2 6
1994	5 93	-74 00	12	1 3	2000	6 33	-74 29	32	3 3
1994	6 24	-73 99	0	2 1	2000	5 65	-74 28	26	1 5
1994	6 70	-73 95	18	2 1	2000	3 70	-74 26	Sup	3 4
1994	6 82	-73 94	32	2 5	2000	6 94	-74 26	Sup	1 9
1994	6 83	-73 94	32	2 3	2000	6 20	-74 26	5	2 0
1994	6 83	-73 94	32	2 3	2000	5 96	-74 26	28	2 3
1994	6 85	-73 94	32	2 0	2000	6 11	-74 25	Sup	2 5
1994	6 95	-73 94	32	3 0	2000	6 62	-74 24	10	2 9
1994	7 13	-73 92	0	3 4	2000	6 39	-74 23	Sup	1 6
1994	5 93	-73 91	32	2 0	2000	3 66	-74 22	Sup	2 2
1994	6 32	-73 89	0	3 4	2000	6 05	-74 22	Sup	2 9
1994	4 28	-73 88	0	1 7	2000	6 82	-74 21	32	2 4
1994	4 26	-73 85	0	2 3	2000	6 67	-74 20	Sup	2 6
1994	5 09	-73 83	17	1 7	2000	6 42	-74 20	19	2 0
1994	4 55	-73 76	0	1 5	2000	3 85	-74 19	6	3 6
1994	4 60	-73 75	0	1 6	2000	3 69	-74 17	9	2 8
1994	4 59	-73 74	12	2 0	2000	6 19	-74 17	32	2 3
1994	4 56	-73 74	0	2 4	2000	7 03	-74 17	17	2 2
1994	6 61	-73 74	0	3 0	2000	6 18	-74 16	13	2 4
1994	4 45	-73 71	0	3 0	2000	7 21	-74 15	6	2 0
1994	4 58	-73 71	0	2 6	2000	6 19	-74 15	31	2 3
1994	4 54	-73 68	29	2 1	2000	3 84	-74 14	Sup	2 7
1994	4 50	-73 63	0	4 0	2000	5 70	-74 14	Sup	2 1
1994	4 53	-73 62	0	3 6	2000	6 60	-74 13	20	2 6
1994	4 32	-73 57	18	2 7	2000	6 91	-74 11	32	2 5
1994	4 60	-73 54	0	2 0	2000	6 08	-74 10	Sup	3 0
1994	6 64	-73 50	14	2 3	2000	6 06	-74 08	Sup	3 7
1994	6 79	-73 49	10	2 7	2000	6 18	-74 08	Sup	2 1
1994	6 89	-73 43	0	2 3	2000	4 42	-74 08	32	2 7
1994	6 46	-73 42	0	1 9	2000	6 04	-74 07	Sup	2 7
1994	7 07	-73 40	6	2 8	2000	6 03	-74 07	5	2 8
1994	6 44	-73 39	6	3 4	2000	6 67	-74 06	14	3 1
1994	6 43	-73 39	5	3 8	2000	3 95	-74 06	10	3 2
1994	5 55	-73 37	0	2 8	2000	3 92	-74 04	Sup	2 8
1994	4 94	-73 16	20	2 7	2000	6 01	-74 04	Sup	2 3
1994	4 94	-73 13	0	2 5	2000	6 72	-74 04	Sup	2 5
1994	7 17	-73 11	0	2 9	2000	6 23	-74 04	7	2 5
1994	6 68	-73 09	0	2 8	2000	3 95	-74 03	Sup	2 8
1994	5 69	-73 08	0	1 6	2000	6 08	-74 03	Sup	2 6
1994	5 84	-73 08	0	1 3	2000	5 64	-74 02	21	2 9
1994	6 62	-73 07	0	2 9	2000	6 23	-74 02	15	2 1
1994	5 24	-73 06	8	2 3	2000	6 01	-74 02	12	2 8
1994	5 25	-73 06	5	2 0	2000	3 86	-74 01	Sup	2 5
1994	5 90	-73 06	0	1 2	2000	6 31	-74 00	Sup	2 3
1994	5 67	-73 04	26	1 1	2000	6 27	-74 00	6	1 7
1994	5 29	-73 02	11	2 3	2000	6 36	-74 00	10	2 4
1994	4 80	-73 00	12	2 3	2000	6 28	-73 98	Sup	3 9
1994	6 08	-73 00	0	1 2	2000	6 28	-73 98	Sup	2 7
1994	6 48	-72 97	20	2 0	2000	4 93	-73 98	33	1 8
1994	5 78	-72 95	13	2 1	2000	6 77	-73 98	16	2 3
1994	4 92	-72 92	0	1 6	2000	6 06	-73 97	Sup	3 8
1994	4 82	-72 88	0	2 2	2000	6 23	-73 97	15	2 7
1994	5 89	-72 88	0	1 3	2000	6 37	-73 97	14	2 0
1994	5 60	-72 82	0	2 2	2000	6 39	-73 94	6	2 3
1994	6 73	-72 79	0	2 8	2000	4 02	-73 94	32	2 8
1994	5 87	-72 78	0	2 8	2000	6 35	-73 94	32	2 9
1994	5 57	-72 66	0	3 8	2000	6 70	-73 94	14	1 8
1994	5 62	-72 57	0	3 0	2000	6 24	-73 93	Sup	1 2
1994	5 57	-72 54	5	2 9	2000	5 54	-73 93	32	2 5
1994	5 17	-72 54	0	3 1	2000	6 20	-73 92	Sup	2 6
1994	5 52	-72 53	0	2 6	2000	6 20	-73 91	Sup	2 8
1994	6 19	-72 25	8	3 8	2000	6 35	-73 90	Sup	2 9
1994	5 81	-72 24	0	2 5	2000	6 20	-73 90	5	2 7
1994	7 00	-72 18	0	2 9	2000	6 32	-73 89	Sup	2 3
1994	7 09	-72 12	0	2 8	2000	6 57	-73 86	9	2 7
1994	5 51	-72 00	0	1 6	2000	6 35	-73 85	Sup	4 2
1994	7 20	-71 96	0	2 8	2000	6 38	-73 84	27	1 8
1994	7 25	-71 81	8	3 3	2000	6 19	-73 83	Sup	2 4
1995	5 16	-75 30	Sup	1 6	2000	6 96	-73 82	24	1 6
1995	4 40	-75 30	0	2 8	2000	4 63	-73 81	Sup	1 5

1995	4 70	-75 21	16	2 4	2000	6 40	-73 80	Sup	2 6
1995	4 55	-75 18	Sup	2 4	2000	6 43	-73 79	32	3 1
1995	5 99	-75 18	Sup	3 5	2000	4 35	-73 78	Sup	3 2
1995	5 98	-75 18	6	3 5	2000	6 04	-73 77	11	2 8
1995	6 01	-75 16	Sup	3 3	2000	5 28	-73 75	32	3 3
1995	5 56	-75 16	24	2 2	2000	4 27	-73 74	Sup	3 4
1995	6 01	-75 15	Sup	3 2	2000	4 36	-73 74	9	2 7
1995	4 56	-75 14	32	2 2	2000	4 56	-73 73	Sup	2 5
1995	5 12	-75 10	Sup	3 0	2000	6 99	-73 73	14	2 4
1995	5 12	-75 10	Sup	2 9	2000	6 49	-73 71	33	3 8
1995	5 13	-75 10	Sup	2 6	2000	6 49	-73 68	32	3 7
1995	5 13	-75 10	9	1 2	2000	4 61	-73 66	Sup	2 9
1995	5 12	-75 07	Sup	2 3	2000	5 57	-73 66	23	1 9
1995	5 12	-75 06	Sup	2 5	2000	6 64	-73 64	Sup	3 1
1995	4 39	-75 04	Sup	3 4	2000	7 18	-73 64	Sup	2 5
1995	4 65	-75 04	Sup	2 6	2000	5 40	-73 63	Sup	2 9
1995	5 16	-75 02	Sup	4 0	2000	4 64	-73 61	Sup	2 4
1995	5 98	-75 01	23	1 5	2000	4 33	-73 61	9	2 5
1995	5 56	-74 97	Sup	2 2	2000	6 82	-73 61	12	3 3
1995	6 33	-74 97	8	2 7	2000	6 58	-73 60	21	2 4
1995	5 57	-74 96	8	1 6	2000	7 18	-73 58	18	1 7
1995	4 48	-74 95	32	3 1	2000	6 35	-73 57	11	2 8
1995	5 92	-74 93	Sup	1 9	2000	5 19	-73 55	12	2 3
1995	5 94	-74 92	Sup	1 8	2000	6 55	-73 53	Sup	2 9
1995	4 62	-74 92	9	2 5	2000	4 68	-73 52	Sup	1 4
1995	4 81	-74 92	32	2 7	2000	5 23	-73 50	Sup	2 0
1995	4 65	-74 91	33	2 2	2000	6 80	-73 49	Sup	1 5
1995	5 36	-74 91	32	3 0	2000	5 35	-73 49	28	1 9
1995	5 03	-74 90	Sup	2 9	2000	4 67	-73 46	Sup	2 2
1995	4 74	-74 90	15	3 4	2000	4 74	-73 45	17	2 7
1995	5 18	-74 89	Sup	2 0	2000	4 74	-73 44	Sup	1 9
1995	5 91	-74 89	Sup	1 6	2000	6 47	-73 44	Sup	2 7
1995	5 28	-74 89	6	1 7	2000	7 11	-73 36	Sup	2 8
1995	4 69	-74 89	12	3 0	2000	6 37	-73 36	30	2 2
1995	5 29	-74 88	9	2 1	2000	4 55	-73 34	28	1 5
1995	5 92	-74 86	Sup	2 3	2000	6 76	-73 34	15	2 4
1995	4 50	-74 86	28	3 1	2000	5 70	-73 33	Sup	2 2
1995	4 68	-74 84	Sup	2 7	2000	6 66	-73 33	28	1 7
1995	5 52	-74 84	Sup	1 9	2000	4 91	-73 32	Sup	2 3
1995	5 46	-74 83	18	2 7	2000	7 11	-73 32	6	2 5
1995	7 24	-74 82	0	2 3	2000	5 32	-73 31	Sup	2 0
1995	5 63	-74 81	Sup	2 3	2000	4 99	-73 28	Sup	2 0
1995	5 64	-74 81	Sup	2 8	2000	5 08	-73 26	Sup	2 2
1995	5 66	-74 81	Sup	2 3	2000	5 23	-73 25	16	2 2
1995	4 62	-74 80	Sup	1 6	2000	6 38	-73 21	32	2 3
1995	4 77	-74 80	29	3 2	2000	5 03	-73 21	19	2 4
1995	6 61	-74 79	32	2 4	2000	6 74	-73 20	Sup	2 9
1995	5 25	-74 79	18	3 2	2000	6 73	-73 18	Sup	3 2
1995	4 74	-74 79	12	3 0	2000	4 88	-73 18	5	2 9
1995	4 69	-74 78	Sup	2 8	2000	5 17	-73 17	Sup	2 1
1995	4 68	-74 78	9	3 8	2000	5 82	-73 17	Sup	2 4
1995	5 08	-74 77	18	3 1	2000	5 83	-73 17	Sup	2 7
1995	4 76	-74 76	29	3 0	2000	5 82	-73 12	Sup	2 6
1995	4 68	-74 75	Sup	2 8	2000	6 69	-73 12	Sup	3 0
1995	7 03	-74 75	Sup	2 7	2000	6 25	-73 11	Sup	2 4
1995	4 85	-74 75	9	2 3	2000	5 10	-73 10	Sup	2 1
1995	4 99	-74 75	14	2 6	2000	5 11	-73 10	Sup	1 9
1995	4 75	-74 74	Sup	1 9	2000	5 11	-73 09	Sup	4 5
1995	6 34	-74 74	Sup	2 2	2000	5 11	-73 09	Sup	2 2
1995	6 58	-74 74	32	2 1	2000	6 68	-73 09	Sup	3 0
1995	6 41	-74 74	14	1 8	2000	5 08	-73 08	Sup	2 5
1995	5 45	-74 73	Sup	2 8	2000	4 88	-73 07	Sup	2 3
1995	5 65	-74 73	Sup	3 4	2000	5 05	-73 07	Sup	2 5
1995	5 04	-74 73	12	3 0	2000	5 06	-73 07	Sup	2 2
1995	4 74	-74 72	Sup	2 8	2000	6 05	-73 07	Sup	2 6
1995	6 31	-74 72	Sup	1 4	2000	5 57	-73 06	Sup	2 1
1995	6 88	-74 72	Sup	2 8	2000	5 63	-73 04	Sup	2 3
1995	4 50	-74 72	9	2 9	2000	5 66	-73 04	Sup	2 3
1995	4 75	-74 72	32	2 7	2000	5 25	-73 04	9	3 3
1995	4 74	-74 71	Sup	2 6	2000	6 31	-73 03	Sup	2 0
1995	4 74	-74 71	Sup	2 4	2000	6 70	-73 02	16	2 5
1995	4 77	-74 71	Sup	2 3	2000	5 99	-73 00	Sup	3 2
1995	4 78	-74 71	Sup	2 7	2000	5 19	-72 97	Sup	3 8
1995	5 04	-74 71	Sup	2 1	2000	5 73	-72 97	Sup	2 9
1995	6 89	-74 71	Sup	2 4	2000	5 61	-72 96	Sup	2 9
1995	7 22	-74 71	Sup	2 0	2000	5 99	-72 96	Sup	2 9
1995	4 74	-74 70	Sup	2 5	2000	6 13	-72 96	Sup	2 1
1995	4 75	-74 70	Sup	2 5	2000	5 65	-72 96	12	3 0
1995	4 86	-74 70	Sup	1 9	2000	5 44	-72 95	Sup	2 6
1995	4 75	-74 69	Sup	3 0	2000	4 89	-72 94	Sup	2 7
1995	4 75	-74 69	Sup	2 9	2000	6 86	-72 94	Sup	3 2
1995	4 75	-74 69	Sup	2 6	2000	6 64	-72 94	22	2 7
1995	6 09	-74 69	5	3 3	2000	6 68	-72 93	Sup	2 3
1995	5 27	-74 69	21	2 5	2000	5 69	-72 92	Sup	2 9
1995	4 70	-74 68	Sup	2 4	2000	5 23	-72 91	Sup	3 7
1995	4 74	-74 68	Sup	2 8	2000	5 32	-72 91	Sup	3 2
1995	4 74	-74 68	Sup	2 2	2000	6 70	-72 91	27	3 3

1995	4 01	-74 15	Sup	4 0
1995	6 09	-74 15	7	2 6
1995	6 70	-74 15	15	2 5
1995	6 02	-74 14	Sup	2 5
1995	6 79	-74 14	32	3 3
1995	4 01	-74 13	Sup	2 8
1995	4 03	-74 13	Sup	2 5
1995	6 68	-74 13	32	2 4
1995	6 84	-74 13	32	2 6
1995	4 23	-74 13	0	3 2
1995	5 90	-74 12	13	2 3
1995	4 00	-74 11	Sup	2 8
1995	6 05	-74 11	Sup	1 8
1995	5 42	-74 11	6	2 5
1995	3 83	-74 10	Sup	2 8
1995	5 84	-74 10	0	2 2
1995	6 90	-74 09	14	3 0
1995	3 81	-74 07	Sup	2 3
1995	4 01	-74 07	Sup	2 6
1995	6 53	-74 04	6	3 3
1995	3 74	-74 03	Sup	3 5
1995	4 04	-74 03	Sup	2 8
1995	5 76	-74 03	Sup	2 4
1995	4 86	-74 02	Sup	1 4
1995	3 69	-74 01	Sup	1 9
1995	4 34	-74 00	Sup	3 4
1995	4 30	-73 99	Sup	2 2
1995	5 85	-73 98	24	2 6
1995	3 85	-73 97	Sup	2 8
1995	6 97	-73 97	32	3 1
1995	6 04	-73 97	12	1 6
1995	6 84	-73 95	32	2 5
1995	6 15	-73 94	33	1 5
1995	6 80	-73 94	32	1 9
1995	6 86	-73 94	32	2 9
1995	6 76	-73 94	17	2 9
1995	6 71	-73 94	12	3 3
1995	4 17	-73 92	Sup	3 1
1995	4 74	-73 92	10	2 1
1995	4 22	-73 90	Sup	2 8
1995	4 24	-73 89	Sup	2 5
1995	6 37	-73 89	Sup	3 1
1995	6 44	-73 88	Sup	2 6
1995	4 37	-73 85	Sup	2 2
1995	6 37	-73 85	Sup	3 3
1995	3 85	-73 82	19	2 1
1995	4 46	-73 80	Sup	2 1
1995	6 17	-73 76	7	2 7
1995	6 90	-73 74	Sup	2 5
1995	6 02	-73 70	11	2 2
1995	4 59	-73 69	Sup	1 2
1995	5 41	-73 69	13	2 9
1995	6 32	-73 67	Sup	2 7
1995	5 52	-73 66	Sup	4 8
1995	6 72	-73 64	12	2 8
1995	5 26	-73 59	Sup	2 4
1995	6 88	-73 58	21	1 5
1995	5 48	-73 56	Sup	2 4
1995	5 43	-73 56	12	2 2
1995	4 85	-73 34	0	2 3
1995	5 94	-73 31	32	2 2
1995	4 87	-73 30	Sup	2 3
1995	4 53	-73 29	Sup	2 1
1995	5 13	-73 29	Sup	1 4
1995	5 24	-73 29	Sup	2 2
1995	5 25	-73 25	Sup	2 5
1995	5 63	-73 23	9	1 7
1995	5 01	-73 22	Sup	1 7
1995	5 19	-73 21	Sup	2 5
1995	5 20	-73 15	Sup	2 7
1995	5 05	-73 14	Sup	2 7
1995	5 09	-73 14	Sup	1 9
1995	4 99	-73 13	Sup	2 1
1995	5 16	-73 13	Sup	3 0
1995	5 16	-73 13	Sup	2 9
1995	5 17	-73 13	Sup	2 1
1995	5 18	-73 13	Sup	2 5
1995	5 01	-73 13	0	2 7
1995	5 18	-73 12	Sup	2 6
1995	4 99	-73 11	Sup	2 4
1995	5 21	-73 11	Sup	2 3
1995	5 24	-73 11	Sup	2 0
1995	5 18	-73 11	7	1 7
1995	5 18	-73 11	5	2 4
1995	4 97	-73 11	0	2 6
1995	5 13	-73 11	0	2 8

1995	5 14	-74 67	18	3 1	2000	5 67	-72 86	18	1 8
1995	6 72	-74 67	12	2 2	2000	5 06	-72 85	Sup	3 0
1995	5 06	-74 67	11	2 6	2000	5 49	-72 85	Sup	3 1
1995	4 78	-74 66	Sup	2 0	2000	5 62	-72 84	Sup	2 6
1995	4 59	-74 65	Sup	3 4	2000	5 09	-72 83	6	3 1
1995	5 04	-74 65	Sup	3 1	2000	6 01	-72 81	Sup	2 1
1995	4 77	-74 65	32	2 5	2000	5 54	-72 79	Sup	3 6
1995	5 05	-74 65	16	3 2	2000	5 73	-72 77	Sup	2 3
1995	5 22	-74 65	15	2 7	2000	6 80	-72 75	Sup	2 3
1995	5 23	-74 65	13	1 8	2000	4 78	-72 73	Sup	3 2
1995	4 94	-74 65	12	2 3	2000	4 93	-72 69	12	2 3
1995	4 75	-74 64	11	3 0	2000	6 36	-72 68	33	2 4
1995	4 68	-74 63	Sup	2 0	2000	5 34	-72 68	11	3 6
1995	4 83	-74 63	Sup	2 5	2000	5 77	-72 67	Sup	2 9
1995	4 90	-74 63	8	2 7	2000	5 01	-72 66	Sup	1 5
1995	4 88	-74 62	Sup	2 2	2000	5 52	-72 66	5	2 2
1995	6 58	-74 62	32	2 7	2000	7 03	-72 62	22	2 0
1995	4 95	-74 62	14	3 6	2000	5 21	-72 61	32	3 0
1995	6 89	-74 61	9	1 8	2000	5 96	-72 58	Sup	1 6
1995	5 44	-74 61	20	1 5	2000	5 53	-72 58	9	2 9
1995	4 87	-74 60	Sup	2 9	2000	5 07	-72 54	Sup	2 9
1995	5 96	-74 60	Sup	2 0	2000	5 82	-72 53	Sup	2 4
1995	4 88	-74 60	16	4 4	2000	5 91	-72 52	Sup	2 8
1995	4 90	-74 60	13	3 2	2000	5 80	-72 49	Sup	2 5
1995	6 40	-74 60	11	2 7	2000	5 95	-72 47	Sup	3 2
1995	6 39	-74 59	14	2 5	2000	5 94	-72 44	Sup	2 9
1995	5 61	-74 58	Sup	2 3	2000	5 82	-72 33	17	2 4
1995	5 24	-74 58	15	1 8	2000	5 49	-72 24	Sup	2 9
1995	4 87	-74 57	Sup	3 1	2000	7 09	-72 15	16	3 2
1995	6 86	-74 57	Sup	2 9	2000	6 64	-72 14	14	3 1
1995	4 98	-74 57	32	2 6	2000	7 20	-72 13	11	2 8
1995	5 86	-74 54	Sup	3 0	2000	6 66	-72 12	15	2 0
1995	6 45	-74 54	Sup	2 9	2000	6 64	-72 11	15	2 8
1995	5 15	-74 52	Sup	1 7	2000	7 12	-72 10	9	3 5
1995	7 00	-74 52	32	3 0	2000	6 62	-72 09	13	3 0
1995	5 33	-74 51	Sup	2 1	2000	6 60	-72 07	Sup	2 5
1995	5 13	-74 51	8	1 8	2000	6 94	-72 07	13	1 5
1995	6 92	-74 51	33	3 8	2000	6 64	-72 06	7	2 4
1995	5 27	-74 51	31	2 0	2000	6 65	-72 04	Sup	3 0
1995	6 83	-74 51	26	2 6	2000	6 59	-72 04	13	3 0
1995	5 12	-74 49	24	1 9	2000	6 96	-72 03	27	2 0
1995	3 65	-74 48	Sup	3 0	2000	6 64	-72 03	22	1 8
1995	3 67	-74 47	Sup	3 1	2000	6 67	-72 03	14	2 9
1995	6 77	-74 46	Sup	3 1	2000	6 63	-72 02	15	2 2
1995	6 72	-74 46	5	2 4	2000	6 76	-71 98	32	3 0
1995	5 53	-74 45	16	3 0	2000	6 52	-71 97	27	2 4
1995	5 67	-74 44	26	2 1	2000	6 71	-71 96	Sup	2 0
1995	5 88	-74 43	8	2 7	2000	6 69	-71 96	16	4 3
1995	7 10	-74 43	32	2 5	2000	6 63	-71 96	11	2 4
1995	5 32	-74 43	26	2 3	2000	6 61	-71 94	8	3 7
1995	5 81	-74 42	19	2 7	2000	6 69	-71 94	25	2 7
1995	5 32	-74 41	24	2 0	2000	6 64	-71 92	11	3 1
1995	6 30	-74 40	32	2 3	2000	6 68	-71 89	6	3 0
1995	5 61	-74 40	30	2 6	2000	6 63	-71 88	Sup	2 2
1995	5 66	-74 40	25	3 4	2000	6 60	-71 86	10	2 4
1995	5 68	-74 38	24	2 9	2000	6 68	-71 78	Sup	4 3
1995	7 00	-74 37	32	2 1					
1995	5 70	-74 37	25	2 2					
1995	5 32	-74 36	Sup	1 5					
1995	6 15	-74 36	Sup	1 2					
1995	6 82	-74 36	32	3 2					
1995	5 63	-74 34	Sup	3 2					
1995	6 37	-74 33	Sup	2 1					
1995	5 68	-74 32	Sup	2 4					
1995	6 27	-74 32	Sup	2 7					
1995	6 27	-74 31	Sup	2 5					
1995	5 78	-74 31	24	1 9					
1995	6 61	-74 30	Sup	2 8					
1995	5 80	-74 30	18	2 0					
1995	5 30	-74 29	Sup	2 1					
1995	5 92	-74 29	20	2 4					
1995	6 10	-74 28	Sup	2 2					
1995	6 32	-74 28	Sup	2 8					
1995	5 33	-74 28	18	3 2					
1995	6 74	-74 27	32	2 2					
1995	5 44	-74 26	22	2 5					
1995	6 12	-74 26	12	3 0					
1995	3 68	-74 25	Sup	2 0					
1995	3 76	-74 25	Sup	2 6					
1995	4 15	-74 25	Sup	2 5					
1995	6 19	-74 25	Sup	2 6					
1995	3 71	-74 21	Sup	2 3					
1995	6 13	-74 21	Sup	2 4					
1995	6 01	-74 20	Sup	2 6					
1995	4 03	-74 19	Sup	3 4					
1995	5 61	-74 19	24	2 6					
1995	6 08	-74 18	6	3 7					

**ANEXO 4**  
**Datos de precipitación mensual de las estaciones “Villa Carmen”**  
**y “Las Minas” para la evaluación de la amenaza**  
**hidrometeorológica**

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)

LATITUD: 0,532 Norte  
 LONGITUD: 73,30 Oeste  
 ELEVACIÓN: 2600 m s n.m

TIPO EST: CP  
 ENTIDAD: 01 IDEAM  
 REGIONAL: 06 BOYACÁ-CASAN

ESTACIÓN: 2401522 "VILLA CARMEN"  
 MUNICIPIO: SAMACÁ (BOYACÁ)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1969	74,5	30,6	35,5	137,2	67,4	20,8	24,5	11,7	38,4	142,4	72,0	29,3	684,3
1970	26,6	10,6	8,5	41,0	104,3	20,8	39,8	30,2	50,2	103,4	118,4	15,0	568,8
1971	48,2	76,8	99,7	78,1	162,4	27,7	27,0	19,4	41,3	95,4	115,9	78,0	869,9
1972	49,0	36,7	81,6	226,2	59,4	26,1	40,5	28,4	19,6	47,5	84,5	32,2	731,7
1973	0,0	0,0	64,5	66,0	50,6	68,8	69,1	57,9	111,2	84,6	123,0	61,1	756,8
1974	31,1	70,6	99,0	154,5	47,9	38,5	9,3	35,8	77,6	84,7	111,3	30,0	790,3
1975	0,4	72,4	29,5	67,8	55,9	44,6	47,9	59,6	40,1	72,5	26,8	155,7	673,2
1976	42,5	60,5	144,6	141,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	388,7
1977	8,0	4,7	107,0	77,6	28,5	0,0	17,8	32,8	0,0	106,0	118,0	2,2	502,6
1978	0,2	32,7	71,2	173,1	90,9	19,2	27,3	30,0	61,6	108,2	47,0	31,9	693,3
1979	31,3	9,6	84,1	159,5	86,2	68,4	28,0	79,2	36,3	162,0	174,1	55,3	974,0
1980	17,2	31,5	28,1	53,1	51,6	80,9	32,4	27,6	66,8	66,3	74,1	52,8	582,4
1981	25,7	57,5	19,2	174,0	221,6	48,7	16,5	72,4	20,2	83,6	125,1	38,6	903,1
1982	67,1	31,5	124,7	129,0	40,2	21,6	19,8	15,4	30,6	85,2	93,1	28,2	686,4
1983	7,0	56,7	41,7	156,0	71,5	22,1	18,8	29,0	18,5	48,6	60,1	48,2	578,2
1984	58,4	59,6	54,8	0,0	61,1	76,8	0,0	46,0	76,4	82,0	32,8	37,7	585,6
1985	11,7	25,7	87,6	103,6	49,9	26,3	44,6	25,6	73,6	202,2	110,5	50,3	811,6
1986	27,3	112,9	46,5	0,0	22,5	32,2	26,9	20,6	72,4	167,2	113,5	1,8	643,8
1987	4,7	12,6	47,1	76,0	73,9	24,7	50,6	33,7	36,9	159,8	48,1	46,7	614,8
1988	17,4	85,0	29,0	81,3	29,2	85,5	33,2	21,1	106,8	122,9	194,9	84,0	890,3
1989	9,5	61,3	173,2	34,7	67,1	29,0	55,9	22,1	39,7	37,9	53,7	26,0	610,1
1990	28,1	42,3	80,8	132,5	99,2	28,1	22,7	21,8	21,3	95,9	55,7	62,6	691,0
1991	0,2	11,3	108,4	70,3	54,2	27,3	36,4	32,6	30,1	43,5	128,1	10,5	552,9
1992	60,9	59,6	35,1	67,1	41,0	17,4	16,6	23,8	105,1	4,7	190,4	25,9	647,6
1993	31,2	45,5	47,6	53,7	112,5	27,3	36,9	19,4	26,8	30,5	108,7	33,5	573,6
1994	35,2	63,3	74,1	84,0	84,7	41,4	39,5	22,9	49,2	144,0	163,5	2,4	804,2
1995	1,3	65,1	142,8	37,6	64,1	51,5	26,5	52,8	27,8	60,3	86,5	82,9	699,2
1996	70,2	30,2	129,7	42,5	74,5	57,5	41,1	0,0	22,7	171,3	58,0	28,2	725,9
1997	109,7	12,1	40,3	51,0	22,0	30,0	23,1	14,3	32,2	94,3	47,5	12,6	489,1
1998	0,0	0,0	0,0	29,6	172,2	32,6	65,2	41,8	36,1	112,2	66,2	0,0	555,9
1999	39,3	104,9	61,0	73,8	25,7	43,4	18,9	22,6	96,2	51,3	79,8	62,1	679,0
2000	45,9	86,2	129,5	52,3	44,5	89,2	35,1	34,1	67,6	94,7	83,3	23,3	785,7
2001	3,2	38,0	93,3	6,0	35,6	24,6	0,0	19,2	73,5	19,8	53,2	44,3	410,7



VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)

LATITUD: 0,529 Norte  
 LONGITUD: 73,32 Oeste  
 ELEVACIÓN: 2800 m s n m

TIPO EST: PM  
 ENTIDAD: 01 IDEAM  
 REGIONAL: 06 BOYACÁ-CASAN

ESTACIÓN: 2401080 "LAS MINAS"  
 MUNICIPIO: SAMACÁ (BOYACÁ)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1979	7,0	57,1	72,0	142,9	97,8	89,6	85,2	63,1	33,0	176,0	166,0	63,0	1052,7
1980	29,1	65,0	24,0	174,0	76,0	162,0	108,0	66,0	83,0	92,0	88,0	72,0	1039,1
1981	28,0	40,0	29,0	216,5	156,1	79,3	47,3	68,1	40,8	118,3	200,3	59,3	1083,0
1982	27,5	68,1	134,7	173,8	70,8	47,2	64,8	64,3	35,1	59,7	92,3	36,7	875,0
1983	0,0	67,4	36,2	105,2	86,6	29,6	73,6	36,4	9,7	72,0	89,2	44,6	650,5
1984	44,2	31,4	70,3	120,8	78,7	88,2	86,1	66,2	96,8	75,9	70,3	37,0	865,9
1985	52,1	10,1	92,7	113,9	66,3	86,8	103,0	41,5	87,3	206,3	97,8	31,6	989,4
1986	6,5	48,8	77,2	85,6	81,8	97,3	91,5	44,2	63,5	200,5	140,4	3,7	941,0
1987	29,3	5,7	31,4	123,1	103,8	55,6	75,2	80,4	32,2	168,7	33,6	42,0	781,0
1988	61,1	69,4	32,3	97,9	56,0	110,5	60,8	19,5	113,2	130,8	142,4	51,8	945,7
1989	13,9	91,3	188,9	37,6	85,9	29,9	91,9	34,6	43,7	58,2	49,1	35,2	760,2
1990	12,3	54,1	78,6	114,1	134,7	50,6	72,6	54,5	45,9	107,1	40,1	86,7	851,3
1991	0,0	16,1	128,3	85,8	71,6	48,1	76,6	103,1	61,9	43,9	137,7	12,6	785,7
1992	84,9	47,3	64,9	59,0	81,7	61,2	80,5	78,5	61,1	4,3	194,8	22,0	840,2
1993	11,6	63,3	57,1	51,4	142,0	84,7	68,1	44,8	54,1	49,7	109,5	9,0	745,3
1994	63,6	61,1	206,3	70,1	93,5	73,5	90,9	63,8	95,2	192,4	117,2	20,4	1148,0
1995	0,0	111,9	111,2	108,7	70,7	77,1	28,5	76,8	68,5	74,8	51,5	120,2	899,9
1996	49,2	105,7	70,4	22,3	120,3	90,6	117,4	59,9	57,2	90,9	58,8	98,0	940,7
1997	91,9	21,2	83,2	75,3	36,0	35,1	102,6	53,4	25,7	72,9	80,3	12,4	690,0
1998	17,1	53,1	97,9	47,5	137,8	86,7	93,9	58,5	52,2	142,2	42,4	115,2	944,5
1999	0,0	0,0	97,1	70,4	51,9	70,5	35,9	21,2	144,6	121,8	90,9	76,1	780,4
2000	47,3	84,8	219,6	86,3	55,1	64,8	72,5	56,9	60,4	73,5	100,8	32,5	954,5
2001	5,0	45,2	132,4	16,3	43,6	69,1	40,1	93,7	69,1	38,0	68,5	31,2	652,2