



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE GEOGRAFÍA  
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ZONIFICACION DE RIESGO A MOVIMIENTOS EN MASA EN LA CUENCA DEL  
RÍO SAN DIEGO, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO

Bachiller: Berguett González, Félix Adrián

Bachiller: Torres Hidalgo, Richard Manuel

Tutor Académico: Prof. Jairo Mejía

Tutor Institucional: Lic. Marylin Ch. Manchego M.

Caracas Febrero 2.017

## Índice de Contenidos

Pag.

### INTRODUCCIÓN

Capítulo 1.

#### MARCO LÓGICO

1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos generales y específicos.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Delimitación espacial.....	5

Capítulo 2.

#### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 antecedentes de la investigación.....	8
2.2 Marco teórico-conceptual.....	11
2.3 Caracterización físico-natural.....	18
2.4 Caracterización socio-económica.....	26

Capítulo 3.

#### MARCO JURÍDICO

3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.....	33
3.2 Ley de Gestión de Riesgo Socio-naturales y Tecnológicos.....	33
3.3 Norma COVENIN 3661. Gestión de Riesgos, Emergencias y Desastres.....	34
3.4 Norma COVENIN 3615. Guía para la conformación del Comité de Atención de Emergencia Local.....	35

3.5 Ordenanza sobre Protección Civil y Administración del municipio San Diego.	35
3.6 Declaratoria del Parque Nacional Miguel José Sanz en San Esteban.....	35
3.7 Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Parque Nacional San Esteban.....	35

Capítulo 4.

**MARCO METODOLÓGICO**

4.1 Metodología.....	36
4.2 Tipo de investigación.....	38
4.3 Variables e indicadores.....	39
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
4.5 Técnicas de interpretación de datos.....	41

Capítulo 5.

**ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS**

5.1 Análisis de los componentes físico-naturales.....	42
5.1.1 Precipitación.....	42
5.1.2 Pendiente.....	46
5.1.3 Mapa de Unidades Geomorfológicas y Procesos Morfodinámicos.....	49
5.1.4 Vegetación.....	63
5.1.5 Hidrografía.....	68
5.1.6 Geología.....	72
5.2 Zonificación de la susceptibilidad.....	81
5.3 Zonificación de la amenaza.....	90
5.3.2 Amenaza ante movimientos en masa.....	94

## Capítulo 6.

### **VULNERABILIDAD**

6.1 Vulnerabilidad social.....	96
Definición de los indicadores para determinar condiciones de vulnerabilidad social en el área de estudio.....	98
Condiciones socio económicas de la población.....	100
Análisis de las Condiciones Socioeconómicas de la cuenca del río San Diego del estado Carabobo.....	108
Síntesis de las Condiciones Socioeconómicas.....	125
Análisis de las Características estructurales, físico-humanas y psíquico-sociales de la cuenca del río San Diego del Estado Carabobo.....	128
6.2 Vulnerabilidad final.....	143

## Capítulo 7.

### **ZONIFICACIÓN DE RIESGO ANTE MOVIMIENTOS EN MASA**

7.1 Método de zonificación.....	146
7.2 Áreas expuestas al riesgo ante la amenaza de movimientos en masa.....	146
7.3 Niveles de riesgo.....	149

Conclusiones y recomendaciones

Bibliografía

Anexos

## Índice de Cuadros

	<b>Pag.</b>
Cuadro N° 1 Clasificación de los Movimientos en Masa.....	17
Cuadro N° 2 Estaciones Meteorológicas Área de Estudio.....	19
Cuadro N° 3 Precipitación Media Mensual y Anual .....	20
Cuadro N° 4 Temperatura Media Mensual y Anual.....	21
Cuadro N° 5 Velocidad del Viento.....	21
Cuadro N° 6 Población por Sexo e Índice de Masculinidad.....	27
Cuadro N° 7 Grupos de Edad.....	28
Cuadro N° 8 Población de diez años y más por Condición de alfabetismo.....	28
Cuadro N° 9 Población de tres años y más que asiste a planteles educativos....	29
Cuadro N° 10 Población económicamente Activa e Inactiva.....	29
Cuadro N° 11 Población Ocupada y Desocupada.....	30
Cuadro N° 12 Total de Viviendas Ocupadas y Servicio de Agua.....	30
Cuadro N° 13 Servicio de Cloacas.....	31
Cuadro N° 14 Servicio Eléctrico.....	31
Cuadro N° 15 Servicio de Recolección de Desechos Sólidos.....	32
Cuadro N° 16 Variables e Indicadores.....	40
Cuadro N° 17 Precipitación Media Anual Estaciones Meteorológicas.....	43
Cuadro N° 18 Precipitación Mensual por Estación Meteorológica.....	44
Cuadro N° 19 Rangos de Pendiente.....	46
Cuadro N° 20 Superficie de Unidades Geomorfológicas.....	52
Cuadro N° 21 Superficie de Procesos Geomorfológicos.....	61
Cuadro N° 22 Superficie Cobertura Vegetal.....	63

Cuadro N° 23 Coeficiente de Bifurcación.....	69
Cuadro N° 24 Cálculo de Densidad de Drenaje.....	70
Cuadro N° 25 Superficie de las Formaciones Geológicas.....	76
Cuadro N° 26 Susceptibilidad según tipo y estado de Movimiento en Masa.....	82
Cuadro N° 27 Susceptibilidad a Movimiento en Masa según Litología.....	83
Cuadro N° 28 Susceptibilidad a Movimiento Masa según Vegetación y Uso de la Tierra.....	85
Cuadro N° 29 Susceptibilidad a Movimiento en Masa según Pendiente.....	86
Cuadro N° 30 Áreas de Susceptibilidad.....	86
Cuadro N° 31 Susceptibilidad a Inundación según la Pendiente.....	88
Cuadro N° 32 Áreas de Susceptibilidad a Inundación según la Pendiente.....	88
Cuadro N° 33 Niveles de Amenaza a Procesos Geomorfológicos.....	95
Cuadro N° 34 Niveles de Amenaza a Inundación.....	95
Cuadro N° 35 Áreas de Amenaza.....	95
Cuadro N° 36 Nivel de Vulnerabilidad según Sexo y Edad.....	100
Cuadro N° 37 Nivel de Vulnerabilidad según nivel Educativo.....	101
Cuadro N° 38 Nivel de Vulnerabilidad según número de Analfabetas.....	102
Cuadro N° 39 Nivel de Vulnerabilidad según número de Viviendas.....	102
Cuadro N° 40 Nivel de Vulnerabilidad según Ingresos.....	103
Cuadro N° 41 Nivel de Vulnerabilidad según número de Discapacitados.....	103
Cuadro N° 42 Selección de la Muestra Empadronada.....	106
Cuadro N° 43 Viviendas Empadronadas por Segmento.....	107
Cuadro N° 44 Número de Habitantes por Segmento.....	108
Cuadro N° 45 Niveles de Vulnerabilidad según Número de Habitantes.....	109
Cuadro N° 46 Niveles de Vulnerabilidad según Sexo y Edad por Segmento....	111

Cuadro N° 47 Nivel de Vulnerabilidad según nivel educativo por Segmento.....	113
Cuadro N° 48 Nivel de Vulnerabilidad según número de Analfabetas por Segmento.....	114
Cuadro N° 49 Número de Analfabetas por Segmento.....	115
Cuadro N° 50 Nivel de Vulnerabilidad según número de Viviendas por Segmento.....	117
Cuadro N° 51 Número de Viviendas por Segmento.....	117
Cuadro N° 52 Porcentaje de Viviendas que cuentan con los Servicios de Equipamiento.....	120
Cuadro N° 53 Vulnerabilidad según nivel de Ingreso.....	120
Cuadro N° 54 Vulnerabilidad según nivel de Ingreso por Segmento.....	121
Cuadro N° 55 Nivel de Vulnerabilidad según el número de Discapacitados por Segmento.....	123
Cuadro N° 56 Número de Discapacitados por Segmento.....	123
Cuadro N° 57 Escala de Integración de Variables Socioeconómicas.....	125
Cuadro N° 58 Escala de rangos para definir los niveles de Vulnerabilidad según las Condiciones Socioeconómicas.....	125
Cuadro N° 59 Nivel de Vulnerabilidad según las Condiciones Socioeconómicas (CSE).....	126
Cuadro N° 60 Rangos de Vulnerabilidad.....	128
Cuadro N° 61 Niveles de Vulnerabilidad Estructural en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.....	129
Cuadro N° 62 Niveles de Vulnerabilidad Psíquico social en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.....	133
Cuadro N° 63 Niveles de Vulnerabilidad Físico Humanas en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.....	134
Cuadro N° 64 Resumen de la ponderación de las características Físico Humanas, Psíquico Sociales y Estructurales.....	140

Cuadro N° 65 Tabla de estandarización de los resultados a través de 4 rangos de Vulnerabilidad.....	141
Cuadro N° 66 Niveles de Vulnerabilidad Físico Humanas en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.....	141
Cuadro N° 67 Niveles de Vulnerabilidad Final.....	143
Cuadro N° 68 Tabla de estandarización de los resultados a través de 4 rangos de vulnerabilidad para determinar Riesgo.....	150



## Índice de Figuras y Gráficos

	<b>Pag.</b>
Figura N° 1 Caída de rocas.....	14
Figura N° 2 y 3 Basculamiento de columnas de roca.....	15
Figura N° 4 y 5 Separación lateral de Suelos y Rocas.....	15
Figura N° 6 Deslizamiento rotacional.....	16
Figura N° 7 Deslizamiento traslacional.....	16
Figura N° 8 Flujo de Detritos.....	17
Figura N° 9 Clasificación de los Factores Condicionantes y Desencadenantes del Terreno.....	18
Figura N° 10 Esquema de Deslizamiento Rotacional.....	53
Figura N° 11 Esquema de un deslizamiento Traslacional.....	57
Figura N° 12 Esquema de Caídas de Rocas.....	57
<hr/>	
Gráfico N° 1 Valores de Pendiente.....	47
Gráfico N° 2 Niveles de Vulnerabilidad Estructural en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.....	131
Gráfico N° 3 Niveles de Vulnerabilidad Psíquico Social en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.....	134
Gráfico N° 4 Niveles de Vulnerabilidad Físico Humanas en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.....	137

## Índice de Fotos

	<b>Pag.</b>
Foto N° 1 Filas de Montaña.....	51
Foto N° 2 Ladera de Montaña.....	52
Foto N° Vega Coluvio-Aluvial.....	53
Foto N° 4 Abanico Aluvial.....	54
Foto N° 5 Coronas de Despegue.....	58
Foto N° 6 Reptación.....	59
Foto N° 7 Cárcava.....	60
Foto N° 8 Licuefacción.....	61
Foto N° 9 y 10 Bosque Denso Nublado.....	63
Foto N° 11 y 12 Bosque de Galería.....	64
Foto N° 13 y 14 Herbazal Bajo Denso.....	64
Foto N° 15 y 16 Herbazal Bajo Ralo.....	65
Foto N° 17 y 18 Herbazal con Matorrales.....	65
Foto N° 19 y 20 Suelo sin Vegetación.....	66
Foto N° 21 y 22 Uso Residencial de San Diego.....	66
Foto N° 23 y 24 Cercanía de las Casas.....	130
Foto N° 25 y 26 Tipos de Casa.....	131
Foto N° 27, 28, 29 y 30 Tipo de Calle y Tendido Eléctrico.....	136
Foto N° 31 Organismo de Emergencia del sector.....	138
Foto N° 32 Casas. con Espacios Abiertos.....	138

## Índice de mapas

	<b>Pag.</b>
Mapa N° 1 Área de Estudio.....	6
Mapa N° 2 Pluviométrico.....	45
Mapa N° 3 Valores de Pendiente.....	48
Mapa N° 4 Unidades Geomorfológicas.....	55
Mapa N° 5 Procesos Geomorfológicos.....	62
Mapa N° 6 Cobertura Vegetal y Uso del Suelo.....	66
Mapa N° 7 Cuenca y SubCuencas.....	71
Mapa N° 8 Geológico Estructural.....	78
Mapa N° 9 Susceptibilidad.....	89
Mapa N° 10 Precipitación Crítica.....	92
Mapa N° 11 Precipitación como Factor Detonante.....	93
Mapa N° 12 Amenaza.....	96
Mapa N° 13 Vulnerabilidad según N° de habitantes.....	110
Mapa N° 14 Vulnerabilidad según Edad y Sexo.....	112
Mapa N° 15 Vulnerabilidad según Nivel Educativo.....	114
Mapa N° 16 Vulnerabilidad según N° de Analfabetas.....	116
Mapa N° 17 Vulnerabilidad según N° de Viviendas.....	118
Mapa N° 18 Vulnerabilidad según Nivel de Ingresos.....	122
Mapa N° 19 Vulnerabilidad según N° de Discapacitados.....	124
Mapa N° 20 Vulnerabilidad según Condiciones Socio económicas.....	127
Mapa N° 21 Vulnerabilidad según Condiciones Estructurales.....	132
Mapa N° 22 Vulnerabilidad según Condiciones Psíquico Sociales.....	135

Mapa N° 23 Vulnerabilidad según Condiciones Físico Humanas.....	139
Mapa N° 24 Vulnerabilidad Síntesis de las Encuestas .....	142
Mapa N° 25 Vulnerabilidad Final.....	145
Mapa N° 26 Niveles de Riesgo.....	148

## INTRODUCCIÓN

El propósito de presentar la siguiente investigación se debe a que en nuestro país, las grandes ciudades como Caracas, Maracay, Valencia, entre otras, han presentado un crecimiento de población con un ritmo muy acelerado en la última mitad del siglo pasado, mientras que la respuesta o la oferta para satisfacer las necesidades de esa población, de acuerdo a planes de ordenamiento y zonificación, ha sido muy escasa por parte de los entes gubernamentales. Dicho crecimiento ha traído como consecuencia que la misma población haya tenido que resolver de manera inmediata el problema habitacional, expandiéndose hacia áreas no aptas para tal fin, es decir, en zonas inestables como, zonas de laderas con fuertes pendientes y cauces o valles intramontanos, así como zonas distales de cauces (planicies aluviales), lo que hace necesario introducir el elemento riesgo como aspecto a considerar a la hora de la ocurrencia de algún evento natural cuyo desencadenamiento implique un desastre.

El Área de estudio en la presente investigación es la cuenca del río San Diego, ubicada en la parroquia urbana y municipio del mismo nombre, en el estado Carabobo. Esta investigación se llevó a cabo con el apoyo del Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), en el marco del “Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos” auspiciado por el Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología, a través de la “Misión Ciencias”.

El desarrollo de la investigación consistió en la evaluación de los aspectos físicos susceptibilidad y amenaza del área a procesos geomorfológicos; además del aspecto humano vulnerabilidad, los cuales se expresaron en un mapa síntesis, indicando los diferentes niveles de riesgo en la cuenca del río San Diego. Para ello se utilizó la metodología propuesta por INGEOMIN que consiste en la superposición de mapas de los factores que intervienen en los movimientos en masa (pendiente, litología, geomorfología, vegetación, usos del suelo, entre otros);

a los cuales previamente les fueron asignadas ponderaciones de acuerdo a su incidencia en la generación de estos procesos; y el mapa de densidad de movimientos, esto se conoce como el método estadístico bivariado para el análisis de la susceptibilidad.

## **Capítulo 1. Marco Lógico**

### 1.1 Planteamiento del Problema

La dinámica geodemográfica de las ciudades de Venezuela en el siglo XX se caracterizó por presentar un crecimiento acelerado, sin estar enmarcado dentro de una política de planificación de las mismas. La explotación del petróleo fue la causa principal de este crecimiento ya que produjo la gran migración de la gente del campo, a las que conocemos como nuestras ciudades tradicionales, porque las mismas se convirtieron en agentes dinamizantes del nuevo estilo de vida, siendo generadoras de empleo, y dejando a la actividad agrícola a un lado, mientras que las ciudades se asumían como símbolo de confort y calidad de vida.

Es en la ciudad donde se hace enfática la contradicción naturaleza-sociedad, ya que el enfoque de desarrollo ejerce su acción en detrimento del espacio geográfico, generando así la competencia entre los habitantes por la ocupación de los mejores espacios, lo que conlleva a su vez a la organización espacial.

En nuestros días el enfoque predominante de la organización espacial en áreas urbanas se hace con base a las potencialidades de las mismas, y de manera implícita se toma en cuenta la prevención del riesgo en aquellas que reflejen condiciones de inestabilidad, es decir, con características geotécnicas que reflejen vulnerabilidad.

La sociedad moderna se caracteriza por ser primordialmente urbana, esto significa que la población vive de manera concentrada en espacios, si se quiere reducidos, donde se conjugan una serie de factores sociales, económicos, científicos y tecnológicos que dan lugar a la manifestación de las desigualdades producidas por el tipo de relaciones sociales que tipifica a la sociedad actual.

Las áreas urbanas de todo el mundo, y particularmente las de los países subdesarrollados, presentan un sinnúmero de problemas (déficit en la prestación de servicios, deterioro del ambiente, delincuencia, entre otros) que

resultan de su excesivo crecimiento lo que sumado a la ocurrencia cada vez más frecuente de desastres de distinta magnitud, pone en cuestionamiento la sustentabilidad de estos asentamientos<sup>1</sup>.

Un número importante de ciudades se ubica en zonas propensas a un rango amplio de amenazas naturales, que se hacen más notorias debido a los niveles de población e infraestructura ahí concentrados y los niveles de vulnerabilidad social existentes. Además, de forma cada vez más notoria, el mismo proceso de urbanización y los cambios que se suscitan en las regiones que circundan las ciudades, modifican y transforman los elementos naturales existentes, creando nuevos tipos de riesgo o amplificando en intensidad y recurrencia los ya existentes.

En Venezuela en los últimos cuarenta años, la población ha pasado, de acuerdo al Censo de Población del año 1961, de 7.523.999 habitantes a 27.227.930<sup>2</sup> en el año 2011. Durante este período, aunque se elaboraron políticas que pretendían guiar la ordenación del territorio, y por consiguiente lograr una mejor distribución de la población mediante la estructuración de un sistema de ciudades en todo el territorio, estas no se ejecutaron exitosamente, teniendo como consecuencia el crecimiento acelerado de pocas ciudades del país que concentraban para el año 2001 el 88,4%<sup>3</sup> de la población total.

Debido a este crecimiento, nuestras ciudades alojan población mucho más allá del límite del área urbana habitable, produciéndose asentamientos en áreas no aptas para el desarrollo urbano (altas pendientes, cercanía de ríos y quebradas, sujetas a procesos de inestabilidad) lo que genera situaciones de peligro para esta población.

En los últimos años estos procesos vienen incrementándose por factores naturales y de carácter antrópico; por lo tanto es muy importante que se tomen decisiones políticas que permitan planificar el uso de los espacios; tomando en

---

<sup>1</sup> Riesgo y Ciudad (2000). Elizabeth Mansilla

<sup>2</sup> Dato del INE según Censo 2011

<sup>3</sup> IDEM



consideración las variables susceptibilidad, amenaza y riesgo. En esta investigación se evaluaron las variables susceptibilidad, amenaza y riesgo a movimientos en masa en la cuenca del río San Diego, municipio San Diego, parroquia urbana San Diego, estado Carabobo.

Esta investigación se llevó a cabo, como se mencionó anteriormente, con el apoyo del Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), en el marco del “Proyecto de Investigación Aplicada a la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos” auspiciado por el Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología, a través de la “Misión Ciencias”, cuyo objetivo es establecer las bases de un plan de determinación de riesgo en distintas zonas urbanas del país.

## 1.2 Objetivos de la investigación

### 1.2.1 Objetivo General

**Establecer la zonificación de riesgo a movimientos en masa de la cuenca del río San Diego.**

### 1.2.2 Objetivos específicos:

- Caracterizar el área desde el punto de vista físico-natural y socio-económico.
- Evaluar las variables que determinan la susceptibilidad a movimientos en masa, mediante la aplicación del método estadístico bivariado.
- Determinar los niveles de vulnerabilidad del área urbana.
- Elaborar la zonificación del área, de acuerdo los niveles de riesgo en la cuenca del río San Diego.

## 1.3 Justificación

En la zona Norte-costera de Venezuela, como en todas las regiones del país, se presentan con cierta regularidad eventos relacionados con amenazas de tipo geológico y geomorfológico, que en estas últimas décadas se han multiplicado, generando pérdidas humanas y materiales. Es necesario que la información acerca de dichos fenómenos sea accesible a las comunidades

para que tengan un mejor conocimiento acerca de los riesgos que estos generan y sus implicaciones.

Por otro lado, el crecimiento espontáneo de los asentamientos humanos, ha generado que se ocupen áreas que no son aptas para el uso urbano, por ejemplo, laderas de montañas donde; con el transcurrir del tiempo, han comenzado a presentarse procesos morfodinámicos, que incluyen desde reptación y deslizamientos hasta desprendimientos de grandes cantidades de material detrítico, entre otros movimientos en masa.

Para conocer cuales zonas pueden ser afectadas por movimientos en masa y tomar decisiones adecuadas en la planificación de la ocupación de un área, debe conocerse donde han ocurrido este tipo de procesos en el pasado, donde se presentan actualmente y, tomando en consideración las características de las diferentes zonas y en que lugar podrían ocurrir en el futuro. Esto se logra mediante la evaluación de la susceptibilidad de los terrenos, es decir, de acuerdo a las condiciones del área, la probabilidad de que fenómenos de este tipo se produzcan.

El que se cuente con un estudio de susceptibilidad que detecte finalmente zonas de riesgo, así como las variables que detonan los procesos geodinámicos, sería de gran utilidad para el ordenamiento territorial y el diseño de estrategias para dar respuestas a las necesidades de expansión urbana de las ciudades.

La cuenca del río San Diego se encuentra ubicada al noreste del municipio homónimo, en el centro del estado Carabobo, y se caracteriza por presentar: una zona montañosa de topografía muy accidentada cuya altitud asciende a los 1.890 m.s.n.m., en la parte alta de la cuenca. En esta zona el relieve se caracteriza por presentar entalles profundos y cuestas elevadas con pendientes superiores al 80%. La parte media de la cuenca desde el Cerro La Josefina hasta la parte distal del río sector La Cumaquita (entre 1.142.00 y 1.139.00 Coord. N), presenta pendientes promedio de 50%. A partir de aquí comienza la parte baja de la cuenca hacia el Sur, definida por una zona de relieve plano

donde está emplazada la ciudad de San Diego, a 463,5 m.s.n.m., aproximadamente, cuyas pendientes son inferiores al 5%.

El clima predominante es tropical lluvioso-seco, gracias a la influencia de los vientos norteros procedentes de la cordillera. La fila de Maco-Maco al Oriente de la ciudad, con una altitud de 995 metros, es la generadora de las masas frías impulsadas por los vientos alisios del noreste. El municipio presenta una temperatura anual promedio de 25,5°C y una precipitación de 1.100 mm anuales.

Los suelos en las parte baja de la cuenca son aluvionales producto de la acumulación del material transportado por el río, mientras en la parte más alta se encuentran suelos litosoles, suelos pedregosos sin desarrollo de perfil, con afloramientos rocosos.

En relación a la vegetación la cuenca en su parte baja propiamente en la ciudad de San Diego, se destacaban grandes sabanas con pastos naturales. Hacia el Norte donde comienza la zona de montaña, destacan los bosques bajo y medio semi deciduo, así como los bosques de galerías propios de las orillas del río San Diego y las quebradas que drena hacia este, siendo aquellas de régimen intermitente (Ver Mapa N° 6 Cobertura Vegetal).

#### 1.4 Delimitación espacial

El estudio se realizó tomando como unidad de análisis la cuenca del río San Diego, ubicada en la parroquia urbana San Diego, municipio San Diego del estado Carabobo (Ver Mapa N° 1). La cuenca del río San Diego constituye un microsistema de la sub-región central del sistema montañoso del Caribe que forma parte de una red de drenaje ubicada en la vertiente Sur de La Cordillera de la Costa, afluente del Lago de Valencia, y tiene una superficie de 3.420,96 ha.

La zona Norte de la cuenca se encuentra en la Cordillera de la Costa, mayormente ocupada por el Parque Nacional San Esteban, superando los 1.000 metros de altura, con una precipitación anual promedio de 1500 mm;

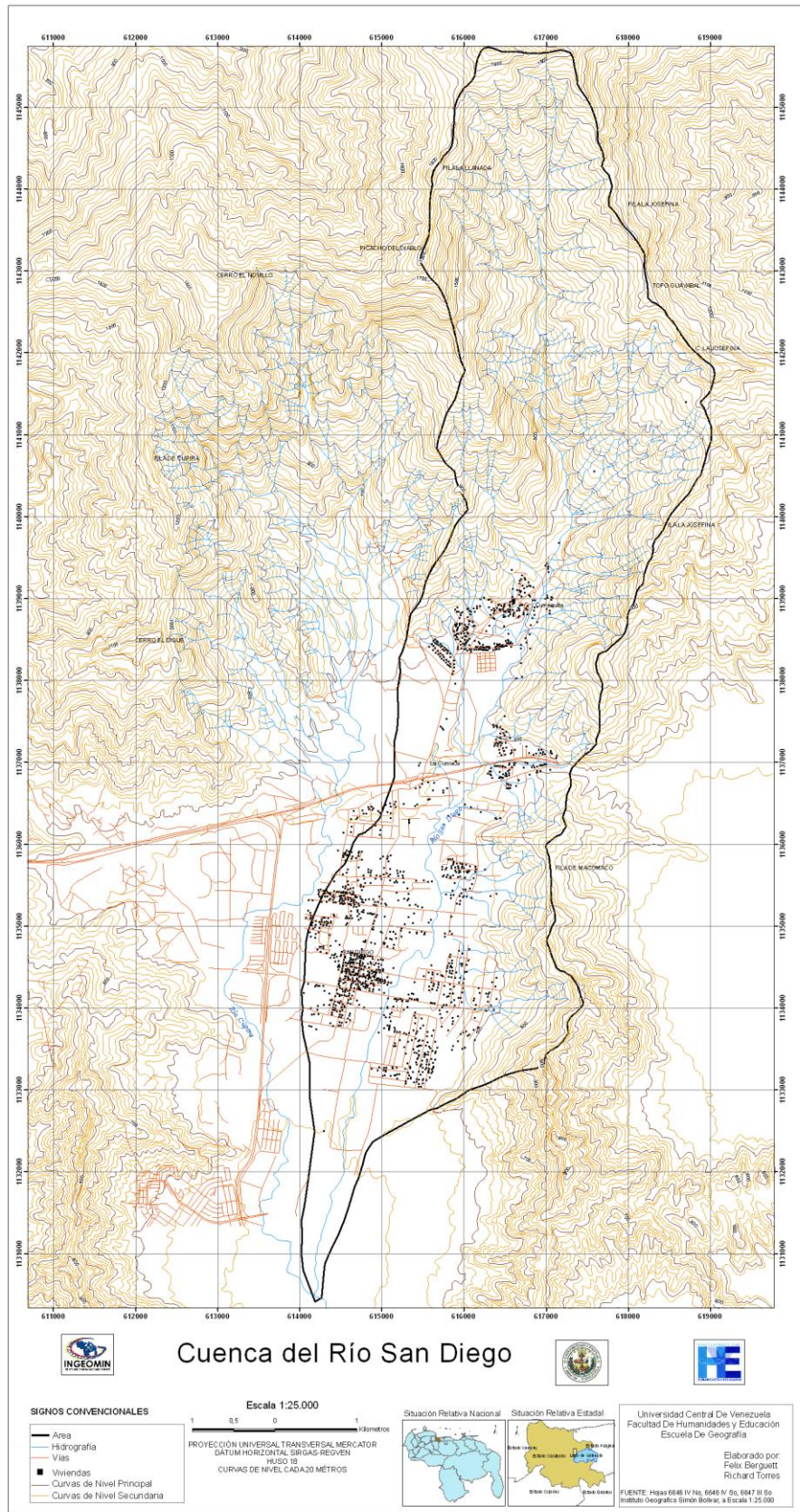
mientras que en la zona Sur y centro del municipio se presentan precipitaciones entre 900 mm y 1300 mm, ya que esta área se encuentra cercana a la depresión del Lago de Valencia.

El área de estudio está delimitada en su punto más al Norte por el cerro Villalonga (UTM Coord. Norte: 1.146.000 m, Este: 616.500 m) que a su vez es el límite con el municipio Puerto Cabello; al Sur por la confluencia de los ríos Cúpira y San Diego (UTM Coord. Norte: 1.130.675 m, Este: 614.500 m), que da origen al río Los Guayos; al Este por las filas de Josefina y Macomaco (UTM Coord Norte: 1.141.875, Este: 619250 m.) que a su vez limitan con el municipio Guacara; y al Oeste por la filas de La Llanada y Del Diablo, la ciudad de San Diego y el río Cúpira (UTM Coord. Norte: 1.143.250, Este: 614.250 m).

Se tomó como unidad de análisis espacial la cuenca debido a que la localidad de San Diego es un área de expansión de la ciudad de Valencia, con gran crecimiento en materia de desarrollos habitacionales, que se ubica en la parte baja de la cuenca del río homónimo, por lo que se ve afectada directamente por los fenómenos que se generan en la totalidad de esta.

La escala de trabajo será 1:25.000

# Mapa N° 1 Área de Estudio



Fuente: elaboración propia con base a las cartas topográficas 1:25.000 de IGVS

## Capítulo 2. Marco Teórico Referencial

### 2.1 Antecedentes de la investigación

El municipio San Diego del estado Carabobo se caracteriza por poseer unas condiciones geográficas de valle para desempeñarse como área de expansión de la ciudad de Valencia, de aquí que sea considerada parte del área metropolitana de la capital del estado Carabobo por su proximidad. La cuenca hidrográfica del río San Diego en su parte baja presenta un paisaje de planicie, donde se ubica el área urbana del municipio. Una breve diagnosis como la hecha por Ramírez (2.007), de las condiciones geográficas del municipio San Diego, será tomada en cuenta para tener una idea concreta acerca de la funcionalidad del municipio.

La determinación de áreas susceptibles a movimientos en masa, bien sea para prevenir desastres en áreas ocupadas y orientar las políticas de ordenamiento territorial, implícitamente sugiere la prevención de riesgos. Muchas investigaciones se basan en la aplicación de modelos o métodos para la zonificación de dichas áreas. Becerra, H. y Díaz, N. (2.005) y Cartaya, S. y otros (2.006) plantean en sus estudios el análisis de la susceptibilidad a través de la interpretación de distintas variables (geología, geomorfología, precipitación, entre otras) mediante métodos estadísticos. Para fines de esta investigación se aplicó el método estadístico que consiste en la ponderación de las variables, según el nivel de influencia de cada una de ellas, en los movimientos en masa para determinar el grado de susceptibilidad del área de estudio.

Ayala-Carcedo, F. y Corominas, J. (2.003) implementaron en su investigación los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta para la evaluación de las distintas variables que intervienen en el análisis de la susceptibilidad. Hasta la difusión de los SIG, la realización del análisis de susceptibilidad tenía que recurrir a procedimientos manuales de superposición de mapas analíticos, ayudada con análisis estadísticos. La difusión de los SIG, ha ensanchado considerablemente las posibilidades y reducido el tiempo y los costos de realización, abriendo unas perspectivas notables para la aplicación

de este tipo de mapas. De igual forma, en esta investigación, nos basamos en la utilización de esta herramienta para el procesamiento y análisis de la información de las distintas variables.

Delgado, M. y Levy M. (2.007) plantean la necesidad de identificar áreas de riesgo por deslizamientos de manera cuantitativa, con el propósito de establecer planes de ordenación del territorio, debido a que un elevado porcentaje de la población de nuestras ciudades se encuentra asentado en zonas de ladera de montañas, donde los procesos erosivos junto con la intervención humana, favorecen la ocurrencia de deslizamientos y frecuentemente un número significativo de personas se ve afectado por este tipo de eventos. En la metodología utilizada a las variables como pendiente, precipitación, uso del suelo, entre otras, se le asignan niveles de ponderación de acuerdo a la metodología sugerida por INGEOMIN, que se basa en un modelo no determinístico y sistema de evaluación semi-cuantitativo para la ponderación de las mismas.

En el estudio geológico-geotécnico realizado por INGEOMIN en Catia La Mar-Carayaca-Chichiriviche de La Costa (2.002) se definen las diferentes amenazas naturales a las que se encuentra expuesto el espacio, teniendo en cuenta la necesidad de incorporar variables físico-naturales, como el clima, la hidrografía, los suelos, la cobertura vegetal y la geomorfología; con el objeto de tener una visión más sistémica e integral de los diferentes procesos geodinámicos que si bien son el producto directo de la composición litológica y condición estructural, también son determinados e influenciados por la acción combinada del resto de los factores físicos.

Blanco y Colmenares (2.007) en su Trabajo Especial de Grado determinan los parámetros geológicos, geotécnicos, geomorfológicos y climáticos con el objetivo de predecir la susceptibilidad del área a movimientos de ladera. Tomando en cuenta factores condicionantes que dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno, también se evalúan los factores desencadenantes o activos que pueden ser considerados externos, los cuales provocan inestabilidad. Estas consideraciones se utilizaron en lo referente a los

factores condicionantes para la elaboración del mapa de susceptibilidad, así como para el mapa de amenaza se definen los factores desencadenantes.

Cartaya et. Al (2.006), aplicaron la metodología propuesta por el Instituto de Geología y Minas de Colombia (Ingeominas), adaptada a las cuencas de drenaje del estado Vargas para zonificar áreas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa. Este método consiste en la elaboración de mapas digitales temáticos, a los que posteriormente se les aplica tratamiento estadístico univariado para determinar la susceptibilidad específica de cada variable, procesamiento geo-estadístico para determinar cuantitativamente la relación de cada unidad de parámetro con respecto a los procesos de remoción en masa, elaboración del algoritmo de mapa para realizar el cruce de capas y el tratamiento estadístico multivariado para obtener el mapa de susceptibilidad final. Los autores recomiendan la aplicación de la metodología a otras áreas en la misma Cordillera de La Costa.

Huamani, I. y Pino, Y. (2.009). Esta investigación tiene como objetivo principal determinar el grado y la distribución espacial de la vulnerabilidad ante la posible ocurrencia de aludes torrenciales y contribuir con la planificación y gestión de riesgos. Una de sus conclusiones fue que el área de estudio del sector Los Corales-El Palmar presentaba alto grado de vulnerabilidad para soportar posibles eventos de flujos torrenciales, por eso la aplicación de una gestión de riesgo permitiría que la población se adapte a su medio. Se planteó un programa básico para disminuir la vulnerabilidad enmarcado principalmente en la prevención. En este trabajo los autores resaltan que una buena gestión de riesgo comienza por la prevención y adaptación al medio, aportando a nuestra investigación conocimiento general sobre vulnerabilidad y riesgo.

Yee, J. (2.008) esta investigación plantea una zonificación de áreas susceptibles y la evaluación de niveles de vulnerabilidad, ante amenazas de tipo de desbordes por crecidas y movimientos en masa, teniendo una metodología orientada a definir niveles de susceptibilidad y de la vulnerabilidad física y la tipología constructiva de cada vivienda, términos que tienen relación en nuestro trabajo de investigación.



Estos y otra serie de estudios sirvieron de guía en la elaboración de esta investigación, particularmente en lo referido a los aspectos metodológicos; en cuanto a elección de las variables y de los métodos estadísticos

## 2.2 Marco Teórico-conceptual

El tema de la evaluación de riesgos ha sido tratado desde hace pocos años a nivel internacional y ahora nacional, se ha buscado realizar las medidas adecuadas para la mitigación de los mismos y se han adoptado diferentes enfoques. En este sentido, el concepto de Riesgo se ha definido como una función tanto de la Amenaza como de la Vulnerabilidad (Romero & Maskrey, 1983, citado por Becerra, H & Díaz, N, 2005), quedando expresado en la siguiente ecuación:

$$R = A + V$$

Donde:

**R: *Riesgo***, es el número de vidas perdidas, personas heridas, daños a propiedades y distribución de actividades económicas, a raíz de un fenómeno natural o antrópico determinado, y por ende, como producto de un riesgo específico y elementos en riesgo” (Becerra, H & Díaz, N 2005).

**A: *Amenaza natural***, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, potencialmente peligroso, dentro de un período de tiempo determinado en un área dada.

La amenaza está relacionada con el peligro que significa la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio y durante un tiempo de exposición prefijado. Técnicamente, se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con un nivel de severidad, en un sitio específico y durante un período de tiempo (Becerra, H & Díaz, N., 2005).

**V: *Vulnerabilidad***, está referida a la capacidad de respuesta y/o resistencia que posee una población y su infraestructura ante la ocurrencia de un fenómeno natural (Agencia de Cooperación Internacional de Japón, 2004). Se expresa en una escala de 0 (sin daños) a 1 (destrucción total).

- Vulnerabilidad Física o Estructural: “relacionada a la localización y deficiencia en las estructuras físicas (edificios) de los asentamientos humanos”. Los elementos que condicionan este tipo de vulnerabilidad son, el tipo de construcción de viviendas, las cuales indicaran el grado de soporte que posee la infraestructura a la hora de ocurrir un evento; las vías de acceso, mostraran las posibles rutas de entrada a los organismos de rescate y las rutas de emergencia para la evacuación de la población. Dentro de esta categoría surge una subcategoría la cual se denominara “Vulnerabilidad de los Servicios”, referida a la localización y cantidad de servicios básicos (centros de salud, escuelas, refugios), presentes en el área que podrían ser perjudicados por la ocurrencia de un fenómeno natural y por ende no poder atender a la población afectada. Entre ellos los principales representantes son los centros de salud, encargados de reflejar la capacidad de asistencia médica para la atención de lesionados, las escuelas y refugios indicaran el número de instalaciones disponibles, que podrán ser utilizadas como albergues al momento de originarse una emergencia.
- La Vulnerabilidad Social: “es una condición que permanece en el tiempo y está íntimamente ligada a los aspectos culturales y el nivel de desarrollo de las comunidades” (Maskrey 1989 y Medina 1992). Los principales factores que influyen en este tipo de vulnerabilidad son: la distribución y densidad de población, en qué lugar existe la mayor cantidad de personas expuesta a una amenaza; los grupos etéreos que indican la distribución de la población por grupos de edades, dando a conocer como es la respuesta promedio de la población a la hora de ocurrir un fenómeno natural y por consiguiente el nivel de vulnerabilidad, debido a que existen discrepancias entre las reacciones de los niños y ancianos con las reacciones de los jóvenes o adultos.

Para fines de esta investigación solo se evaluó lo concerniente a la vulnerabilidad social, pues permite conocer la percepción de población ante situaciones que generen amenazas.

De acuerdo a lo anteriormente planteado, se obtiene que al realizar la sumatoria de la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos en un lugar dado, surge la noción del **Riesgo**, que a través de una unificación de criterios establece la UNDRR (1979), lo define como “el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un evento desastroso”. Por su parte Peatterson (1993) describe al riesgo como “las posibilidades que tiene una comunidad de sufrir un desastre dada la existencia de un peligro o amenaza”. Por lo tanto, se puede llegar a la conclusión de que el riesgo se encuentra determinado por un factor natural caracterizado por la dinámica del planeta; y otro social relacionado con el comportamiento de la población, su emplazamiento, la construcción de sus infraestructuras y actividades económicas<sup>4</sup>.

Otro término relacionado con los anteriores, empleado con frecuencia en los estudios referidos a movimientos en masa es la “**Susceptibilidad**”, que puede ser definida como “el grado de propensión que tiene una zona a que en ella se genere o a que resulte afectada por movimientos en masa debido a sus condiciones intrínsecas, como pueden ser la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, las condiciones de drenaje superficial y subsuperficial, la cobertura vegetal del terreno y la trayectoria de la masa en movimiento” (INGEOMINAS, 2001).

La susceptibilidad se determina a través de un análisis comparativo de factores condicionantes y/o desencadenantes, cualitativo o cuantitativo, con las áreas movidas o alcanzadas, análisis que se materializa normalmente en forma de mapa de susceptibilidad y suele presuponer que el comportamiento futuro de la ladera seguirá las mismas pautas que hasta el presente. Los mapas de susceptibilidad responden a la necesidad de evaluar la propensión de las zonas

---

<sup>4</sup> Delgado, María José y Levy, Maryory. (2007)

no afectadas a presentar problemas, ante diversas amenazas. Una de las amenazas más comunes es la referida a los movimientos en masa.

Para realizar el estudio de riesgo ante movimientos en masa, debe definirse exhaustivamente los mismos. De acuerdo a Chacón, (2001) citado por Becerra, H y Díaz, N. (2005), los “**Movimientos en Masa**” es el desplazamiento en conjunto, de masa de materiales no consolidados, productos del intemperismo bajo la acción de la gravedad, en ausencia de agua (derrumbe) o en presencia de ella (deslizamientos) flujos de lodo, etc.

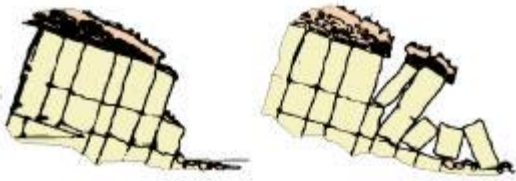
Ahora bien, existen varios tipos de movimientos en masas, los cuales se detallan a continuación, según la clasificación propuesta por Rolando Mora Chinchilla (2005):

- **Caídas:** masas desprendidas de pendientes muy fuertes o escarpes, que desciende en caída libre. El movimiento es de muy rápido a extremadamente rápido. Sólo cuando la masa desplazada es socavada, las caídas son precedidas por pequeños deslizamientos o movimientos de basculamiento que separan el material de la masa no perturbada.

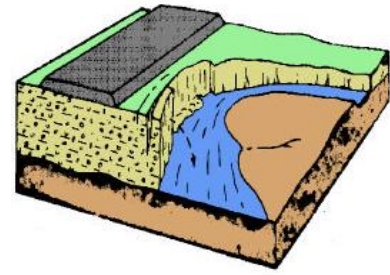


Figura N° 1 Caída de rocas (Varnes, 1978).

- **Basculamientos:** Un basculamiento es la rotación hacia adelante (afuera) de una masa de suelo o roca, alrededor de un punto o eje bajo el centro de gravedad de la masa desplazada; los basculamientos producen caídas o deslizamientos del material desplazado, dependiendo de la geometría del material en movimiento, la geometría de la superficie de separación y la orientación y extensión.

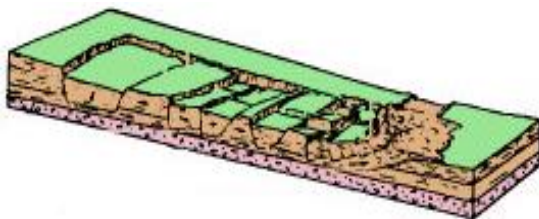


**Figuras N° 2 y 3 Basculamiento de columnas de roca**  
(Varnes, 1978).

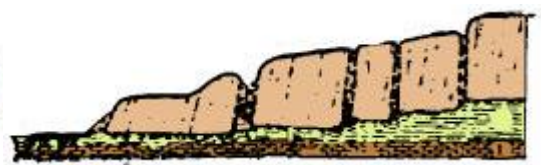


**Basculamiento de detritos**  
(Varnes, 1978).

• **Separaciones Laterales:** se define como una extensión de masa cohesiva de suelo o roca, combinada con la subsidencia del material fracturado en un material subyacente más blando, la superficie de ruptura no es una superficie de corte intenso y el proceso es el producto de la licuefacción o flujo (extrusión) del material más blando. Se debe aclarar que estos movimientos son complejos, pero debido a que son muy comunes en ciertos materiales y situaciones geológicas, es mejor reconocerlos como un tipo separado de movimiento.



**Figuras N° 4 y 5 Separación lateral en suelos**  
(Varnes, 1978)

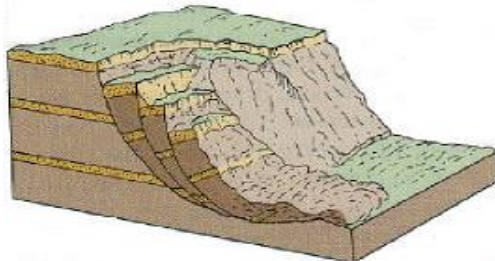


**Separación lateral en roca**  
(Varnes, 1978)

• **Deslizamientos:** Un deslizamiento es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca, que ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de ruptura o zonas relativamente delgadas de intensa deformación cortante, el material desplazado puede deslizarse más allá de la punta de la superficie de ruptura, cubriendo la superficie original del terreno, la cual, a su vez, se convierte en superficie de separación. Los deslizamientos pueden presentarse como rotacionales o translacionales.

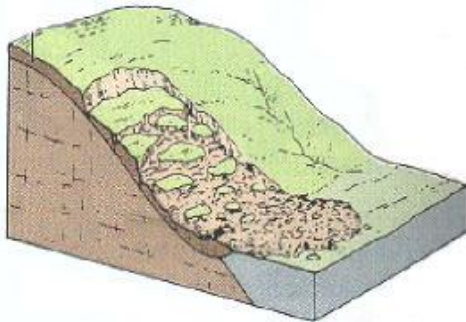
- **Deslizamientos Rotacionales:** deslizamientos que se mueven a lo largo de superficies de ruptura curvas y cóncavas, con poca deformación interna del material. La cabeza del material desplazado

se mueve verticalmente hacia abajo, mientras que la parte superior del material desplazado se bascula hacia el escarpe. El escarpe principal es prácticamente vertical y carente de soporte, por lo que se pueden esperar movimientos posteriores que causen retrogresión del deslizamiento a la altura de la corona.



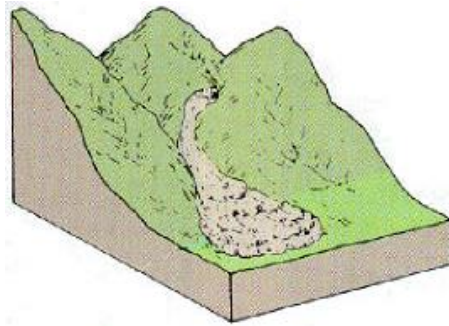
**Figura N° 6 Deslizamiento rotacional**  
(Skinner & Porter, 1992)

- **Deslizamientos Traslacionales:** la masa se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura plana o suavemente ondulada y superponiéndose a la superficie original del terreno. Dentro de los deslizamientos Traslacionales se puede diferenciar dos grandes movimientos los de detritos y los de planos de estratificación.



**Figura N° 7 Deslizamiento traslacional de detritos**  
(Skinner & Porter, 1992)

- **Flujos:** son movimientos espacialmente continuos, en el que las superficies de corte son de corta duración, de espaciamiento corto y usualmente no se preservan. Es importante señalar que los deslizamientos pueden convertirse en flujos de extremadamente rápidos o avalanchas, en la medida en que el material desplazado pierde cohesión, aumenta de contenido de humedad o agua y se generalmente se encuentran en pendientes muy fuertes.



**Figura N° 8 Flujo de detritos**  
(Skinner & Porter, 1992)

A continuación se presenta un cuadro resumen de los tipos de Movimientos en Masa y el tipo de material en los cuales se presentan.

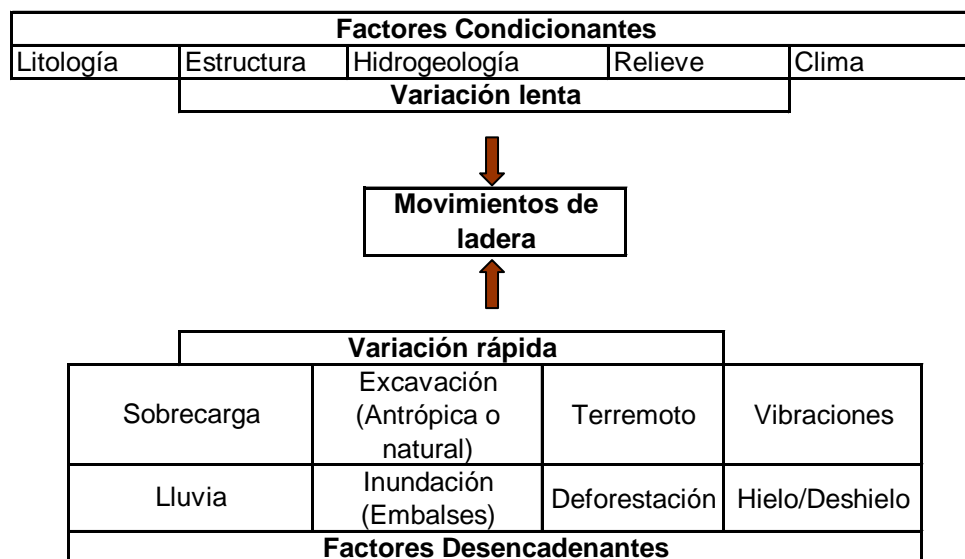
**Cuadro N° 1 Clasificación de los Movimientos en Masa**

TIPO DE MOVIMIENTO			TIPO DE MATERIAL		
			ROCA	SUELO	
				Gruoso	Fino
<b>CAIDAS</b>			de Roca	de Detritos	de Suelos
<b>DESMORONAMIENTOS</b>			de Roca	de Detritos	de Suelos
<b>DESLIZAMIENTOS</b>	ROTACIONAL	pocas unidades	Abatimiento de Roca	Abatimiento de Detritos	Abatimiento de Suelos
	TRASLACIONAL	muchas unidades	de Bloques Rocosos	de Bloques de Detritos	De Bloques de Suelos
<b>SEPARACIONES LATERALES</b>			de Roca	de Detritos	de Suelos
<b>FLUJOS</b>			de Roca	de Detritos	de Suelos
<b>COMPLEJOS:</b>	Combinación de 2 o más de los principales tipos de Movimientos				

Fuente: Rolando Mora Chinchilla. Apuntes para el curso de Gestión del Riesgo. Costa Rica.

La ocurrencia de movimientos en masa está determinada por unas condiciones inherentes al área, conocidos como factores condicionantes, y factores externos que pueden activar este tipo de proceso conocidos como desencadenantes o detonantes. En el siguiente flujograma (Figura N° 9) se presentan estos diferentes factores y cómo interactúan para producir movimientos de ladera con diferentes características.

**Figura N° 9 Clasificación de los factores condicionantes  
y desencadenantes del terreno**



**Fuente:** Ayala-Carcedo (2006). Riesgos Naturales y Desarrollo Sostenible: Impacto Predicción y Mitigación.

### 2.3 Caracterización físico natural

En todo estudio geográfico es imprescindible evaluar las características del área en el ámbito natural para así tener una idea acerca de las potencialidades y restricciones de dicha área y buscar la solución del problema de investigación planteado. En los movimientos en masa se evalúa el comportamiento tanto agentes condicionantes (intrínsecos) y agentes detonantes (externos) del área de estudio. Entre los agentes se encuentran el clima, a través de las variables temperatura, precipitación y viento; la geología y la composición litológica del material superficial; la geomorfología por medio de los procesos geodinámicos; la vegetación, grado y tipo de cobertura de los suelos, y uso de la tierra que se refiere a las aéreas urbanizadas y las de vegetación natural; y por último la pendiente como factor íntimamente asociado a los movimientos en masa. A continuación se presentan las diferentes variables a evaluar:

#### **Clima**

La cuenca del río San Diego presenta un clima, de acuerdo a la clasificación de Köppen, tipo tropical lluvioso (Aw). Temperaturas altas todo el año; el mes más frío, por encima de 18°C. Estación seca durante el período de sol bajo (diciembre-marzo en Venezuela).



**Cuadro N° 2 Estaciones meteorológicas área de estudio**

Estaciones	Localización		Altitud (m.s.n.m.)	Período de registro (años)
	Latitud	Longitud		
Bárbula	10°17'42''	68°00'18''	545	1.968-2.005
San Diego	10°17'19'	67°56'29''	460	1.960-2.005
Valencia- Aeropuerto	10°10'	67°56'	430	1.989-1.991
Valencia-San Luís	10°08'21''	68°03'04''	470	1.968-2.005
Vigirima	10°20'03''	67°52'40''	557	1.960-2.005

Fuente: Elaboración propia con base a datos del MPPES Dirección de hidrología

Las estaciones presentadas en el Cuadro N° 2, son las más cercanas al área de estudio y cuentan con registros continuos de más de diez años, por lo cual fueron tomadas como referencia para describir los fenómenos meteorológicos en la zona. Es importante acotar que las estaciones Valencia-Aeropuerto y Valencia-San Luis apenas registraron valores de los diferentes meteoros durante 3 y 1 año respectivamente, lo cual no puede considerarse estadísticamente representativo, sin embargo por ser las únicas que poseen registros de temperatura media mensual, sus datos se tomarán en consideración. Igual situación se presenta con la velocidad máxima de viento que solo fue registrada por la estación Valencia-Aeropuerto durante tres años. Vigirima es la estación que se encuentra a mayor altitud y ha sido tomada en cuenta como referencia para describir el fenómeno precipitación en la parte alta de la cuenca del río San Diego, mientras que el resto de estaciones se tomará para caracterizar de manera físico-natural la parte baja de la cuenca.

### **Precipitación**

La variable precipitación debe ser evaluada ya que constituye uno de los agentes detonantes en la generación de los movimientos en masa. Las lluvias extraordinarias son capaces de generar el desprendimiento de materiales de la capa superficial del suelo debido al proceso de saturación del suelo. El transporte de estos materiales se da a través del sistema de drenaje de una cuenca.

En la cuenca del río San Diego, el régimen pluviométrico está influenciado por la Convergencia InterTropical (CIT). El promedio anual de precipitación es de 1.150 mm. El periodo lluvioso, que se corresponde con el verano astronómico para el hemisferio Norte, comienza en el mes de Abril (con un máximo en el mes de Agosto) y se extiende hasta el mes de Noviembre. El período seco comienza en Diciembre y se extiende hasta Marzo, con el mínimo registro promedio en el mes de Enero.

Como puede observarse en el cuadro N° 3, la mayor precipitación fue registrada en la estación de Vigirima, con promedio de 1.244,4 mm de lluvia anuales, destacando julio y agosto como los meses más lluviosos con promedios de 182,3 y 224,5 mm respectivamente, mientras que para los meses menos lluviosos, que se ubican entre enero y febrero, los registros promedio fueron de 6,3 y 3,4 mm respectivamente.

**Cuadro N° 3 Precipitación media mensual y anual (mm).**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Bárbula	5,5	9,2	9,4	76,8	136,0	146,9	160,2	182,0	142,5	149,5	115,3	42,8	1175,8
San Diego	3,9	5,4	12,1	53,3	134,0	179,6	168,0	179,2	163,1	138,0	68,9	27,5	1132,9
Valencia Aeropuerto	5,5	0,5	37,0	68,5	99,0	138,5	149,0	247,0	115,7	103,3	45,0	13,3	1022,3
Valencia San Luís	5,4	6,0	9,7	84,9	153,1	171,8	170,5	187,7	190,3	132,1	64,6	17,3	1193,6
Vigirima	6,3	3,4	9,7	48,8	135,4	159,5	182,3	224,5	179,2	145,5	116,0	33,7	1244,4

Fuente: Elaboración propia con base a datos del MPPES Dirección de hidrología

En la parte baja de la cuenca la pendiente comienza a tomar valores menores al 5% y el valle se extiende en forma de planicie. Alrededor de esta parte de la cuenca se encuentran las estaciones meteorológicas Bárbula, San Diego, Valencia San Luís y Valencia Aeropuerto.

El comportamiento de la precipitación promedio de estas cuatro estaciones sigue prácticamente el mismo patrón que la estación Vigirima, con un promedio de lluvia anual de 1.131,2 mm. El mes más lluvioso es agosto con 199 mm; mientras que para enero se observa el mes más seco con 5,1 mm de precipitación promedio (ver Cuadro 3).

### **Temperatura**

La temperatura promedio anual en el área es de 24,8°C según las dos únicas estaciones meteorológicas que llevan este tipo de registro (Cuadro N° 4);

presentando al mes de agosto como el de menos temperatura para la estación Valencia-Aeropuerto, mientras que las temperaturas más altas se observan en los meses de marzo y noviembre. En la estación Valencia-San luís, la temperatura más baja se observa en diciembre y la más alta en marzo.

**Cuadro Nº 4 Temperatura media mensual y anual (°C).**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Valencia Aeropuerto	24,1	24,6	25,0	23,9	22,9	23,1	23,0	22,5	23,4	24,3	25,0	24,5	23,9
Valencia San Luís	25,7	26,2	27,9	25,6	25,6	25,5	25,2	25,2	25,2	25,4	25,7	25,1	25,7

Fuente: Elaboración propia con base a datos del MPPES Dirección de hidrología

### Viento

La velocidad máxima del viento en cerca del área de estudio es de 93,2 km/h y se aprecia en el mes de octubre, mientras que la velocidad del viento más baja registrada se ubica en el mes de diciembre.

**Cuadro Nº 5 Velocidad máxima de viento mensual y anual (km/h)**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Otc	Nov	Dic	Anual
Valencia- Aeropuerto	41,4	49,7	42,1	75,6	71,6	47,2	69,1	50,8	76,0	93,2	47,5	36,4	93,2

Fuente: Elaboración propia con base a datos del MPPES Dirección de hidrología

### Geología

Las condiciones geológicas del estado Carabobo, al igual que en muchos otros espacios pertenecientes a la provincia fisiográfica de la Cordillera de la Costa, presentan diferentes tipos de litología, encontrándose cinco unidades geológicas: Gneiss de Cabriales, Formaciones Las Brisas y Las Mercedes, complejo San Julián y el Cuaternario Aluvión. Estas unidades se describen a continuación:

- Gneis de Cabriales. (Pre – Mesozoico) la localidad tipo se encuentra entre el cauce medio y alto del río Cabriales, al norte de Valencia, estado Carabobo. Este cuerpo está constituido por gneis granítico, caracterizado por la presencia de grandes megacristales de feldespato potásico de hasta 8 cm, pero minoritariamente también hay zonas con

aspecto textural diferente: con tamaños de grano fino a medio, zonas cizalladas con textura augen, así como xenolitos y diques de apatitas y pegmatitas.

- Formación Las Brisas (Mesozoico -Jurásico Tardío). La localidad tipo se ubica en Las Brisas, en el km 10 de la antigua carretera Caracas-Ocumare del Tuy, cerca de la represa de la Mariposa. La mayor parte de la formación, está constituida por esquisto cuarzo-micáceo, en el que se incluye gneis microclínico, esquistos granatíferos, cuarcitas y calizas. La formación se divide en dos miembros: inferior, constiuido por gneisses y esquistos microclínicos conglomeráticos y superior, formado casi enteramente por esquistos sericíticos. Se encuentra en el tope de la formación, conglomerados gnéisicos y areniscas esquistosas, con cantidad menor de caliza negra en capas delgadas, y grandes guijarros de granito, y resalta la ausencia de los esquistos sericítico.
- Formación Las Mercedes (Mesozoico -jurásico - cretácico). La localidad tipo se ubicaba en la antigua hacienda las Mercedes al este de Caracas, hoy Urb. Las Mercedes. Debido a la desaparición de los afloramientos de la localidad tipo. La litología predominante consiste en esquisto cuarzo - muscovítico - calcítico - grafitoso con intercalaciones de mármol grafitoso en forma de lentes, que cuando alcanza gruesos espesores se ha denominado "Caliza de Los Colorados". Las rocas presentan buena foliación y grano de fino a medio, el color característico es el gris pardusco. La mineralogía promedio consiste en cuarzo (40%) en cristales dispuestos en bandas con la mica, muscovita (20%) en bandas lepidoblásticas a veces con clivaje crenulado, calcita (23%) en cristales con maclas polisintéticas, grafito (5%), y cantidades menores de clorita, óxidos de hierro, epidoto y ocasionalmente plagioclasa sódica.
- Complejo de San Julián. (Pre – Mesozoico). La localidad tipo se encuentra en la quebrada de San Julián, que nace en la Silla de Caracas y desemboca en el mar Caribe en Caraballeda, estado Vargas. Las rocas preponderantes son el esquisto y gneis cuarzo - plagioclásico - micáceo, frecuentemente se nota una rápida gradación desde una textura esquistosa haciéndose la granulometría más gruesa hasta que pasa a rocas de carácter gnéisico. El esquisto es de color gris a gris

oscuro con tonalidades verde, meteoriza a tonos pardos, usualmente se presenta muy bien foliado.

- Cuaternario Aluvión. (Reciente). Está referido al material transportado desde la parte alta de la cuenca y depositado en la parte baja, conformando así la planicie aluvional, donde está emplazada la ciudad de San Diego.

La superficie del área de estudio es de 3.420,96 hectáreas y forma parte, según la clasificación taxonómica de geomorfología adaptada por Alfred Zinck a Venezuela, de la provincia fisiográfica del Sistema de la Costa, vertiente Sur de la Serranía Litoral, cuya red de drenaje desemboca en la depresión del lago de Valencia, en el estado Carabobo.

En cuanto al tipo de paisaje, el área de estudio existen tres grandes unidades:

1. Montaña. Conformado por el sector central de la Serranía del Litoral donde se encuentran las nacientes del río San Diego cerca del cerro Villalonga a una altitud de 1970 m.s.n.m., siendo así la parte más alta del estado Carabobo, con desniveles internos de hasta 600 metros y pendientes superiores a 80%. El río San Diego realiza una disección en la montaña fuertemente marcada, en línea recta en algunos tramos del cauce, sus aguas vierten al Sur en el río Los Guayos el cual desemboca en la cuenca endorreica del Lago de Valencia.

También se encuentra por la margen Este de la cuenca, concretamente por las filas de La Josefina y Macomaco una estribación del sistema montañoso de la serranía, interrumpido por una falla inferida, justo donde pasa la autopista Bárbula-Guacara. Este pequeño estribo presenta una altitud máxima de 900 m.s.n.m., con un nivel de base de la montaña respecto al valle, justo en la falla (520 m.s.n.m.), y hacia la confluencia de los ríos San Diego y Cúpira cuya altitud es 459 m.s.n.m. superficie de 1.739,7.

2. En cuanto al paisaje de transición entre la montaña y la planicie aluvional del valle, se presenta en la parte sur-este de la cuenca, entre la montaña cuyo nombre de la fila es Macomaco, y el río San Diego, desde

el cambio de la pendiente en el sector La Cumaquita, hasta llegar a la confluencia de los ríos San Diego y Cúpira. Es una especie de terraza formada por varios abanicos aluviales que han transportado desde la montaña de la fila antes nombrada, los materiales para depositarlos en dicha terraza. Este tipo de paisaje es el de menor superficie de todos los que conforman el área de estudio, se puede decir que es el sector menos propenso a sufrir riesgo por movimientos en masa ya que se encuentra bastante lejos de la parte alta de la cuenca, y la montaña que domina este paisaje es montaña baja; de hecho, en una de las estribaciones de esta montaña actualmente se desarrolla la obra de construcción del ferrocarril nacional. Este tipo de paisaje ocupa una superficie de 372,3.

3. Valle. Hacia el Sur de la cuenca se encuentra el valle donde está emplazada la ciudad de San Diego, que se extiende desde La Cumaquita (537 m.s.n.m.), hacia la confluencia de los ríos Cupira y San Diego. Esta es el área de acumulación o planicie aluvional de la cuenca. Las pendientes que se presentan no superan el 1%, es decir, una topografía plana casi en su totalidad, el curso del río presenta características meandríticas en algunas secciones como consecuencia de lo plano de la topografía. superficie de 1080,2

La clasificación taxonómica geomorfológica adaptada por Alfred Zinck del área de estudio corresponde a la siguiente categoría:

Provincia fisiográfica: Cordillera de la Costa

Región natural: Cadena litoral-cuenca del Lago de Valencia

Tipo de paisaje: Montaña en la parte Norte de la cuenca conformada por el cerro Villalonga, la fila La Josefina, el picacho del Diablo y la fila del Diablo, y la fila de Macomaco que se encuentra en la parte Sur-este del área de estudio. El piedemonte se presenta en forma de abanicos y glacis, desde el sector La Cumaquita donde comienza la parte media de la cuenca, bordeando toda la montaña de Macomaco al Sur-este hasta llegar al Sur en la confluencia de los ríos San Diego y Cúpira. Y la planicie aluvial del río San Diego con sus respectivas llanuras inundables a ambos lados del río.

Tipo de relieve: Fila principal de la Cordillera de la Costa con sus respectivas estribaciones que dan origen a la cuenca en estudio, laderas cóncavas, convexas, regulares, irregulares, rectilíneas, facetas triangulares y vegas coluvio-aluviales del río San Diego y sus afluentes.

En el piedemonte se encuentran glaciares y abanicos aluviales.

En la planicie aluvial se encuentra solo la vega aluvial del río San Diego (Ver Mapa N° 5).

### **Vegetación**

La vegetación de la cuenca del río San Diego se clasifica en dos categorías básicas como son los bosques y los herbazales o matorrales. Las sabanas dominan el sustrato rocoso y fragmentado que se observa en las zonas bajas de la vertiente sur de la cordillera que drena hacia el Lago de Valencia. En las laderas y valles menos expuestos de la vertiente sur se desarrollan bosques montanos deciduos, y bosques semideciduos alrededor de los 400-500 m.s.n.m. A partir de allí y hasta los 800-1000 m.s.n.m., los bosques siempreverdes dominan, y a partir de los 1.000 m.s.n.m. aparece el bosque nublado. (Ver Mapa N° 7)

### **Pendiente**

La variable pendiente incide de manera importante en los movimientos en masa, debido a que, mientras la misma sea más abrupta, mayor será la propensión a que ocurran movimientos por gravedad en las laderas.

Para calcular la pendiente en el área de estudio se utilizó la herramienta ArcGis 9.2, a través de la cual se obtuvieron cinco rangos de pendiente: menores a 15%, entre 15 y 25%, entre 25 y 50%, entre 50 y 75%; y mayores de 75%.

Las pendientes menores a 15% ocupan la mayor parte de la superficie de la cuenca (128,26ha), están incluidos en esta categoría el piedemonte de la fila de Macomaco y la planicie aluvial del río San Diego, donde se emplaza la ciudad, por el contrario las mayores pendientes (>75%) se encuentran en la parte alta de la cuenca,

ocupando una superficie de 218,47ha, lo que representa un 6,4% del área total (Ver Cuadro N° 19 y Mapa N° 3)

#### 2.4 Caracterización Socio-económica

El municipio Autónomo San Diego es uno de los 14 municipios que integran el estado Carabobo en la República Bolivariana de Venezuela, el cual cuenta con una sola parroquia (parroquia urbana San Diego). La capital del municipio se ubica en la ciudad de San Diego, ubicada al Noroeste del Lago de Valencia, centro-este de Carabobo, la cual forma parte del Área Metropolitana de la Ciudad de Valencia, junto a los municipios Los Guayos, Naguanagua y la parroquia Tocuyito del municipio Libertador.

El municipio San Diego tiene una superficie de 106 km<sup>2</sup> y una población, para el censo 2.011, de 93.257 habitantes (representando el 5,8% de la población del área metropolitana de Valencia), datos con los que trabajaremos por ser los oficiales. La estimación de población es 125.000 habitantes para el año 2.016 por esto San Diego es considerado uno de los municipios de más rápido crecimiento en el estado Carabobo.

#### **Población**

Entre los aspectos demográficos a analizar se encuentran la población total, distribución por sexo, grupos etáreos, condición de alfabetismo, asistencia a planteles educativos y población en la fuerza de trabajo, del municipio San Diego y el Área Metropolitana de Valencia.

El siguiente cuadro muestra la población total, por sexo e índice de masculinidad de los municipios y parroquias que forman parte del área metropolitana de la ciudad Valencia.



**Cuadro Nº 6 Población total, por sexo e índice de masculinidad.  
Municipios área Metropolitana de Valencia. 2011**

MUNICIPIO	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	INDICE MASCULINIDAD
Guacara	176.218	87.232	88.986	98,3
Los Guayos	149.606	73.661	75.945	96,9
Naguanagua	157.437	75.921	81.516	93,1
San Diego	93.257	44.283	48.974	90,4
Valencia	829.856	408.455	421.401	96,3
Libertador(parroquia Tocuyito)	129.937	65.335	64.602	101,1

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

Se puede destacar del cuadro anterior que el municipio San Diego es el que tiene menor población de los que conforman el AMV y representa un 4,9%. Por otro lado, el índice de masculinidad (cantidad de hombres por cada 100 mujeres) en el municipio está por debajo del promedio del área metropolitana (90,4 hombres por cada 100 mujeres).

En cuanto a la distribución por grupos etáreos; el municipio San Diego se reparte de la siguiente manera: 21,0% de los habitantes menores a 15 años; 73,1% habitantes entre 15 y 64 años; y 5,9% de las personas con 64 años y más, mientras que para el AMV se observa que los menores de 15 años representan un 25,1% de los habitantes. La población entre 15 y 64 años comprende un 69,1%; quedando solo el 5,8% de personas mayores de 64 años. Estos datos son de gran importancia, pues sirven para realizar el análisis de la vulnerabilidad social que mas adelante se tratará en el capítulo correspondiente a vulnerabilidad, debido a que la mayor cantidad de población en condiciones ideales, debería estar comprendida entre 15 y 64 años como es el caso del municipio en estudio, porque es la más capacitada para responder y socorrer a los otros grupos en un evento que implique riesgo (Ver Cuadro 7).

**Cuadro N° 7 Grupos de edad**

<b>Sectores</b>	<b>Menores de 15 años</b>	<b>%</b>	<b>Entre 15 y 64 años</b>	<b>%</b>	<b>mayores de 64 años</b>	<b>%</b>
<b>Área Metropolitana de Valencia</b>	471.476	25,1	1.062.648	69,1	89.195	5,8
<b>Municipio San Diego</b>	19.571	21,0	68.171	73,1	5.515	5,9

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

Para el aspecto demográfico por condición de alfabetismo (10 años en adelante) se tiene que el municipio San Diego representa el 6,3 % de la población total en edad de alfabetización del área metropolitana de Valencia. Así mismo, la población del municipio en condición de analfabetismo representa el 1,5% respecto al Área Metropolitana (Ver Cuadro N° 8).

**Cuadro N° 8 Población de 10 años y más por condición de alfabetismo.  
2011**

<b>Sectores</b>	<b>Total</b>	<b>Alfabetas</b>	<b>Analfabetas</b>	<b>Tasa de alfabetismo</b>
<b>Área Metropolitana de Valencia</b>	1.279.522	1.249.019	30.503	97,7
<b>Municipio San Diego</b>	79.918	78.943	975	98,7

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

En cuanto a la asistencia a planteles educativos se tiene que en el Área Metropolitana de Valencia se observa que un 48,5% de personas que asiste a planteles educativos comprende edades entre 3 y 24 años. Para el municipio San Diego este porcentaje representa un 55,7%.

La asistencia en el municipio por edades está distribuida de la siguientes manera: entre 3 y 6 años asiste el 14,5%; entre 7 y 12 años el 43,4%; entre 13 y 17 años el 22,5%; entre 18 y 24 años el 18,7% (Ver Cuadro 9).

### Cuadro Nº 9 Población de 3 años y mas que asiste a planteles educativos.

sectores	Asisten	3-6	7-12	13-17	18-24
<b>Área Metropolitana de Valencia</b>	475.963	68.925	197.035	107.005	88.855
<b>Municipio San Diego</b>	26.253	4.213	7.483	6.038	8.519

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

#### Población Económicamente Activa e Inactiva

La población económicamente activa se define por las personas que están efectivamente trabajando o buscando acceder al mercado laboral, es decir, buscando trabajo. A su vez la población económicamente activa se subdivide en dos categorías, la población ocupada, que es la que efectivamente trabaja y la población desocupada donde se ubican las personas cesantes y las que buscan trabajo por primera vez (Ver Cuadros Nº 10 y 11).

La población económicamente inactiva forma parte de la fuerza de trabajo pero no presiona el mercado, por ejemplo, las amas de casa, los pensionados, los estudiantes y los discapacitados.

### Cuadro Nº 10 Población Económicamente Activa e Inactiva

Sector	Población total mayor de 15 años	PEA	Población Inactiva
<b>Área Metropolitana de Valencia</b>	1.151.843	1.062.648	989.195
<b>Municipio San Diego</b>	73.686	68.171	25.086

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

### Cuadro Nº 11 Población ocupada y desocupada

Sector	Ocupados	Desocupados
Área Metropolitana de Valencia	640.596	446.142
Municipio San Diego	43.779	24.391

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

### Viviendas y servicios

Para hacer un análisis de los servicios básicos se tomará en cuenta el total de viviendas ocupadas. Los servicios considerados son: suministro de agua potable, aguas servidas, electricidad y recolección de desechos sólidos.

### Servicio de suministro de agua

Para el Área Metropolitana de Valencia se tiene que el 98,8% de las viviendas cuenta con el servicio de suministro de agua por tubería o acueducto, el resto se reparte entre las viviendas que se abastecen por medio de pozos (0,09%) y camión cisterna (0,03%); mientras que para el municipio San Diego el abastecimiento de agua por tubería o acueducto es de 81,6%; 15,7% mediante pozo y por camión cisterna el 1,3%. (Ver Cuadro Nº 12)

### Cuadro Nº 12 Total de viviendas ocupadas y servicio de suministro de agua

Sectores	Total viviendas ocupadas	Serv. Agua por tubería	%	Pozo	%	Camión cisterna	%
Área Metropolitana de Valencia	408.789	357.015	98,8	31.670	0,09	7.039	0,03
Municipio San Diego	24.687	20.150	81,6	3.862	15,7	326	1,3

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

## Aguas servidas

La cobertura del servicio recolección de aguas servidas a través de la red de cloacas se presenta en proporciones similares a la cobertura de acueducto para el Área Metropolitana de Valencia. En cuanto al municipio San Diego más del 93% de las viviendas cuenta con servicio de cloacas. Esto nos da una idea de lo mutuamente incluyentes que son los servicios de suministro de agua y de cloacas. (Ver Cuadro N° 13)

**Cuadro N° 13 Servicio de cloacas**

Sectores	Total viviendas ocupadas	Servicio de cloacas	%	Pozo séptico	%	Letrina	%
Área Metropolitana de Valencia	408.789	351.419	86,0	47.363	11,6	1.177	0,3
Municipio San Diego	24.687	22.420	90,8	2.015	8,2	41	0,2

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

## Electricidad

Tanto en la zona metropolitana como en el municipio San Diego los habitantes cuentan con el servicio eléctrico casi en el total de las viviendas. (Ver Cuadro N° 14)

**Cuadro N° 14 Servicio eléctrico**

Sectores	Total viviendas ocupadas	Servicio eléctrico
Área Metropolitana de Valencia	408.789	408.789
Municipio San Diego	24.687	24.448

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

## Recolección de desechos sólidos

Según las cifras suministradas por el INE, alrededor el 90% de los habitantes goza del servicio de recolección domiciliario de basura. (Ver Cuadro N° 15)

**Cuadro N° 15 servicios de recolección de desechos sólidos**

<b>Sectores</b>	<b>Total viviendas ocupadas</b>	<b>Recolección domiciliaria</b>	<b>Containers</b>
<b>Área Metropolitana de Valencia</b>	408.789	366.907	19.734
<b>Municipio San Diego</b>	24.687	22.558	1.764

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

### **Capítulo 3. Marco Jurídico**

Este capítulo se refiere a la legislación vigente a tomar en cuenta para el desarrollo del trabajo de investigación, cual es el marco jurídico que norma la gestión de riesgo en el país, para tratar de solucionar el problema planteado.

#### **3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**

Publicada en Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.453 de la República Bolivariana de Venezuela el 24 de marzo del año 2.000

Artículo 55. Toda persona tiene derecho a la protección por parte del Estado a través de los órganos de seguridad ciudadana regulados por ley, frente a situaciones que constituyan amenaza, vulnerabilidad o riesgo para la integridad física de las personas, sus propiedades, el disfrute de sus derechos y el cumplimiento de sus deberes.

Artículo 156. Es de la competencia del Poder Público Nacional: (numeral 9) El régimen de la administración de riesgos y emergencias

Artículo 332. El Ejecutivo Nacional, para mantener y restablecer el orden público, proteger a los ciudadanos y ciudadanas, hogares y familias, apoyar las decisiones de las autoridades competentes y asegurar el pacífico disfrute de las garantías y derechos constitucionales, de conformidad con la ley, organizar: (numeral 3), Un cuerpo de bomberos y bomberas y administración de emergencias de carácter civil.

#### **3.2 Ley de Gestión de Riesgo Socio-naturales y Tecnológicos.**

Publicada en Gaceta Oficial No. 39.095 del 09 de enero de 2009. Queda derogado el Decreto N° 3.481, mediante el cual se crea la Comisión Nacional de Gestión de Riesgos, de fecha 17 de febrero de 2005, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.132, de fecha 22 de febrero de 2005, y cualquier otra disposición que colide con lo establecido en la presente Ley.

## **Objeto**

Formular planes y ejecutar acciones de manera consciente, concertada y planificada, entre los órganos y los entes del Estado y los particulares, para prevenir o evitar, mitigar o reducir el riesgo en una localidad o en una región ante eventos originados por la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales o accidentes tecnológicos potenciados por la acción humana que puedan generar daños sobre la población y la calidad del ambiente.

Esta ley estima todas las fases de una catástrofe y los procedimientos y acciones que deben ejecutarse en cada caso, desde la prevención y reducción de riesgos, hasta las fases de reconstrucción, rehabilitación o recuperación de bienes y personas.

La Ley establece obligaciones para el Estado como ente garante de este tipo de acciones. En este sentido el Estado debe poner en práctica la Política Nacional de la Gestión Integral de Riesgos Socio-naturales y Tecnológicos, una serie de lineamientos dirigidos a evitar o disminuir los niveles de riesgos socio-naturales y tecnológicos en todo el territorio nacional, y generar las capacidades para afrontar las emergencias y desastres, fomentando la incorporación activa de las instituciones privadas, así como la participación permanente de la comunidad.

## **Aspectos relevantes**

Incorporación de la prevención de riesgos en la educación, cultura y participación popular. En tal sentido, el Estado, el sector privado y la comunidad, incluyendo los medios de comunicación, son corresponsables en lo que se refiere a la promoción y educación de aspectos de prevención y mitigación de riesgos, así como de preparación permanente, atención, rehabilitación y reconstrucción en casos de emergencias y desastres.

### **3.3 Norma COVENIN 3661. Gestión de Riesgos, Emergencias y Desastres. Definición de términos. Año 2.004**

## **Objeto**

Esta norma venezolana establece las definiciones de los términos que se utilizan en la gestión de riesgos emergencias y desastres.



**3.4 Norma COVENIN 3615.** Guía para la conformación del Comité de Atención de Emergencia Local (CAEL). Año 2.004

**Objeto**

Lograr la participación eficiente de las comunidades en las acciones de prevención, mitigación, preparación y respuesta ante eventos generadores de daños.

**3.5 Ordenanza sobre Protección Civil y Administración del municipio San Diego.** Publicada en la Gaceta Municipal de San Diego Extraordinario N° 326 del 17 de Noviembre de 2.004

**Objeto**

Regular la organización, competencia, integración, coordinación y funcionamiento de la Estructura de Protección Civil y Administración de Desastres Municipal en el ámbito del municipio San Diego.

**3.6 Declaratoria del Parque Nacional Miguel José Sanz en San Esteban.** Gaceta Oficial N° 33.645 del 26 de enero de 1987. Decreto N° 1.430 el 14 de enero de 1987.

**Objeto**

Entre sus objetivos específicos se encuentran la protección de las nacientes de los ríos Vigirimita, Cucharonal, Los Apios, El Corozo, Las Rosas, Jabonera, María, El Pozote, San Diego, Agua Linda, Cabriales, Trincheras, Miquija, Goigoaza, San Esteban, Borburata, El Palmar, Patanemo y Yapascua; los cuales drenan hacia el lago de Valencia y hacia el mar Caribe.

**3.7 Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Parque Nacional San Esteban.** Gaceta Oficial No. 35.994, del 04 de julio. Decreto N° 1.368 del 12 de junio de 1996. Define siete Zonas de Uso y determina las actividades permitidas y prohibidas dentro de cada una de ellas.

**3.8** Ordenanza del plan de desarrollo urbano local y de zonificación (P-DUL), para el municipio San Diego estado Carabobo, a los 29 días del mes de Noviembre del año 2000. esta ordenanza presenta el crecimiento previsto para la ciudad hasta el año 2018.

## Capítulo 4. Marco Metodológico

### 4.1 Metodología

La ponderación de cada una de las variables, en cuanto a su papel más o menos determinante en la ocurrencia de movimientos en masa, se asignó según el método bivariado utilizado por INGEOMIN. Este es el método más común para obtener una estimación cuantitativa y objetiva de la susceptibilidad a movimientos en masa. Se basa en asignar valores a las distintas variables de predicción y combinar estos valores en una clasificación de susceptibilidad. De esta forma se compilan densidades reales de cada clase de movimientos en masa a partir de cada mapa inventario y se saca una correlación bivariada entre la clase de susceptibilidad y la densidad del movimiento en masa.

La importancia de cada factor, o combinación específica de factores, se puede analizar individualmente. Si se utilizan valores normalizados (densidad de movimientos de ladera en cada clase de cada factor analizado respecto a la densidad global de toda la zona estudiada), se pueden elaborar mapas de susceptibilidad absolutos mediante la asignación de valores ponderados, o bien en función de la relación entre el inventario y los factores utilizados. También es posible combinar varios mapas de factores en un mapa de unidades homogéneas, que es lo que posteriormente se cruza con el mapa de movimientos de ladera con objeto de obtener la densidad de movimientos para cada combinación única de factores de entrada.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son la herramienta más adecuada para trabajar dicha metodología ya que permite hacer un análisis cruzado de los diferentes mapas y sus atributos.

El procedimiento en términos generales incluye los siguientes aspectos:

- Definición de las variables que intervienen en la susceptibilidad (geología, geomorfología, pendiente, precipitación, cobertura vegetal, procesos, uso de la tierra).
- Digitalización de las diferentes coberturas o mapas.

- Análisis estadístico que se basa principalmente en determinar cuantitativamente el grado de influencia que cada variable tiene en la generación de los movimientos en masa.
- Establecimiento de los rangos de susceptibilidad a movimientos en masa.

Elaboración del mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la cuenca del río San Diego. El mapa de susceptibilidad resultante puede utilizarse para estimar la ocurrencia de futuros movimientos en masa. Se recomienda probar y calibrar diversas formas de combinación y compilación de los valores de susceptibilidad, a fin de obtener la mejor correlación. Esto se puede realizar fácilmente en un SIG.

#### 4.2 Tipo de investigación

Se empleará un estudio mixto de tipo documental y de campo:

- Documental: se realizará la búsqueda y recopilación de la información documental y cartográfica referida al área y a los fenómenos estudiados mediante fuentes impresas y electrónicas.
- Campo: Recolección de datos en el área de estudio.

#### Información documental

En esta primera etapa se realizó una rigurosa revisión de toda la información documental recabada, informes técnicos, tesis de grado referidas al tema de estudio así como búsqueda de la cartografía para la delimitación del área de estudio y digitalización de la misma. Se realizó la interpretación tanto de las fotografías aéreas de las misiones N°. 030198 (1.975) y 0302147 (1.991), ortoimágenes del área de estudio. También se recabó información de forma general acerca de las condiciones climáticas del área en cuanto a temperatura y precipitación, esta última variable unida a la acción antrópica, actúan como factores detonantes en los movimientos en masa.

Recolección de la información de campo.

El objetivo principal de esta etapa consiste en el reconocimiento de la zona de estudio, a través de recorridos a lo largo del área. Se basará fundamentalmente en la observación de los distintos procesos morfodinámicos que puedan verificarse en del área de estudio, igualmente se recabará información de las diferentes variables intervinientes para la determinación de áreas susceptibles como son litología, suelo, orientación de laderas, pendiente, cobertura vegetal, densidad de drenaje, geomorfología.

#### 4.3 Variables e indicadores

Las variables e indicadores son los elementos que explican el comportamiento de un fenómeno en un tema de investigación. Para desarrollar un estudio de riesgo geomorfológico por movimientos en masa, debemos tener datos específicos tanto de los factores condicionantes (inherentes) y desencadenantes (externos) de dicho fenómeno, por esta razón debemos analizar una serie de variables a fin de obtener información más precisa acerca del fenómeno. A continuación se muestran las diferentes variables que intervienen en los movimientos en masa. (Ver Cuadro N° 16)

**Cuadro N° 16 Variables e Indicadores**

<b>Componente</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fuente</b>	<b>Uso del indicador</b>
Clima	Precipitación mensual	mm	Registros climáticos del MPPA	Distribución mensual de la pp
Geología	Litología, Meteorización	Grado de Fractura	Información recabada en campo	Susceptibilidad de la roca a la meteorización
Pendiente	Rangos de pendiente	%	Elaboración propia por medio de software	Propensión a ocurrencia de movimientos por gravedad
Orientación de Laderas	Estabilidad geométrica	Grados sexagesimales	Elaboración propia con base a información levantada en campo	La orientación de laderas incide en la escorrentía
Geomorfología	Geoformas  Procesos geodinámicos Intervención antrópica, y Escorrentía	% superficie ocupada N° de procesos/área Tipo de escorrentía	Elaboración propia, con base en interpretación de fotos aéreas e imágenes de satélite e información levantada en campo	Los procesos y la intervención antrópica modifican el modelado terrestre y el patrón de drenaje
Vegetación	Tipo de vegetación Densidad de Cobertura y Altura	% y altura en m	Elaboración propia, con base en interpretación de fotos aéreas e imágenes de satélite	El tipo, la densidad y la altura influyen en la estabilidad de los suelos
Uso de la Tierra	Uso urbano y vegetación natural	Superficie en has	Elaboración propia con base a información levantada en campo	Grado de intervención
ASPECTOS Socio Económicos	Población, servicios y vialidad Uso de la tierra	Población total, distribución por edades. Localización de los servicios puntuales y en redes. Vías de comunicación Uso agrícola Uso urbano Vegetación natural	Datos INE. Información recabada en campo.	Estos indicadores inciden directamente en el grado de vulnerabilidad social El uso del suelo es un factor detonante

Fuente: Elaboración propia (2015)

#### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Por otra parte se realizaron entrevistas y encuestas a una muestra representativa de la población con la finalidad de saber cuál es el grado de conocimiento que tiene la misma sobre riesgo. La muestra corresponde a un 4% de la población total del área de estudio, esta última fue dividida en 11 segmentos con el fin de cubrir toda el área poblada.

#### 4.5 Técnicas de interpretación de datos

En una primera fase se procedió a la interpretación de fotografías aéreas, ortofotomapas e imágenes de satélite del área de estudio en el trabajo de oficina, para llegar a una primera aproximación de las variables físico naturales tales como el tipo de vegetación, su grado de cobertura y altura del dosel; geología estructural que incluye tipo de material litológico, control estructural de la litología, fallas inferidas, afloramientos rocosos; así como los diferentes procesos geomorfológicos generados por los movimientos en masa tales como la reptación, caída de rocas, flujo de detritos, desprendimientos con sus respectivos paquetes desprendidos, deslizamientos, erosión laminar y erosión concentrada en surcos y cárcavas.

Una vez realizada la interpretación, se pasó a la fase de recopilación de información de campo. Se realizaron tres salidas hacia el área de estudio lo que permitió corroborar la información obtenida de la interpretación. Además se logró actualizar las variables tanto físico naturales como de orden socioeconómico para luego proceder a su respectivo análisis.

A partir de esta información se elaboraron los mapas temáticos (precipitación, pendiente, unidades geomorfológicas, inventario de procesos geomorfológicos, vegetación y uso de la tierra, cuencas y sub cuencas hidrográficas, geología) para luego proceder a superponer, mediante la utilización de un SIG, las diferentes variables que intervienen en los movimientos en masa.

## Capítulo 5. Zonificación de la amenaza por deslizamiento

### 5.1 Análisis de los componentes físico naturales

#### 5.1.1 Precipitación

El análisis de la precipitación es indispensable para la obtención de la amenaza por deslizamiento ya que ella representa uno de los factores activadores de los movimientos en masa, debido a que la acumulación del agua en el suelo, sobresatura este, aumentando el peso del mismo y como consecuencia causa un desplazamiento hacia abajo por efecto de la gravedad, vertical o inclinado en dirección del pie de una ladera.

Para visualizar el grado de influencia que posee dicha variable en el área de estudio, se realizó un mapa de isoyetas (instrumento a utilizar dentro del método bivariado), siguiendo una serie de pasos los cuales fueron:

1. Identificación de las estaciones meteorológicas que contuvieran datos de precipitación con la finalidad de generar una lluvia de puntos que permitiera observar cuales de ellas se encontraban dentro o con influencia en el área de estudio, y que contaran con una data de por lo menos diez años, estas condiciones solo las cumplieron las estaciones de El Cambur, La Entrada, Hacienda el Manglar, Vigirima, San Diego, Valencia-GFV y Bárbula; y el período de estudio seleccionado fue desde el año 1996 hasta 2005 ya que es donde existe data representativa para todas las estaciones seleccionadas.
2. Análisis de la información de cada estación meteorológica, donde el primer paso a realizar fue la estimación de los datos faltantes mediante la utilización del método racional el cual se basa en “calcular los porcentajes de cada mes en la lluvia anual, pero solamente en aquellos años con sus doce meses con datos y en las columnas (meses) donde



falten datos. Luego, se suman en los meses sin los porcentajes y se promedia. Ese promedio se coloca debajo del dato mensual faltante y se acepta que corresponde al porcentaje del mes de ese año,” (Guevara, 1987), para obtener el valor se aplica las siguiente formula:

$$X = \frac{\text{Suma de la lluvia en meses con datos} * \% \text{ de la lluvia del mes}}{100 - \text{suma de los porcentajes en los meses sin datos}}$$

3. Teniendo la base de datos completa se procedió a calcular el promedio de precipitaciones de cada estación para dicho período de estudio, dando los siguientes resultados:

### Cuadro N° 17 Precipitación Media Anual Estaciones Meteorológicas

ESTACION	PP Media Anual (1996-2005)	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
EL CAMBUR	1.145,55	1.148.519	598.703	80
LA ENTRADA	1.013,05	1.139.560	602.348	510
HACIENDA EL MANGLAR	761,01	1.155.537	613.338	20
VIGIRIMA	1.209,41	1.142.575	622.870	557
SAN DIEGO	849,18	1.137.514	615.921	460
VALENCIA-GFV	1.281,08	1.126.682	609.962	460
BARBULA	1.075,66	1.138.198	608.953	545

Fuente: Elaboración Propia con base a los datos del MPPES

4. El mapa se realizó con la utilización del Software ArcGis 9.2, el cual mediante las herramienta ADD XY DATA se espacializaron las estaciones meteorológicas con coordenadas X, Y (Ver Cuadro N° 17), y de esta manera se obtuvieron los puntos para poder realizar la triangulación que permitió trazar las isoyetas, luego con el algoritmo Slope del Software se procedió a generar la líneas de precipitación.

A partir de las isoyetas se generaron 5 rangos (Ver Mapa N° 2 pluviométrico) para zonificar el área de estudio con la finalidad de visualizar como es la distribución de la precipitación y confrontarlo con el mapa de movimientos en masa para obtener la amenaza por precipitación.

Las precipitaciones oscilan entre 761mm y 1281mm aproximadamente, las cuales se distribuyen de forma creciente en sentido Norte- Sur, es decir desde la montaña hacia la planicie, posee dos períodos bien definidos uno seco, que

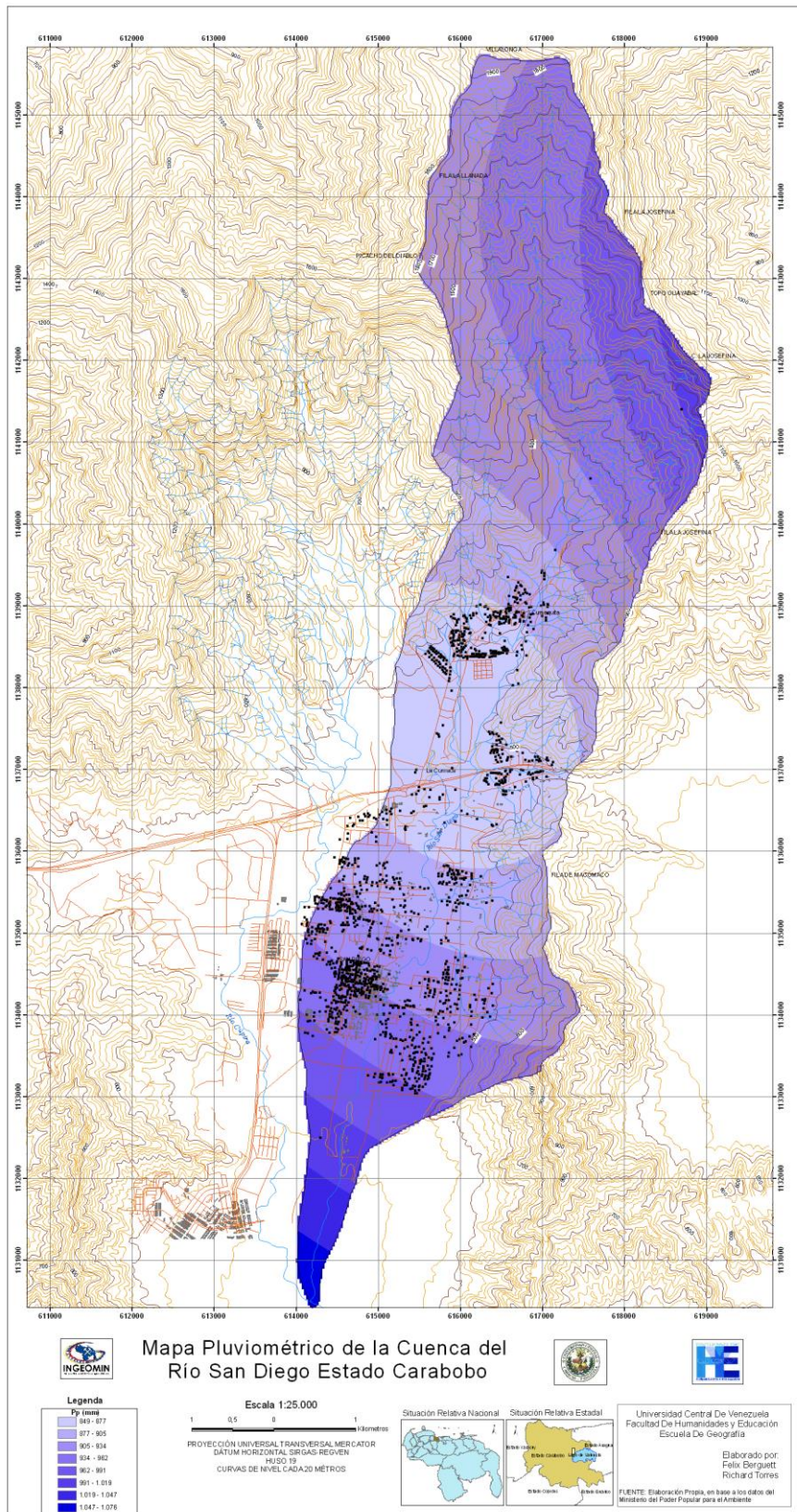
se extiende desde diciembre hasta abril, donde las precipitaciones son bajas o muy bajas, comenzando el periodo de lluvia a partir de mayo hasta noviembre (Ver Cuadro N° 18). Siendo los meses junio, julio, agosto y septiembre los meses de mayor pluviosidad ya que acumulan un 70% de precipitación, dándose entonces la situación propicia para la activación de numerosos procesos de remoción en masa en la parte alta de la cuenca.

### Cuadro N° 18 Precipitación mensual por Estaciones Meteorológicas.

Promedio de Precipitación media anual Periodo (1996-2005)													
ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
EL CAMBUR	80,21	45,01	15,31	48,38	54,59	198,77	84,17	178,40	111,76	154,01	123,57	51,38	1.145,55
LA ENTRADA	7,8	18,9	11,2	43,2	65,5	207,2	120,9	57,9	89,0	237,1	133,7	20,7	1.013,05
HACIENDA EL MANGLAR	41,4	60,4	6,5	50,1	81,8	49,1	86,5	38,1	49,6	102,3	143,2	52,0	761,01
VIGIRIMA	5,25	3,89	7,32	26,67	81,97	105,09	246,04	196,94	176,01	162,47	168,79	28,96	1.209,41
SAN DIEGO	0,5	6,9	11,8	25,5	48,5	144,2	145,2	87,4	211,8	58,9	85,9	22,6	849,18
VALENCIA-GFV	7,4	12,6	25,5	58,1	149,7	173,1	191,1	168,2	166,4	201,3	110,9	16,9	1.281,08
BARBULA	2,5	14,7	2,4	33,0	86,3	160,5	107,9	138,2	106,2	35,4	330,0	58,4	1.075,66

Fuente: Elaboración Propia con base a los datos del MPPES

## Mapa N° 2 Pluviométrico



Elaboración Propia en base a datos suministrados del MPPES

### 5.1.2 Pendiente

El valor de pendiente se utiliza como una variable geodinámica; para evaluar y/o realizar análisis geotécnicos, geomorfológicos (estabilidad de taludes, movimientos en masa, entre otros). Con la aplicación del software “ArcGis” utilizando la herramienta 3D Analyst Tools el algoritmo slope se realiza el mapa de pendiente, donde se obtiene la diferenciación de los sectores de inclinación tanto en porcentaje o en grados. Los cuales se reclasifican de acuerdo a la metodología utilizada por INGEOMIN y se obtienen los siguientes rangos de pendiente (Ver Cuadro N° 5.3 y Gráfico N° 5.1) donde se observa que el 37% del área de estudio se encuentra entre el intervalo 0 – 15% lo que corresponde a una muy baja pendiente ver (Mapa N° 3 de pendiente) con el amarillo claro, ubicado en la planicie aluvial, en lo que se refiere a la montaña, piedemonte y a la vega de los ríos encontramos que un 8% esta entre un 15 – 25% una baja pendiente en el mapa le corresponde el color amarillo, 31% entre el intervalo 25 – 50% una moderada pendiente con el color mostaza del mapa, un 17% del área se ubica entre 50 – 75% una alta pendiente lo que corresponde al color naranja del mapa y un 7% < 75% muy alta pendiente y en el mapa se observa con el color rojo.

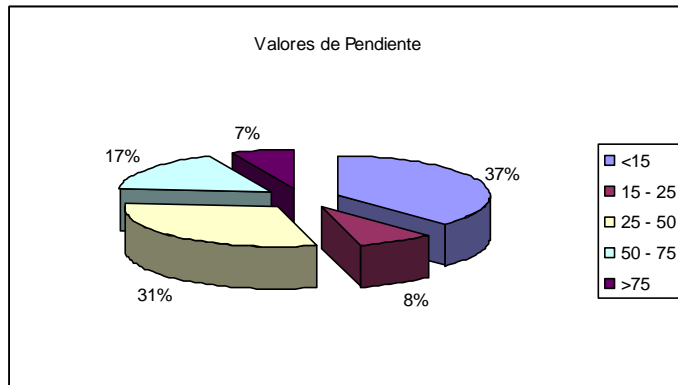
Las áreas más susceptibles a procesos de remoción de masas según el mapa de valores de pendientes son aquellos sectores que corresponde a los intervalos que van desde moderada a muy alta pendiente dando como resultado que más del 54% del área de estudio este en una alta susceptibilidad.

**Cuadro N° 19 Rangos de pendiente**

Rangos De Pendiente	Área (m <sup>2</sup> )	Área (%)
<15	128879	37,6
15 - 25	28858	8,4
25 - 50	105410	30,7
50 - 75	56793	16,5
>75	23222	6,8
Total	343162	100

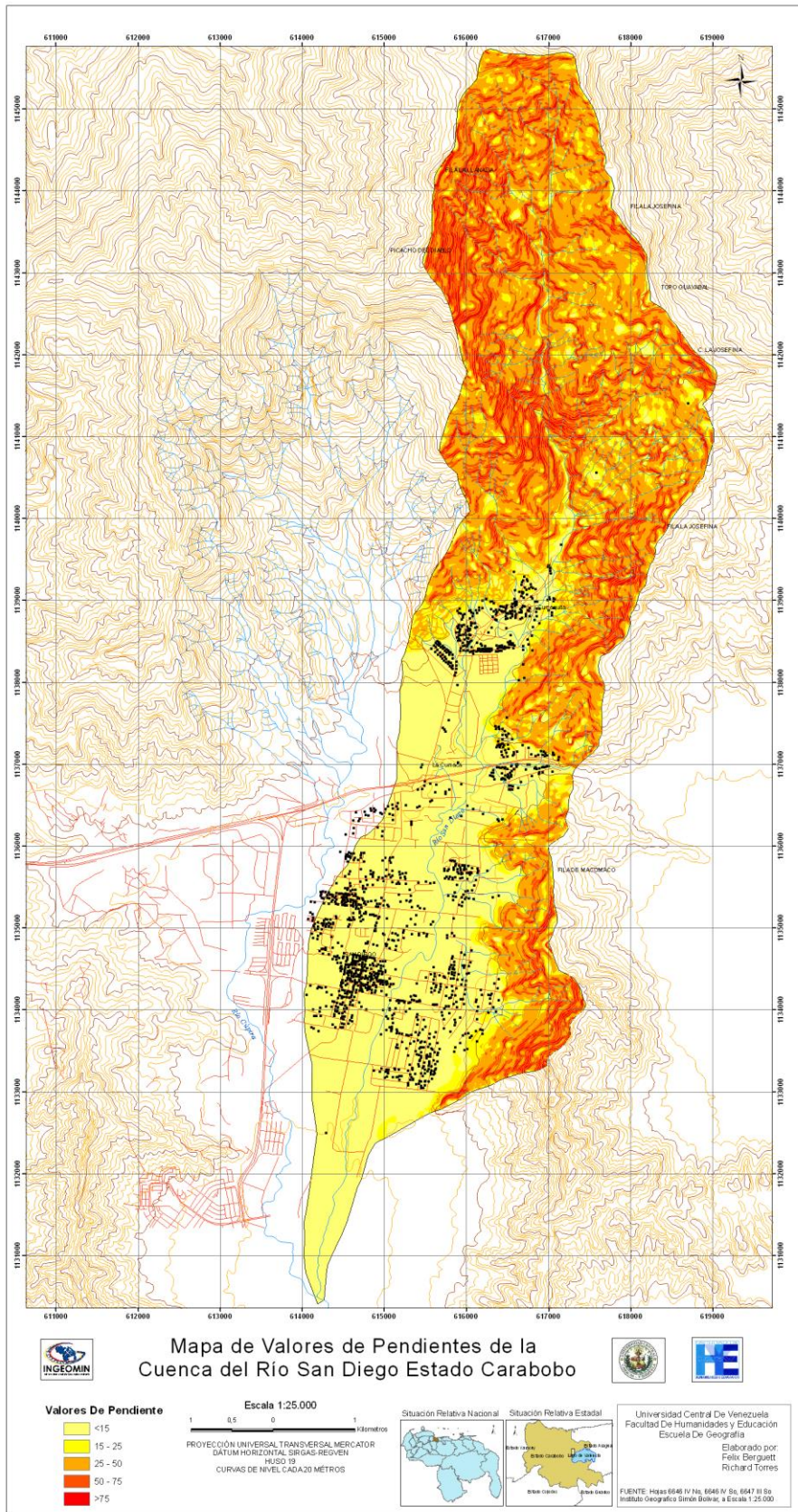
Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico N° 1 Valores de pendiente**



**Fuente:** Elaboración Propia.

# Mapa N° 3 Valores de pendiente



### 5.1.3 Mapa de Unidades Geomorfológicas y Procesos Morfodinámicos

Este mapa tiene la finalidad de identificar, definir y evaluar las diferentes unidades de relieve y los distintos procesos morfodinámicos de la cuenca del río San Diego.

La metodología empleada se realizó en varias etapas la primera en la documentación de diferentes trabajos bibliográficos y cartográficos referentes a las condiciones físicas tanto regionales como locales del área de estudio. A partir de la revisión de la información, se obtuvo una visión general del ambiente geomorfológico y su morfodinámica. La segunda etapa fue la interpretación directa de las fotografías aéreas 546, 547, 548, 2186, 2187, 2188, 2684, 28665 de la misión 030198 producidas en el año 1975 a escala 1:25.000; y las fotos 006, 007, 008, 009, 081, 082, 083, 084, 092, 093, 094, 095 de la misión 0302147 a escala 1:25.000 producidas en el año 1991 por la Dirección de Geografía y Cartografía Nacional. Una vez interpretadas y analizadas las fotografías, pudimos identificar y delimitar las unidades de relieve presentes en el área de estudio, como los principales procesos morfodinámicos. Seguidamente a esto se lleva la información obtenida de las fotografías aéreas a la base cartográfica del área de estudio la cual esta conformada por las cartas 6646 IV NO, 6646 IV SO, 6647 III SO del Estado Carabobo a escala 1:25.000 emitidas en el año 1975 por la Dirección de Geografía y Cartografía Nacional. La tercera etapa constituye a la salida de campo; La realización de esta actividad fue llevada a cabo mediante un recorrido sistemático de los distintos sectores que comprenden el área de estudio. En este proceso se tomaron diversos puntos de observación y evaluación que se consideraron claves para la comprensión de la evolución geomorfológica del área analizada.

Esta actividad de campo fue ejecutada durante los días 09, 10 y 11 de Agosto y la segunda salida 17, 18 y 19 de Octubre del año 2.009, cuando se realizó un levantamiento de las principales características topográficas, morfológicas y morfodinámicas de la zona evaluada, y de las características más resaltantes que podrían ser determinantes en la condición general de la amenaza geomorfológica y del riesgo ambiental del área de estudio. La última etapa para la elaboración del mapa de unidades geomorfológicas y de inventario de

procesos morfodinámicos consistió en el vaciado de la información interpretada en las vistas aéreas y la información levantada en campo al SIG para luego hacer la descripción y análisis detallada de cada una de las unidades y procesos encontrados en el área de estudio.

#### Descripción geomorfológica regional

La clasificación taxonómica geomorfológica adaptada por Alfred Zinck del área de estudio corresponde a la siguiente categoría:

Provincia fisiográfica: Cordillera de la Costa

Región natural: Cadena litoral-cuenca del Lago de Valencia

Tipo de paisaje: Montaña en la parte Norte de la cuenca conformada por el cerro Villalonga, la fila La Josefina, el picacho del Diablo y la fila del Diablo, y la fila de Macomaco que se encuentra en la parte Sur-este del área de estudio. El piedemonte se presenta desde el sector La Cumaquita donde comienza la parte media de la cuenca, bordeando toda la montaña de Macomaco al Sur-este hasta llegar al Sur en la confluencia de los ríos San Diego y Cúpira. Y la planicie aluvial del río San Diego con sus respectivas llanuras inundables a ambos lados del río.

Tipo de relieve: Fila principal de la Cordillera de la Costa con sus respectivas estribaciones que dan origen a la cuenca en estudio, laderas cóncavas, convexas, regulares, irregulares, rectilíneas, facetas triangulares y vegas coluvio-aluviales del río San Diego y sus afluentes.

En el piedemonte se encuentran glaciares y abanicos aluviales.

En la planicie aluvial se encuentra solo la vega aluvial del río San Diego.

#### Descripción de unidades de relieve

La clasificación de formas morfológicas se hizo a nivel de “tipo de Relieve” y las obtenidas para el área de estudio se describen a continuación.



## Unidades de Montaña

- Filas Principales y Secundarias

Corresponden a aquellas unidades que encierran o engloban a los puntos de mayor altitud de los macizos montañosos y que por tanto constituyen las líneas que funcionan como divisorias de aguas dentro de las cuencas hidrográficas (Ver Foto N° 1)



Foto N° 1

- Laderas Montañosas

Están constituidas por las superficies fuertemente inclinadas que conforman el cuerpo de los macizos montañosos y que comunican las filas principales y secundarias en posiciones altas, con las vegas coluvio-aluviales dispuestas en las posiciones más bajas dentro de los cuerpos montañosos (Ver Foto N° 2).

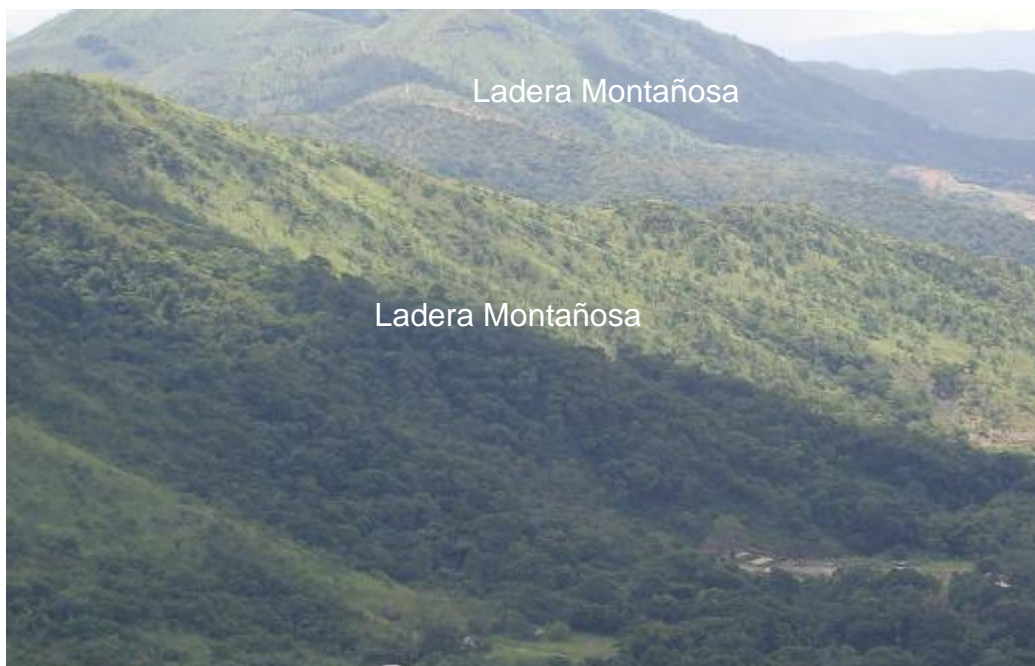


Foto N° 2

- Vegas coluvio-aluviales

Son las unidades depresionales que encierran o engloban los canales o líneas topográficas deprimidas, a través de las cuales transitan los flujos de escorrentía superficial dentro de los cuerpos montañosos. Son de naturaleza coluvio-aluvial porque el mayor porcentaje de los materiales que las constituyen se han depositado por movimientos de gravedad (coluviones) desde las laderas montañosas adyacentes (Ver Foto N° 3).

**Cuadro N° 20 Superficie de unidades**

Unidades De Relieve	Superficie total (ha)	(%)
Montaña	1739,7	51
Pie de Monte	372,3	11
Planicie	1031,5	30
Valle	48,7	1
Abanico Aluvial	228,82	7
Total	3420,9	

Fuente: Elaboración Propia.



Foto N° 3

#### Unidades de Piedemonte

- Glacís de acumulación

Están constituidas por aquellas unidades deposicionales y transicionales que se encuentran al pie de las unidades de mayor elevación (montañas y colinas), y que por una parte, no poseen formas triangulares definidas como los conos de deyección o abanicos aluviales, y que por la otra, están conformadas por depósitos fundamentalmente coluviales.

- Conos de deyección

Son unidades deposicionales, transicionales y de forma semi-triangular, pero que a diferencia de estos están constituidos por sedimentos de origen coluvial que han sido transportados por procesos de gravedad ocurridos en las laderas adyacentes al área de cambio de pendiente de un sistema fluvial determinado.

- Abanicos aluviales

Se encuentran conformadas por unidades deposicionales y transicionales similares a los glacis de acumulación, pero que a diferencia de estos, exponen una forma semi-triangular y una constitución predominante de sedimentos aluviales trasportados por un sistema de drenaje definido (Ver Foto N° 4).



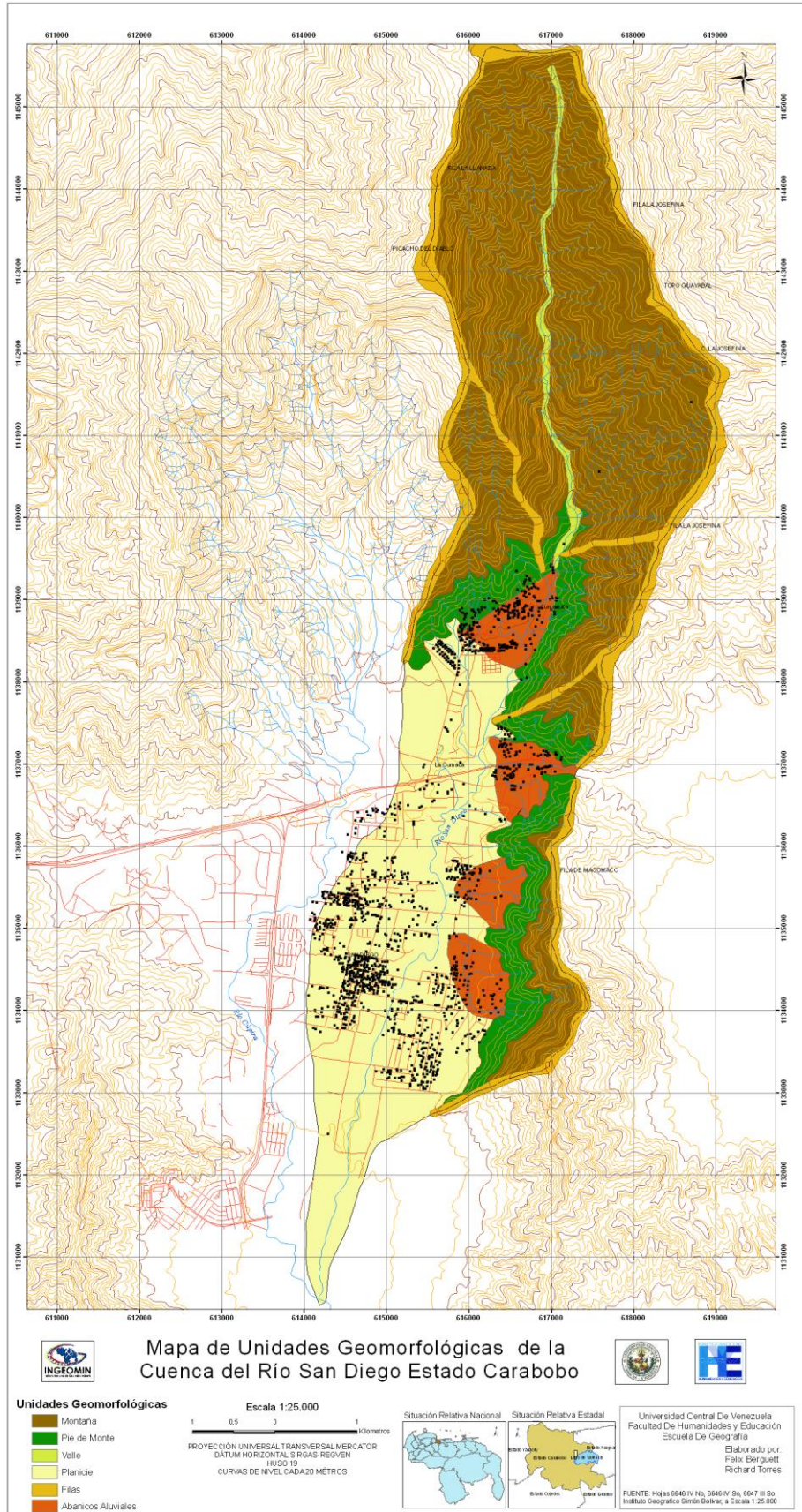
Foto N° 4

#### Unidades de Planicie

- Llanuras aluviales

Son unidades deposicionales bajas, de baja pendiente que han sido formadas por las sucesivas acumulaciones de sedimentos de origen fluvial que se han generado tras los sucesivos desbordamientos laterales de los principales cursos fluviales de la región (Ver Mapa N° 4 de unidades geomorfológicas).

# Mapa N° 4 Unidades Geomorfológicas

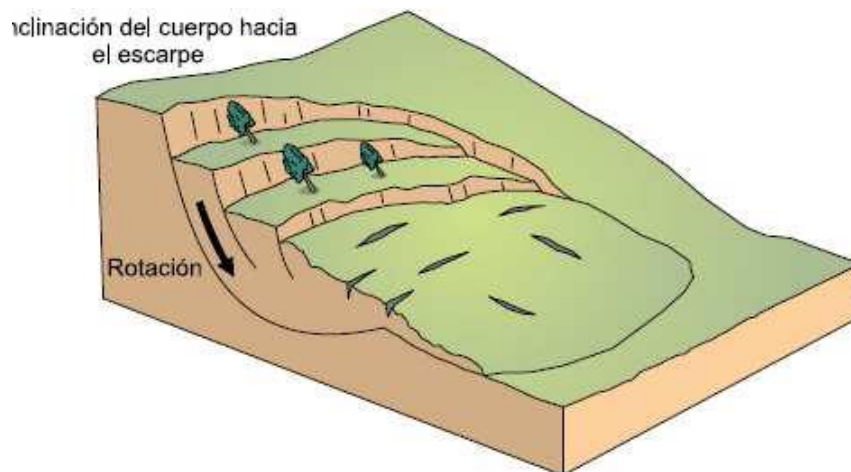


## Descripción de los procesos morfodinámicos

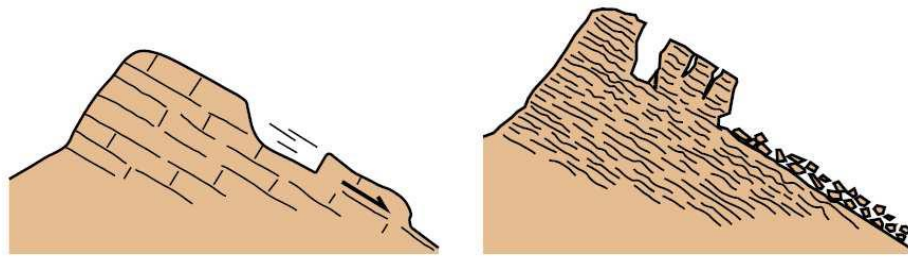
Partiendo de la metodología anterior se procedió a describir los diferentes procesos morfodinámicos que se encontraron en el área de estudio.

### Movimientos en masa

El área investigada ha sido modelada por procesos muy variados a lo largo del tiempo. Se logran visualizar *deslizamientos tipo rotacional* (Figura 10) definido como aquellos movimientos en masa que desplazaron grandes volúmenes de suelos y rocas, los cuales fueron transportados por efectos de fuerza de gravedad, a posiciones de menor altura relativa dentro de las vertientes montañosas. En la actualidad, sus evidencias se exponen como cicatrices de perfil cóncavo y con una corona de despegue semicircular, otro tipo de deslizamientos típico, conocido como *deslizamiento traslacional* (Figura 11) el cual es referido al movimiento de la masa rocosa a través de una superficie de falla plana.

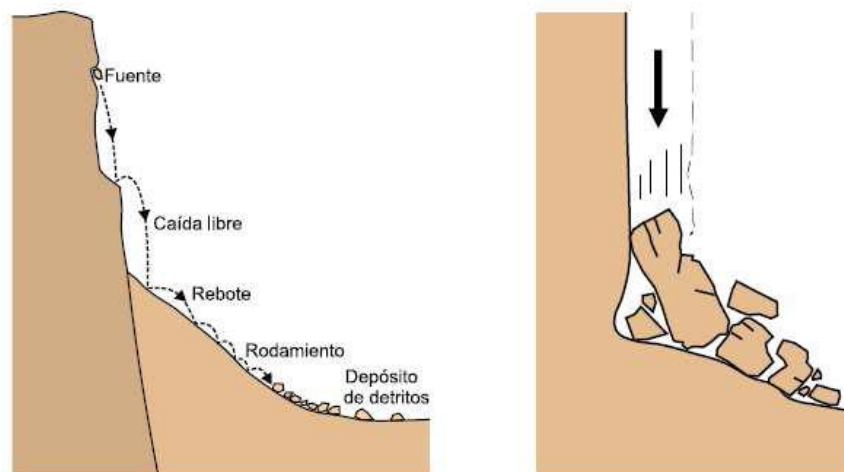


**Figura N° 10 Esquema de un deslizamiento Rotacional. Tomado de GEMMA, 2007.**



**Figura N° 11 Esquema de un deslizamiento Traslacional. Tomado de GEMMA, 2007.**

En otras laderas encontramos movimientos tipo *Caída de Roca* (Figura 12) constituido por procesos similares a los desarrollados por fenómenos rotacionales y traslacionales, pero que a diferencia de estos, fueron producidas por desplazamiento de fragmentos rocosos y de suelos que no se movilizaron en paquetes, sino en pequeños fragmentos y agregados desde la vertiente montañosa.



**Figura 12 Esquema de Caída de Rocas. Tomado de GEMMA, 2007**

En toda el área de estudio se observan coronas inactivas que unidas a las altas pendientes mayores 50% y a la falta de vegetación protectora pueden pasar de un estado inactivo a un estado activo al introducir uno de los agentes detonantes como los son la pluviosidad y la sismología (Ver Foto N° 5).

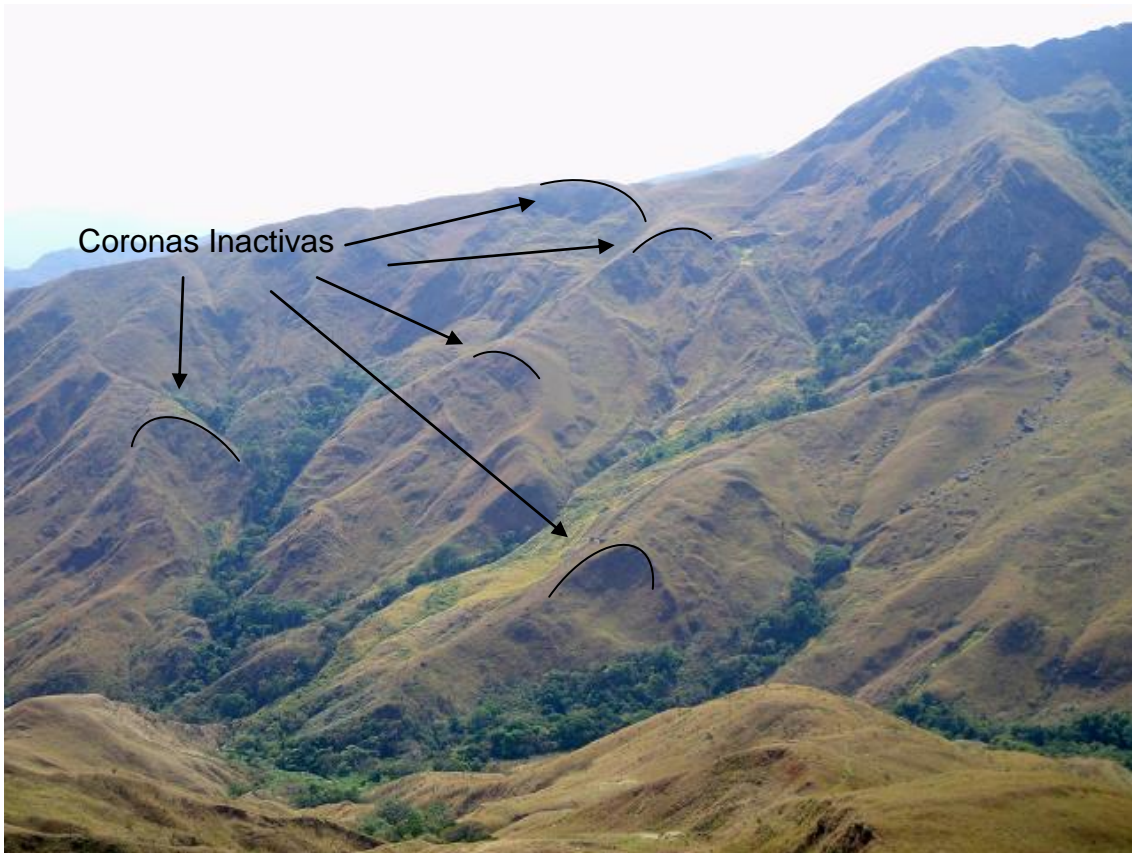


Foto N° 5

En las áreas donde la cobertura vegetal es rala menos densa favorece los movimientos en masa tipo *Reptación* fenómeno que en general consiste en el transporte laminar de las capas más superficiales del suelo hacia áreas más bajas de la ladera montañosa, pero que a diferencia de los deslizamientos laminares, se produce de forma lenta pero continúa generando una condición de alta inestabilidad en los horizontes de suelo donde se produce (Ver Foto N° 6).





Foto N° 6

#### Procesos erosivos

En el área de estudio también se desarrollan procesos de *Erosión Concentrada* que se han producido por la concentración preferencial de flujos hídricos sobre la superficie del mismo, y que han generado la disección constante de las laderas montañosas y el subsecuente transporte de los materiales hacia posiciones bajas dentro de estos medios. Sus evidencias se expresan en forma de surcos y sistemas de cárcavas sobre la superficie (Ver Foto N° 7).

Es propicio mencionar que en este estudio no se evaluaron procesos ni movimientos en masa en la planicie de la cuenca (área urbana), debido a que el nivel de detalle no permitió realizarlo, producto de la escala de trabajo (Ver Mapa N° 5).



Foto N° 7

#### Procesos de flujo

Dentro de este tipo de procesos se encontró en el área de estudio la *Licuefacción*, que señala el comportamiento de suelos que, estando sujetos a la acción de una fuerza externa (carga), en ciertas circunstancias pasan de un estado sólido a un estado líquido, o adquieren la consistencia de un líquido pesado. Este tipo de corrimiento ocurre en suelos saturados o moderadamente saturados con un drenaje pobre, provocado por la inestabilidad de un talud, haciendo que los materiales fluyeran en un comportamiento líquido hacia las áreas más bajas (Ver Foto N° 8).



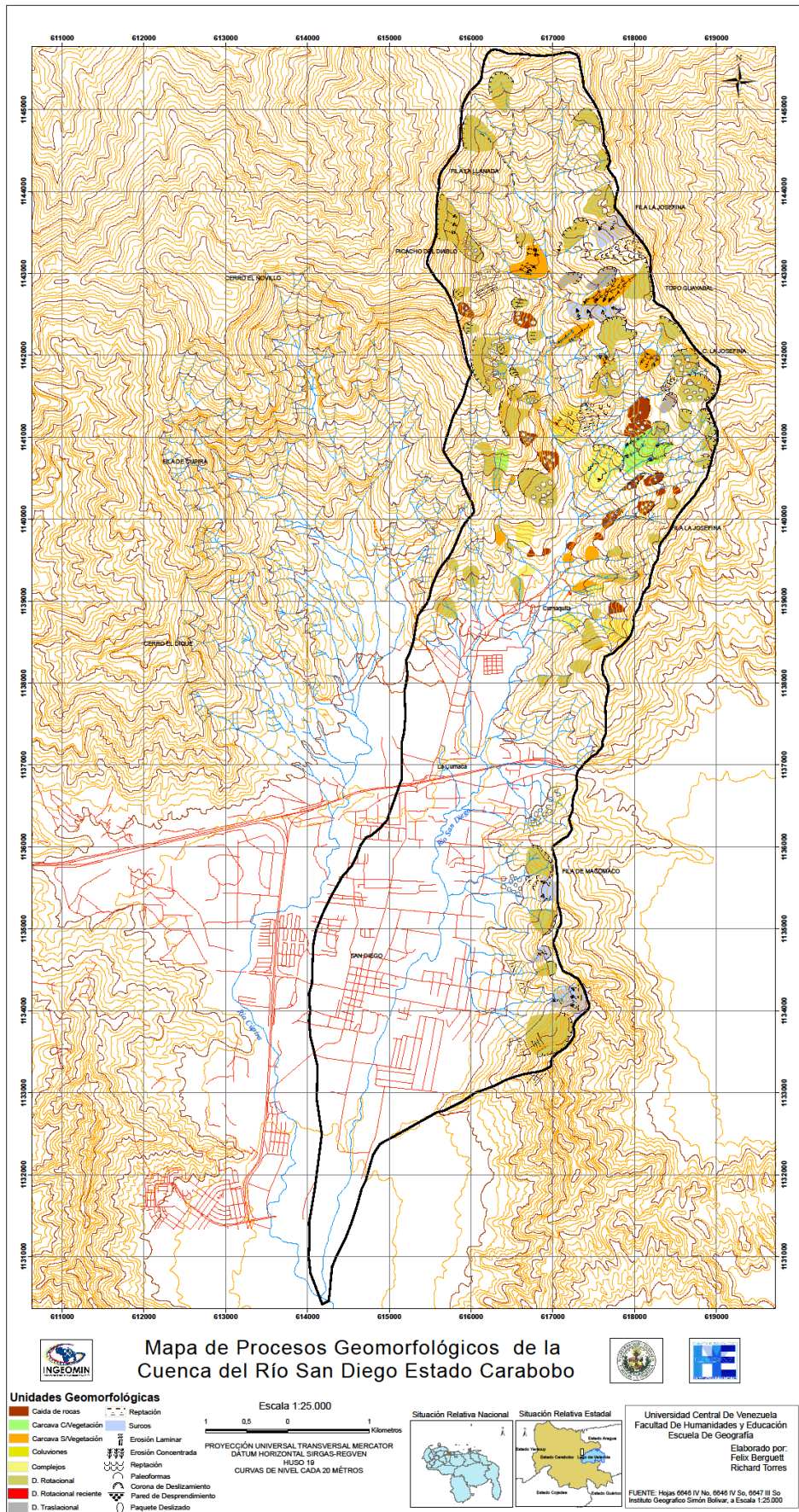
Foto N° 8

**Cuadro N° 21 Superficie de Procesos**

Procesos	Superficie (ha)	% Según Área de Ladera
Deslizamientos	337,04	16,5
Caída de rocas	44,94	2,2
Cárcavas	71,35	3,5
Reptación	71,11	3,5
Surcos	44,13	2,2
Procesos Complejos	56,18	2,8
Área Ocupada Procesos	624,75	30,6
Área Laderas	2042,7	
Área Total	3420,96	

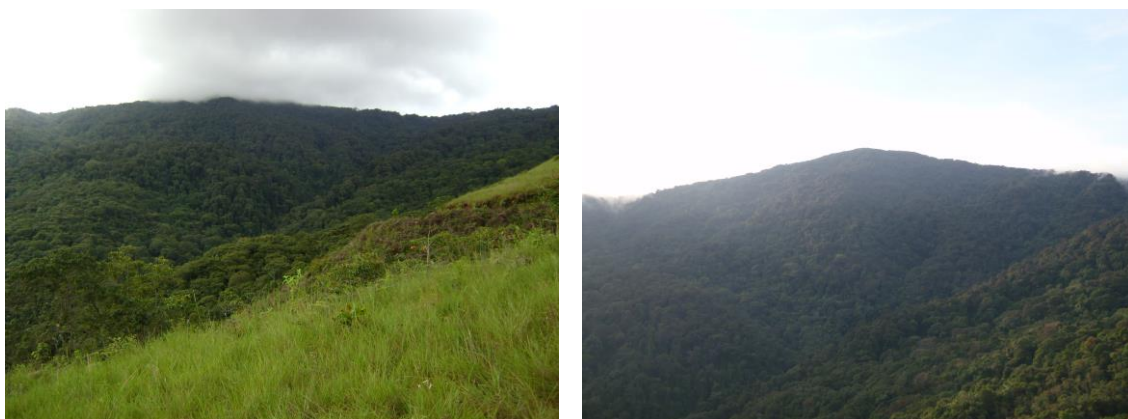
Fuente: Elaboración Propia.

# Mapa N° 5 de Procesos Geomorfológicos



#### 5.1.4 Vegetación

La vegetación en La Cuenca del Río San Diego del estado Carabobo es muy diversa, esta se generalizó en 3 grupos por su capacidad de cobertura (Bosque Denso Nublado, Bosque de Galería y Herbazales) (ver mapa N° 6), donde en la cabecera del río San Diego encontramos el Bosque Denso Nublado, esta vegetación consiste principalmente de árboles residuos, su estrato arbóreo es de 20 a 30 metros de altura de troncos rectos y de hojas anchas, con respecto a los movimientos, esta cobertura vegetal presenta una mayor estabilidad al terreno, ya que sus grandes raíces proporcionan un anclaje natural al suelo, abarca una superficie de 377,3 ha (11%) del área (ver Cuadro N°22).



Fotos N° 9 y 10 Bosque Denso Nublado

Cuadro N° 22 Superficie de la Cobertura Vegetal

Vegetación	Superficie total (ha)	%
Bosque	377,3	11
Herbazal con Matorrales	279,7	8
Herbazal Denso	500,0	15
Herbazal Ralo	805,8	24
Suelo Sin Vegetación	12,6	0,4
Área con Vegetación	1975,4	58
Uso Urbano	1445,6	42
Área total	3420,96	

Fuente: Elaboración Propia.

En los márgenes del río San Diego encontramos un bosque ribereño o bosque de galería que atraviesa toda la cuenca, su vegetación se caracteriza por ser árboles muy altos de troncos gruesos, siempre verdes debido a la constante humedad que ofrece el río, su extensión y ancho disminuye a medida que se acerca a la planicie, este bosque sirven como barrera natural a los desbordamiento del río.



**Fotos N° 11 y 12 Bosque De Galería**

En las laderas encontramos herbazales bajos (ralos, densos y con matorrales); donde los herbazales bajos densos se encuentran en lo que corresponde al área adyacente inferior del bosque esta constituida por gramíneas, esta cobertura vegetal tiene una superficie de 1585,5 ha (47%) del área de estudio, presenta una moderada protección contra los movimientos en masa.



**Fotos N° 13 y 14 Herbazal Bajo Denso**

En la cuenca media encontramos un herbazal bajo ralo denominado así debido a la separación que presentan las gramíneas las unas de las otras y esto es debido a la formación geológica lo que nos da esta configuración, dando como resultado una baja protección a la ocurrencia de movimientos en masa corresponde a una superficie de 805,8 ha (24%) de la cuenca.



**Fotos N° 15 y 16 Herbazal Bajo Ralo**

En la ladera de la fila Macomaco se observa un herbazal denso con matorrales caracterizada por especies arbutivas de menos de 5 metros y gramíneas, esta cobertura vegetal ofrece una protección de baja a moderada a los deslizamientos.



**Fotos N° 17 y 18 Herbazal con Matorrales**

En la fila Macomaco mas hacia lo que corresponde el piedemonte encontramos areas sin vegetación que estan dirigidas a la construcción del ferrocarril y otra dedica a la construcción de un conjunto residencial, esta zona sin cobertura vegetal posee un área de 12,6 ha (0,4%) de la cuenca del río San Diego.



**Fotos N° 19 y 20 Suelo sin vegetación**

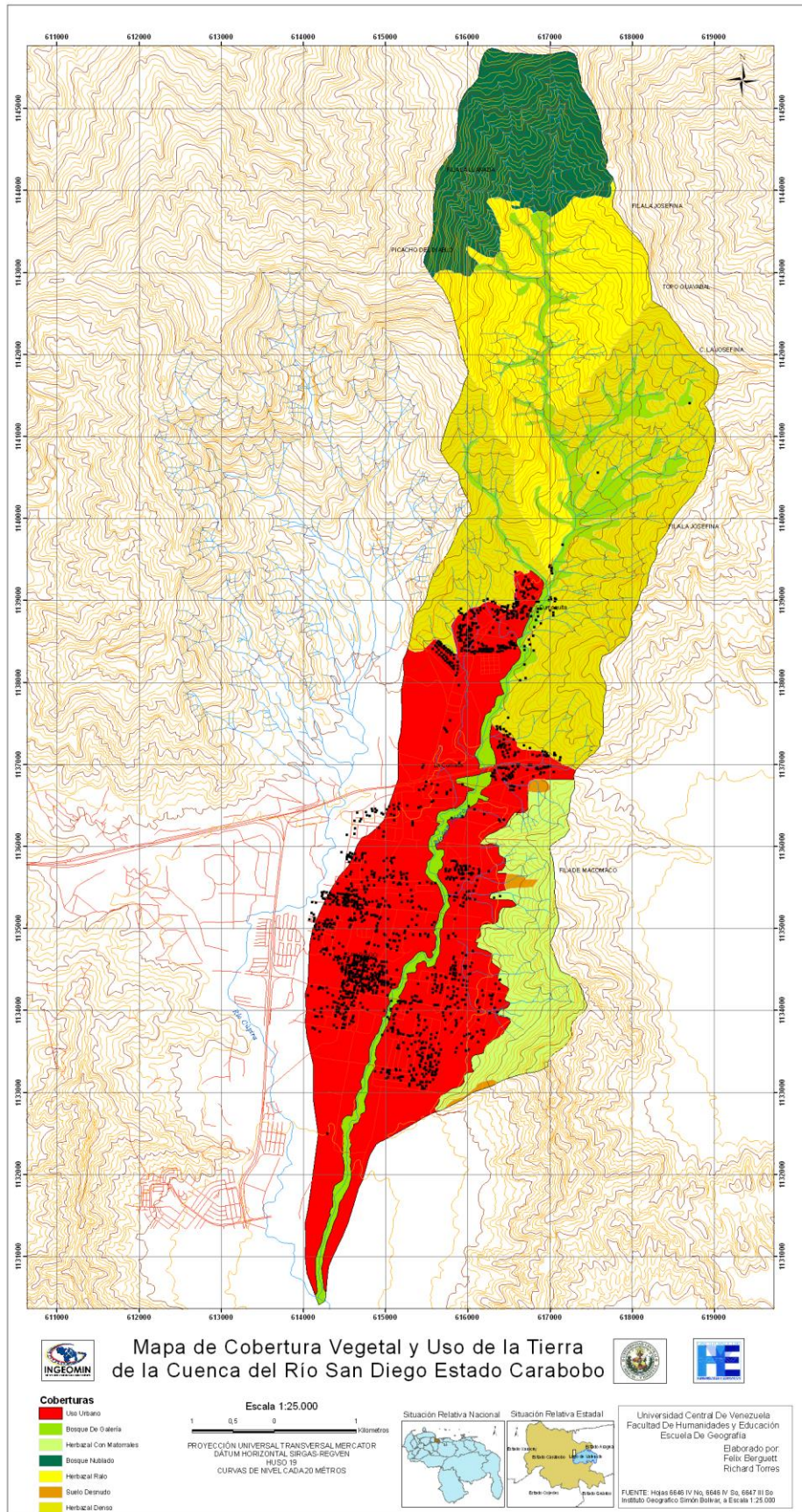
En lo que corresponde a la zona de planicie encontramos el area urbana de San Diego con uso específicamente residencial posee un área de 1445,6 ha (42%) de la cuenca (ver Mapa N° 6)



**Fotos N° 21 y 22 Uso Residencial de San Diego**



# Mapa N° 6 de Cobertura Vegetal y uso de Suelo



### 5.1.5 Hidrografía

Para determinar la influencia del drenaje en los movimientos en masa

1. sectorización del área en subcuencas.
2. identificar el patrón y textura del drenaje
3. calculo del coeficiente de bifurcación y densidad del drenaje.

Patrón de Drenaje:

Configuración que forma la agrupación de cauces individuales que drenan hacia un punto determinado. En el caso de la cuenca del Río San Diego encontramos dos tipos de patrón de drenaje el dendrítico y el paralelo:

- Patrón de drenaje dendrítico: se caracteriza por ser de aspecto arbolado, este patrón indica que el área posee una pendiente uniforme y compuesta por materiales homogéneos.
- Patrón de drenaje paralelo: los cauces poseen una dirección bien definida, desembocando casi con el mismo ángulo al punto donde confluyen, el paralelismo se debe a la existencia del control estructural de acuerdo a los movimientos tectónicos del pasado.

Textura:

Espaciamiento relativo que presenta un conjunto de cauces dentro de una cuenca. Esta identificación es netamente cualitativa y se puede encontrar tres tipos fina, media y gruesa. En las subcuencas delimitadas se aprecian texturas gruesas lo que implicaría que los cauces elaborados por los ríos posiblemente se trabajaran a base de estratos de roca gruesa.

Coeficiente de bifurcación:

Ordenamiento de los cauces de una cuenca y se calcula con la finalidad de conocer si el área de estudio presenta características climáticas, litológicas y geológicas homogéneas. Este coeficiente se puede definir como una proporción existente entre el número de segmentos de un orden dado y los órdenes dados inmediatamente superiores. Se calcula a través de:

$$Cb = No/No+i$$

$$Cb = Cb/N$$

Cb: Coeficiente de Bifurcación

No: Número de cauces

No+i: Número de cauces de orden superior

N: Número de coeficientes

Se considera representativo, cuando la media armónica del coeficiente esta comprendida entre 3 y 5 atendiendo a que le cuenca en toda la superficie presenta características homogéneas. (Gamboa, 1986)

**Cuadro N° 23 Coeficiente de Bifurcación**

Orden	Nº de causes	Coef. Bifurcación
I	198	2
II	108	2
III	45	2
IV	20	1
V	17	
	Cbm	2

Fuente: Elaboración Propia.

Densidad de Drenaje:

Relación existente entre la longitud total de los cauces que conforman una cuenca y la superficie total de la misma, este indicador permitirá definir la proporción de superficie expuesta a procesos de disección por la acción de los cursos de aguas, es decir, a mayor densidad, mayor disección. La densidad del drenaje se calcula a través de: (Gamboa 1986)

$$D = \Sigma Lc/Sc$$

D: Densidad de drenaje

Lc: Longitud del cauce (Km)

Sc: Superficie de la cuenca en (Km<sup>2</sup>)

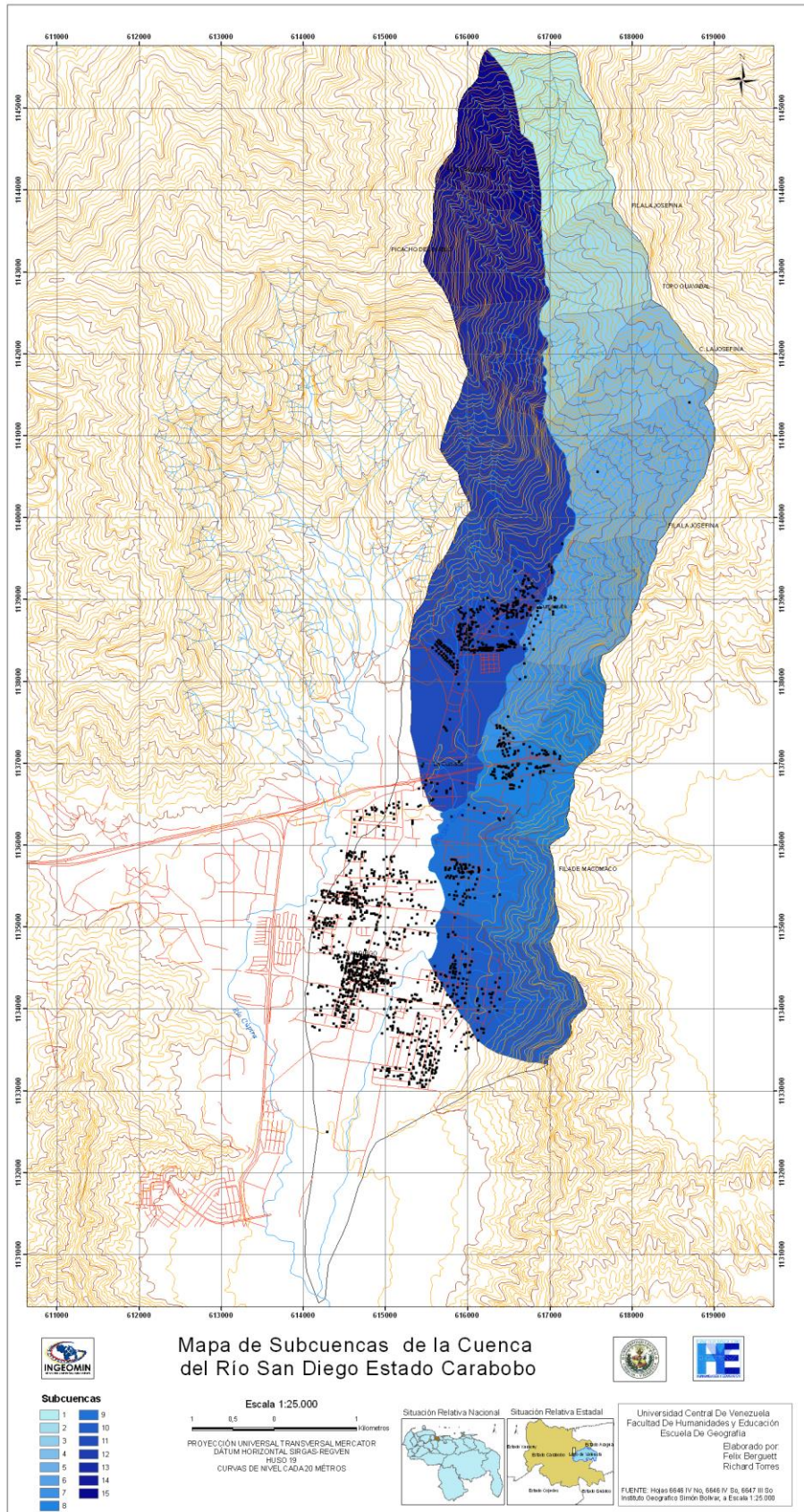
De acuerdo a lo planteado en la metodología, la densidad de drenaje será el punto de partida para realizar la ponderación de la variable hidrográfica. A mayor densidad, mayor grado de disección, por consiguiente mayor amenaza. La cuenca del Río San Diego tiene una densidad drenaje baja (ver cuadro N° 24) y esto significa que tiene una textura gruesa

**Cuadro N° 24 Cálculo de Densidad de Drenaje**

Subcuencas	Longitud	Superficie (ha)	Densidad de Drenaje
1	6,38	1,82	4
2	3,62	1,4	3
3	5,32	0,84	6
4	10,65	1,78	6
5	15,53	2,26	7
6	11,97	1,75	7
7	4,19	0,75	6
8	8,04	1,69	5
9	9,11	1,99	5
10	7,14	2,17	3
11	11,57	3,45	3
12	6,73	2,45	3
13	5,44	1,21	4
14	4,11	1,63	3
15	5,89	1,51	4
<b>Total</b>	<b>115,69</b>	<b>26,7</b>	<b>4</b>

Fuente: Elaboración Propia.

# Mapa N° 7 Cuenca y Subcuencas



### 5.1.6 Geología

El mapa Geológico permite cartografiar unidades estratigráficas que afloran en la región, conjuntamente con las estructuras que dieron cabida a la disposición espacial que las rocas presentan hoy día.

Este mapa permite conocer las designaciones estratigráficas, agrupación de unidades geológicas, naturaleza, edades y estructuras presentes de los materiales rocosos que están en la zona de estudio. Así mismo devela intrínsecamente el comportamiento mecánico de la roca, relacionadas a identificación de litosomas o litódemos, permitiendo así por medio del análisis geológico estructural, inferir parámetros cualitativos que conduzcan a un diagnóstico de estabilidad.

Se realiza de igual forma en caso de requerir un mejor detalle, el mapa litológico, el cual especifica todos los cuerpos de roca que integran una Formación en cuestión, con el propósito de conocer a una escala mayor la disposición espacial de la litología. A este nivel un tanto detallista resultan más confiables los análisis de estabilidad por comportamiento mecánico y cinemática, sin embargo, para los propósitos de esta investigación y aplicación del método, solo se toma en cuenta la información geológica de carácter regional.

#### 1. Geología regional

La cordillera de la costa se interpreta como de tipo alpino, la cual se caracteriza por una secuencia de rocas metamórficas de origen ígneo y sedimentario.

La configuración de esta cordillera ha permitido su división en fajas tectónicas, cada una de ellas con características individuales que facilitan su estudio (Bell, 1968.b) estas fajas son:

- a) Faja de la Cordillera de la Costa
- b) Faja de Caucagua – el Tinaco
- c) Faja de Paracotos
- d) Faja de Villa de cura
- e) Faja Piemontina
- f) Faja de Fallas de Corrimiento

- g) Faja Volcada
- h) Faja de Buzamientos Suaves

#### Estratificación Regional

La localización del área de estudio esta dentro de la faja de la cordillera de la costa.

En esta faja afloran el complejo granítico de Sebastopol, las formaciones del Grupo Caracas y las unidades Metamórficas expuestas en la parte occidental en las penínsulas Paria-Araya, Paraguana y la Guajira e islas de Margarita y la Orchila (Menéndez 1966).

- a. Granítico Sebastopol
- b. Grupo Caracas

La Cordillera de la Costa esta constituida por una gruesa secuencia de rocas metosedimentarias asignadas al grupo Caracas cuya sedimentación se llevó acabo entre el jurasico superior y el cretáceo inferior, metaígneas.

Tales rocas suprayacen discordantemente sobre un gneis cizallado, el cual se le ha conferido una edad paleozoica o mas antigua (Morgan, 1969).

Esta integrado por las siguientes unidades formación Peña de Mora (Urbaní, 1968,1972), las Brisas (D'Elia, 1967; Urbaní, 1968,1972) Las Mercedes (D'Elia, 1967; Morgan, 1969; González, 1972), en el área de estudio solo encontramos la formación las Brisas y las Mercedes las cuales se describen a continuación.

#### Formación las Brisas

Su localidad tipo se encuentra en el sitio denominado las brisas a unos 4 Km. al sur de El Valle en la carretera Caracas-Charallave.

Smith (1952) divide la formación en dos miembros el inferior compuesto por areniscas metamorizadas y conglomerados arcosicos que pasan hacia arriba a esquistos sericiticos, esquistos cuarzosos y un intervalo de gneis, con porfidoblotos de microlino en una matriz calcárea, el miembro superior consiste de esquistos cuarzo sericiticos y grafitoso sericiticos más meteorizados y deformados que el miembro inferior.

Su espesor varía en el miembro inferior de 200m al miembro superior donde oscila 400 y 900m.

La unidad discordante sobre el complejo Sebastopol; su parte superior es transicional hacia la formación las Mercedes, y localmente se observa un contacto superior bien definido con la formación Antimano.

Walcott (1943) le asigna una edad jurasico a cretaceo. Urbani(1969-b) señala la presencia de fósiles del kimeridgiense (jurasico superior) y sugiere que esta edad solo debe tomarse para el nivel de mármoles y no para la formación las Brisas que es una unidad mas compleja, litológica y tectónicamente (Urbani, 1982). La superficie correspondiente al area de estudio es de (180,6 ha) (Ver Cuadro 25)

### Formación la Mercedes

Según Gonzáles de Juana et al (1980) fue definida por Aguerrevere y Zuloaga (1937) en la hacienda del mismo nombre, hoy urbanización las Mercedes, en el suroeste de Caracas. La localidad actualmente es área urbana residencial, por lo tanto, Whermann (1972) propone establecer como sección de referencia la que aflora en la carretera Petare-Santa Lucia donde aparecen afloramientos casi continuos y pasan transicionalmente a la formación Chuspita.

La litología predominante consiste esquistos grafitosos en forma de lentes.

Los esquistos de la formación las Mercedes son cuarzos moscovíticos grafitosos calcáreos.

Su espesor es de 1800m (Léxico Estratigráfico de Venezuela, 1970)

La edad de formación ha sido inferida por varios autores en base a correlaciones regionales posiblemente jurasico superior a cretaceo inferior.

Los contactos de la formación las Mercedes con las demás unidades que afloran en la faja de la Cordillera de la Costa sean establecidas sobre la base de supuestas relaciones estratigráficas y no estructurales.

En un afloramiento de la llamada caliza de Antimano detrás de los edificios de la universidad de Carabobo, se observaron lentes tectónicos y boudines de mármol dentro de una zona de gneises intensamente desintegrados. Esto sugiere la idea de que los contactos de las rocas que constituyen la formación las Mercedes son de la Formación las Brisas podrían ser de tipo tectónico y no sedimentario. Esta formación corresponde (70,6 ha)



### Formación San Julián

Las rocas preponderantes son el esquisto y gneis cuarzo - plagio clásico - micáceo, frecuentemente se nota una rápida gradación desde una textura esquistosa haciéndose la granulometría más gruesa hasta que pasa a rocas de carácter gnéisico (Urbani y Ostos, 1989). Las litologías minoritarias (menos del 5%) son mármol, cuarcita y diversos tipos de rocas metaígneas mayoritariamente máficas (como anfibolita, gabro, diorita, tonalita y granodiorita).

Cantos rodados de muestras esquistosas de la quebrada San Julián, que al ser recalculados por Urbani (1982, p. 81) resulta en una edad de 270 m.a. Estos escasos datos geocronológicos, impide mayor precisión en la asignación de una edad a esta unidad, por tal motivo se ha sugerido una edad genérica de Paleozoico - Precámbrico al Complejo Ávila (Urbani y Ostos, 1989). Presenta una superficie de (1754,4 ha) del área de estudio.

### Gneis de Cabriales

Según Urbani (1989) este cuerpo está constituido por gneis granítico, caracterizado por la presencia de grandes megacristales de feldespatos potásicos de hasta 8 cm, pero minoritariamente también hay zonas con aspecto textural diferente: con tamaños de grano fino a medio, zonas cizalladas con textura augen, así como xenolitos y diques de aplitas y pegmatitas.

muestras del gneis porfidoclástico de la zona de La Entrada, que aportan una edad de  $264 \pm 4$  m.a., interpretando que el basamento Precámbrico pudo sufrir al menos una removilización en la orogénesis de fines del Paleozoico. La extensión dentro del área de estudio es de (38,1 ha)

### Unidad de Cuaternario

Esta se encuentra en la zona de la planicie presenta una superficie de (1377,23 ha)

**Cuadro N° 25 Superficie de las formaciones**

<b>Unidad Litologica</b>	<b>Superficie total (ha)</b>	<b>%</b>
Gneis Cabriales	38,1	1
San Julián	1754,4	51
Las Brisas	180,6	5
Las Mercedes	70,6	2
Cuaternario	1377,23	40
Área Total	3420,97	

**Fuente:** Elaboración Propia con base a datos de las cartas geológicas 1:25.000.000 de la UCV prof. Urbani

### Metamorfismo regional dínamotermal

Los estudios regionales efectuados en la Cordillera de la costa, constituida fundamentalmente por rocas meta ígneas o ígneas felsicas, maficas y ultramaficas metamorfizadas, coinciden en que dichas rocas se originaron metamorfismo regional dínamotermal de secuencias sedimentarias originales no obstante se presentan contradicciones entre los diversos autores al asignar las facies y subfacies metamórficas correspondientes a dichas rocas.

Morgan (1969) reconoce la región de Valencia las facies de los esquistos verdes de la anfibolita epidotica, incluyendo los conjuntos cuarzo-moscovita-albita-epidoto y cuarzo-moscovita-parangonita-cloritoide. El mismo autor señala que la aparición del granate es característica de las facies anfibolita epidotica y considera este como mineral índice de esta facies

Flores (1983) define en la Zona San Diego-Vigirima un metamorfismo en las facies de la anfibolita epidotica, zona de de almadino, al norte de la falla las Trinchera-Mariara y un Metamorfismo en la facies de esquistos verdes, zona de la Clorita al sur de dicha falla.

## 2. Geología estructural regional

### a. Foliación y Plegamiento

A escala regional, se ha postulado en la mayoría de los trabajos realizados en la Cordillera de la Costa, que existe paralelismo entre la superficie de la estratificación y foliación.

Dengo (1951) señala que esta es paralela salvo casos poco comunes, a la estratificación original.

Whermann (1972) indica que la concordancia entre estratificación y foliación no siempre se cumple y encuentra relaciones angulares de hasta 25° entre ambas. El mismo autor señala que en litologías competentes como mármoles y cuarcitas la foliación de los esquistos asociados es siempre paralela a ellas.

En base a los criterios antes mencionados se definió una estratigrafía basadas en órdenes de superposición; definiéndose así anticlinales y sinclinales a escala regional en los cuales las formaciones mantienen el orden original de sedimentación.

En cuanto al plegamiento Morgan (1969) señala pliegues de deslizamientos por tensión, presentes en rocas metamórficas en las facies de los esquistos verdes, pliegues de flujo, típicos de contactos con masas graníticas o en rocas afectadas por metamorfismo en facies de la anfibolita epidotica. El mismo autor, asocia a escala regional una serie de amplios pliegues abiertos, constituyendo una gran estructura sinclinal determina bruscamente contra la falla del caribe.

Vignali (1972) en la península de Macanao comprueba la existencia de por lo menos tres periodos superpuestos de plegamiento.

- Un primer periodo f1: caracterizado por pliegues con flancos yuxtapuestos y parte apical puntiaguda.
- Un segundo periodo f2: caracterizado por un intenso plegamiento isoclinal en el que la foliación es paralela a los planos axiales de dicho plegamiento.
- Un tercer periodo f3: caracterizado por el plegamiento de la foliación.

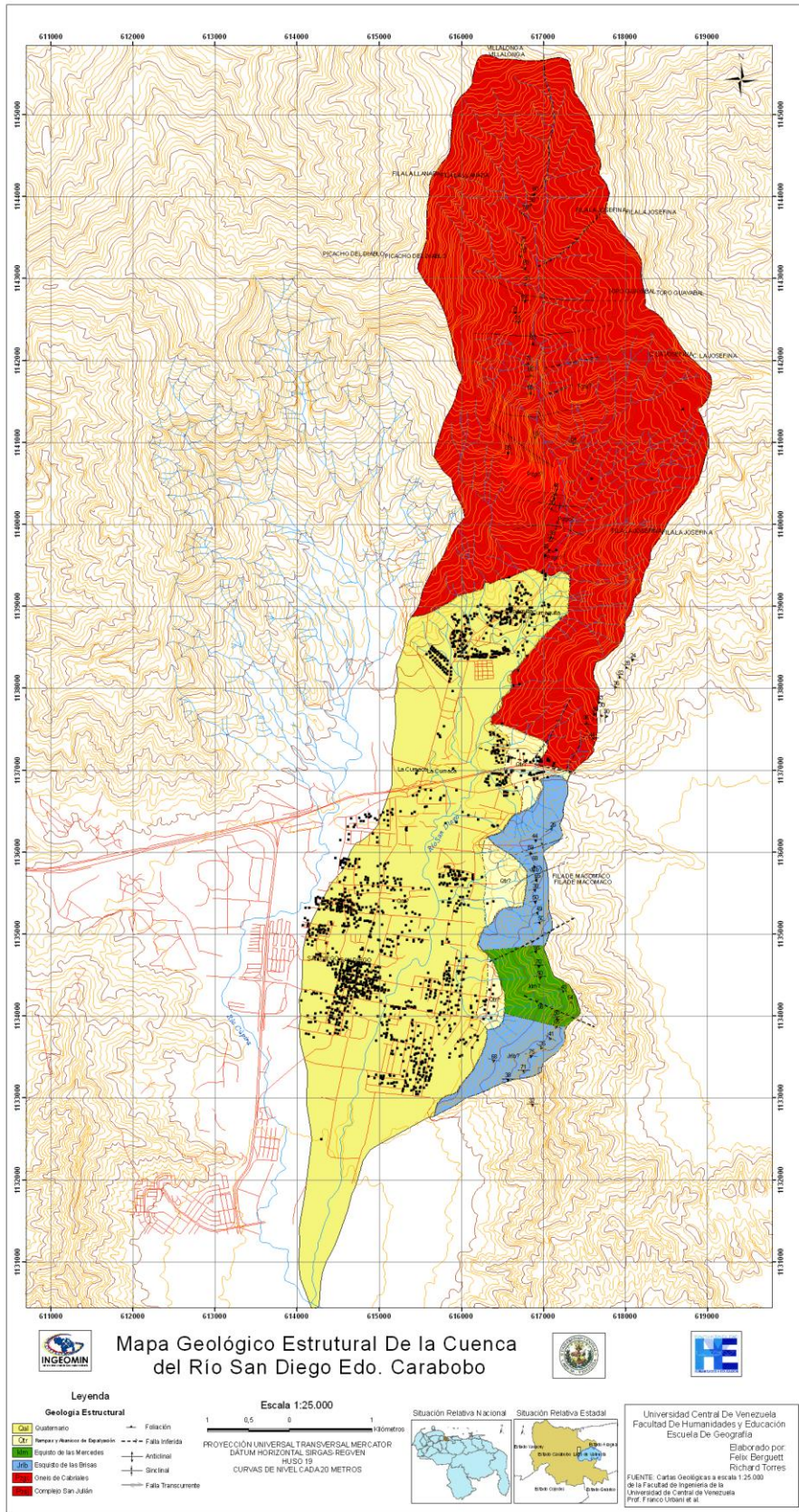
Flores (1983) mencionan pliegues f1 y f2 equivalentes a los f2 y f3 observados por Vignali: (Ibíd.).

### 3. Fallamiento

Con respecto al fallamiento, Dengo (1951) menciona tres tipos principales de fallas; fallas inversas con buzamiento hacia SW y fallas con rumbo EW.

Frass (1981) y Flores (1983) en las zonas de Valencia-Naguanagua y San Diego-Vigirima, respectivamente, solo observaron dos sistemas de fallas; un sistema de rumbo N70E a EW y otro sistema con rumbo aproximado N20-50W.

# Mapa N° 8 Geológico Estructural



#### 4. Geología local

En la zona Vigirima-San Diego se han reconocido seis unidades litológicas diferentes.

- Unidad de gneis porfidoblástico (Ugp)
- Unidad de esquistos cuarzo-muscovíticos-albíticos-biotíticos (Uemg)
- Unidad de cuarcitas muscovíticas (Ucm)
- Unidad de esquistos muscovíticos-cuarzo-biotíticos-epidóticos (Uemb)
- Unidad de esquistos-cuarzo-muscovíticos (Uemc)
- Unidad de esquistos calcáreos y mármoles (Uec)

La primera unidad está compuesta por rocas metagraníticas, con enclaves sedimentarios. Las cinco últimas unidades son rocas metasedimentarias (metapelitas, metapsamitas y carbonáticas), entre las rocas carbonáticas se encuentra un cuerpo de anfibolita de origen volcánico.

En el área estudiada se observa la foliación con una dirección principal N70-90E y otra dirección importante N50-70W, además se reconocieron en la zona dos períodos de deformacionales ( $f_1$  y  $f_2$ ) evidenciados por: la foliación, varios tipos de pliegues en las unidades metasedimentarias y cuando menos dos zonas de cizalla en la unidad metagranítica, con dirección N-70-E y otra con dirección E-W. Fueron reconocidos 2 sistemas de fallas, el más antiguo con dirección N70-80E del tipo gravitacional forman escalonamiento que decrece hacia el Lago de Valencia. El más joven con dirección N30-40W.

La mineralogía observada en las diferentes rocas aflorantes al norte de la falla Las Trincheras-Mariara indican unas condiciones metamórficas de P/T intermedia, en la facies de la anfibolita epidótica, zona del almandino, con metamorfismo retrogrado en las zonas de la biotita y clorita de la facies de los Esquistos verdes, evidenciado por la existencia de alteración de cristales de granate a biotita y clorita, además alteración de biotita a clorita. La mineralogía observada en las rocas aflorantes al sur de la falla Las Trincheras-Mariara indica unas condiciones metamórficas en la facies de los Esquistos verdes, zona de la clorita.

Aparte del metamorfismo regional la zona muestra evidencias de haber sido afectada por metamorfismo cataclástico en las rocas graníticas dando origen a los augenesquistos y porfidoblastos con ligeras formas de "ojos" clasificados

como esquistos y gneiss miloníticos. También existe una aureola textural en los esquistos en contacto con el gneiss en la localidad del río de San Diego que se supone fue formado por metamorfismo de contacto y borrada por el metamorfismo regional dinamotermal.

Las rocas existentes al norte de la falla Las Trincheras-Mariara se suponen se formaron en una plataforma inestable con depósitos de areniscas feldespáticas, lutitas y grauvacas, las rocas del sur de dicha falla también son de plataforma inestable con depósitos de rocas carbonáticas, lutitas y grauvacas, estando asociadas a eventos volcánicos que dieron origen al cuerpo de anfibolitas.

## 5.2 Zonificación de Susceptibilidad

Cálculo de susceptibilidad a movimientos en masa

Para evaluar la susceptibilidad a movimientos en masa se utilizarán las siguientes variables: litología, vegetación y pendiente; las cuales se contrastarán contra los diferentes procesos geomorfológicos o movimientos en masa que se presentan en el área, tal como se indica en el capítulo correspondiente al marco metodológico.

La ponderación de los procesos geomorfológicos se realiza en forma heurística. Tiene como fundamentación principal ser directamente proporcional a la velocidad del movimiento en masa, debido al carácter torrencial y repentino (flujos y caída de rocas), ésta característica los convierte en los principales causantes de daños graves en general, no obstante los procesos de menor peso igualmente deben ser monitoreados con cautela, pero con posibilidades de tomarse medidas con una mayor antelación. También el estado del movimiento en masa permite determinar cualitativamente la actividad relativa de éstos; solo por citar dos (02) ejemplos: una corona inactiva con la masa desplazada imperceptible y colonizada de vegetación, nos puede indicar una estabilidad aparente con tiempo prolongado y permanecer en dicho estado, siempre y cuando no sea alterado su equilibrio actual. De igual manera se puede deducir que un flujo de detritos recurrente mantiene su estado de actividad y por lo tanto se considera de alta peligrosidad, incluso si es determinado como inactivo su peso sigue siendo relevante. Se quiere decir con esto, que al dársele un peso ligeramente menor a un estado inactivo de cualquier proceso geomorfológico, se le determina cierto carácter latente o con posible reactivación.

Se debe recordar que la interacción de los procesos geomorfológicos con los diversos factores condicionantes acá tratados dará una mayor objetividad a los resultados definitivos del presente estudio.

**Cuadro N° 26 Susceptibilidad según el tipo y estado del movimiento en masa**

Procesos Geomorfológicos	Ponderación	Grado de Suceptibilidad
Coronas Inactivas Carcavas Cubiertas por vegetación	1	Muy bajo
Deslizamientos inactivos traslacional, rotacional, compuestos Surcos de Erosión Reptación	2	Bajo
Coronas Activas	3	Moderado
Deslizamientos Activos traslacional, rotacional, compuestos Carcavas Sin Vegetación	4	Alto
Caída de rocas Procesos de Mecanismo complejos	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en campo.

En cuanto a la litología, la cual fue descrita en la caracterización físico-natural del marco teórico referencial, se consideraran las características físicas y estructurales de los minerales que componen las formaciones geológicas para asignar la ponderación correspondiente con el grado de susceptibilidad de cada una de ellas; tal como se describe a continuación:

Gneis de Cabriales, constituida por gneis granítico, caracterizado por la presencia de grandes megacrystales de feldespato potásico, ocupa una superficie de 38,1 ha (1,9%). Estas rocas se caracterizan por una estabilidad alta y en las áreas donde aflora los procesos geomorfológicos ocupan 9,2 ha, es decir, el 24,2%, por lo que se le asignó un grado de susceptibilidad muy bajo.

Formación San Julián, comprende una superficie de 1.754,4 ha (85,8% del área de laderas), la litología predominante son esquistos y gneis cuarzo-plagioclásico-micáceo; rocas metamórficas caracterizada por la disposición paralela de la mayoría de sus minerales constituyentes y en el caso de los gneises de cristales visibles a simple vista. Estas rocas se caracterizan por una estabilidad media y los procesos geomorfológicos ocupan una superficie de 577,6 ha es decir, un 32,9% de la superficie de la misma, por lo que se le asignó un grado de susceptibilidad bajo.



Formación Las Brisas, comprende una superficie de 180,6 ha (8,8%); la litología predominante son esquistos cuarzo-micáceo, en el que se incluye gneis microclínico, esquistos granatíferos, cuarcitas y calizas; rocas metamórficas caracterizada por la disposición paralela de la mayoría de sus minerales constituyentes. Estas rocas se caracterizan por una estabilidad baja y los procesos geomorfológicos ocupan una superficie de 50,8 ha es decir, un 28,1% de la superficie de la misma, por lo que se le asignó un grado de susceptibilidad moderado.

Formación Las Mercedes, comprende una superficie de 70,6 ha (3,5%); la litología predominante son esquistos cuarzo-muscovítico-calcítico-grafitoso, rocas metamórficas caracterizada por la disposición paralela de la mayoría de sus minerales constituyentes. Estas rocas se caracterizan por una estabilidad baja, debido a la presencia del calcio y el grafito y los procesos geomorfológicos presentes ocupan una superficie de 18,8 ha es decir, un 26,6% de la superficie de la misma; por lo que se le asignó un grado de susceptibilidad alto.

Cuaternario Aluvión, está definido por la planicie aluvial del río San Diego (entre el abanico aluvial que se encuentra en el sector de La Cumaca hasta la confluencia de los ríos San Diego y Cúpira) con una superficie de 1.377,24 ha. El material litológico de esta formación es de origen deposicional y fácilmente deleznable. Debido a esta característica, la ponderación asignada corresponde a grado de susceptibilidad muy alto.

En el siguiente Cuadro se presenta la información referida a las unidades litológicas presentes en el área, la superficie y grado de susceptibilidad de cada una de ellas.

**Cuadro N° 27 Susceptibilidad a movimientos en masa según unidad  
litológica superficial**

Unidad Litológica	Superficie total (ha)	Superficie del Proceso (ha)	%	Ponderación	Grado De Suceptibilidad
Gneis Cabriales	38,1	9,2	24,2	1	Bajo
San Julián	1754,4	577,6	32,9	2	Moderado
Las Brisas	180,6	50,8	28,1	3	Alto
Las Mercedes	70,6	18,8	26,6	4	Muy alto
Cuaternario	1377,24	0,0	0,0	0	ninguno

Fuente: Elaboración propia con base a los datos de las cartas geológicas 1:25.000.000 de la fac. de Ing. de la UCV, prof. Urbani

En cuanto a la susceptibilidad a movimientos en masa de acuerdo a la variable vegetación y uso de la tierra, se designaron seis categorías con su respectiva ponderación: Bosque, Herbazal (dentro de los cuales se puede distinguir Bajo con matorrales, denso y ralo), suelos desnudos y áreas bajo uso urbano, que se refieren a la superficie donde se emplaza la población.

Cada categoría se interrelacionó posteriormente con el área que cubren los procesos geomorfológicos para así obtener el porcentaje de superficie que ocupan estos sobre los diferentes tipos de cobertura vegetal.

Para la categoría Bosque, que es un tipo de vegetación muy densa, de gran altura y cobertura; la cuenca presenta una superficie de 377,3 ha cubierta por este tipo de vegetación y solo un 17% (63,3 ha) presenta procesos geomorfológicos, debido a estas características se le asignó un grado de susceptibilidad bajo. Este tipo de vegetación se encuentra en la parte alta de la cuenca, en las nacientes del río San Diego y no ha sufrido intervención antrópica.

Los herbazales ocupan un área de 1.585,5 ha (80,3% de la superficie), pueden distinguirse herbazales densos con matorrales, denso y ralo. Esta vegetación es el vestigio de las frecuentes quemas, fenómeno clásico de la intervención antrópica que actúa en estas áreas, y se caracteriza por ser de baja cobertura. El herbazal ralo, ubicado hacia la zona media de la Cuenca del río San Diego, ocupa un área de 805,8 ha (40.8% del total de la superficie de vegetación), y los procesos geomorfológicos que se encuentran en esta unidad abarcan el

34,5% de la misma (278,1 ha). El grado de susceptibilidad asignado a cada tipo de Herbazal se diferencia tomando en cuenta el grado de cobertura y la altura; el Herbazal con matorrales se considera de baja susceptibilidad, el denso se considera de moderada susceptibilidad y el ralo es considerado altamente susceptible a movimientos en masa.

Los suelos desnudos comprenden una superficie de 12,6 ha y los procesos geomorfológicos ocupan un 31,7% 4ha, (ver Cuadro N° 28), es decir, es un área imperceptible en comparación con el total de superficie de todas las categorías de vegetación. Actualmente el suelo sin vegetación está destinado a la construcción de una urbanización y a un tramo del sistema ferroviario Ezequiel Zamora, tramo Puerto Cabello-La Encrucijada. El grado de susceptibilidad de esta unidad es muy alto, debido a que estos suelos no cuentan con protección alguna ante los elementos del clima.

Los suelos de uso urbano comprenden una superficie de 1.377,24 ha y se corresponde con la ciudad de San Diego. El grado de susceptibilidad correspondiente es nulo debido a que en este sector no se detectaron movimientos en masa para hacer el respectivo cruce con la variable vegetación y uso de la tierra.

**Cuadro N° 28 Susceptibilidad ante movimientos en masa según variable la Vegetación y uso de la tierra**

Vegetación	Superficie total (ha)	Superficie del Proceso (ha)	%	Ponderación	Grado De Suceptibilidad
Bosque	377,3	67,3	17,8	1	Muy bajo
Herbazal con Matorrales	279,7	75,5	27,0	2	Bajo
Herbazal Denso	500,0	219,3	43,9	3	Moderado
Herbazal Ralo	805,8	278,1	34,5	4	Alto
Suelo Sin Vegetación	12,6	4,0	31,7	5	Muy alto
Uso Urbano	1377,24	0,0	0,0	0	ninguno

Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en campo.

Con respecto a la pendiente en el área de laderas de la cuenca del río San Diego, la susceptibilidad a movimientos en masa es proporcional a la pendiente, es decir, a mayor porcentaje de pendiente mayor es el grado de

susceptibilidad. Se establecieron 5 rangos de pendientes: <15%, entre 15 y 25%, entre 25 y 50%, entre 50 y 75% y >75%.

Las áreas con pendiente menor al 15% ocupan una superficie de 128,3 ha. Esta área corresponde al abanico aluvial al norte de la ciudad de San Diego, los abanicos de explayamiento que se encuentran en el piedemonte de la fila Macomaco y a la superficie donde se encuentra la planicie aluvional de la ciudad de San Diego. El grado de susceptibilidad asignado a estas áreas es muy bajo. En la zona de los abanicos se asignó un grado de susceptibilidad bajo y los movimientos en masa ocupan el 13,8% (17,7 ha) de esta unidad.

El área con pendientes entre 25 y 50%, ocupa el 47% de la superficie total.

Áreas con pendiente entre 50 y 75%.

Las áreas con pendientes mayores a 75% ocupan una superficie de 218,5 ha. Estas pendientes se encuentran distribuidas por toda la zona de ladera de la cuenca, sin embargo, donde se presenta este tipo de pendiente con carácter un poco homogéneo es la vertiente oeste de la cuenca (fila Picacho del Diablo). Los procesos geomorfológicos generados en estas áreas abarcan el 36,7% (80,3 ha). (Ver Cuadro 29).

#### **Cuadro N° 29 Susceptibilidad a movimientos en masa según la pendiente**

<b>Pendiente</b>	<b>Superficie total</b>	<b>Superficie del Proceso</b>	<b>%</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Grado De Suceptibilidad</b>
< 15	128,3	17,7	13,8	1	Muy bajo
15 - 25	247,0	67,1	27,2	2	Bajo
25 - 50	1004,2	304,0	30,3	3	Moderado
50 - 75	540,3	172,2	31,9	4	Alto
> 75	218,5	80,3	36,7	5	Muy alto

Fuente: Elaboración propia.

Para la zona de planicie tenemos, que a medida que la altura desciende o la pendiente disminuye la susceptibilidad a amenaza por inundación será mayor. En el cuadro N° 31 observamos que en la zona de valle el 88% de la superficie 1221,6 ha, tiene una pendiente menor al 12% y por ende una mayor susceptibilidad a inundación.

**Cuadro Nº 30 Áreas de susceptibilidad**

<b>Susceptibilidad</b>	<b>Superficie total (ha)</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Grado De Susceptibilidad</b>
< 4	0,5	1	Bajo
4 - 6,75	56,3	2	Moderado
6,75 - 11,25	1489,8	3	Alto
> 11,25	425,9	4	Muy alto

Fuente: Elaboración propia.

Según el cruce de todas las variables antes descritas, y analizadas cada una con respecto a los movimientos en masa, determinando su grado de susceptibilidad de forma independiente, corresponde luego hacer el análisis de resultados a través del mapa síntesis de susceptibilidad.

De la sumatoria de las ponderaciones de todas las variables se establecieron cinco rangos de susceptibilidad, cuyos intervalos vienen determinados por un cálculo estadístico, donde al valor máximo se le resta el valor mínimo y se divide por el número de clases que se desea obtener. De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que las áreas más susceptibles a movimientos en masa, ocupan una superficie de 425,9 ha (21,6% del total) con un muy alto grado de susceptibilidad, constituido por una serie de polígonos distribuidos por la parte media de la cuenca del río hasta el abanico donde comienza la planicie aluvial, en el sector La Cumaca. También se aprecia muy alta susceptibilidad hacia la fila Macomaco.

La superficie con alto grado de susceptibilidad corresponde a 1490 ha (75,5% de la superficie total de las zonas de ladera), cuya ponderación se encuentra entre 6,75 a 11,25, debido a la configuración de la cuenca con altas pendientes, áreas deforestadas, y el material litológico presente. Se observa que el alto grado de susceptibilidad, se encuentra en toda la superficie de la zona de ladera excepto en los abanicos de explayamientos al piedemonte de la fila Macomaco y el sector de la autopista Bárbula-Guacara.

En las nacientes del río San Diego donde se ubica la vegetación de Bosque, al igual que en los abanicos de explayamiento del piedemonte de la fila Macomaco se encuentra la superficie de grado de susceptibilidad moderado ocupando un área de 56,3ha con un porcentaje de 2,9%.

En la parte alta de la cuenca se encuentra de forma muy local, polígonos muy pequeños que presentan susceptibilidad moderada.

El grado de susceptibilidad bajo se observa en solo 0,5 ha, lo que representa el 00,3% del total de la superficie de la zona de ladera (Ver Cuadro 30) (Ver Mapa N° 9).

**Cuadro N° 31 Susceptibilidad a Inundación según la pendiente**

Pendiente	Superficie total (ha)	Ponderación	Grado De Suceptibilidad
<12	1221,6	5	Muy alto
12 -- 25	90,51	4	Alto
25 -- 35	39,6	3	Moderado
35 -- 50	23,88	2	Bajo
>50	8,41	1	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia.

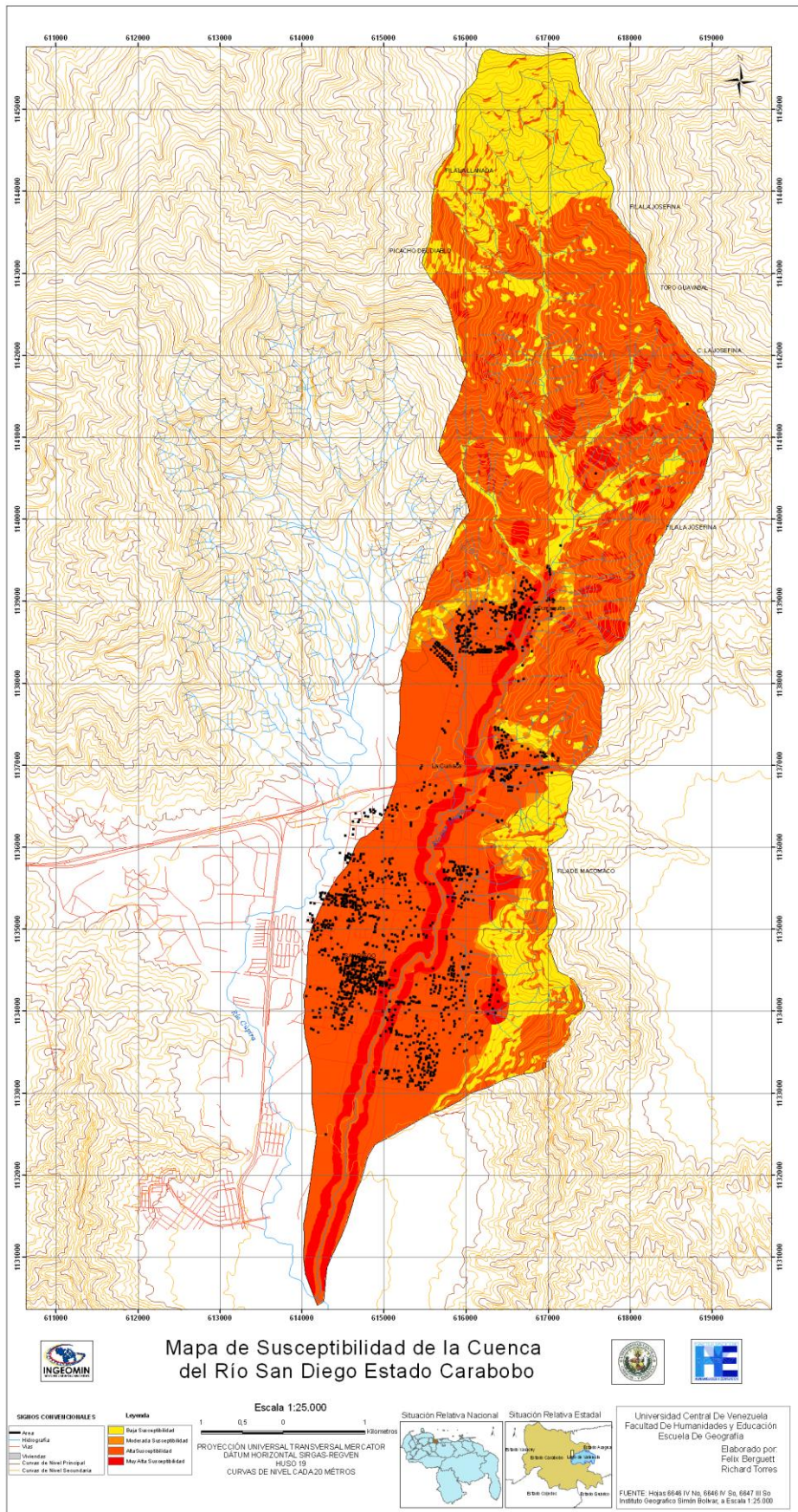
Para obtener el área de susceptibilidad ante inundación, se cruzaron las variables de pendiente vs cobertura vegetal y uso del suelo vs el área inundable del río San Diego esto ultimo tomado del PDUL del municipio San Diego; Donde los rangos de alta y muy alta susceptibilidad cuenta con la mayor superficie del área de planicie 1071 y 213,8 ha (ver cuadro 32) y moderado a bajo una superficie 86 y 46,1 ha.

**Cuadro N° 32 Áreas de Susceptibilidad a Inundación según la pendiente**

Rangos	Superficie total (ha)	Ponderación	Grado De Suceptibilidad
< 4	46,1	1	Bajo
4 - 6,75	86,0	2	Moderado
6,75 - 11,25	1071,0	3	Alto
> 11,25	213,8	4	Muy alto

Fuente: Elaboración propia.

# Mapa N° 9 Mapa de Susceptibilidad



## 5.3 Zonificación de Amenaza

### 5.3.1 Calculo del Factor Detonante de la Precipitación

Para establecer la precipitación como factor detonante, lo primero es conocer un periodo en el tiempo donde las lluvias desencadenaron una serie de fenómenos, deslizamientos, inundaciones que de alguna manera repercutieron sobre la población. Como segundo paso se realizó la selección de las estaciones con registro de datos para el año del evento e intensidad por horas, días y meses. El tercer paso fue la realización de mapas de isoyetas por intensidad para las estaciones seleccionadas, haciendo un mapa para cada magnitud de tiempo (6 horas, 24 horas, 1 mes, 3 meses).

Posteriormente se ponderaron los rangos de intensidad para cada mapa, donde 1 corresponde a la menor intensidad y 3 a la mayor intensidad para luego hacer el cruce de mapas de isoyetas por el atributo ponderación, dando como resultado un mapa de intensidad de precipitación que va de 1 a 4.

Por último se hace el cruce del mapa de intensidad de precipitación con el mapa de procesos geomorfológicos para así obtener el mapa de factor detonante precipitación.

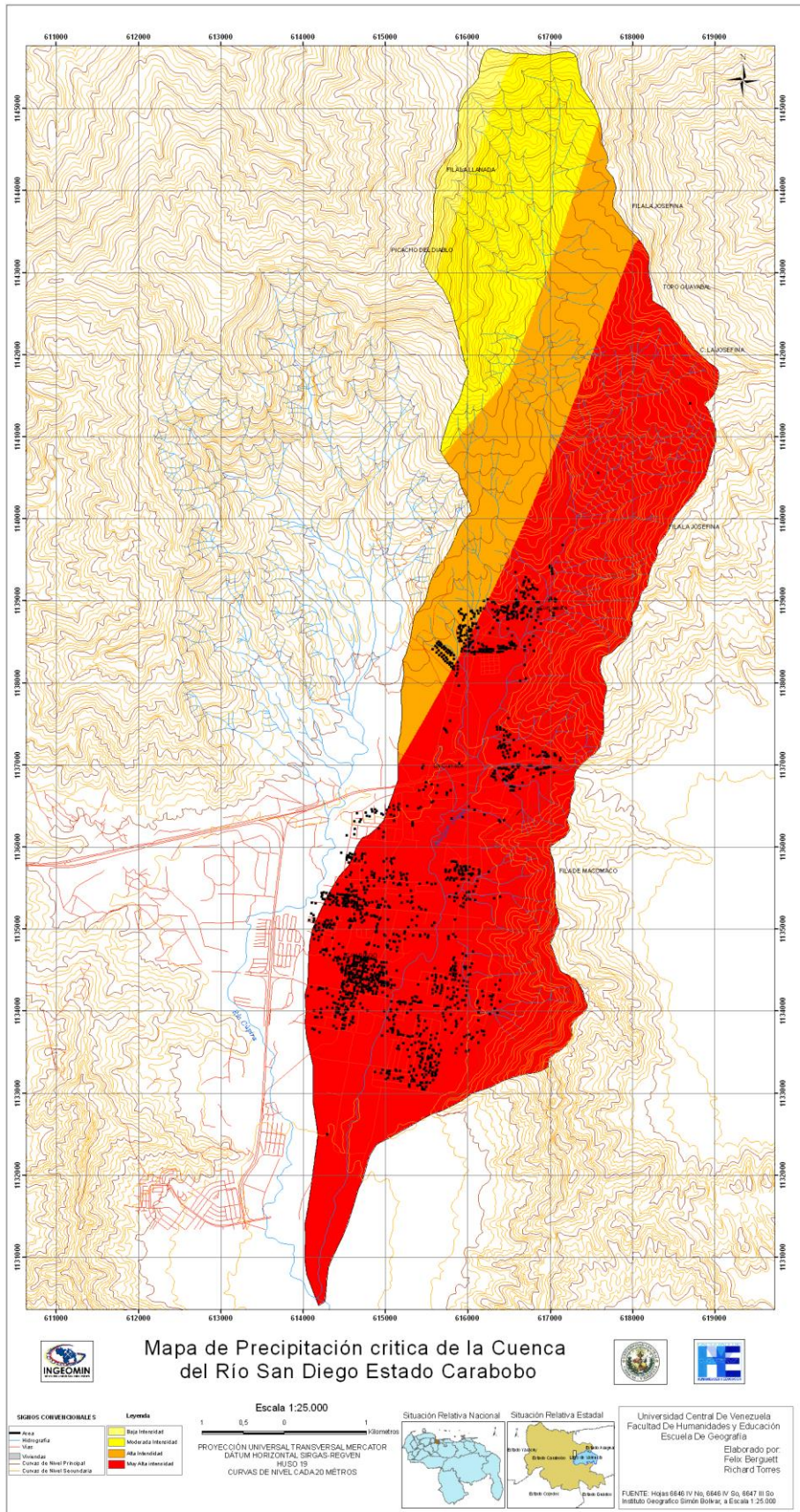
Tomando como base las lluvias acontecidas para el año 1986, donde en 6 horas precipitaron 70mm causando desestabilización del terreno e inundaciones que afectaron la población de Valencia, se procedió a la construcción de un Cuadro que mostrara las estaciones con registro de datos para 6 horas, 24 horas, 1 mes, 3 meses).

Donde en 6 horas, 70 mm representa lluvias de corta duración con alta intensidad; en 24 horas, 74 mm representa lluvias de corta duración con intensidades medias; en 1 mes 233,2 mm, representa lluvias de corta duración con intensidades medias a bajas y en 3 meses 4255,2 mm representan lluvias de corta y media duración con intensidad bajas. Obteniendo así el mapa de intensidad de precipitación (Ver Mapa N° 10), luego este mapa se cruza con el mapa de procesos geomorfológicos y así conseguir el mapa de factor detonante lluvias (Ver Mapa N° 11) donde obtendremos rangos desde una muy

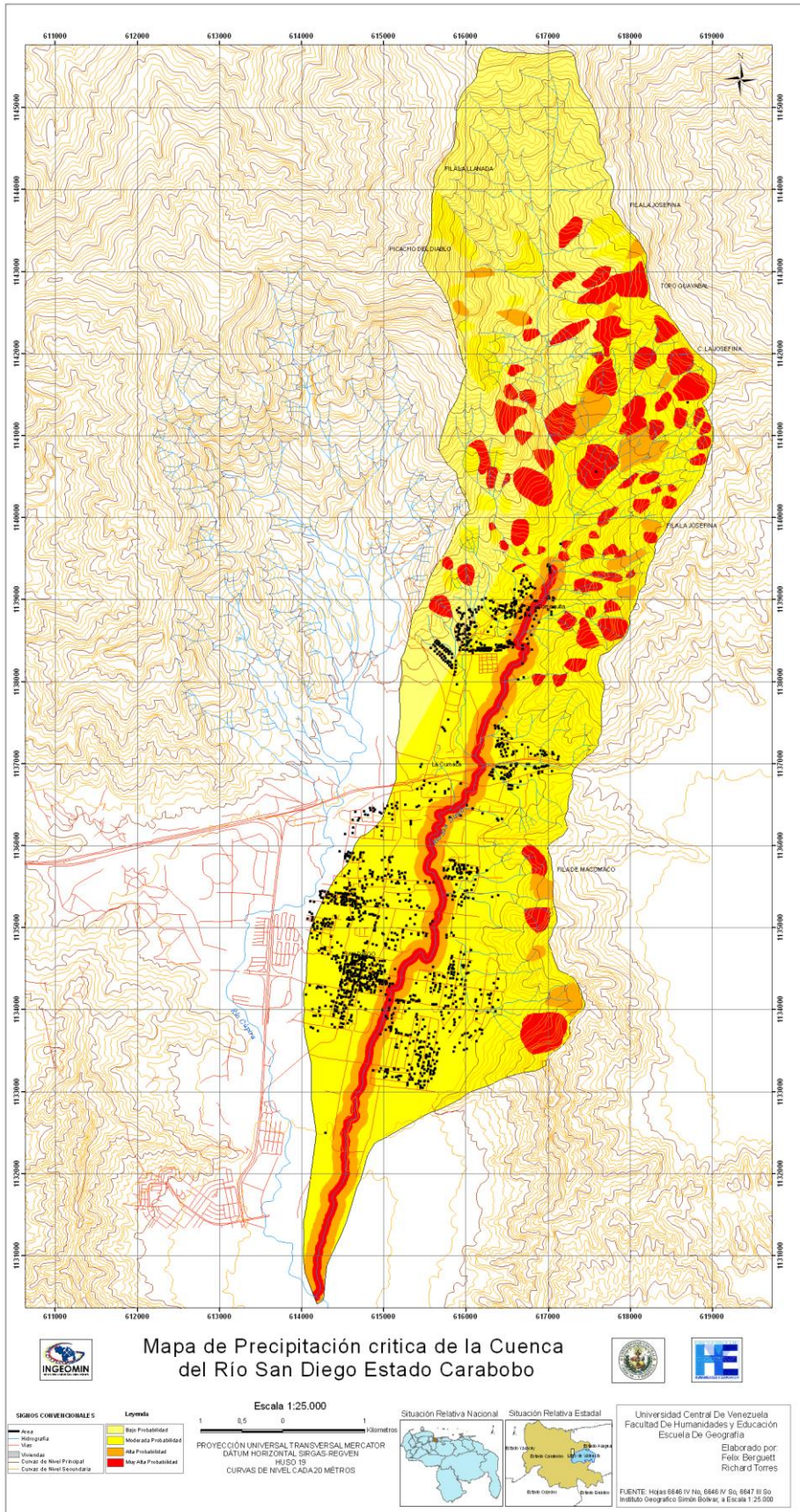


alta probabilidad de ocurrencia, hasta una muy baja probabilidad de ocurrencia de fenómenos que impliquen riesgo, después este se cruza con el mapa de susceptibilidad para obtener el mapa de Amenaza de la cuenca del río San Diego.

# Mapa N° 10 Precipitación Crítica



## Mapa N° 11 Precipitación como Factor Detonante



### 5.3.2 Amenaza ante movimientos en masa

De acuerdo a los resultados obtenidos, la cuenca del río San Diego presenta en la ladera Este de la parte media, la fila de La Josefina, hasta llegar a la autopista Bárbula–Guacara; un grado de amenaza muy alto. En este sector medio de la cuenca se puede observar los polígonos que delimitan los diferentes procesos que pudieran reactivarse en caso de que ocurriera un evento extraordinario de lluvias (ver Mapa N° 12).

Para la ladera Oeste, fila del Diablo, se aprecian polígonos con un grado de amenaza muy alto, a media ladera hacia el valle del río San Diego. Igualmente hacia la fila Macomaco existen 3 polígonos que presentan una muy alta amenaza. La superficie total ocupada por áreas con un grado de amenazas muy alto es de 344, ha (16,9% del total).

En el cuadro N° 33 se puede observar que el 51% de la superficie de zonas de ladera se encuentra bajo amenaza de grado moderado. En estas zonas predominan pendientes entre 25 y 35% y un material litológico de esquistos y gneis de cuarzo, plagio–clástico, micáceo (complejo San Julián). Otra área bajo amenaza de grado moderado se encuentra en la ladera de la fila Macomaco, al Sur de la cuenca (ver Mapa N° 12). 1041,2 ha.

El 31,8% de la superficie manifiesta un grado de amenaza alto y se ubica entre del punto conocido como Picacho del Diablo, abarcando toda la ladera oeste, hasta el abanico de explayamiento en el sector La Cumaca.

De acuerdo a lo antes expuesto, se tiene que la parte media de la cuenca se encuentra bajo amenaza de grado muy alto, esto permite inferir procesos de meteorización del material litológico, así como alto grado de fractura de las rocas existentes en estos sectores.

En cuanto al área de baja amenaza a procesos de movimientos en masa, se cuenta que el 0,3% de la superficie de las zonas de ladera presenta esta condición, ubicada en la zona de bosque, en sectores pequeños, casi inapreciables. (Ver Mapa 12).

**Cuadro N° 33 Niveles de Amenaza a Procesos Geomorfológicos**

Rangos	Superficie total (ha)	%	Ponderación	Grado De Amenaza
< 6	6,8	0,3	1	Bajo
6 --12	1041,2	51,0	2	Moderado
12 --18	650,1	31,8	3	Alto
> 18	344,6	16,9	4	Muy alto

Fuente: Elaboración propia

Para el área de planicie tenemos que a medida que nos acercamos al río mayor es su grado de amenaza y viceversa al acercarnos a el área de piedemonte menor es su grado de amenaza, la superficie ocupada por el rango de muy alta amenaza es de 97, 15ha un 7% de la superficie de planicie donde encontramos la menor pendiente, el área inundable del río (Ver Cuadro N° 33). La superficie ocupada por el rango de alta amenaza es de 180,79ha el 13% este rango se ve influenciado por la variable de cobertura vegetal ya que aquí encontramos el bosque de galería.

El rango moderado se encuentra en mayor superficie en el área de planicie con 986,25ha el 72%, para el área más cercana al piedemonte tenemos una baja amenaza con una superficie de 114,07ha el 8%. En el cuadro N° 34 observamos el área ocupada para los dos tipos de amenaza.

**Cuadro N° 34 Niveles de Amenaza a Inundación**

Rangos	Superficie total (ha)	%	Ponderación	Grado De Amenaza
< 6	114,07	8	1	Bajo
6 --12	986,25	72	2	Moderado
12 --18	180,79	13	3	Alto
> 18	97,15	7	4	Muy alto

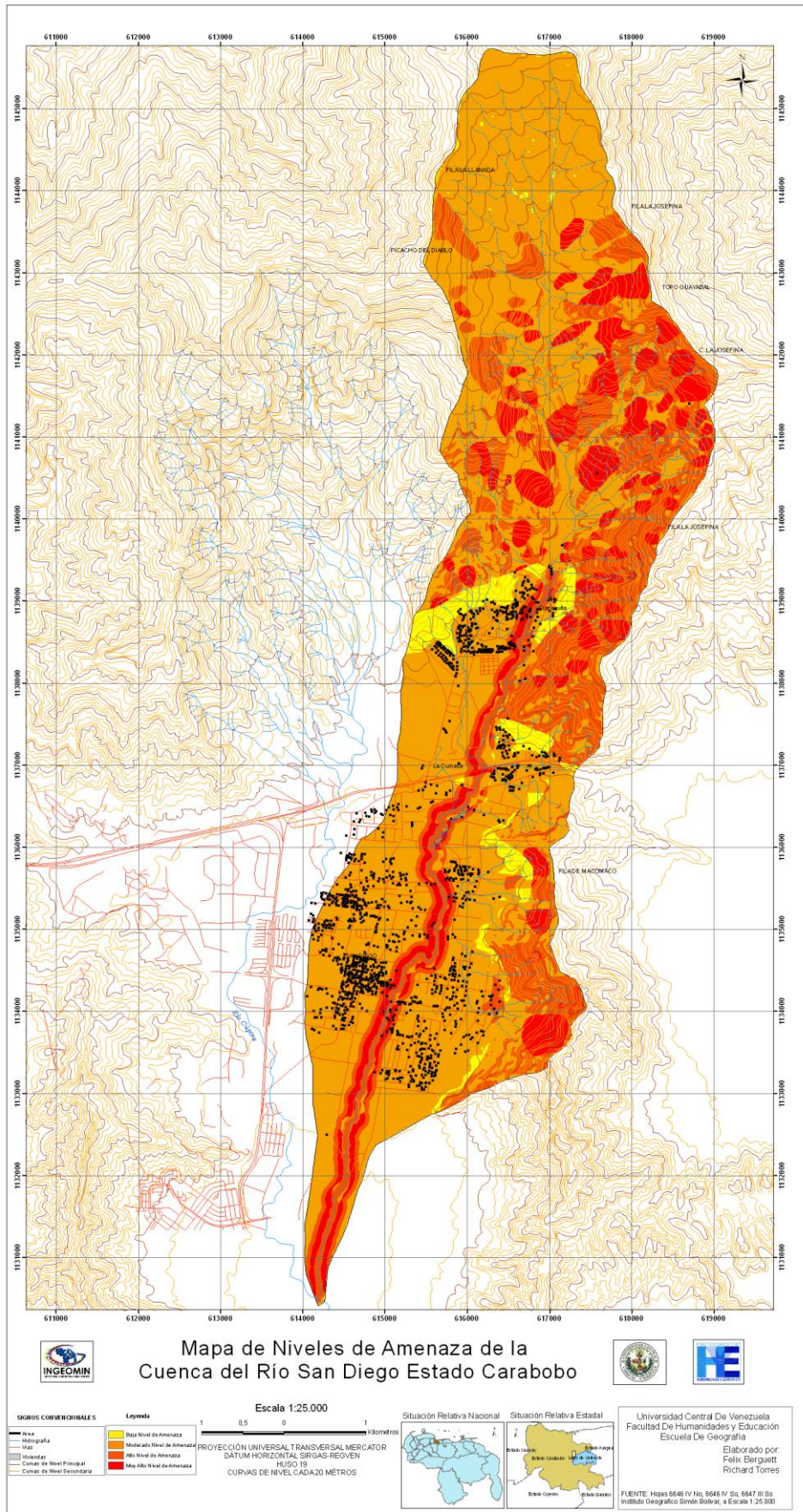
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 35 Áreas de Amenaza**

Área Amenaza Geomorfológica	2042,7	59,7
Área amenaza por Inundación	1378,3	40,3
Área total	3420,96	

Fuente: Elaboración propia

# Mapa N° 12 Amenaza



## Capítulo 6. Análisis de Vulnerabilidad

### 6.1 Vulnerabilidad Social.

**Este subcapítulo se realizó en varias etapas:**

- Revisión documental del marco social, humano, histórico, cultural y económico de las comunidades presentes en la Cuenca del río San Diego, estado Carabobo.
- Definición de indicadores para medir condiciones de vulnerabilidad social en las comunidades del área de estudio.
- Diseño del instrumento para evaluar las condiciones de vulnerabilidad existentes en las comunidades de la Cuenca del río San Diego Estado Carabobo a partir de la selección de indicadores representativos.
- Selección de la muestra de las viviendas a ser empadronadas aplicando los siguientes métodos de muestreo: estratificado, aleatorio, sistemático y proceso de estratificación geográfica donde se elige la vivienda a empadronar en función de que cada encuesta cubra la diversidad del sector. Las unidades de muestra se corresponden con los segmentos definidos por el Instituto Nacional de Estadística (2.011) y el número de viviendas seleccionadas en el análisis muestral es proporcional al número de viviendas existentes por segmento.
- El trabajo de campo consistió en:
  1. Reconocimiento del área
  2. Verificación de la selección de viviendas a empadronar por cada segmento, dándole prioridad a las viviendas en situación de riesgo natural.
  3. Aplicación del instrumento para medir condiciones de vulnerabilidad social presentes en las comunidades de la Cuenca del río San Diego Estado Carabobo.
- Procesamiento de la información recopilada a través de la aplicación del instrumento señalado anteriormente, comprende la tabulación de los

datos en formato Excel y generación de la base de datos de todas las variables recogidas.

### **Definición de los indicadores para determinar Condiciones de Vulnerabilidad Social en el área de estudio.**

Con el fin de lograr un concepto de vulnerabilidad social que se apegara a la situación de amenaza del área de estudio, se establecieron las siguientes definiciones; La vulnerabilidad social es un sistema de condiciones y procesos resultado de factores físicos, económicos, y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de amenazas. *(Reunión del Grupo de Trabajo Geocientífico del Proyecto Multinacional Andino, Chile, 2003)*

La vulnerabilidad social, “se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad”. Una comunidad es vulnerable, cuando las relaciones que vincula a sus miembros con el grupo social no pasen de ser solamente de vecindad, en la medida en que estén ausentes los sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito, y en la medida en que no existen formas de organización de la sociedad civil que encarnen esos sentimientos y los traduzcan en acciones concretas”. *(Maskrey,A, 1993, p.26.)*

*Kuroiwa, J. 2002* establece que la **vulnerabilidad social** “corresponde a las características psicológicas, sociales, económicas, políticas y culturales que condicionan el comportamiento preventivo y la capacidad de respuesta del grupo social para atender a la emergencia, la rehabilitación y la recuperación”. La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, del incremento demográfico, de la urbanización acelerada y sin planificación, de la industrialización, sin considerar los efectos sobre el medio ambiente.

La vulnerabilidad debe estudiarse en un contexto amplio que comprenda los aspectos humanos, socioculturales, económicos, ambientales y políticos vinculados con las desigualdades sociales basados en la edad, el género, la pertenencia a etnias y los recursos económicos”. *(Naciones Unidas, 2004, P.14).*



En este orden de ideas se obtiene la siguiente ecuación:

1 estructura vulnerable + Presencia de Personas con ó sin conocimiento sobre la amenaza = Vulnerabilidad social.

La vulnerabilidad social la podemos agrupar en tres categorías:

1. Estructurales que corresponde a todo lo relacionado con la vivienda:

- Solidez de la vivienda
- Medio de emplazamiento de la vivienda
- Existencia de medio de protección de la vivienda
- Capacidad de daño de colapso de la vivienda
- Capacidad de respuesta de la vivienda
- Cantidad de vías de escape de la vivienda
- Cercanía de la vivienda con otras

2. Físico-Humanas se relaciona al grupo de personas:

- Densidad de la población
- Condición etárea de la población
- Condición de uso de la tierra
- Condición de las estructuras de servicios puntuales
- Condición de las estructuras de servicios en red
- Cercanía de los servicios de emergencia
- Cantidad y capacidad de respuesta de los servicios de emergencia
- Cantidad y extensión de espacios libres

3. Psíquico-Sociales se refiere al conocimiento, experiencia y grado de preparación del grupo de personas ante la amenaza:

- Condición de información a la existencia de la amenaza
- Conciencia de la situación de vulnerabilidad
- Capacidad de respuesta de los habitantes
- Experiencias previas de la población
- Conocimiento del sector donde habitan
- Conocimiento y conexión con los entes de emergencia
- Nivel de preparación individual para un evento

En esta investigación se consideraron las siguientes variables para el análisis de vulnerabilidad:

### Condiciones socio económicas de la población

**Población:** Expresada por el número de habitantes existente por segmento, lo cual refleja el tamaño y el nivel de concentración de los habitantes en comparación con otros segmentos de la subcuenca.

Los rangos de los niveles de vulnerabilidad social se establecieron en función del número de habitantes por segmentos existentes en la Cuenca del río San Diego.

**Estructura por edad y sexo:** El interés de esta variable deriva en diferenciar los grupos por edad y sexo predominantes por segmento atendiendo a su nivel de vulnerabilidad, (Ver Cuadro N° 36).

Estudios de vulnerabilidad social sostienen que los niños, mujeres y ancianos son altamente vulnerables ante cualquier situación adversa.

Los programas comunicacionales para educar y concientizar a la población acerca de las amenazas naturales de su comunidad deben satisfacer a la población según grupos etáreos con características psicológicas, sociológicas y educativas similares.

Para el análisis de esta variable el equipo de investigación las agrupó por niveles de vulnerabilidad de la siguiente manera:

**Cuadro N° 36: Nivel de vulnerabilidad según el sexo y la edad**

Nivel de Vulnerabilidad	Sexo/Grupo etareo (años)
Muy Alta	F-M/(<3)
	F-M/(>65)
Alta	F-M/(6-14)
	F/(15-65)
Moderada	M/(46-65)
Baja	M/(15-45)

Fuente: Elaboración propia.

### Aspectos educativos.

Se consideraron dos variables: el nivel educativo y el número de analfabetas.

- ✓ **Nivel educativo:** Persigue diferenciar los niveles de instrucción predominantes por segmentos. A medida que el nivel educativo es más avanzado disminuye los niveles de vulnerabilidad social (Cuadro N° 37). El Instituto Nacional de Estadística clasifica a la población de acuerdo a los siguientes niveles educativos: 1. No declarado, 2. Ninguno, 3. Preescolar, 4. Educación Especial, 5. Educación Básica, 6. Media y Técnico Medio, 7. TSU y 8. Universitario.

Se agrupó según su nivel de vulnerabilidad, de la siguiente manera:

**Cuadro N° 37: Nivel de vulnerabilidad social según el nivel educativo**

Nivel de Vulnerabilidad	Nivel Educativo
Muy Alta vulnerabilidad	1. No declarado 2. Ninguno 3. Preescolar
Alta vulnerabilidad	1. Educación especial 2. Educación Básica
Moderada	1. Media y Técnico Medio
Baja	1. TSU 2. Universitario

Fuente: Elaboración propia

**Analfabetismo:** Se define de esta manera a las personas de más de 15 años que no saben leer, ni pueden comunicarse por escrito, en relación a la población total mayor de 15 años. Es una condición social que refleja un bajo nivel sociocultural de la población y una alta restricción para dirigir programas educativos. En este estudio se contempla la concentración de analfabetas por segmento en cifras absolutas, como expresión de la vulnerabilidad social de acuerdo a esta variable. (Cuadro N° 38) Los rangos de los niveles de vulnerabilidad social se establecieron con relación al número de analfabetas por segmentos existentes en área de estudio.

**Cuadro N° 38: Nivel de vulnerabilidad social de acuerdo al número de analfabetas**

Nivel de Vulnerabilidad	Analfabetas (#)
Muy Alta vulnerabilidad	<80
Alta vulnerabilidad	60-80
Moderada	40-60
Baja	<40

Fuente: Elaboración propia.

**Vivienda:** Expresada por el número de viviendas y el nivel de vulnerabilidad que representa por segmento debido a su concentración.

Los rangos de los niveles de vulnerabilidad social se establecieron de acuerdo al número de viviendas por segmentos existentes en la cuenca del río San Diego. (Cuadro N° 39)

**Cuadro N° 39: Nivel de vulnerabilidad social de acuerdo al número de viviendas por segmento**

Nivel de Vulnerabilidad	Vivienda (#)
Muy Alta vulnerabilidad	>300
Alta vulnerabilidad	200-300
Moderada	100-200
Baja	<100

Fuente: Elaboración propia.

**Nivel de Ingresos:** El nivel de ingreso es un indicador de pobreza. Las personas con bajos ingresos tienden a vivir en zonas con mayor densidad de población, en viviendas mal construidas y en terrenos expuestos al riesgo.

En este estudio se diferencian segmentos de acuerdo al nivel de ingresos predominante (Cuadro N° 40). Se clasificaron los niveles de vulnerabilidad social de acuerdo los ingresos de la siguiente manera:

#### Cuadro N° 40 Nivel de vulnerabilidad social de acuerdo a los ingresos

Nivel de Vulnerabilidad	Ingreso (Bs)
Muy Alta	<967,50
Alta	967,50-1.935
Moderada	1.935-2.900
Baja	>2.900

Fuente: Elaboración propia.

**Discapacitados (D):** Número de personas con problemas o discapacidades. Corresponde a un sector vulnerable de la población por su grado de dependencia de otras personas para actuar, moverse, decidir, según sea el caso. A mayor número de discapacitados por segmento mayor vulnerabilidad social (Cuadro N° 41), de acuerdo a esta variable.

#### Cuadro N° 41 Nivel de vulnerabilidad social de acuerdo al número de discapacitados por segmento

Nivel de Vulnerabilidad	Discapacitados (#)
Muy Alta vulnerabilidad	[>40]
Alta vulnerabilidad	[30-40]
Moderada	[20-30]
Baja	[<20]

Fuente: Elaboración propia.

### Psíquico-Social

**Percepción del riesgo:** Es una condición subjetiva que varía de individuo a individuo, estos definen el riesgo bajo su intuición y conciencia personal. Su estimación de riesgo está en función de su experiencia personal.

En esta variable se examina al Grupo Familiar, en cuanto a:

**Condición de información a la existencia de la amenaza:** Se refiere a aspectos relacionados con el conocimiento, la apreciación de las personas acerca de la amenaza natural a la que está sometida su familia y su vivienda.

- **Identificación de las amenazas naturales presentes:** aquí se mide si el grupo familiar está consciente de que está en una condición de amenaza natural.
- **Experiencias previas de la población:** Recoge información acerca de la vivencia de las personas ante eventos naturales y su actuación antes, durante y después del evento.
- **Conocimiento del sector donde habitan:** nos permite sondear la opinión del Grupo Familiar en cuanto al conocimiento de su sector, y de rutas de escape que les permita salir ileso en caso de estar bajo una situación de amenaza natural.
- **Nivel de preparación individual para un evento:** podemos conocer si el grupo familiar ha hecho algo en función de prepararse ante cualquier evento y si posee algún plan de previsión en caso de emergencia.
- **Conocimiento y conexión con los entes de emergencia:** establece cuánto sabe el grupo familiar de dónde dirigirse en caso de emergencia y qué tan lejos de su vivienda se encuentra.

### **Físico-Humanas**

- **Condición etérea de la población:** se evaluó el número de niños menores de 3 años y de los adultos mayores de 65 años que viven dentro del grupo familiar.
- **Condición de las estructuras de servicios puntuales:** la cercanía que tengan estos con la vivienda su estado y condición.
- **Condición de las estructuras de servicios en red:** cercanía que tengan estos con la vivienda y puedan causar algún daño.
- **Cercanía de los servicios de emergencia:** la proximidad que tienen estos entes con el sector a empadronar.
- **Cantidad y capacidad de respuesta de los servicios de emergencia:** es el número de entes que puedan dar respuesta a una situación de emergencia y su capacidad para atender a la población.

- **Cantidad y extensión de espacios libres:** número de sitios que puedan utilizarse para dar refugio momentáneo o temporal a víctimas de una situación de emergencia.

### **Estructurales**

Condición imperante en que se encuentre una vivienda ante la posibilidad de algún evento que la coloque en una situación de amenaza.

En este indicador se evalúa las condiciones de la vivienda donde reside el Grupo Familiar:

- **Solidez de la vivienda:** materiales utilizados para la realización de la vivienda, ya que a medida de que los materiales sean más frágiles el grado de vulnerabilidad será mayor.
- **Medio de emplazamiento de la vivienda:** sitio de ubicación de la vivienda que pueda elevar la vulnerabilidad ante cualquier amenaza.
- **Existencia de medio de protección de la vivienda:** mide si a la vivienda se le ha echo algún tipo de construcción que pueda disminuir la vulnerabilidad de la vivienda.
- **Cantidad de vías de escape de la vivienda:** aquí se enumeran la cantidad de puertas y ventanas de salida de la vivienda que puedan usarse como vía de escape, en el momento en que se encuentre en un estado de emergencia.
- **Cercanía de la vivienda con otras:** este indicador mide que tan cerca o lejos esta una vivienda con respecto a la otra, ya que al estar una vivienda muy cerca de otras, esta aumenta la vulnerabilidad ante una situación de amenaza.

### **Diseño del instrumento para medir condiciones de vulnerabilidad social en las comunidades presentes en el área de estudio**

Los datos de las condiciones socioeconómicas utilizadas en esta investigación fueron las estadísticas provenientes del Censo de Población y Vivienda 2011.

Mientras que los datos para determinar las condiciones de vivencia, percepción y manejo de información de la comunidad acerca de los riesgos naturales ameritan ser recogidos mediante un instrumento que fue aplicado a una muestra poblacional del área de estudio. En este sentido, se procedió a elaborar el instrumento para recopilar la data que ameritaba ser recogida en campo. (Anexo)

### **Selección de la muestra a empadronar**

El tamaño de la muestra a empadronar corresponde a un 4% de la población existente dentro de la Cuenca del río San Diego estado Carabobo.

El método de muestreo aplicado en la selección de las viviendas a encuestar fue un proceso de estratificación geográfica donde se elige la vivienda en función de que cada encuesta cubra la diversidad de las variables que se puedan encontrar en el sector. El proceso consistió en estratificar el área en función de unidades de análisis, y para ello se utilizaron los segmentos definidos por el Instituto Nacional de Estadística (INE), 2011. Cada segmento está conformado por manzanas y cada manzana está constituida por viviendas; el número de viviendas varía de acuerdo a la manzana. Posteriormente, se seleccionó de cada manzana, una vivienda tratando de ubicar aquellas que se encontraran potencialmente en una situación de riesgo esto se hizo a través de los croquis elaborados por el INE, 2011 y de imágenes de satélite. Esta vivienda constituyó el punto de arranque y a partir de ella sistemáticamente se tomaron las demás viviendas.

En este estudio se consideraron once segmentos de la Parroquia Urbana San Diego (066, 067, 068, 069, 070, 076, 077, 078, 079, 080, 081) debido a que son estos los que se encuentran dentro del área en estudio (Ver Cuadro N° 42).



### Cuadro N° 42 Selección de la muestra empadronada

Segmentos	Población	N° de viviendas	N° de Hogares	(%) a encuestar/segmento	N° de Encuestas
69	723	248	111	4,5	5
81	363	230	56	4,5	3
80	534	230	82	4,5	4
68	975	253	150	4,5	7
70	179	115	28	4,5	1
67	773	213	119	4,5	5
76	800	310	123	4,5	6
77	727	225	112	4,5	5
66	257	98	40	4,5	2
78	1032	322	159	4,5	7
79	821	290	126	4,5	6

Fuente: Elaboración propia con base a datos del INE.

Una vez calculado el tamaño de la muestra (Número de viviendas) a encuestar, se procedió a realizar la verificación en campo. Se localizaron segmentos que registraban un número determinado de viviendas según la técnica de muestreo empleada. Sin embargo, se comprobó en campo la necesidad de hacer un número mayor de encuesta en algunos segmentos para que la información no quedara sesgada.

#### Aplicación del instrumento de Vulnerabilidad:

De la muestra seleccionada se empadronaron un total de 61 grupos familiares, correspondiente a un 6% de los hogares del área de estudio. (Cuadro N° 43)

### Cuadro N° 43 Viviendas empadronadas por segmento

Segmentos	N° de Encuestas	(%) de Encuesta/Segmentos
69	7	2,7
81	5	5,4
80	4	6,1
68	6	2,0
70	9	7,3
67	12	3,4
76	8	8,1
77	2	5,4
66	13	10,1
78	1	7,6
79	3	7,1

Fuente: Elaboración propia con base a datos del INE.

La información una vez levantada se procedió a procesar, donde fue necesario la construcción de una base de datos en formato MS-Excel, y así lograr un mejor manejo de los datos al momento de la estandarización y establecimiento del grado de vulnerabilidad por variable.

Una vez especificado las variables a tomar en cuenta tanto para la evaluación socio-económica de la población, como para la elaboración del instrumento ha aplicar; se procedió al análisis y estandarización de las variables y establecer el nivel de vulnerabilidad en que se encuentra el área de estudio.

### **Análisis de las Condiciones Socioeconómicas de la cuenca del río San Diego del Estado Carabobo.**

#### **Población**

El número de habitantes del área de estudio, se distribuye por segmento tal como se especifica en la (Cuadro N° 44).

**Cuadro N° 44 Número de habitantes por segmento**

Segmentos	N° de Habitantes
69	723
81	363
80	534
68	975
70	179
67	773
76	800
77	727
66	257
78	1.032
79	821
<b>Total</b>	7.184

Fuente: Elaboración propia con base a datos del INE.

De acuerdo a estos datos la población se estudió partiendo de la siguiente premisa teórica, a mayor número de habitantes, mayor será la vulnerabilidad social. (Cuadro N° 45)

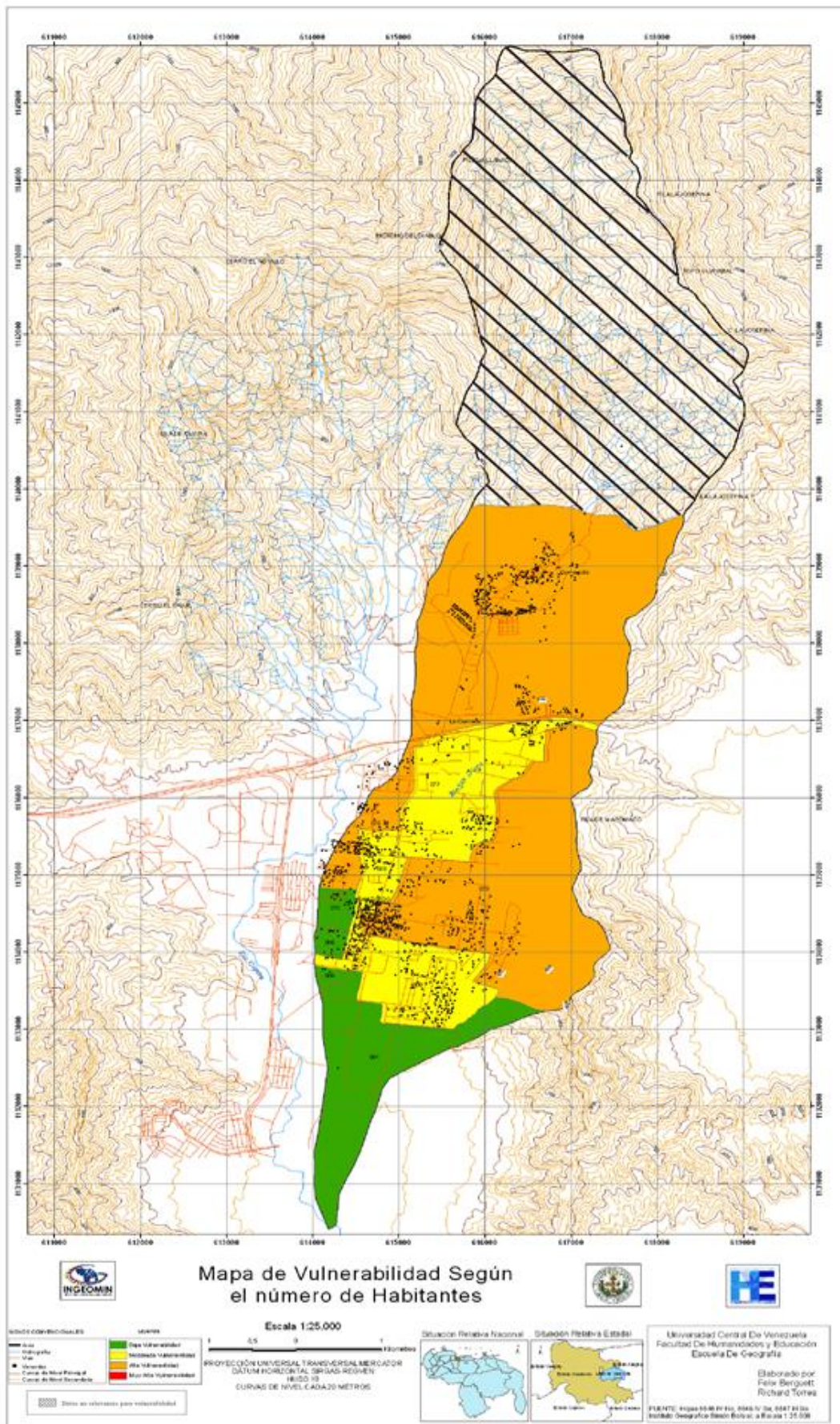
**Cuadro N° 45 Niveles de vulnerabilidad social según el número de habitantes**

<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>	<b>Población (#)</b>
Muy Alta vulnerabilidad	>1200
Alta vulnerabilidad	800-1200
Moderada	400-800
Baja	<400

Fuente: Elaboración propia.

Los segmentos 068, 076, 078, 079 del área de estudio poseen una alta vulnerabilidad, pues habitan en cada uno de ellos entre 800 y 1200 personas, los segmentos 067, 069, 077, 080 presentan una vulnerabilidad moderada debido a que albergan entre 400 y 800 personas y por ultimo tenemos los segmentos que poseen una baja vulnerabilidad 066, 071, 081 ya que su población esta por debajo de los 400 habitantes (Ver Mapa N° 13).

## Mapa N° 13 Vulnerabilidad social según el número de habitantes



## Estructura por edad y sexo

En el área de estudio el grupo de alta vulnerabilidad esta comprendido por hombres y mujeres de 6 a 14 años de edad y las mujeres de 15 a 65 años de edad, como puede observarse en el cuadro N° 46. Las personas con edades entre 6 y 14 años, independientemente del sexo poseen mayor dependencia de los adultos para tomar decisiones, la falta de conocimiento y de experiencia trae como consecuencia que actúen por instinto incrementando la posibilidad de equivocarse en tomar la decisión pertinente. Desde el punto de vista psicológico y cognitivo están menos preparados para enfrentar eventos naturales y recuperarse emocionalmente ante ellos. El grupo de mujeres de 15 a 65 años se considera altamente vulnerable debido a que desde el punto de vista físico son más débiles y en caso de desalojos son menos hábiles. Los sectores 067, 070, 078 y 079, presentan una moderada vulnerabilidad, (Mapa N° 15) representada por la población de hombres entre 45 – 65 años. Por otro lado el mayor número de habitantes son hombres entre 15 - 45 años de edad, este sector de la población representa los niveles más bajos de vulnerabilidad social.

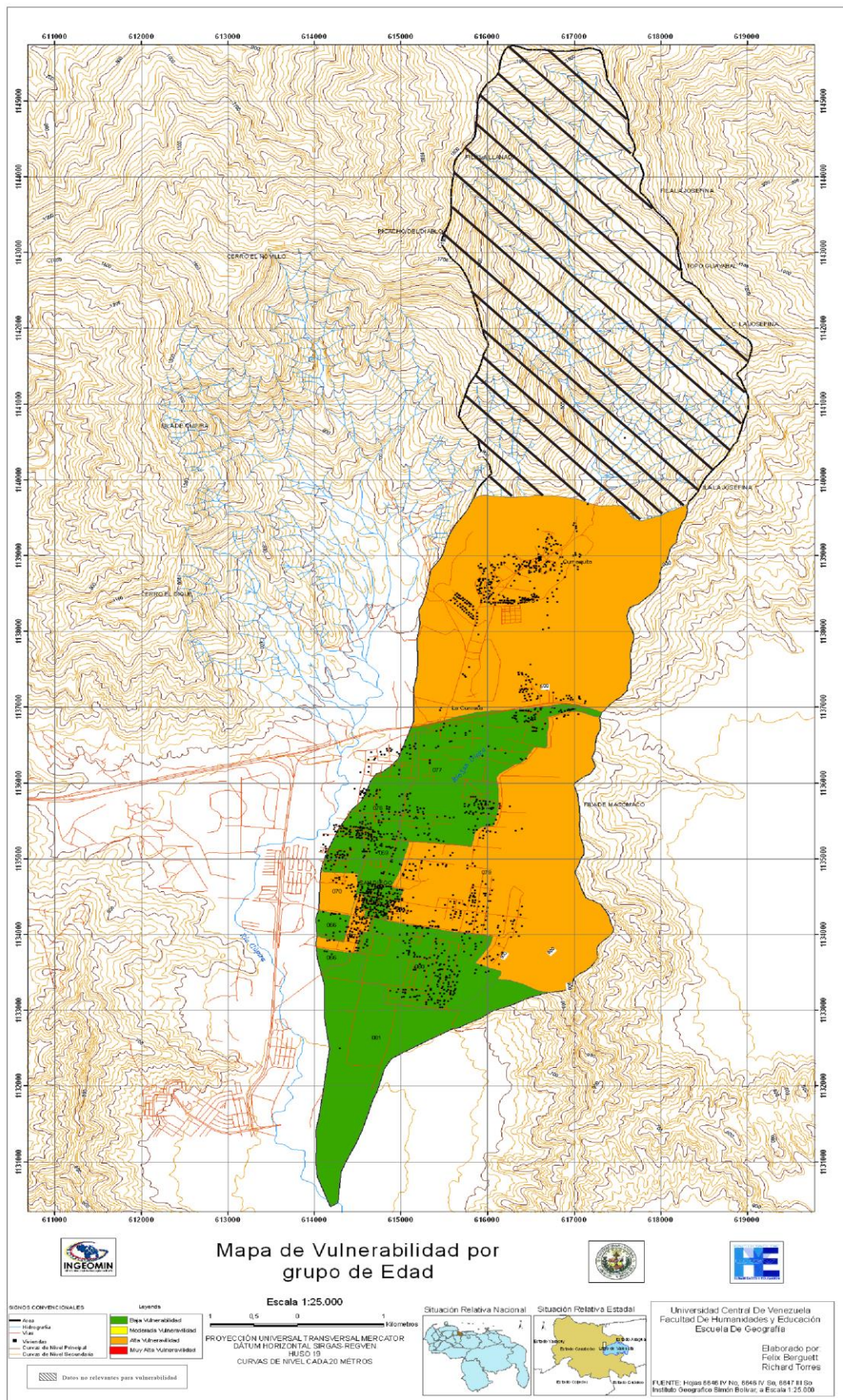
**Cuadro N° 46 Niveles de vulnerabilidad social de acuerdo al sexo y la edad**

Segmentos	Estructura por Edad y Sexo			
	H y M <3 y >65	M 15-65 y 6-14 H-M	H 46-65	H 15-45
N. Vulnerabilidad	Muy Alta	Alta	Moderada	Baja
69	121	379	47	396
81	58	188	16	211
80	91	273	37	288
68	196	483	84	501
70	34	97	13	90
67	185	370	76	379
76	129	402	41	444
77	134	342	49	385
66	39	129	10	154
78	152	549	60	514
79	123	420	72	418

H: Hombres M: Mujeres

Fuente: Elaboración propia con base a datos del INE

# Mapa N° 14 Vulnerabilidad social según Estructura por edad y sexo



## Aspectos educativos

### Nivel educativo

El nivel educativo es un condicionante de la estrategia comunicacional que se dirigirá a las comunidades con el fin de concientizar acerca de los riesgos naturales. Mientras mayor sea el grado de instrucción en la población menor será el nivel de vulnerabilidad social, ya que la población estará más informada y poseerá una mayor percepción.

De acuerdo a los resultados de la encuesta (Cuadro N° 47) el nivel educativo predominante en toda el área de estudio es educación especial y educación básica, corresponde a un bajo nivel de instrucción y bajo nivel de conocimientos, por ende una alta vulnerabilidad. Aunado a ello, este grupo esta conformado por educación dirigida a personas con discapacidades. Estos resultados señalan que los programas educativos en su mayoría deben estar dirigidos en lenguaje entendible a este nivel, solo el segmento 066 presenta una baja vulnerabilidad (Mapa N° 15), debido que la mayoría de los habitantes son técnicos superior universitarios o están estudiando, lo que sugiere que la percepción del riesgo en estas personas es mayor.

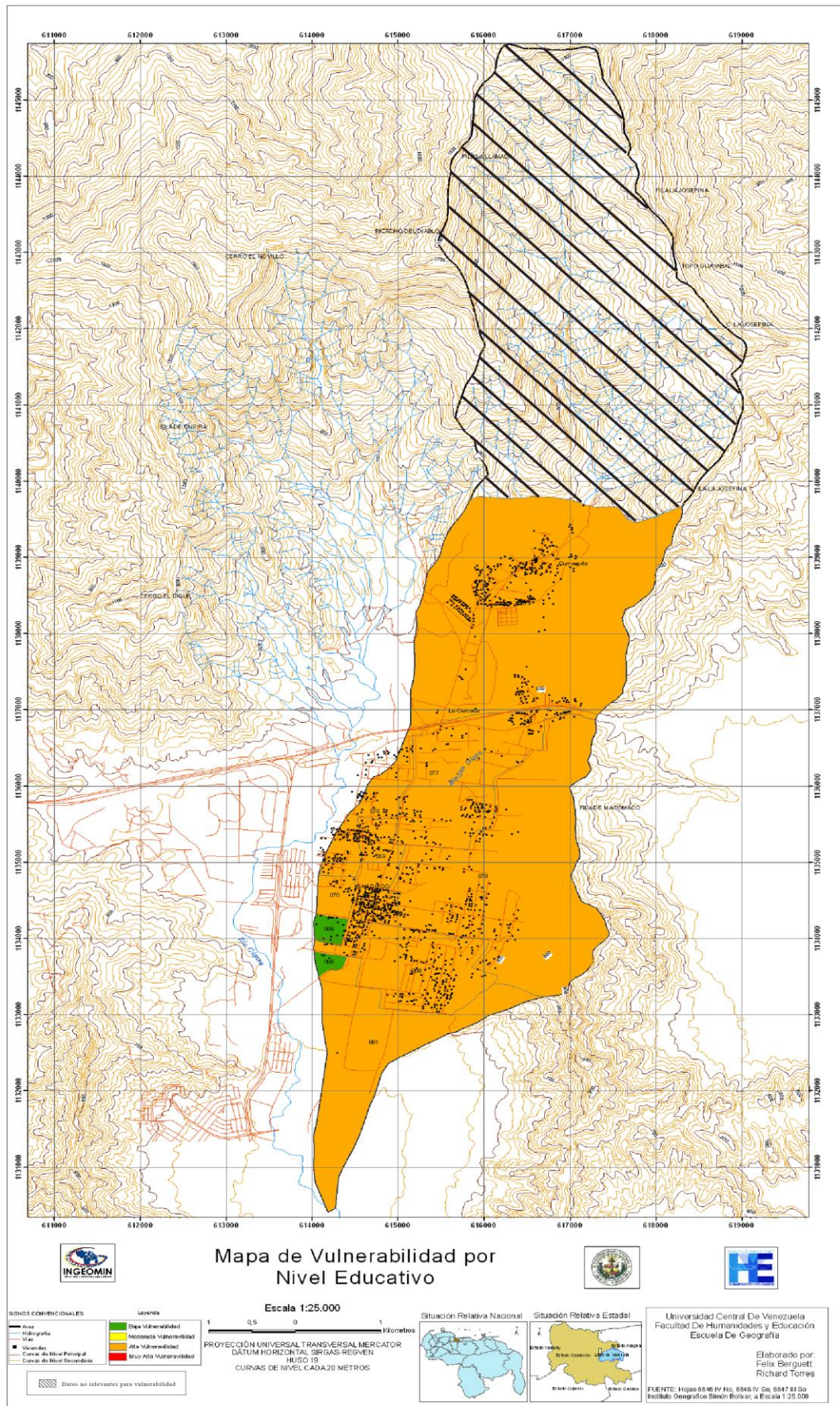
**Cuadro N° 47 Nivel de vulnerabilidad de acuerdo al nivel educativo**

Segmentos	Nivel Educativo			
	1	2	3	4
N. Vulnerabilidad	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
69	83	165	389	56
81	114	66	124	25
80	121	119	212	54
68	81	230	522	88
70	38	36	76	17
67	107	179	383	71
76	169	165	341	71
77	105	134	339	114
66	86	47	83	21
78	72	130	615	151
79	203	168	334	74

1: TSU + Universitario, 2: Educ. Media + Técnico medio, 3: Educ. Especial + Básica y 4: No declarado + Preescolar

Fuente: Elaboración propia.

# Mapa N° 15 Vulnerabilidad social según su Nivel Educativo





## Analfabetismo

La vulnerabilidad social de acuerdo al número de analfabetas por segmento está representada de conformidad a los rangos especificados en el cuadro N° 48.

Cuadro N° 48 Niveles de vulnerabilidad social de acuerdo al Número de Analfabetas

Nivel de Vulnerabilidad	Analfabetas (#)
Muy Alta vulnerabilidad	<80
Alta vulnerabilidad	60-80
Moderada	40-60
Baja	<40

Fuente: Elaboración propia

La mayor cantidad de analfabetas se localizan en el segmento 078 ver (mapa N° 17); este segmento posee más de 60 analfabetas y corresponde al área de menor desarrollo de la cuenca.

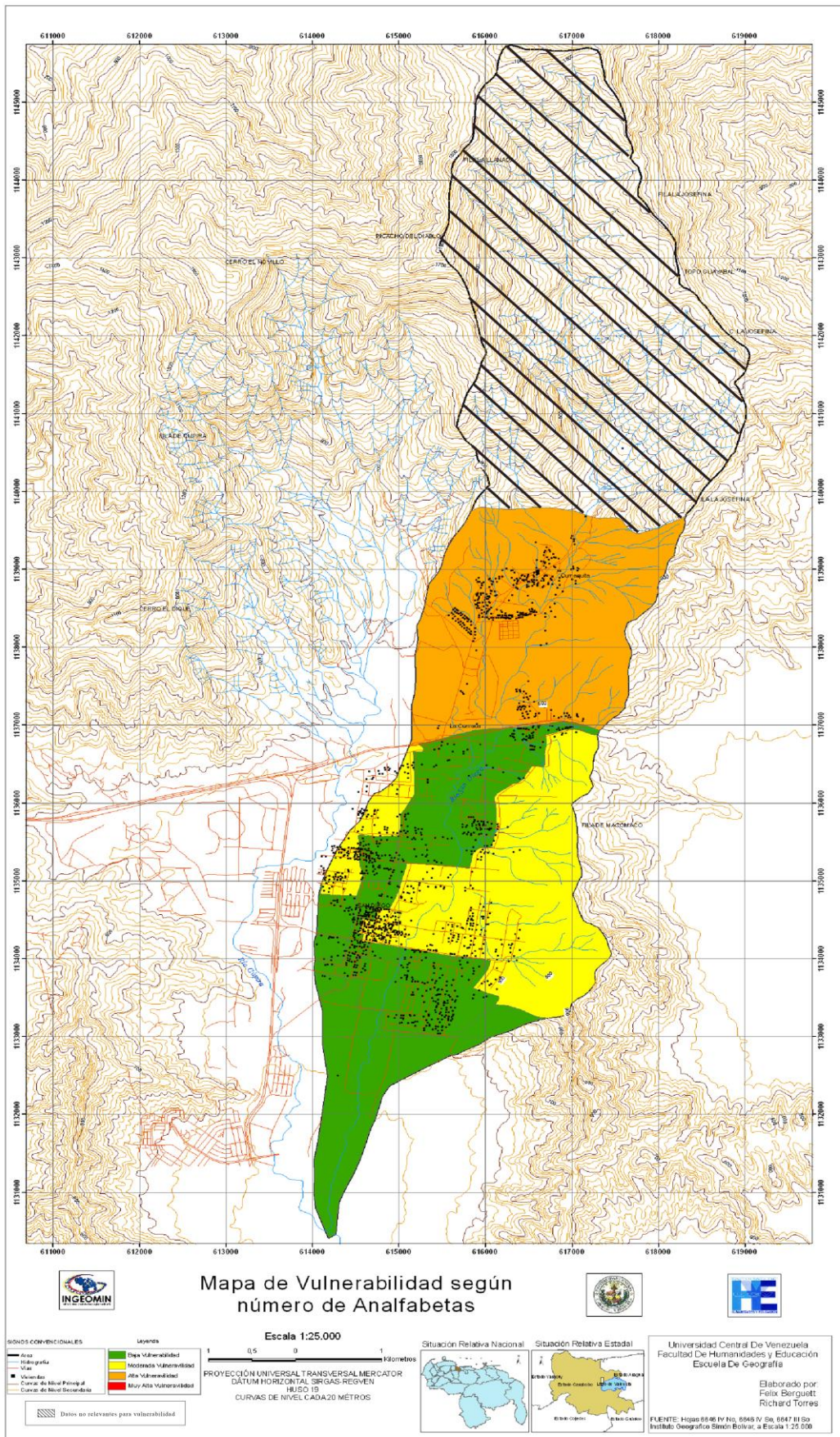
En los demás segmentos del área de estudio el nivel de vulnerabilidad es de bajo a moderado, ya que el número de analfabetas está por debajo de 60.

Cuadro N° 49 Número de analfabetas por segmento

Segmentos	Analfabetas (#)	Nivel de Vulnerabilidad
69	30	Baja
81	34	Baja
80	28	Baja
68	54	Moderada
70	12	Baja
67	33	Baja
76	54	Moderada
77	35	Baja
66	20	Baja
78	64	Alta
79	42	Moderada

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

# Mapa N° 16 Vulnerabilidad social según el Numero de Analfabetas



## Vivienda

El número de viviendas por segmento expresa la concentración de viviendas en un lugar. En este sentido, entre mayor número de viviendas exista en un segmento aumenta su nivel de vulnerabilidad debido a la presencia de infraestructura expuesta ante cualquier evento natural que se presente en el área, de allí que se haya decidido en función de los resultados obtenidos de la encuesta (Cuadro N°50) discriminar los niveles de vulnerabilidad de acuerdo al número de viviendas por segmento (Cuadro N°51).

**Cuadro N° 50 Nivel de vulnerabilidad de acuerdo al número de viviendas por segmento**

Nivel de Vulnerabilidad	Vivienda (#)
Muy Alta vulnerabilidad	>300
Alta vulnerabilidad	200-300
Moderada	100-200
Baja	<100

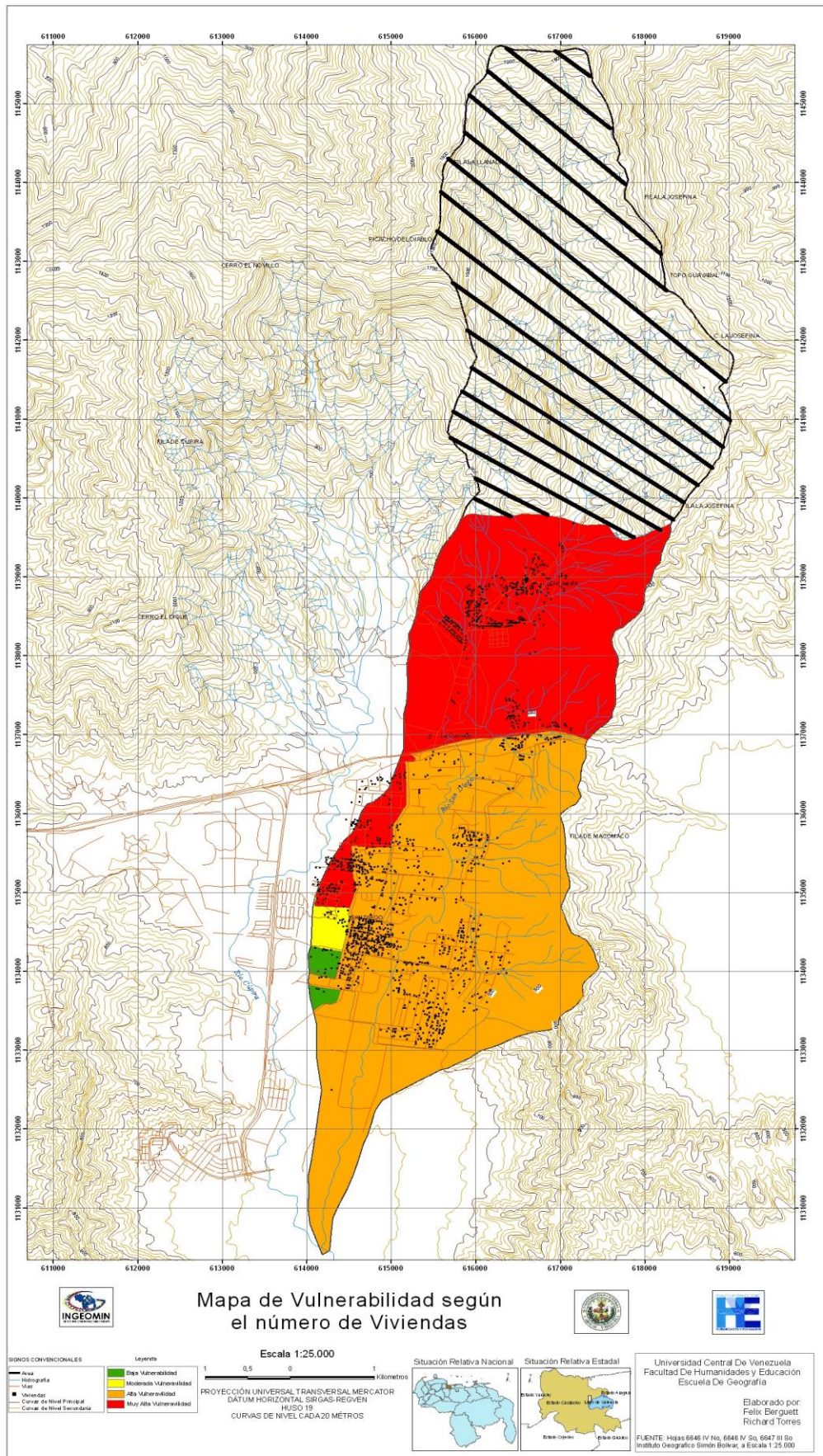
Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 51 Número de viviendas por segmento**

Segmentos	N° de viviendas	Nivel de Vulnerabilidad
69	248	Alta
81	230	Alta
80	230	Alta
68	253	Alta
70	115	Moderada
67	213	Alta
76	310	Muy Alta
77	225	Alta
66	98	Baja
78	322	Muy Alta
79	290	Alta

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

# Mapa N° 17 Vulnerabilidad social según el Número de Viviendas



Según los datos obtenidos, los segmentos 076 y 078, presentan más de 300 viviendas por ende ocupa la más alta vulnerabilidad, seguidamente el resto de los segmentos de 200 a 300 viviendas aproximadamente, a excepción de los segmentos 066 y 070 que poseen una baja y moderada vulnerabilidad correlativamente menos de 200 viviendas cada segmento. (Mapa N° 17)

En cuanto a los servicios de equipamiento, se observa en la (Cuadro N° 52) el mayor déficit de acueducto se presenta en los segmentos 070, 079, 080 y 081 del área de estudio, debido a que solo un 26%, 39%, 40% y 43% de las viviendas presentan este servicio, en el resto de los segmentos se registra una cobertura del servicio superior al 57% de las viviendas.

La red de cloacas llega alcanzar un déficit superior al 50% en la mayoría de los segmentos de la cuenca a excepción de los segmentos 067, 068, 069 y 066, que poseen una cobertura mayor al 60%; siendo el caso más crítico en los segmentos 077, 078 y 080 con un 95% de déficit; esto evidencia condiciones de insalubridad en estos sectores. (Cuadro N° 52)

El servicio telefónico tiene una cobertura inferior al 60% de las viviendas en toda la cuenca a excepción del segmento 068 que tiene una cobertura mayor al 52%. La ausencia del servicio telefónico limita la comunicación entre sus pobladores y obviamente son más vulnerables en caso de presentarse un evento natural. (Cuadro N° 52)

Un porcentaje superior al 60% de las viviendas disfrutan del servicio de electricidad en toda la cuenca, solamente los segmentos 070 y 081 presentan un déficit, con un porcentaje de cobertura menor al 60%. La ausencia del servicio eléctrico limita el uso de electrodomésticos, especialmente el uso de aparatos como el televisor y la radio, como medios para recibir información. (Cuadro N° 52)

**Cuadro N° 52 Porcentaje (%) de viviendas que cuenta con los servicios de equipamiento**

Segmentos	N° de viviendas	Acueducto	Cloacas	Teléfono	Electricidad	Aseo Urbano	Container
69	248	68	60	27	75	62	0
81	230	43	42	3	45	40	0
80	230	26	5	23	61	26	24
68	253	90	90	52	92	92	0
70	115	40	40	17	42	32	0
67	213	87	84	40	87	87	0
76	310	57	42	20	65	56	0
77	225	75	5	8	79	74	0
66	98	71	67	39	80	78	0
78	322	68	1	1	74	66	3
79	290	39	15	31	71	45	22

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

**Aspectos económicos**

**Ingresos**

El nivel de ingresos predominante en la cuenca del Río San diego del estado Carabobo corresponde a la población que posee una entrada de dinero menor a los 967,50 Bs. Por debajo de un sueldo mínimo ver (Cuadro N° 54), en función de los datos del cuadro N° 53 se decidió discriminar los niveles de vulnerabilidad de acuerdo al número de personas según su nivel de ingreso expresado en el cuadro N° 54 lo cual correspondió a familias con niveles de ingresos muy bajos, y por lo tanto altamente vulnerables debido que al ocurrir un evento que les afecte, la fase de respuesta y recuperación serán más difícil. Corresponden a un grupo de damnificados en potencia y les será más difícil reconstruir su vivienda, adquirir sus enseres y cubrir sus necesidades básicas.

**Cuadro N° 53 Vulnerabilidad social según el nivel de ingreso**

Nivel de Vulnerabilidad	Ingreso (Bs)
Muy Alta	<967,50
Alta	967,50 -1.935
Moderada	1.935 -2.900
Baja	>2.900

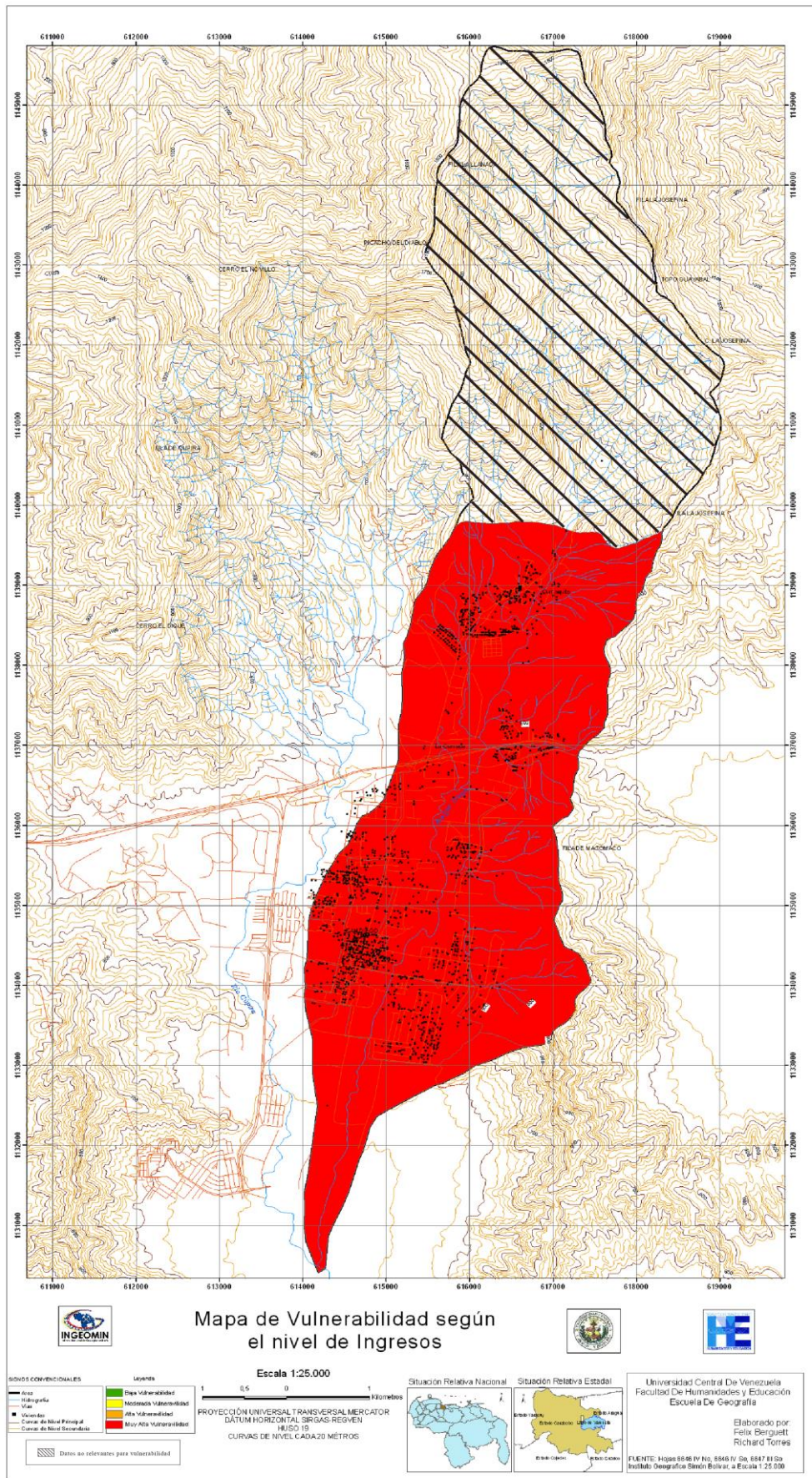
Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 54 Vulnerabilidad social de acuerdo a los niveles de ingresos  
por segmentos**

Segmentos	Ingresos (Bsf)			
	1	2	3	4
N. Vulnerabilidad	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
69	3	2	8	231
81	18	19	29	111
80	18	9	14	176
68	7	8	15	321
70	5	4	9	58
67	3	9	8	206
76	26	18	23	237
77	20	3	11	253
66	17	6	16	91
78	12	2	11	353
79	34	15	15	258

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

# Mapa N° 18 Vulnerabilidad social según el Nivel de Ingresos





## Discapacitados

El número de personas discapacitadas en las subcuencas asciende a las 221 personas. De conformidad a los diferentes niveles de vulnerabilidad establecidos en el cuadro N° 55 y los resultados representados en el cuadro N° 56, el más alto nivel de vulnerabilidad lo alcanzó el segmento 067 de la cuenca del río San Diego, que posee más de 42 discapacitados. Los demás segmentos presentan una baja a moderada vulnerabilidad social y de acuerdo a esta variable (Ver Mapa N° 19), poseen menos de 30 discapacitados por segmentos.

**Cuadro N° 55 Nivel de vulnerabilidad social de acuerdo al número de discapacitados por segmento**

Nivel de Vulnerabilidad	Discapacitados (#)
Muy Alta vulnerabilidad	[>40]
Alta vulnerabilidad	[30-40]
Moderada	[20-30]
Baja	[<20]

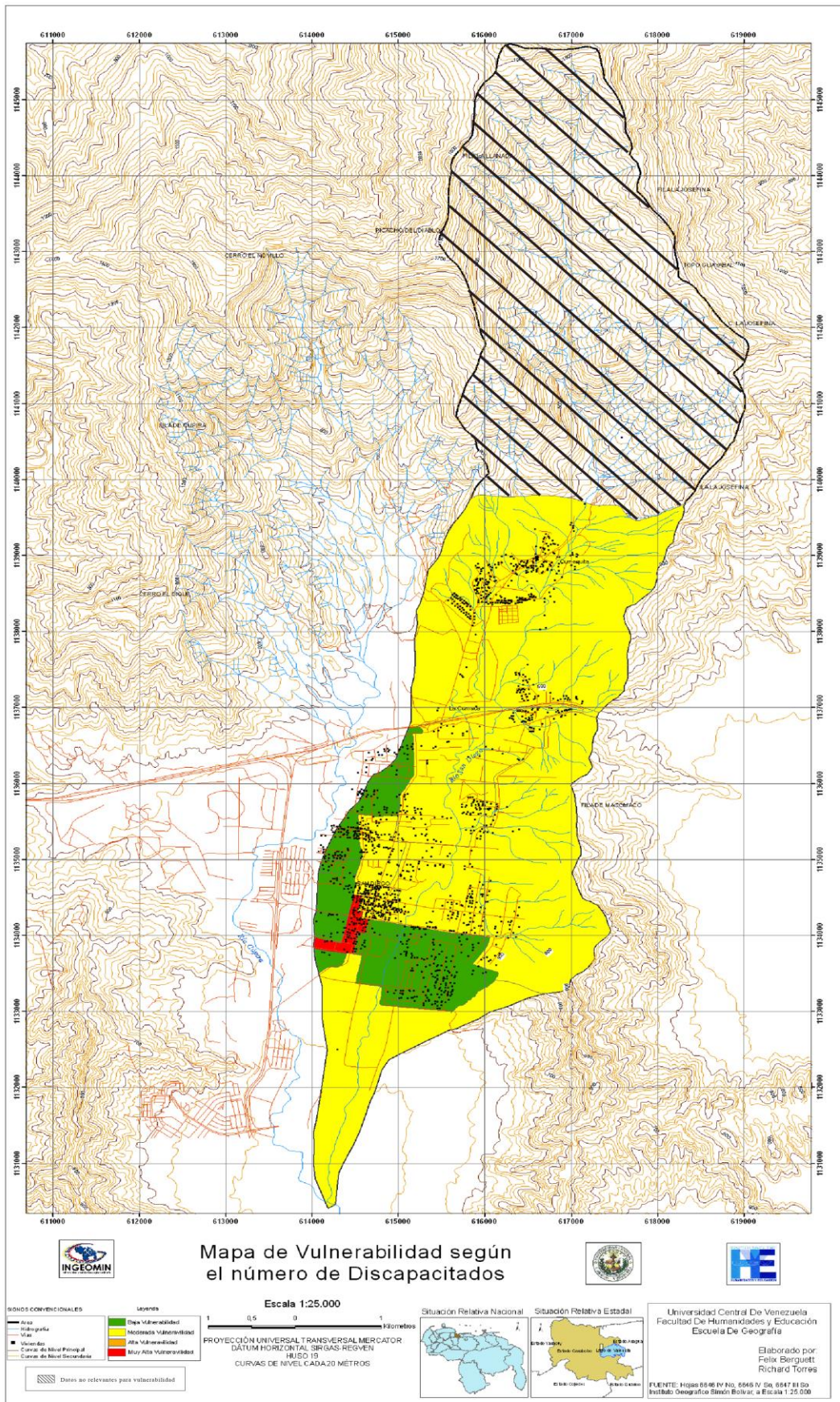
Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 56 Número de discapacitados por segmento**

Segmentos	Población	Discapacitados (#)	Nivel de Vulnerabilidad
69	723	23	Moderada
81	363	23	Moderada
80	534	12	Baja
68	975	29	Moderada
70	179	3	Baja
67	773	42	Muy Alta
76	800	11	Baja
77	727	21	Moderada
66	257	8	Baja
78	1.032	29	Moderada
79	821	20	Moderada

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

# Mapa N° 19 Vulnerabilidad social según el Numero de Discapacitados



## Síntesis de las Condiciones Socioeconómicas (Cse)

El cuadro N° 57 representa la síntesis de cada uno de los factores y elementos socioeconómicos valorados en función de su efecto como ventaja o restricción de la vulnerabilidad social. Para tal fin, la valoración se realizó de acuerdo a una escala seleccionada de 1 (Baja vulnerabilidad social, mejores condiciones a nivel socioeconómico para enfrentar un evento natural) a 4 (Muy alta vulnerabilidad social, máxima restricción o limitaciones para enfrentar un evento natural).

Los resultados de esta escala por segmento, se multiplicaron por el factor 0,50, estableciendo así los rangos que permitieron definir los niveles de vulnerabilidad. (Ver Cuadro N° 58)

**Cuadro N° 57 Escala de integración de variables socioeconómicas**

Variables	Muy Alta	Alta	Moderada	Baja
Población	4	3	2	1
Estructura por Edad y Sexo	4	3	2	1
Nivel Educativo	4	3	2	1
Analfabetas	4	3	2	1
Viviendas	4	3	2	1
Ingresos (Bsf)	4	3	2	1
Discapacitados	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 58 Escala de rangos para definir los niveles de vulnerabilidad social de acuerdo a las Condiciones Socioeconómicas (CSE)**

Rango	Nivel de Vulnerabilidad	Color
<3,5	Baja	Verde
3,5 - 6,1	Moderada	Amarillo
6,1 - 8,8	Alta vulnerabilidad	Naranja
> 8,8	Muy Alta vulnerabilidad	Rojo

Fuente: Elaboración propia

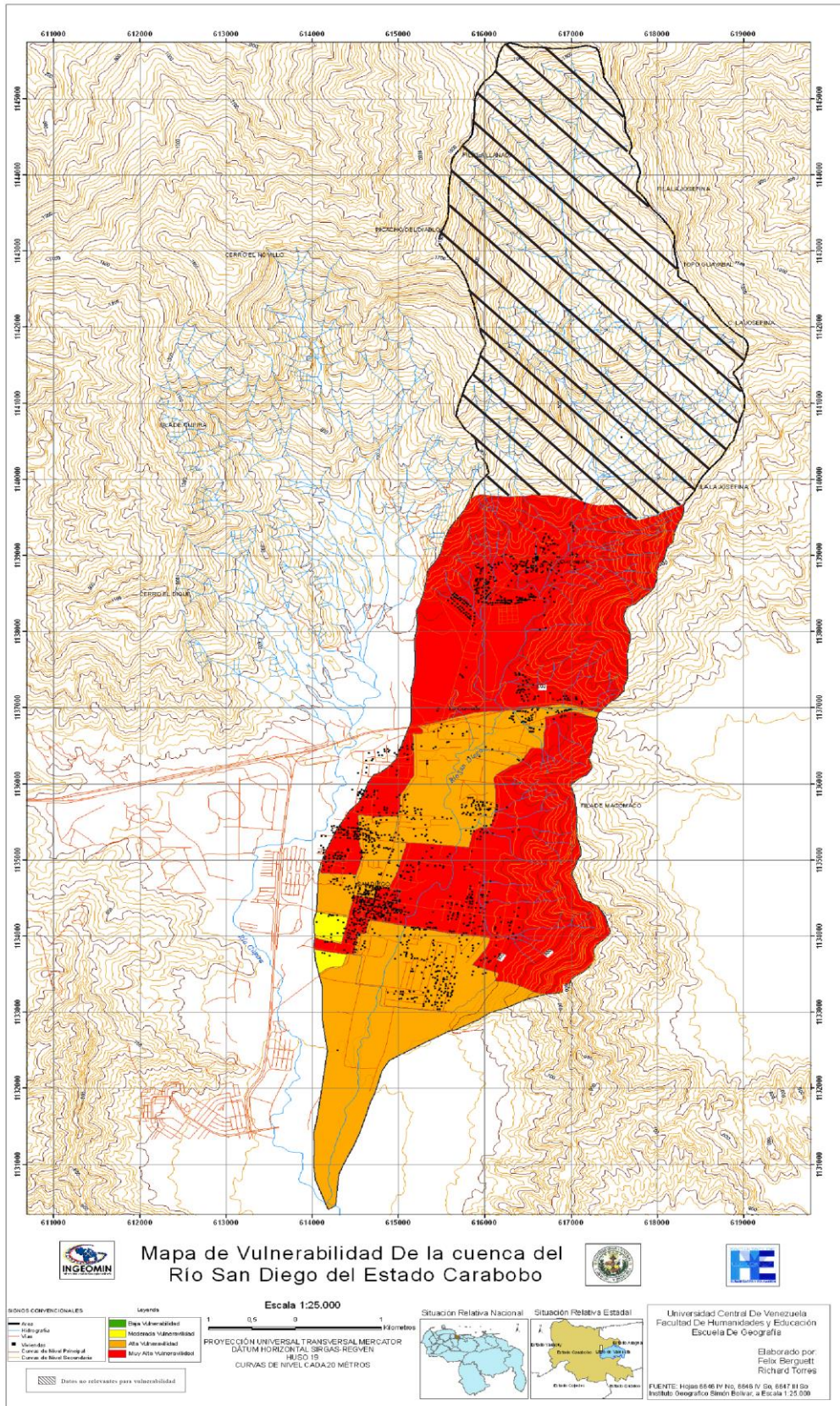
**Cuadro N° 59 Nivel de vulnerabilidad social de acuerdo a las Condiciones Socioeconómicas (CSE)**

Segmentos	Población	Edad y Sexo	N. Educativo	Analfabetas	Nº Viviendas	Ingresos	Discapacitados	Sumatoria	Ponderación
69	2	1	3	1	3	4	2	8	3
81	1	1	3	1	3	4	2	7,5	3
80	2	1	3	1	3	4	1	7,5	3
68	3	1	3	2	3	4	2	9	4
70	1	3	3	1	2	4	1	7,5	3
67	2	3	3	1	3	4	4	10	4
76	3	1	3	2	4	4	1	9	4
77	2	1	3	1	3	4	2	8	3
66	1	1	1	1	1	4	1	5	2
78	3	3	3	3	4	4	2	11	4
79	3	3	3	2	3	4	2	10	4

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE

La cuenca del río San Diego del estado Carabobo de acuerdo a las condiciones Socioeconómicas presenta una alta a muy alta vulnerabilidad social (mapa N° 20), lo que implica que el área de estudio posee una baja condición socioeconómica. A excepción del segmento 066 que posee una moderada vulnerabilidad, al observar las variables para este segmento vemos que poseen baja vulnerabilidad, solo la variable ingresos tiene como resultado una muy alta vulnerabilidad representado por la baja entrada de dinero al grupo familiar.

# Mapa N° 20 Vulnerabilidad social de acuerdo a las condiciones socioeconómicas



## **Análisis de las Características estructurales, físico-humanas y psíquico-sociales de la cuenca del río San Diego del Estado Carabobo.**

A raíz de la aplicación del instrumento para recoger algunas condiciones de vulnerabilidad social referida al tipo de vivienda, población, vivencia, percepción y manejo de información de la comunidad acerca de los riesgos naturales, para realizar así el análisis de vulnerabilidad social.

Para definir los niveles de vulnerabilidad social a partir del instrumento aplicado, se consideró que a mayor número de respuestas negativas, los niveles de vulnerabilidad se incrementan debido a que muestra una baja a ninguna vivencia de eventos naturales, baja capacidad de respuesta, baja percepción del riesgo, baja capacitación para enfrentar eventos y ausencia del manejo de información relacionada los eventos naturales. (Cuadro N° 60)

Niveles de vulnerabilidad social de acuerdo al tipo de vivienda, población, vivencia, percepción y manejo de información de la comunidad acerca de los riesgos naturales.

**Cuadro N° 60 Rangos de Vulnerabilidad**

<b>Rango</b>	<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>	<b>Color</b>
3,3 - 4,7	Baja	Verde
4,7 - 6,1	Moderada	Amarillo
6,1 - 7,5	Alta vulnerabilidad	Naranja
> 7,5	Muy Alta vulnerabilidad	Rojo

Fuente: Elaboración propia

A partir del cuadro N° 60 se determinaron los niveles de vulnerabilidad social general de la cuenca, por segmento, por encuesta aplicada, y por preguntas.

En el instrumento diseñado y aplicado para medir condiciones de vulnerabilidad social a las comunidades presentes en la cuenca del río San Diego se consideraron los siguientes aspectos: tipo de vivienda, grupos étnicos, vivencia de eventos naturales y capacidad de respuesta, percepción del riesgo y activación, capacitación y manejo de

información. En este sentido, a continuación se describen los resultados obtenidos a partir de la aplicación de este instrumento en el área en estudio.

## Estructurales

Al realizar el vaciado de los datos obtenidos en campo podemos decir, que todos los segmentos que constituyen el área de La Cuenca del Río San Diego presentan una moderada vulnerabilidad a excepción del segmento 068 (ver Cuadro N° 61) donde se observa que el 100% de las encuestas refleja una alta vulnerabilidad, este segmento está situado en lo que es el casco histórico de San Diego, las variables que más influyen son los materiales de las casas, ya que en general son de bloques, lo que varía en la mayoría de los casos es el techo ya que encontramos casas con taberones y de zinc siendo estos últimos techos los más vulnerables, las casas se encuentran muy cercas las unas de las otras aumentando su vulnerabilidad por colapso de las estructuras, las ventanas están enrejadas por consecuencia pocas vías de escape y las viviendas no presentan ninguna protección contra amenazas naturales.

**Cuadro N° 61 Niveles de vulnerabilidad Estructural en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector**

Sectores	Encuestas	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
		%	%	%	%
78	12	0	91,7	8,3	0
77	7	0	100	0	0
79	9	33,3	55,6	11,1	0
80	5	40	60	0	0
81	3	33,3	66,7	0	0
68	3	0	0	100	0
69	3	33,3	66,7	0	0
76	10	30	70	0	0
70	2	0	100	0	0
67	4	0	100	0	0
66	4	25	75	0	0

Fuente: Elaboración propia con base a los datos del INE



**Foto N° 23**

**Ventanas enrejadas, cercanías de las casas con las otras.**



**Foto N° 24**

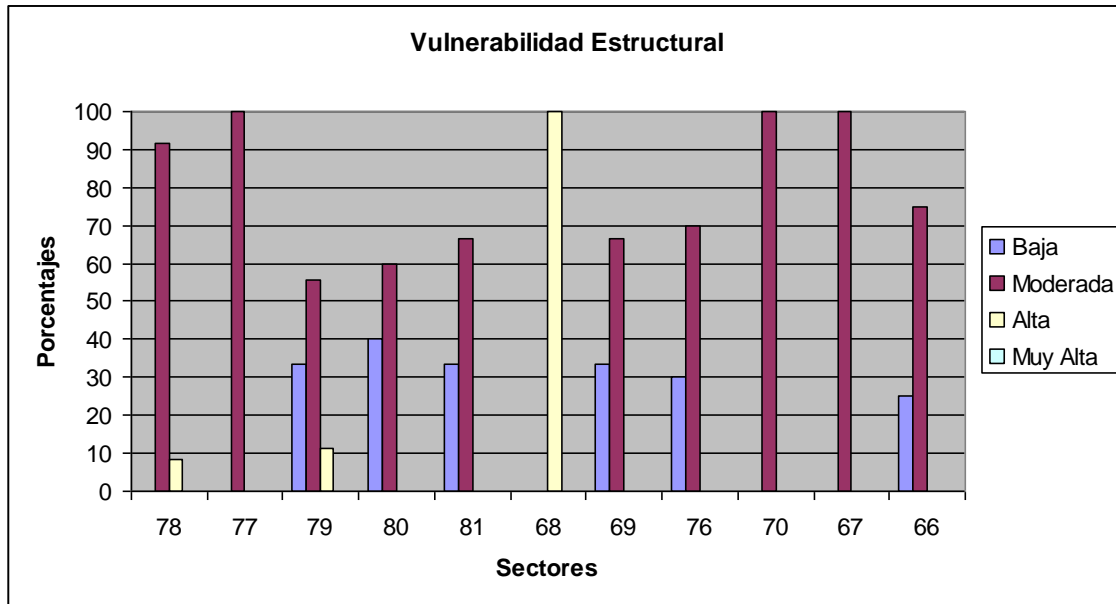
**Techos de zinc y cercanía de las casas**

Los demás segmentos presentan una moderada vulnerabilidad, (Ver Mapa 22) debido a que el porcentaje predominante en el total de las encuesta por segmento es moderado (Ver Gráfico N° 2), se debe a que la mayoría de las casas son tipo quinta, con buenos materiales de construcción. Esta variable predomina en la mayoría de los sectores y algunas de las viviendas presentan un tipo de protección como por ejemplo, losa flotante y relleno del terreno, lo cual reduce la vulnerabilidad tanto por sismo como por inundaciones. Sin embargo, las vías de escape de las casas son limitadas debido a que



todas las ventanas tienen enrejado y general una sola puerta, lo que hace difícil la salida de las mismas.

**Gráfico N° 2:** Niveles de vulnerabilidad estructural en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.



Fuente: Elaboración propia

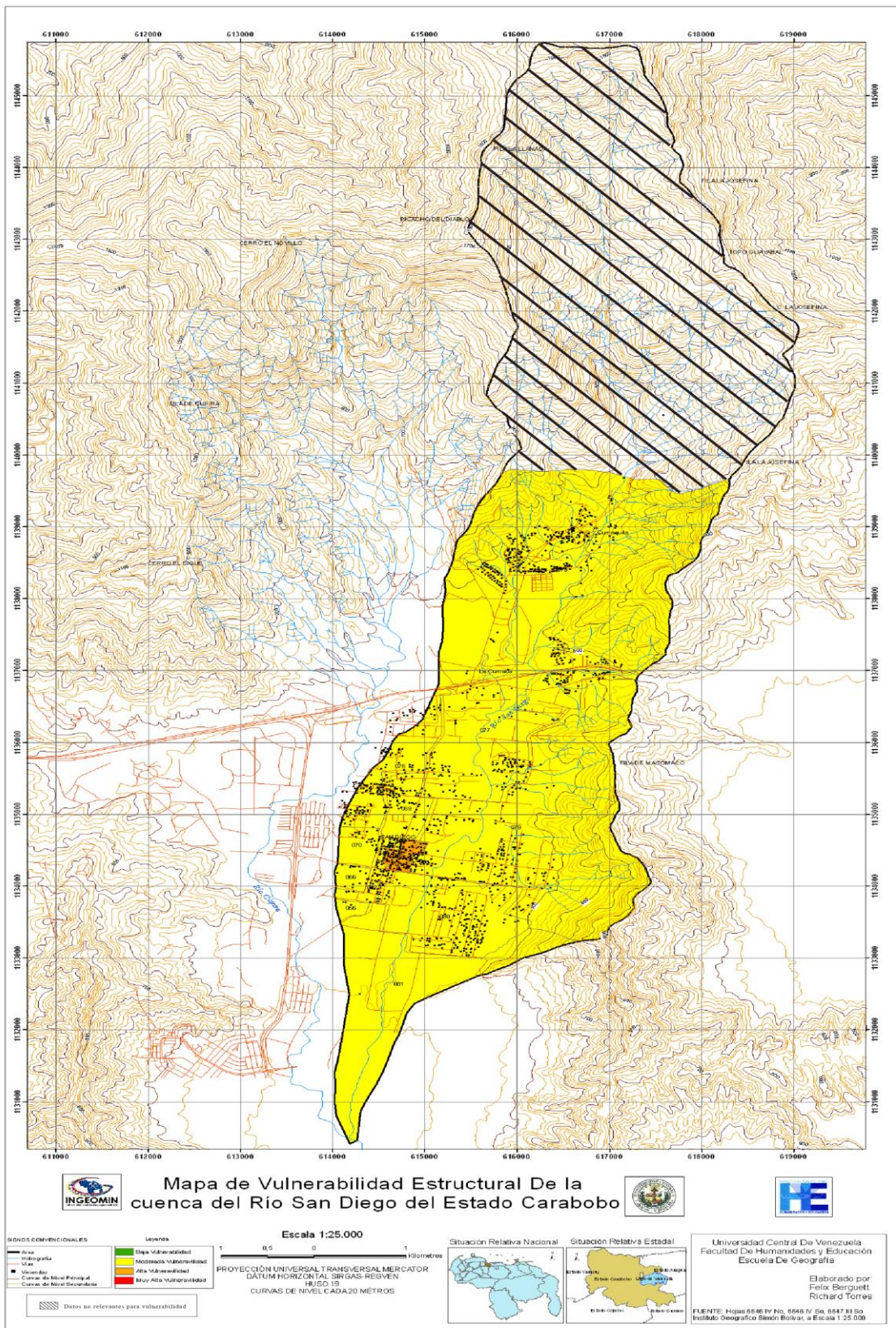


Foto N° 25: Casa tipo Quinta



Foto N° 26: Casa con relleno de terreno

# Mapa N° 21 Vulnerabilidad social de acuerdo a sus condiciones Estructurales



## Psíquico social

En esta parte del análisis de vulnerabilidad se evalúa el conocimiento de los habitantes ante una situación de amenaza natural. Por ejemplo, para el segmento 076, el 50% según las encuestas realizadas a los habitantes, representa una vulnerabilidad moderada, y se refiere a que, el conocimiento que los habitantes tienen con respecto a lo que es una amenaza natural es relativamente bueno, por lo que han visto y oído en los diferentes medios de comunicación; además la mayoría de los grupos familiares poseen algún tipo de plan en caso de una emergencia natural (Ver Cuadro N° 62).

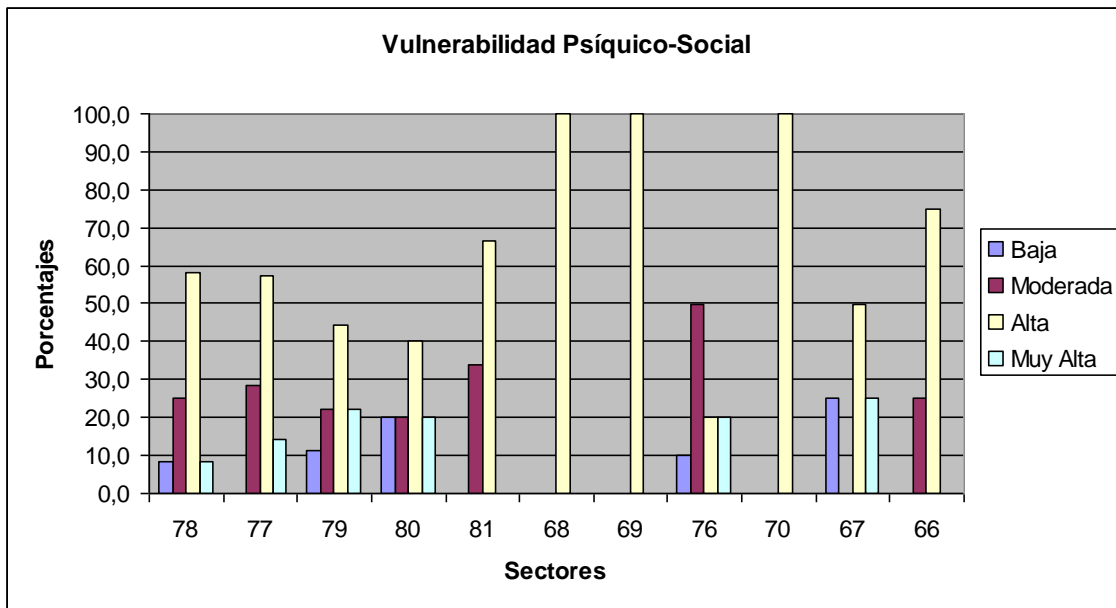
**Cuadro N° 62 Niveles de vulnerabilidad Psíquico social en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector**

Sectores	Encuestas	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
		%	%	%	%
78	12	8,3	25	58,3	8,3
77	7	0	28,6	57,1	14,3
79	9	11,1	22,2	44,5	22,2
80	5	20	20	40	20
81	3	0	33,7	66,7	0
68	3	0	0	100	0
69	3	0	0	100	0
76	10	10	50	20	20
70	2	0	0	100	0
67	4	25	0	50	25
66	4	0	25	75	0

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de la encuesta realizada en julio 2012

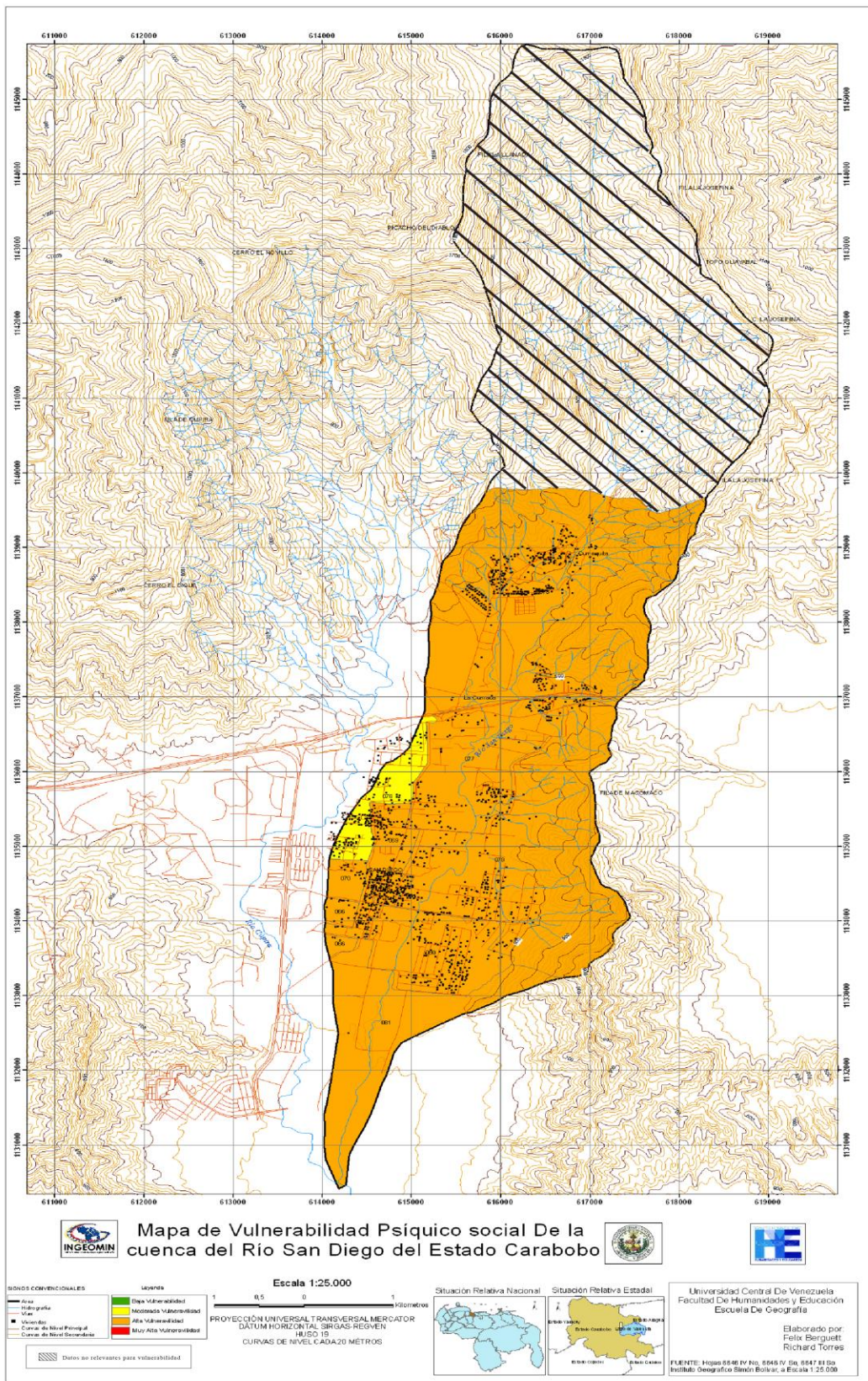
Los demás segmentos presentan una alta vulnerabilidad, ya que en la mayoría de los sectores, las encuestas arrojaron como resultado un alto porcentaje, (ver gráfico N° 3) lo que establece que la población presenta un bajo nivel de conocimientos sobre lo que es un riesgo natural y cual es su situación actual de riesgo, por ello no saben que acciones tomar en caso de de la ocurrencia de un fenómeno natural que exponga su vida, la de su familia y a que organismos dirigirse, por lo que se encuentran en completa desinformación; esto se puede observar en el mapa N° 22.

**Gráfico N° 3:** Niveles de vulnerabilidad Psíquico social en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.



Fuente: Elaboración propia

# Mapa N° 22 Vulnerabilidad social de acuerdo a condiciones Psíquico sociales



## Físico-Humanas

En el análisis de las características Físico Humanas encontramos que el 70% de los segmentos del área de estudio presentan una alta vulnerabilidad (Ver Mapa N° 23), debido a que en la mayoría de las encuestas realizadas arrojaron como resultado alta vulnerabilidad (ver Cuadro N° 63 y Gráfico N° 4), los segmentos cuentan con servicios de emergencia pero la capacidad de respuesta de estos es baja; cuentan con pocos espacios abiertos, la cercanías de las casa con los postes de electricidad los hace moderadamente vulnerables y no hay avenidas amplias.

**Cuadro N° 63 Niveles de vulnerabilidad Físico Humanas en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector**

Sectores	Encuestas	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
		%	%	%	%
78	12	0	41,7	58,3	0
77	7	0	28,6	57,1	14,3
79	9	0	22,2	66,7	11,1
80	5	0	40	60	0
81	3	0	33,3	66,7	0
68	3	0	33,3	66,7	0
69	3	0	0	33,3	66,7
76	10	0	20	20	60
70	2	0	100	0	0
67	4	0	25	75	0
66	4	0	25	75	0

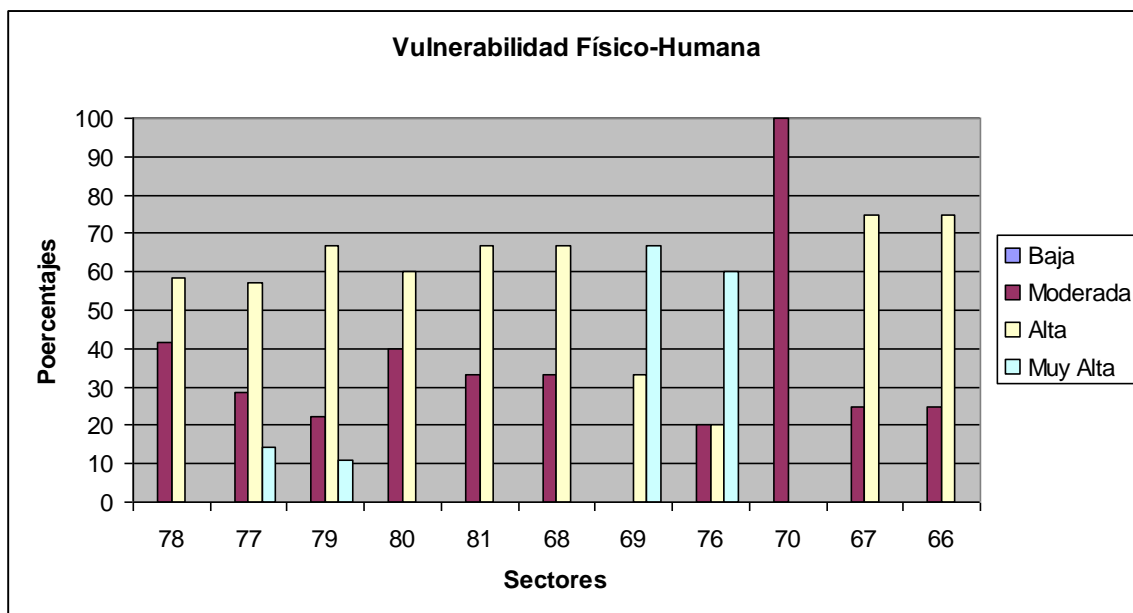
Fuente: Elaboración propia con base los resultados obtenidos en la encuesta realizada en campo



**Fotos N° 27 y 28: Tipo de calle y tendido eléctrico**

Los segmentos 069 y 070 (Mapa N° 24) presentan una muy alta vulnerabilidad (Cuadro N° 63 y Gráfico N° 4) esto debido a que el mayor porcentaje de las encuestas realizadas caen en el rango de muy alta vulnerabilidad, podemos decir, que en estos segmentos encontramos niños menores de 5 años y personas mayores a 65 años muy vulnerables al momento de abandonar la vivienda; los espacios abiertos son escasos; no hay avenidas amplias; los postes eléctricos están muy cerca de las casas haciéndolas altamente vulnerables.

Gráfico N° 4: Niveles de vulnerabilidad Físico humanas en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector.



Fuente: Elaboración propia



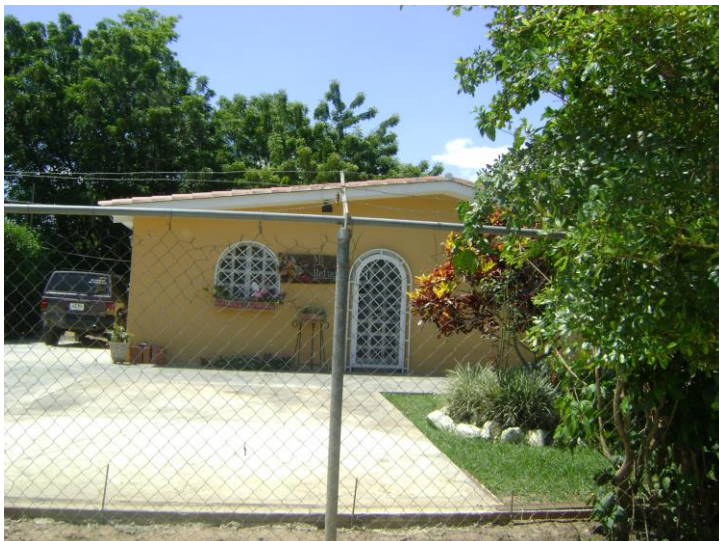
Fotos N° 29 y 30: Tipo de calle y tendido eléctrico

El segmento 070 (Ver Mapa N° 24) tiene una vulnerabilidad moderada (Cuadro N° 63 y gráfico N° 4), este segmento cuenta con los servicios y respuesta de los organismos de emergencia; hay espacios abiertos para la reunión y organización de los grupos familiares durante y después del evento; las avenidas en este segmento son amplias lo que reduce el nivel de vulnerabilidad; la cercanía de los cables eléctricos a las casas solo representa una vulnerabilidad moderada.



**Protección Civil unos de los organismos de emergencia dentro del sector.**

**Foto N° 31**

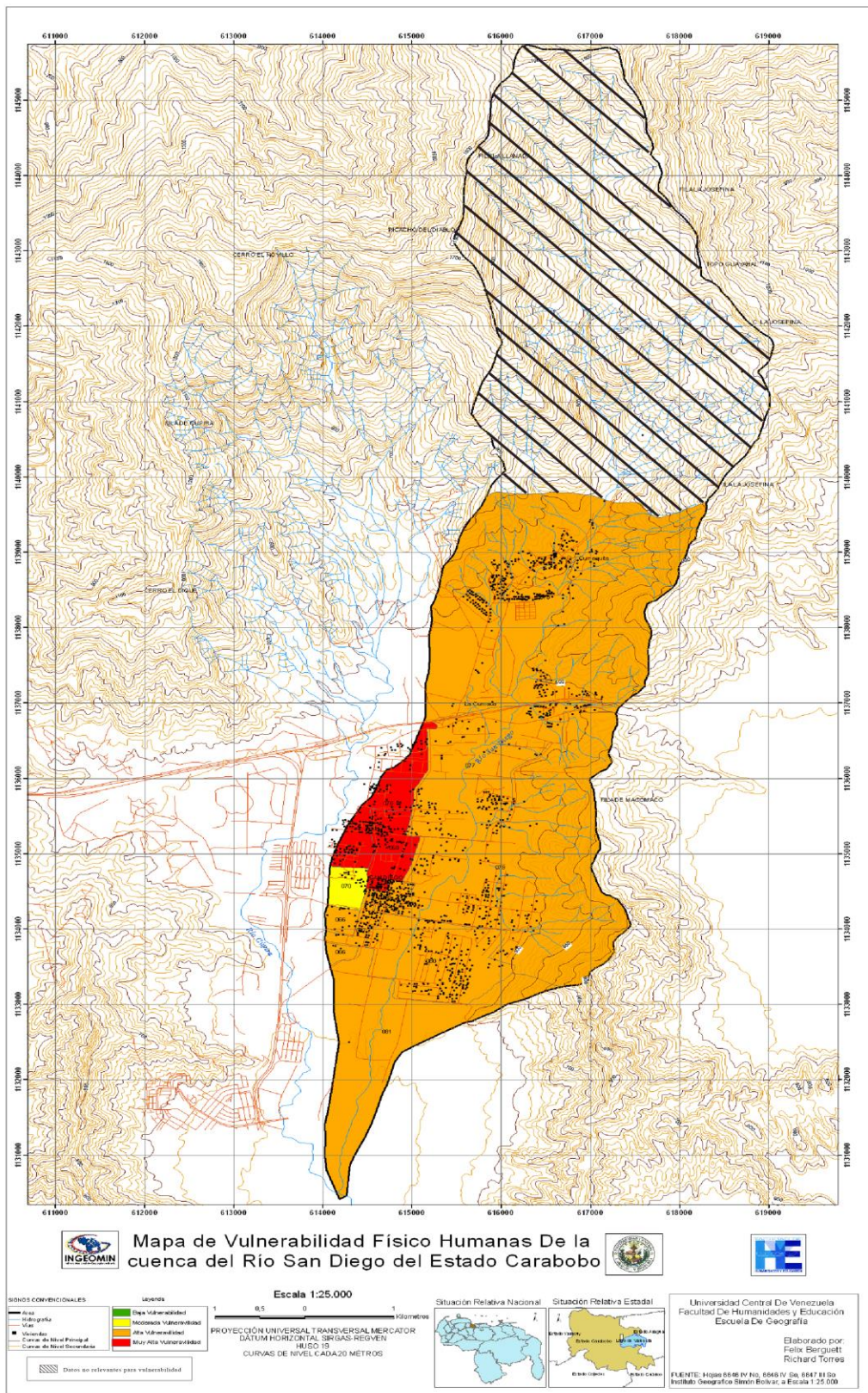


**Casas con espacios abiertos**

**Foto N° 32**



# Mapa N° 23 Vulnerabilidad social de acuerdo a Condiciones Físico Humanas



Una vez realizado el análisis de las características estructurales, psíquico sociales y físico humanas, hacemos el cruce entre ellas y obtenemos el mapa final de vulnerabilidad para las encuestas realizadas en La cuenca del Río San Diego municipio San Diego del estado Carabobo.

Al ponderar las variables para crear el mapa de vulnerabilidad final de las encuestas, el peso de las variables se realizó en base al 50%, esto debido a que al cruzar este mapa con el de vulnerabilidad de las características socioeconómicas donde también se ponderó en base al 50% obtendremos el mapa final de vulnerabilidad igual al 100%.

Para las características físico humanas y la psíquico sociales se le dio un peso de 20% a cada una (ver Cuadro N° 64), ya que estas para nuestro análisis presentan un grado de importancia mayor, por que aquí se encontró una mayor diversidad de respuestas por parte de los habitantes en cuanto a su conocimiento acerca de su situación de riesgo; para las estructurales el peso correspondiente fue de 10%, esto debido a que la morfología urbana de las viviendas es muy similar en todos los segmentos del área de estudio. En el cuadro N° 65 se observan los rangos utilizados para la estandarización de los resultados.

#### **Cuadro N° 64 Resumen de la ponderación de las características físico humanas, psíquico sociales y estructurales**

Nº De Encuestas	Sector	Físico-Humanas		Psíquico-Social		Estructurales		Sumatoria	Nivel de Vulnerabilidad	
		A	0,2	B	0,2	C	0,1	0,5		
12	78	12	2,4	11	2,2	17	1,7	6,3	3	Alto
7	77	11	2,2	15	3	15	1,5	6,7	3	Alto
9	79	14	2,8	13	2,6	20	2	7,4	3	Alto
5	80	12	2,4	13	2,6	20	2	7	3	Alto
3	81	12	2,4	14	2,8	19	1,9	7,1	3	Alto
3	68	10	2	13	2,6	20	2	6,6	3	Alto
3	69	13	2,6	13	2,6	20	2	7,2	3	Alto
10	76	13	2,6	15	3	17	1,7	7,3	3	Alto
2	70	10	2	15	3	21	2,1	7,1	3	Alto
4	67	12	2,4	15	3	15	1,5	6,9	3	Alto
4	66	13	2,6	11	2,2	17	1,7	6,5	3	Alto

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 65 Tabla de estandarización de los resultados a través de 4 rangos de vulnerabilidad**

Rango	Nivel de Vulnerabilidad		Color
3,3 - 4,7	Baja	1	Verde
4,7 - 6,1	Moderada	2	Amarillo
6,1 - 7,5	Alta vulnerabilidad	3	Naranja
> 7,5	Muy Alta vulnerabilidad	4	Rojo

Fuente: Elaboración propia.

Al generalizar los datos obtenidos en el Cuadro N° 66, tenemos que el área de estudio presenta una alta vulnerabilidad en todos los segmentos (Ver Mapa N° 24), esto se debe a la falta de conocimientos por parte de los grupos familiares y de los entes gubernamentales de la amenaza latente en la que viven, trayendo como consecuencia la falta de preparación y las pocas medidas preventivas con las que cuentan los pobladores. Además los organismos de emergencia no se han dado a la tarea de informar a los grupos familiares acerca de lo que es un riesgo natural ni de las medidas que puedan tomar para resguardar su vidas.

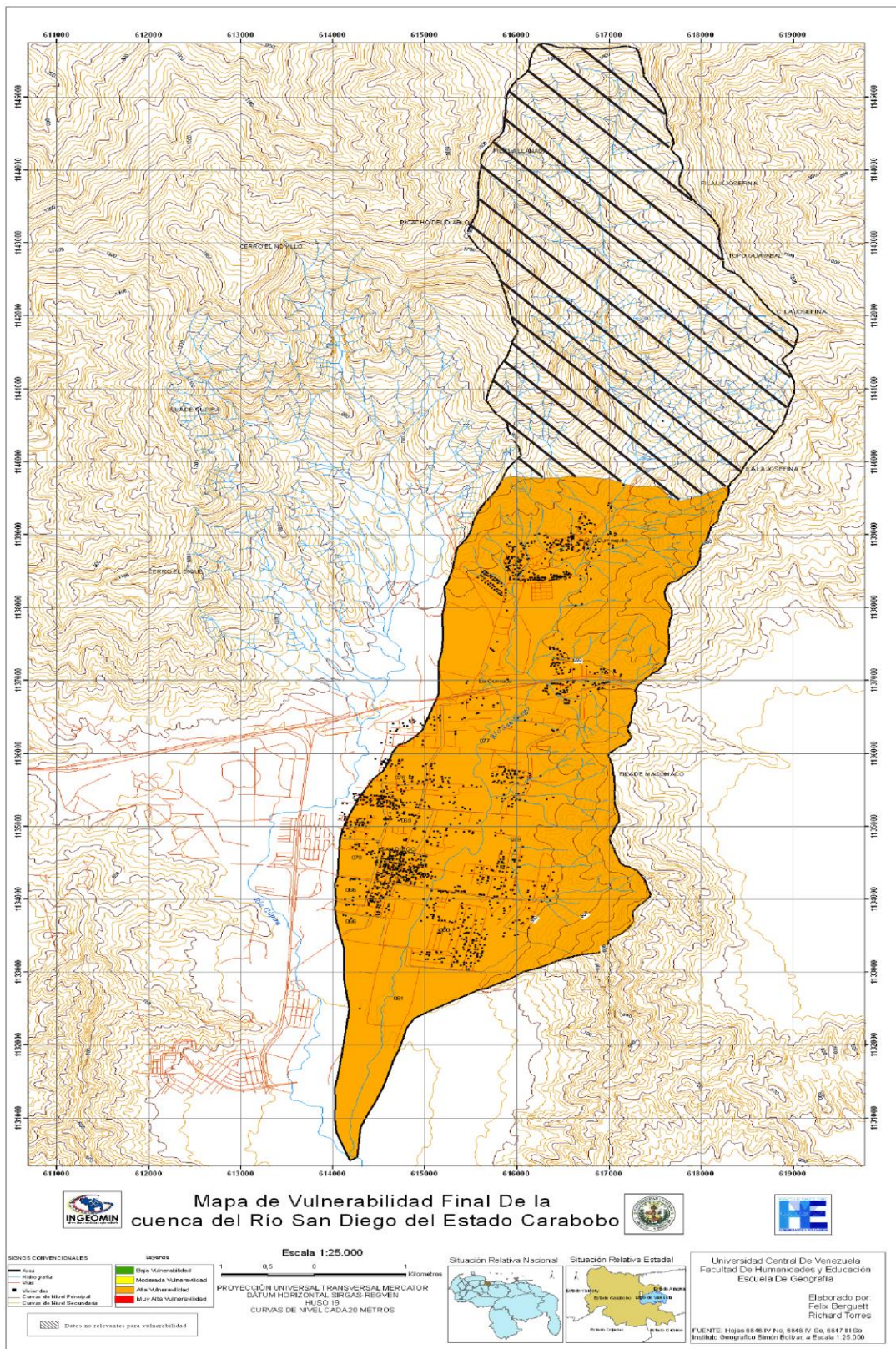
Por último, la falta de control en los permisos otorgados por la alcaldía para la creación de nuevas urbanizaciones, las cuales generan acciones antrópicas graves a la cuenca, desviando causes y creado nuevas áreas vulnerables a inundaciones.

**Cuadro N° 66 Niveles de vulnerabilidad Físico Humanas en porcentaje con respecto al total de encuesta por sector**

Sectores	Encuestas	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
		%	%	%	%
78	12	0	8,3	83,3	8,3
77	7	0	0	85,7	14,3
79	9	0	22,2	66,7	11,1
80	5	0	40,0	60,0	0
81	3	0	33,3	66,7	0
68	3	0	0	100	0
69	3	0	0	100	0
76	10	0	20	80	0
70	2	0	0	100	0
67	4	0	25	75	0
66	4	0	25	75	0

Fuente: Elaboración propia.

## Mapa Nº 24 Vulnerabilidad social final síntesis de las encuestas



## 6.2 Vulnerabilidad Final

Por ultimo se hace el cruce de los dos mapas; el de vulnerabilidad según condiciones socioeconómicas y el de síntesis de las encuestas para así obtener el mapa de **Vulnerabilidad final**. Para esto se usó del software Arcgis 9.2 la herramienta Spatial Analyst Tools el algoritmo Map Algebra donde se integran los mapas por la columna ponderación, dando como resultado el Mapa síntesis final de Vulnerabilidad (Mapa N° 25).

Tenemos que el 55% de los segmentos presentan una alta vulnerabilidad representado por los segmentos 66, 69, 70, 77, 80y 81 y un 45% con una muy alta Vulnerabilidad (Ver Cuadros N° 67 y 68); esto refleja que para la cuenca del Río San Diego del Municipio San Diego, sus valores socioeconómicos son bajos ya que para todas las variables empleadas en el análisis, las condiciones de vulnerabilidad que predominan son altas y muy altas.

**Cuadro N° 67 Niveles de vulnerabilidad Final**

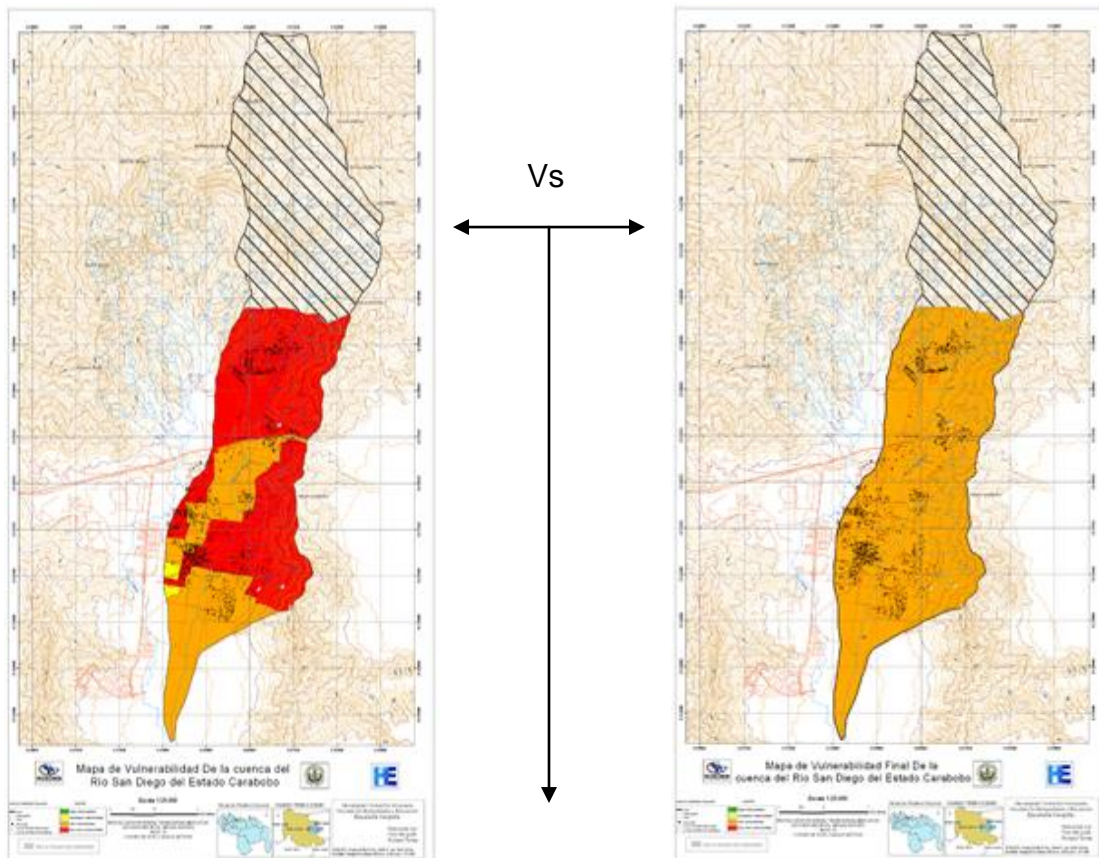
Sector	Nivel de Vulnerabilidad		Color
78	4	Alto	Rojo
77	3	Alto	Amarillo
79	4	Alto	Rojo
80	3	Alto	Amarillo
81	3	Alto	Amarillo
68	4	Alto	Rojo
69	3	Alto	Amarillo
76	4	Alto	Rojo
70	3	Alto	Amarillo
67	4	Alto	Rojo
66	3	Alto	Amarillo

Fuente: Elaboración propia.

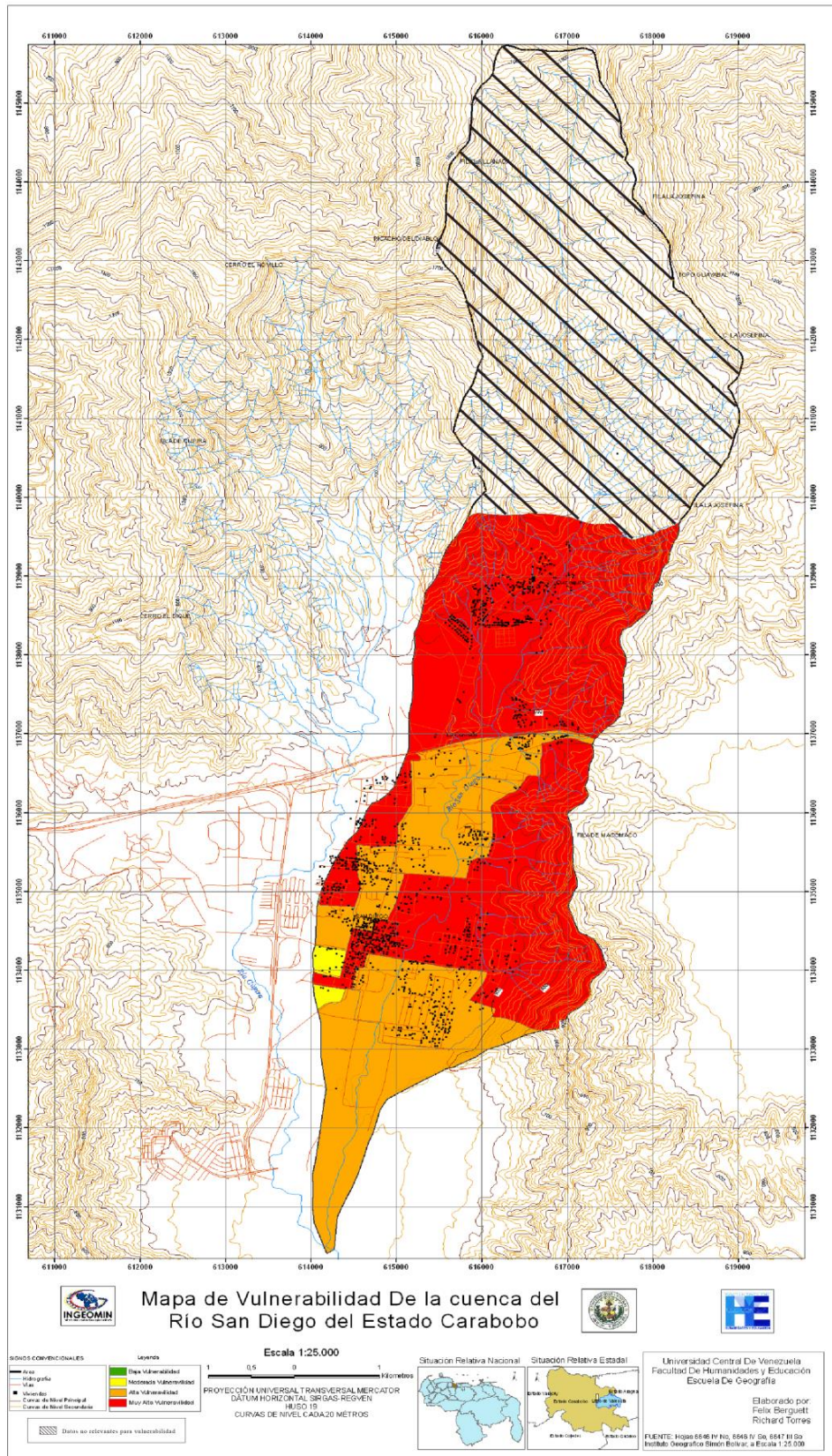
Rango	Nivel de Vulnerabilidad	Ponderación	Color
3,3 - 4,7	Baja	1	Verde
4,7 - 6,1	Moderada	2	Amarillo
6,1 - 7,5	Alta vulnerabilidad	3	Naranja
> 7,5	Muy Alta vulnerabilidad	4	Rojo

Fuente: Elaboración propia.

### Cruce de Mapas de Vulnerabilidad



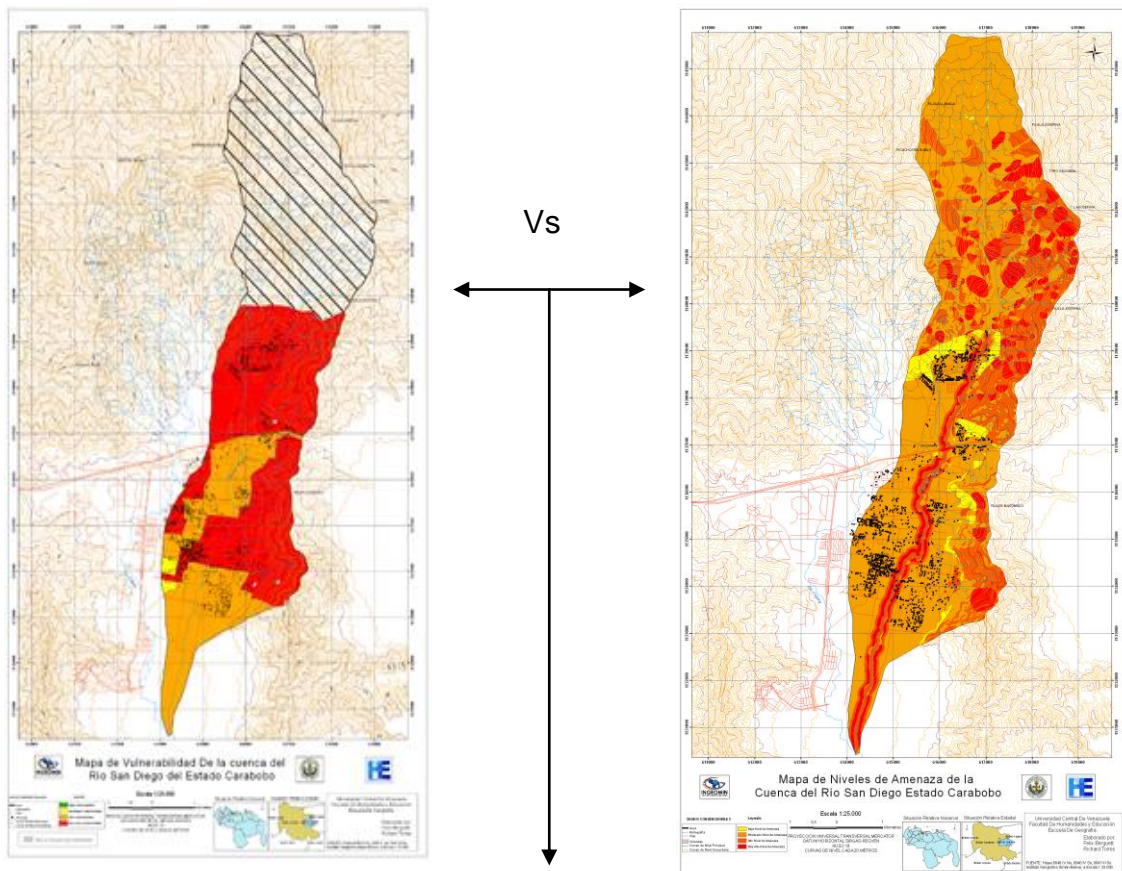
# Mapa N° 25 Nivel de Vulnerabilidad Social Final



## Capítulo 7. Zonificación de riesgo ante movimientos en masa.

### 7.1 Método de Zonificación

La metodología empleada para la elaboración del mapa de riesgo, se basa en elaborar el mapa de Amenazas resultado del cruce del (mapa de Susceptibilidad vs el mapa Factor Detonante Precipitación) y el mapa de Vulnerabilidad; luego se realiza el cruce de estas variables por la columna de ponderación, para esto se utiliza el software Arcgis 9.2, la herramienta Spatial Analyst Tools, el algoritmo Map Algebra, y así establecer las áreas de riesgo dentro de la cuenca del Río San Diego y obtener como resultado el mapa de riesgo.

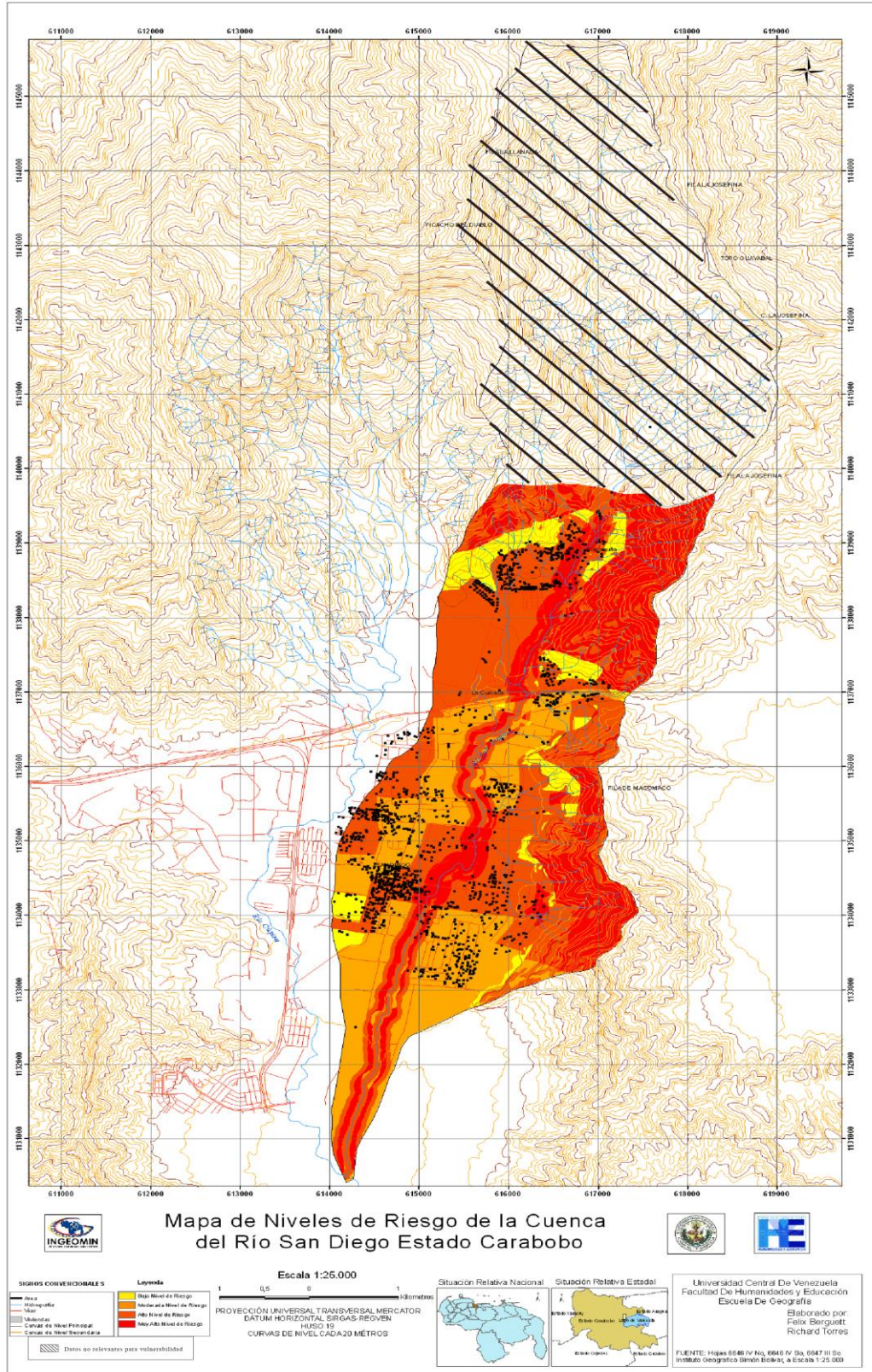




## **7.2 Áreas expuestas al riesgo ante la amenaza de movimientos en masa**

Teniendo en cuenta que el riesgo es el resultado final entre la amenaza y la vulnerabilidad ( $R = A + V$ ), éste solamente se puede determinar en los sectores en los que se encuentren elementos bajo riesgo; en aquellas zonas deshabitadas (sin elementos bajo riesgo) sólo se puede determinar el grado de amenaza.

# Mapa N° 26 Niveles de Riesgo



### 7.3 Niveles de Riesgo

El riesgo muy alto se presenta en las áreas ribereñas del río San Diego, esta zona es afectada por inundación, con periodos de retorno de 10 años aproximadamente, afectando sectores con alta población e intensificándose su vulnerabilidad debido a que las viviendas poseen pocas vías de escapes, ningún tipo de protección contra inundación, la desinformación de los habitantes ante tal amenaza, la cercanía al cableado eléctrico y pocos espacios abiertos. En la parte de laderas también encontramos un muy alto riesgo ante movimientos en masa debido a las fuertes pendientes >35%, una litología muy meteorizada. La probabilidad de pérdida de vidas humanas y de estructuras en este nivel de riesgo es alta y su posibilidad de recuperación es baja o nula.

El Riesgo alto se ubica en parte del sector de la Cumaca lo que corresponde a la unidad geomorfológica de abanico aluvial y se extiende hacia la planicie. Los habitantes de la zona de la Cumaca presentan una alta vulnerabilidad ya que este sector es socioeconómicamente el más deprimido de la cuenca, debido a la expansión que se ha dado de forma desorganizada, observándose invasiones y casas tipo rancho de materiales poco resistentes. También encontramos zonas de alto riesgo hacia los abanicos aluviales de la Fila Macomaco y al igual se va extendiendo esta superficie hacia la planicie, siendo el área afectada por este nivel de riesgo de 982,1ha (ver cuadro N° 69 y mapa N° 27). En esta área encontramos expansión urbana más organizada, pero sin respetar el zona inundable del río San Diego, dando como resultado una alta vulnerabilidad. Para este sector la probabilidad de pérdidas tanto físico como humanas es parcial y la posibilidad de recuperación es baja a moderada.

El Riesgo moderado lo podemos observar en los sectores donde encontramos una moderada vulnerabilidad, donde las condiciones socioeconómicas van de altas a moderadas, en estas zonas encontramos una moderada susceptibilidad a inundación y a movimientos en masa, la superficie ocupada es de 646,1ha (ver cuadro N° 69 y mapa

Nº 27). La probabilidad de daño a las viviendas afectadas es moderado y la posibilidad de recuperación de estos sectores es alta.

El Riesgo bajo lo encontramos en lo correspondiente al área de pie de monte y en la unidad geomorfológica de glacís, la población emplazada aquí es muy baja, por ende la vulnerabilidad es baja; la amenaza ante inundación es nula y con respecto a movimientos en masa la vulnerabilidad es baja, la superficie ocupada es de 141,9ha (Ver Cuadro Nº 68 y mapa Nº 27). La probabilidad de daño a las viviendas es bajo y la posibilidad de recuperación de estos sectores es total.

Cuadro Nº 68 Tabla de estandarización de los resultados a través de 4 rangos de vulnerabilidad para determinar Riesgo.

Rangos	Superficie total (ha)	%	Ponderación	Grado De Riesgo
3 -- 4	141,9	7,3	1	Bajo
4 -- 6	646,1	33,2	2	Moderado
6 -- 9	982,1	50,5	3	Alto
> 9	174,14	9,0	4	Muy alto

Área en Riesgo	1944,24	56,8
Área sin Riesgo	1476,72	43,2
Área total	3420,96	

Fuente: Elaboración propia.

## **Conclusiones y recomendaciones**

El análisis anterior muestra que el riesgo es consecuencia de una población vulnerable y un área bajo amenaza, y q la vulnerabilidad se ha incrementado debido a las nuevas áreas vulnerables, por la urbanización acelerada que se está dando en la Cuenca del Río San Diego sin tomar en cuenta los sectores bajo amenaza tanto a inundación como a movimientos en masa, obedeciendo a criterios de orden políticos y financieros y no de la situación real del sector.

La cuenca del río San Diego no cuenta con un eficiente servicio de prevención y mitigación del riesgo, por lo cual los entes locales solo actúan en situaciones de emergencia.

Los resultados del mapa de riesgo pueden ser útiles, para la elaboración de una política municipal encaminada a reducir el riesgo, a través de medidas correctivas y de prevención, por eso se debe tomar en cuenta la revisión del (P-DUL) actual del municipio y mejorar lo referente al ordenamiento del territorio.

Al zonificar la Cuenca del Río San Diego en sectores para los distintos niveles de riesgo sirve como instrumento preventivo en la planificación del uso de la tierra. Dado que no es factible controlar la amenaza, es conveniente mejorar en gran medida la respuesta de la población frente a la activación de esta, por medio de una estrategia de información de actuación y prevención en caso de emergencia. La elaboración y ejecución de un plan de prevención, requieren un costo menor que los necesarios para la reconstrucción y recuperación tras un evento de emergencia.

En cuanto a los sectores de alta y muy alta amenaza, es fundamental la consideración para estos sectores, los usos recreacional y de áreas verdes. Y se debe incentivar a la densificación en aquellas áreas de moderado a bajo nivel de riesgo, ya que esto reduciría en gran medida la vulnerabilidad de la población.

Este análisis es útil para la preparación de planes de protección civil, la estructuración de planes de actuación frente a emergencias y la programación de actividades con el fin de educar y divulgar entre los grupos de intervención y población general. En un plan de emergencia debiera disponerse un procedimiento de evaluación inmediata de la situación, así como su evolución. Establecer los sectores de alto y muy alto riesgo facilita el empleo de los recursos necesarios para hacer frente a los efectos que puedan ocasionar una situación de emergencia.

Por último se espera que estos resultados orienten la elaboración de una normativa de expansión y urbanización mas acorde con las características de amenaza presentes en la Cuenca del Río San Diego del municipio San Diego del estado Carabobo, y contribuyan a tomar conciencia por parte de las autoridades correspondientes acerca de la amenaza latente y estimulen los planes de prevención del riesgo.

## Bibliografía

- I. Ayala-Carcedo, F. (2.006). Riesgos naturales y desarrollo sostenible: impacto, predicción y mitigación. Madrid-España
- II. Becerra, Eric y Díaz Norely (2.005). Propuesta metodológica para la zonificación de áreas susceptibles ante la ocurrencia de deslizamientos como instrumento para la ordenación territorial. Caso de estudio: cuenca de la quebrada Tacagua (Distrito Capital- Estado Vargas). Universidad Central de Venezuela.
- III. Blanco, George y Colmenárez Hecby (2.007). Integración cartográfica, geológico-geotécnica de una zona de Antímano. Distrito Capital. Universidad Central de Venezuela.
- IV. Caicedo, Geovani y Medina David (2.005). Caracterización geológico-geotécnica de una zona ubicada en el eje vial, local 1 entre Valera y Trujillo, municipios Trujillo y Motatán, estado Trujillo. Universidad Central de Venezuela.
- V. Cartaya, Scarlet; Méndez, Williams y Pacheco Henry. (2.006). Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfica.
- VI. Cartaya, Scarlet; Méndez, Williams y Pacheco Henry. (Sin año). Metodología empleada para la zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa en cuencas de drenaje del estado Vargas, Venezuela. Instituto Pedagógico de Caracas.
- VII. Delgado, María José y Levy, Maryory. (2.007). zonificación del riesgo por deslizamientos en las cuencas de las quebradas El Algodonal y la Yaguara. Municipio Libertador, Distrito Capital. Universidad Central de Venezuela.
- VIII. FUNVISIS (1.991). Diagnóstico de la problemática geotécnica de la urbanización Nueva Tacagua.
- IX. INGEOMIN (2.002) Análisis de estabilidad para definir la amenaza geológica.
- X. INGEOMIN (2.002). Estudio geológico-geotecnico Catia La Mar-Carayaca-Chichiriviche de la Costa. estado Vargas.
- XI. Ingeominas (2.001) Evaluación del riesgo pr fenómenos de remoción en masa.
- XII. Marcano, Rosana (Sin año). Modelización de riesgos de movimientos en masa en la subcuenca de la quebrada Rancho Grande, bajo ambiente de sistema de

- información geográfica. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.
- XIII. Mansilla, Elizabeth (2.000). Riesgo y ciudad. Universidad Nacional Autónoma de México.
- XIV. Medina, J. (1.991). Fenómenos geodinámicos, estudio y medidas de tratamiento.
- XV. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. (Sin año). Proyecto geotécnico del Área Metropolitana de Caracas, sector central, Macarao, El Junquito, Catia, Hoyo de la Puerta, Filas de Mariche.
- XVI. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (1.999). Los sistemas de información geográfica en los riesgos naturales y en el medio ambiente. Instituto tecnológico geominero de España.
- XVII. NORMAS COVENIN 3661-04 (2.004): Gestión de riesgos, emergencias y desastres. Definición de términos.
- XVIII. NORMAS COVENIN 3615-04 (2.004): Comités para la actuación ante emergencias locales (CAEL). Guía para su integración y funcionamiento. **CT6 FD**
- XIX. R. Apuntes para el curso de gestión de riesgo. Costa Rica (2.004).
- XX. Ramírez, G. (2.007). Modelo integral de planificación del territorio, municipio San Diego, estado Carabobo-Venezuela.
- XXI. Servicio geológico metropolitano, instituto de geología. (Sin año). Susceptibilidad a procesos de remoción en masa. Universidad Nacional Autónoma de México.
- XXII. Skinner, B. J. y Potter, S.C. (1.992) La dinámica de la Tierra: Una introducción a la geología física.
- XXIII. Varnes, D. J. (1.978). Slope movement: types and processes.



## **Anexos**



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE GEOGRAFÍA  
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA



**“Zonificación del riesgo a movimientos en masa en la cuenca del río San Diego, municipio San Diego Estado Carabobo”.**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA POR VIVIENDA**

Vivienda n°: \_\_\_\_\_ Sector: \_\_\_\_\_ Subsector: \_\_\_\_\_

**1. Emplazamiento de la vivienda (Distancia de los cuerpos de agua):**

Distancia Horizontal:

- a) > 400m \_\_\_\_\_
- b) 300m - 400m \_\_\_\_\_
- c) 0m – 300m \_\_\_\_\_

Distancia Vertical:

- a) > 2m \_\_\_\_\_
- b) 1m – 2m \_\_\_\_\_
- c) < 1m \_\_\_\_\_

**2. Número de niveles de la vivienda:**

- a) Un nivel \_\_\_\_\_
- b) Dos niveles \_\_\_\_\_
- c) Más de dos niveles \_\_\_\_\_

**3. Materiales de construcción de la vivienda:**

- a) Estructura de fundaciones en concreto o acero: \_\_\_\_\_
- b) Edificaciones sin fundaciones, solo ladrillos: \_\_\_\_\_
- c) Viviendas de autoconstrucción con materiales de desechos (zinc, madera y otros de menor resistencia o en estado precario): \_\_\_\_\_

**4. Evidencias de daños causados por aludes o flujos torrenciales que comprometa la resistencia de la vivienda:**

- a) Mancha de Inundación \_\_\_\_\_
- b) Agrietamiento de paredes \_\_\_\_\_
- c) Agrietamiento de pisos \_\_\_\_\_
- d) Columnas Aéreas \_\_\_\_\_
- e) Columnas Falsas \_\_\_\_\_
- f) Sin evidencia \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE GEOGRAFÍA  
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA



**“Zonificación del riesgo a movimientos en masa en la cuenca del río San Diego, municipio San Diego Estado Carabobo”.**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN POR SUBSECTOR**

Sector: \_\_\_\_\_ Subsector: \_\_\_\_\_

**1. Existencia de obras de control de aludes o flujos torrenciales:**

- a) Obras concluida con mantenimiento bueno a regular: \_\_\_\_\_
- b) Obra concluida sin mantenimiento: \_\_\_\_\_
- c) Obra inconclusa: \_\_\_\_\_
- d) Ninguna obra: \_\_\_\_\_

**Nota: Indagar sobre detalles del tipo de estructura.**

**2. Accesibilidad al sector (Estructura vial):**

- a) Carretera pavimentada de más de dos vías: \_\_\_\_\_
- b) Carretera engrazonada de dos vías: \_\_\_\_\_
- c) Carretera de tierra y camino de herradura: \_\_\_\_\_

**3. Número de Vías: \_\_\_\_\_**

**4. Organismos de atención de emergencia**

- a) Varios organismos de atención de emergencias presentes en el sector: \_\_\_\_\_
- b) Un organismo de atención de emergencia dentro del sector: \_\_\_\_\_
- c) Inexistencia de organismos de atención de emergencias: \_\_\_\_\_

**5. Espacios libres disponibles:**

- a) Si: \_\_\_\_\_ Extensión: \_\_\_\_\_
- b) No: \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE GEOGRAFÍA  
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**



**“Zonificación del riesgo a movimientos en masa en la cuenca del río San Diego, municipio San Diego Estado Carabobo”.**  
**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ORGANISMOS DE EMERGENCIA**

Nombre de la Institución: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Coordenadas: \_\_\_\_\_

**1. ¿Cuál es la capacidad de respuesta de los organismos de emergencia (dotación)?:**

a) Suficiente dotación: \_\_\_\_\_

b) Escasa dotación: \_\_\_\_\_

c) Sin dotación: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

**2. ¿Qué cantidad de efectivos se encuentran disponibles para atender una emergencia?: \_\_\_\_.**

**3. ¿Con que frecuencia el personal realiza cursos de entrenamiento, para prepararse ante la ocurrencia de eventos extraordinarios (flujos torrenciales)?:**

\_\_\_\_\_.

**4. ¿Tienen planes coordinados con la comunidad para actuar durante eventos extraordinarios (flujos torrenciales)?**

a) Si: \_\_\_\_\_ ¿En qué consisten?: \_\_\_\_\_.

b) No \_\_\_\_\_

**5. ¿Cómo es el grado de relación con la comunidad?**

a) Bueno: \_\_\_\_\_

b) Regular: \_\_\_\_\_

c) Inexistente: \_\_\_\_\_

**6. ¿La institución ha elaborado proyectos o programas dirigidos a la prevención y mitigación de la vulnerabilidad ante la posible ocurrencia de flujos torrenciales en estos sectores?**

a) Si: \_\_\_\_\_, ¿En que consisten?: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

b) No: \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE GEOGRAFÍA  
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**



**“Zonificación del riesgo a movimientos en masa en la cuenca del río San Diego,  
municipio San Diego Estado Carabobo”.**

**ENCUESTA DIRIGIDA A LA COMUNIDAD.**

Vivienda n°: \_\_\_\_\_ Sector: \_\_\_\_\_ Subsector: \_\_\_\_\_ Coordenadas:

\_\_\_\_\_

1. **¿Cuántos años tiene viviendo en la zona?:** \_\_\_\_\_
2. **¿Cuántas personas habitan en la vivienda?:** \_\_\_\_\_
3. **¿Alguna presenta discapacidad?**
  - a) Si: \_\_\_\_\_ ¿Cuántas?: \_\_\_\_\_ Tipo: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  - b) No: \_\_\_\_\_
4. **¿Cuántos niños menores de cinco (5) años y adultos mayores de sesenta y cinco (65) años forman parte de su grupo familiar?:**
  - a). Niños: \_\_\_\_\_
  - b). Adultos: \_\_\_\_\_.
5. **¿Cuántas personas en la vivienda trabajan y qué tipo de tipo de empleo realiza?:** \_\_\_\_\_
  - a). Trabajador, empleador: \_\_\_\_\_
  - b) Contratado, ocasional: \_\_\_\_\_
  - c) Desempleado, ayudante familiar no remunerado: \_\_\_\_\_
6. **¿Los siguientes servicios presentan distribución en red:**
  - a). Agua: \_\_\_\_\_ b) Gas \_\_\_\_\_ c) Electricidad \_\_\_\_\_
7. **¿Cuenta ud con servicio telefónico?:**
  - a). Fijo: \_\_\_\_\_ b). Móvil: \_\_\_\_\_
8. **¿Existe alguna organización comunitaria en su sector? (consejo comunal, asociación civil)**
  - a). Si: \_\_\_\_\_, ¿cuáles? \_\_\_\_\_.
  - b). No: \_\_\_\_\_
9. **¿Cómo calificaría ud. el nivel de organización de la comunidad?:**
  - a). Buena: \_\_\_\_\_
  - b). Regular: \_\_\_\_\_ c). Mala: \_\_\_\_\_

**10. ¿Conoce Ud. qué son aludes o flujos torrenciales (deslaves)?:**

a). Si: \_\_\_\_\_

b). No: \_\_\_\_\_

**11. ¿Considera Ud. que su vivienda se encuentra emplazada en un área que podría ser afectadas por este tipo de fenómenos?:**

a) Si: \_\_\_\_\_, ¿Cuál fenómeno? (diga cómo y cuándo fue):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) No: \_\_\_\_\_

**12. ¿Alguna vez Ud. o un miembro de su grupo familiar ha experimentado un evento de esta naturaleza en su vivienda o cercana a ella?:**

a) Si: \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_, explique:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**13. Si ocurriera un evento de este tipo en el sector, ¿A que servicio de atención de emergencia acudiría?:** \_\_\_\_\_

**14. ¿Existe en su sector un sistema de alerta temprana para dar aviso a la población sobre la emergencia ante la ocurrencia de aludes torrenciales?:**

a) Si \_\_\_\_\_

b) No \_\_\_\_\_

c) No sabe \_\_\_\_\_

**15. ¿Cuenta Ud. con equipo de contingencia en caso de emergencia?:**

a) Si: \_\_\_; radio con pilas\_\_\_, pilas\_\_\_, linterna\_\_\_, pito\_\_\_, destapador\_\_\_, alcohol\_\_\_, algodón\_\_\_, gasas\_\_\_, curitas\_\_\_, medicamentos básicos\_\_\_, agua potable\_\_\_, alimentos no perecederos\_\_\_.

b) No: \_\_\_\_\_

**16. Si un evento de este tipo llegase a ocurrir ¿tiene algún plan familiar o comunitario para enfrentar esta situación de emergencia?:**

- a) Si: \_\_\_\_\_  
explique: \_\_\_\_\_
- b) No: \_\_\_\_\_

**17. ¿Ha recibido ud algún tipo de información o instrucción, referente a eventos de amenaza natural (deslave), que podrían ocurrir y la forma de actuación ante esta situación?:**

- a) Si: \_\_\_\_\_,  
explique \_\_\_\_\_
- b) No: \_\_\_\_\_

**18. ¿A través de que medio o instituciones ha recibido información respecto a las situaciones de amenaza existente?:**

- a) Bomberos: \_\_\_\_\_
- b) Protección Civil: \_\_\_\_\_
- c) Alcaldía: \_\_\_\_\_
- d) Asociaciones Civiles: \_\_\_\_\_
- e) Gobernación: \_\_\_\_\_
- f) Otros: \_\_\_\_\_

**19. ¿Cuántas veces al año Ud. participa en campañas de información y talleres con respecto a la ocurrencia de desastres?:**

- a) Permanentemente: \_\_\_\_\_ } ¿Cuál fue el último?:  
\_\_\_\_\_
- b) Regularmente: \_\_\_\_\_
- c) Nunca: \_\_\_\_\_

**20. ¿En su comunidad existen áreas que sirvan de punto de encuentro en caso de ocurrir un alud o flujo torrencial (deslave)?:**

- a) Si: \_\_\_\_\_, ¿Cuáles?:  
\_\_\_\_\_
- b) No: \_\_\_\_\_