

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS**

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERÍA EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS Y DESARROLLO  
SUSTENTABLE CON MENCIÓN EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

**“ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES EN EL CANTÓN TULCÁN”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**LA DIMENSIÓN TERRITORIAL: GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES**

**PAÚL RASHID AGUILAR MENESES**

**NATALIA ALEJANDRA ROBAYO CALLE**

**DIRECTORA: PhD. SVETLANA ZAVGORODNIAYA**

**Quito, 2013**

## DEDICATORIA

*A mis padres, quienes con su apoyo, confianza, valores y ejemplo de trabajo y esfuerzo han forjado en mí la mujer profesional que soy ahora.*

*A mi hermano, Sebastián, por la alegría, complicidad y amistad que representa en mi vida.*

*A mi novio, Daniel, quien con su amor, paciencia y comprensión se ha convertido en una de las personas más importantes para mí.*

*A mi amigo y compañero de disertación, Paúl, por su dedicación y esfuerzo para culminar éste trabajo.*

*A mis amigas, amigos y compañeros de Universidad por estar presentes y pendientes en todo momento.*

*Natalia*

*A Dios, por brindarme la fortaleza y perseverancia de luchar por los objetivos e ideales que guían mi vida.*

*A mi madre, por su apoyo incondicional en momentos adversos, por su esfuerzo incansable para brindarme las posibilidades de crecer en cada ámbito de mi vida y por su cariño que ha llenado de alegría mi existencia.*

*A mi familia, por ser soporte importante en las decisiones que se debe afrontar en el transcurso la vida.*

*A mi novia Erika, por su gran amor y confianza que llena mi corazón de esperanza, por su comprensión y aliento en instantes difíciles y por ser la inspiración para continuar cada día.*

*A mis amigos por su apoyo, cariño y humor que siempre hicieron mis días mejores.*

*Paúl*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestra directora de disertación, PhD. Svetlana Zavgorodniaya, por brindarnos su ayuda precisa y profesional en la elaboración de la presente disertación fomentando el éxito de éste trabajo.

A nuestros lectores de disertación y amigos: MsC. Galo Manrique y MsC. Monserrath Mejía, por su valiosa ayuda, consejos y apoyo académico y personal a lo largo de nuestra carrera universitaria y durante el desarrollo de nuestra disertación.

A nuestras amigas y colegas Paulina Rosero y Dayana Barragán por su apoyo y amistad durante nuestra carrera así como fuera de ella y a nuestros amigos y compañeros que nos brindaron ayuda y soporte en todo momento.

## **RESUMEN**

La presente disertación consiste en el análisis de los riesgos naturales manifestados en el cantón Tulcán, provincia de El Carchi, en función de sus amenazas naturales y la vulnerabilidad territorial a la que se encuentra expuesta su población, dando como resultado la exposición de su territorio a riesgos sísmicos, erosión del suelo y movimientos en masa.

Se realiza además una comparación de contenidos con respecto a riesgos naturales entre el “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales” con la “Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias” de SENPLADES, 2011, junto con una evaluación de la capacidad institucional del municipio de Tulcán para la gestión de riesgos.

Finalmente, se proponen estrategias destinadas a la prevención, mitigación y transferencia de emergencias para ser consideradas por parte de los organismos competentes.

## TABLA DE CONTENIDOS

### CAPÍTULO I

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	4
<b>1.3.1 Objetivo General</b> .....	4
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b> .....	4
1.4 CARACTERIZACIÓN DEL CANTÓN TULCÁN.....	4
<b>1.4.1 Sistema Ambiental</b> .....	4
<b>1.4.2 Sistema Sociocultural y Asentamientos Humanos</b> .....	6
<b>1.4.3 Sistema Económico y Sistema de Movilidad, Energía y Conectividad</b> .....	8
<b>1.4.4 Sistema Político - Institucional</b> .....	11

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA</b> .....	12
2.1 MARCO TEÓRICO .....	12
<b>2.1.1 Antecedentes</b> .....	12
2.2 MARCO CONCEPTUAL .....	14
<b>2.2.1 Análisis de Riesgos Naturales</b> .....	14
2.2.1.1 <i>Peligro o amenaza natural</i> .....	15
2.2.1.2 <i>Vulnerabilidad Territorial</i> .....	18
<b>2.2.2 Gestión del Riesgo</b> .....	19
2.3 MARCO TECNOLÓGICO .....	21
<b>2.3.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG)</b> .....	21
2.3.1.1 <i>Mapa de Riesgos multifenómenos</i> .....	23
2.4 METODOLOGÍA.....	24

### CAPÍTULO III

<b>3. ANÁLISIS DE AMENAZAS NATURALES EN EL CANTÓN TULCÁN</b> .....	49
3.1 AMENAZA SÍSMICA .....	49
<b>3.1.1 Evaluación de la Amenaza Sísmica</b> .....	49
3.2 AMENAZA A EROSIÓN .....	52
<b>3.2.1 Evaluación de la Amenaza a Erosión</b> .....	52
3.3 AMENAZA A MOVIMIENTOS EN MASA .....	59
<b>3.3.1 Evaluación de la Amenaza a Movimientos en Masa</b> .....	59

### CAPÍTULO IV

<b>4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES EN EL CANTÓN TULCÁN</b> .....	70
4.1 COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO.....	70
<b>4.1.1 Factor Demográfico</b> .....	70
4.1.1.1 <i>Edad de dependencia</i> .....	70
4.1.1.2 <i>Densidad de vivienda</i> .....	73
4.1.1.3 <i>Hacinamiento</i> .....	74
4.1.1.4 <i>Educación</i> .....	75
<b>4.1.2 Factor Económico</b> .....	77
4.1.2.1 <i>Situación de pobreza (NBI)</i> .....	77
4.1.2.2 <i>Tipo de vivienda</i> .....	79
4.2 COMPONENTE DE REDES .....	81
<b>4.2.1 Alcantarillado</b> .....	81
<b>4.2.2 Agua potable</b> .....	82
<b>4.2.3 Vialidad</b> .....	84
<b>4.2.4 Energía eléctrica</b> .....	85
<b>4.2.5 Telecomunicaciones</b> .....	87

## CAPÍTULO V

<b>5. EVALUACIÓN DE RIESGOS NATURALES</b> .....	90
5.1 RIESGO SÍSMICO .....	90
<b>5.1.1 Evaluación del Riesgo Sísmico</b> .....	90
5.1.1.1 <i>Exposición a Riesgo Sísmico</i> .....	91
5.2 RIESGO A EROSIÓN .....	94
<b>5.2.1 Evaluación del Riesgo a Erosión</b> .....	94
5.3 RIESGO A MOVIMIENTOS EN MASA .....	95
<b>5.3.1 Evaluación de Riesgo a Movimientos en Masa</b> .....	95
5.3.1.1 <i>Exposición a Riesgo a Movimientos en Masa</i> .....	97
5.4 MAPA DE RIESGO MULTIFENÓMENO .....	99

## CAPÍTULO VI

6. GESTIÓN DEL RIESGO .....	100
6.1 ALCANCE DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN TULCÁN Y LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL DEL MUNICIPIO.....	100
<b>6.1.1 Alcance del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán en la Gestión de Riesgos</b> .....	100
6.1.1.1 <i>Fase de Diagnóstico</i> .....	101
6.1.1.1.1 <u>Diagnóstico Sistémico</u> .....	104
6.1.1.1.2 <u>Diagnóstico Estratégico</u> .....	109
6.1.1.1.3 <u>Escenarios</u> .....	111
6.1.1.1.4 <u>Mapas, cuadros o figuras derivados del análisis de los sistemas</u> .....	111
6.1.1.2 <i>Fase de Propuesta</i> .....	113
6.1.1.2.1 <u>Decisiones Estratégicas</u> .....	115

6.1.1.2.2 <u>Decisiones Territoriales</u> .....	116
6.1.1.3 <i>Fase de Modelo de Gestión</i> .....	116
6.1.1.4 <i>Cuantificación de contenidos de riesgos naturales dentro del PD y POT del cantón Tulcán</i> .....	118
<b>6.1.2 Evaluación de la capacidad institucional del municipio de Tulcán para la Gestión de Riesgos</b> .....	120
6.1.2.1 <i>Institucionalidad para la gestión de riesgos según la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos</i> .....	121
6.1.2.2 <i>Organigrama estructural para la gestión de riesgos del Municipio del cantón Tulcán</i> .....	125
6.1.2.3 <i>Evaluación de la vulnerabilidad institucional del Municipio del cantón Tulcán</i> .....	126
<b>6.2 ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN PREVENTIVA, REACCIÓN, MITIGACIÓN, RECONSTRUCCIÓN Y TRANSFERENCIA DE EMERGENCIAS DENTRO DEL CANTÓN TULCÁN</b> .....	128
<b>6.2.1 Prevención de desastres naturales</b> .....	128
6.2.1.1 <i>Estrategias de prevención de desastres naturales</i> .....	129
<b>6.2.2 Reacción ante desastres naturales</b> .....	131
6.2.2.1 <i>Estrategias de reacción a desastres naturales</i> .....	132
<b>6.2.3 Mitigación de desastres naturales</b> .....	133
6.2.3.1 <i>Estrategias de mitigación de desastres naturales</i> .....	134
6.2.3.1.1 <u>Medidas de mitigación para peligro sísmico</u> .....	134
6.2.3.1.2 <u>Medidas de mitigación para la erosión</u> .....	135
6.2.3.1.3 <u>Medidas de mitigación para movimientos en masa</u> .....	137
<b>6.2.4 Reconstrucción y transferencia de desastres naturales</b> .....	137
6.2.4.1 <i>Estrategias de reconstrucción y transferencia de desastres naturales</i> .....	138
6.2.4.1.1 <u>Medidas de reconstrucción y transferencia de terremotos</u> .....	139
6.2.4.1.2 <u>Medidas de reconstrucción y transferencia a erosión</u> .....	140



6.2.4.1.3 *Medidas de reconstrucción y transferencia a movimientos  
en masa* ..... 140

**BIBLIOGRAFÍA** ..... 141

**ANEXOS** ..... 147

**MAPAS** ..... 164

<b>Índice de Tablas</b>	<b>Pág.</b>
Tabla N° 1. Autoidentificación de la Población Según Cultura y Costumbres .....	7
Tabla N° 2. Tipo de Organizaciones Sociales .....	8
Tabla N° 3. Variables e Indicadores para el análisis de amenazas naturales.....	24
Tabla N° 4. Equivalencia de las escalas de Mercalli y Richter .....	26
Tabla N° 5. Ponderación de magnitudes sísmicas .....	27
Tabla N° 6. Rangos de Amenaza Sísmica .....	28
Tabla N° 7. Clasificación del Índice de Fournier Modificado.....	30
Tabla N° 8. Valores de K para la clase textural del suelo .....	31
Tabla N° 9. Valores del factor LS por grupos de pendientes .....	32
Tabla N° 10. Valores de C para la cobertura vegetal.....	33
Tabla N° 11. Rangos de Amenaza a Erosión del Suelo.....	34
Tabla N° 12. Matriz de pesos máximos y mínimos para el análisis de movimientos en masa.....	35
Tabla N° 13. Clasificación de la zonificación de Amenaza por Movimientos en masa.....	36
Tabla N°14. Variables, indicadores y umbrales del factor socioeconómico .....	40
Tabla N°15. Variables, indicadores y niveles de Vulnerabilidad Territorial para el factor de redes y servicios .....	41
Tabla N° 16. Rangos de Vulnerabilidad Territorial.....	42
Tabla N° 17. Rangos de Riesgo para erosión y movimientos en masa.....	43
Tabla N° 18. Rangos de Riesgo Sísmico .....	43
Tabla N° 19. Lista de control de contenidos de riesgos naturales .....	46
Tabla N° 20. Variable, indicador y criterios de vulnerabilidad para la determinación de Vulnerabilidad Institucional .....	48
Tabla N° 21. Lista de control de los requerimientos para la creación de una UGR .....	48
Tabla N° 22. Ponderación de la magnitud de los sismos del cantón Tulcán .....	50
Tabla N° 23. Estaciones meteorológicas del cantón Tulcán - Factor R .....	53
Tabla N° 24. Ponderación de la erosividad de la lluvia del cantón Tulcán .....	53
Tabla N° 25. Ponderación de las clases texturales del suelo del cantón Tulcán.....	54
Tabla N° 26. Ponderación de la longitud e inclinación de la pendiente del cantón Tulcán.	55
Tabla N° 27. Ponderación de la cobertura vegetal y uso del suelo del cantón Tulcán .....	56
Tabla N° 28. Ponderación de las clases litológicas del cantón Tulcán .....	60
Tabla N° 29. Ponderación de las clases texturales del cantón Tulcán.....	61

Tabla N° 30. Ponderación para el relieve relativo del cantón Tulcán .....	62
Tabla N° 31. Ponderación de pendientes del cantón Tulcán .....	64
Tabla N°32. Ponderación de la cobertura vegetal del cantón Tulcán .....	65
Tabla N° 33. Ponderación de las precipitaciones del cantón Tulcán.....	67
Tabla N° 34. Rangos de porcentajes de población en edad de dependencia en el cantón Tulcán .....	72
Tabla N° 35. Densidad de viviendas en el cantón Tulcán .....	73
Tabla N° 36. Rangos de porcentajes de hogares con hacinamiento en el cantón Tulcán ....	75
Tabla N° 37. Rangos de porcentajes de analfabetismo en el cantón Tulcán .....	76
Tabla N° 38. Rangos de porcentajes de pobreza por NBI en el cantón Tulcán.....	78
Tabla N° 39. Rangos de porcentajes de viviendas vulnerables en el cantón Tulcán.....	80
Tabla N° 40. Niveles de Riesgo Sísmico en el cantón Tulcán.....	90
Tabla N° 41. Vías con exposición a riesgo sísmico moderado y alto en el cantón Tulcán .	92
Tabla N° 42. Infraestructura con exposición a riesgo sísmico moderado y alto en el cantón Tulcán .....	93
Tabla N° 43. Niveles de Riesgo a Erosión del Suelo en el cantón Tulcán .....	94
Tabla N° 44. Niveles de Riesgos a Movimientos en Masa en el cantón Tulcán .....	95
Tabla N° 45. Vías con exposición a riesgo a movimientos en masa moderado, alto y muy alto en el cantón Tulcán.....	97
Tabla N° 46. Infraestructura con exposición a riesgo a movimientos en masa moderado, alto y muy alto en el cantón Tulcán.....	99
Tabla N° 47. Contenido de mapas, cuadros o figuras del PD y POT del cantón Tulcán ..	112
Tabla N° 48. Lista de control de contenidos de riesgos naturales para el PD y POT del cantón Tulcán .....	119
Tabla N° 49. Lista de control de los requerimientos para la creación de una UGR para el Municipio de Tulcán.....	127

## Índice de Diagramas

Pág.

Diagrama N° 1. Conceptualización del Análisis de Riesgos .....	14
Diagrama N° 2. Sistematización de la información mediante una plataforma SIG.....	23
Diagrama N° 3. Metodología aplicada para la identificación de amenazas sísmicas .....	25
Diagrama N° 4. Metodología aplicada para la identificación de amenaza a erosión .....	29
Diagrama N° 5. Metodología aplicada para la identificación de amenaza a movimientos en masa .....	34
Diagrama N° 6. Metodología aplicada para la identificación de Vulnerabilidad Territorial .....	37
Diagrama N° 7. Metodología para la generación de los mapas de riesgos.....	43
Diagrama N° 8. Metodología para la elaboración del mapa de riesgo multifenómeno.....	45
Diagrama N° 9. Propuesta de contenidos de riesgos en la fase de diagnóstico del Plan de Desarrollo Cantonal según la Guía de Contenidos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de SENPLADES.....	102
Diagrama N° 10. Contenido con respecto a riesgos naturales en la fase de diagnóstico del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán .....	103
Diagrama N° 11. Propuesta de contenidos de riesgos en la fase de propuesta del Plan de Desarrollo Cantonal según la Guía de Contenidos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la SENPLADES.....	114
Diagrama N° 12. Contenido con respecto a riesgos naturales en la fase de propuesta del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán .....	115
Diagrama N° 13. Propuesta de contenidos de riesgos en la fase de Modelo de Gestión del Plan de Desarrollo Cantonal según la Guía de Contenidos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la SENPLADES.....	117
Diagrama N° 14. Contenido con respecto a riesgos naturales en la fase de Modelo de Gestión del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán .....	118
Diagrama N° 15. Funciones de la UGR.....	122
Diagrama N° 16. Organigrama operativo de una UGR Cantonal.....	123
Diagrama N° 17 Organigrama estructural de la Unidad de Gestión Ambiental y Riesgos del Municipio de Tulcán.....	125
Diagrama N° 18. Procesos esenciales para la prevención de riesgos naturales.....	129
Diagrama N° 19. Propuesta del organigrama operativo de una UGR para el Municipio del Cantón Tulcán .....	130

Diagrama N° 20. Implementación de la cultura de prevención de desastres naturales en la comunidad .....	131
Diagrama N° 21. Procesos esenciales para la reacción de riesgos naturales .....	132
Diagrama N° 22. Procesos esenciales para la mitigación de riesgos naturales .....	133
Diagrama N° 23. Procesos esenciales para la reconstrucción y transferencia de riesgos naturales.....	138

## Índice de Gráficos

Pág.

Gráfico N° 1. Crecimiento de la Población del Cantón Tulcán Período 1950 - 2011 .....	6
Gráfico N° 2. Población Urbana y Rural del Cantón Tulcán en los censos nacionales.....	7
Gráfico N° 3. Distribución de las actividades por sector económico .....	9
Gráfico N° 4. Distribución de la PEA por parroquia .....	9
Gráfico N° 5. Cálculo de umbrales mediante desviación estándar .....	38
Gráfico N° 6. Estructura de la población en el cantón Tulcán .....	71
Gráfico N° 7. Población en edad de dependencia en el cantón Tulcán .....	72
Gráfico N° 8. Porcentaje de Hogares con hacinamiento en el cantón Tulcán .....	74
Gráfico N° 9. Porcentaje de analfabetismo en el cantón Tulcán .....	76
Gráfico N° 10. Porcentaje de pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI) en el cantón Tulcán .....	78
Gráfico N° 11. Porcentaje de tipo de vivienda en el cantón Tulcán .....	79
Gráfica N° 12. Porcentaje de viviendas vulnerables (mediagua, covacha y choza) en el cantón Tulcán .....	80
Gráfico N° 13. Porcentaje de hogares con acceso a alcantarillado en el cantón Tulcán .....	82
Gráfico N° 14. Porcentaje de hogares con acceso a agua potable en el cantón Tulcán.....	83
Gráfico N° 15. Porcentaje de tipo de vías en el cantón Tulcán .....	84
Gráfico N° 16. Porcentaje de vías de difícil acceso a la vivienda (camino, sendero o chaquiñán, lastrado o de tierra) en el cantón Tulcán .....	85
Gráfico N° 17. Porcentaje de hogares con acceso a energía eléctrica en el cantón Tulcán.	86
Gráfico N° 18. Porcentaje de hogares con acceso a telefonía convencional y celular en el cantón Tulcán .....	87
Gráfico N° 19. Porcentaje de vías expuestas a riesgo sísmico moderado y alto en el cantón Tulcán .....	92
Gráfico N°20. Porcentaje de vías expuestas a riesgo a movimientos en masa moderado, alto y muy alto en el cantón Tulcán.....	98
Gráfico N° 21. Porcentaje de contenidos de riesgos del PD y POT del cantón Tulcán con respecto a la Guía de SENPLADES .....	120

<b>Índice de Fotografías</b>	<b>Pág.</b>
Fotografía N° 1. Cobertura vegetal de la reserva Awá - Parroquia Tobar Donoso .....	57
Fotografía N° 2. Vista del páramo de frailejones - Parroquia Tufiño.....	57
Fotografía N° 3. Vista de la cordillera Oriental y fondos de vertientes superiores de cuencas interandinas - Parroquia de Pioter .....	63
Fotografía N° 4. Vista de la cordillera Occidental y fondos de vertientes superiores de cuencas interandinas - Parroquia de Pioter.....	63
Fotografía N° 5. Cobertura vegetal de cultivos y pastos - Parroquia Urbina .....	66

<b>Índice de Mapas</b>	<b>Nº Mapa</b>
Base Cartográfica General.....	1
Mapa de Epicentros sísmicos y fallas geológicas.....	2
Mapa de Magnitudes Sísmicas .....	3
Mapa de Densidad de Sismos.....	4
Mapa de Densidad de fallas geológicas.....	5
Mapa de Amenaza Sísmica .....	6
Mapa de Erosividad de la lluvia .....	7
Mapa de Textura del Suelo.....	8
Mapa de Longitud e Inclinación de la Pendiente .....	9
Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo (Factor C).....	10
Mapa de Amenaza a Erosión.....	11
Mapa de Geología.....	12
Mapa de Relieve Relativo.....	13
Mapa de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo .....	14
Mapa de Isoyetas .....	15
Mapa de Amenaza a Movimientos en Masa.....	16
Mapa de Porcentaje de Población en Edad de Dependencia .....	17
Mapa de Densidad de Viviendas .....	18
Mapa de Porcentaje de Hogares con Hacinamiento .....	19
Mapa de Índice de Analfabetismo en Porcentaje .....	20
Mapa de Porcentaje de Personas con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) .....	21
Mapa de Porcentaje de Viviendas Vulnerables (Mediagua, Covacha y Choza) .....	22
Mapa de Porcentaje de Hogares con Acceso a Alcantarillado .....	23
Mapa de Porcentaje de Hogares con Acceso a Agua Potable .....	24
Mapa de Porcentaje de Tipo de Vías de Difícil Acceso a la Vivienda (Camino, sendero, chaquiñán, lastrado o de tierra).....	25



Mapa de Porcentaje de Hogares con Acceso a Energía Eléctrica .....	26
Mapa de Vulnerabilidad por Acceso a Telecomunicaciones.....	27
Mapa de Vulnerabilidad Territorial Cantonal .....	28
Mapa de Riesgo Sísmico .....	29
Mapa de Exposición de la Infraestructura a Riesgo Sísmico .....	30
Mapa de Riesgo a Erosión del Suelo .....	31
Mapa de Riesgo a Movimientos en Masa.....	32
Mapa de Exposición de la Infraestructura a Riesgo de Movimientos en Masa.....	33
Mapa de Riesgo Multifenómeno .....	34
Mapa de Medidas de Mitigación para la Erosión del Suelo .....	35

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 JUSTIFICACIÓN

El gran interés que ha despertado el análisis de los riesgos naturales en las distintas ramas del saber del ser humano lo ha llevado a manifestarse en la actualidad como una ciencia o disciplina, siendo la “geografía de los riesgos” la que más ha calado en la investigación de los riesgos naturales, dado que los peligros naturales se dan en un territorio o espacio geográfico conformado y organizado por el ser humano. Es éste componente geográfico, que explica un acontecimiento natural desde un análisis físico y dinámico de las sociedades, el que vincula todas las investigaciones que se dan acerca de los riesgos naturales. (AYALA & OLCINA, 2002)

“En la propia disciplina geográfica, una de las primeras en el estudio de los riesgos naturales, el análisis de la peligrosidad natural y la vulnerabilidad social ante eventos de rango extraordinario, supone un punto de encuentro de las diferentes áreas de conocimiento geográficas. La investigación sobre riesgos naturales precisa de la geografía física y de la dinámica de las sociedades que se localizan en un territorio, en un ámbito regional. Sólo desde un conocimiento exhaustivo del medio y de la sociedad que habita un territorio es posible llegar a conocer los territorios con riesgo.” (AYALA & OLCINA, 2002)

La gestión del riesgo natural, dentro del análisis de riesgos, se presenta como un conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos cuyo fin se expresa en la protección de la población y sus bienes a partir de la integración de instituciones, mecanismos financieros, normas y políticas, motivo por el cual es necesario generar una propuesta de gestión preventiva, mitigación y recuperación de emergencias que marque una pauta de apoyo para el análisis y manejo de riesgos naturales adaptada a las necesidades del ámbito del cantón como unidad territorial.

Las razones que han llevado a la selección del tema de análisis de riesgos naturales son generadas por la importancia que representa la gestión del riesgo desde los gobiernos locales, en el presente caso de estudio el municipio de Tulcán, debido a que corresponde a

su competencia, de acuerdo al artículo 140 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización – COOTAD – Registro Oficial N° 303 con fecha 19 de octubre del 2010 , dentro del Ejercicio de competencias de gestión de riesgos, brindar *“acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón”*.

De la misma forma, la gestión del riesgo se ha establecido como competencia para todos los niveles de gobierno mediante una Unidad de Gestión de Riesgos, como lo determina la Constitución de la República del Ecuador, Registro Oficial N° 449 con fecha 20 de octubre del 2008 en el artículo 389, inciso segundo, que expresa: *“El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional.”*

Se ha escogido el cantón Tulcán como unidad de estudio debido a que según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 - 2031 su ubicación geográfica presenta diversos paisajes geográficos en su territorio, influenciado por una variación altitudinal que va de los 100 m.s.n.m. hasta los 4735 m.s.n.m., topografía accidentada, ecosistemas como páramos y bosques naturales y niveles de precipitación que van de los 750 mm hasta más de 6000 mm anuales.; junto con la actividad agropecuaria que se practica en el área de estudio, se fomenta condiciones de vulnerabilidad y susceptibilidad a procesos de erosión y movimientos en masa.

Es importante mencionar que se cuenta con información de los diagnósticos por sistemas (ambiental, económico, sociocultural, político institucional, asentamientos humanos, movilidad energía y conectividad) y con la cartografía base y temática que se generó para el “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales 2011 - 2031” realizado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, en el cual los autores de la presente disertación formaron parte del equipo consultor en el área de Sistemas de Información Geográfica.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Tulcán cuenta con una Unidad de Gestión Ambiental y Riesgos dentro de la cual constan las subunidades de Gestión Ambiental e Higiene, Parques y jardines y

Manejo de Desechos Sólidos (Anexo 1), pero ninguna especializada de forma concreta en la gestión de riesgos (Anexo 2), para lo cual se propone una evaluación de la capacidad institucional del municipio en el manejo de riesgos naturales con respecto a la “Propuesta Metodológica para la Implementación de la Vulnerabilidad a Nivel Municipal” de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Para el cantón Tulcán la temática de riesgos es abordada en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales, en el capítulo II dentro de la fase de diagnóstico del sistema ambiental, el cual menciona los niveles de susceptibilidad y los porcentajes del territorio expuesto a la erosión y a movimientos en masa a partir de información obtenida de coberturas del INFOPLAN a escala 1: 250.000; con respecto al riesgo sísmico se aborda los riesgos que existen a nivel nacional como la presencia de fallas y choque de placas, indicando la relación que existe con la actividad de la placa de Nazca con la Sudamericana, así como la relación con la falla Puna–Pallatanga–Callejón interandino, sin embargo, la “Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias” (mayo, 2011) de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, recomienda que la temática de riesgos naturales debe ser abordada desde la perspectiva de cada sistema en la fase de diagnóstico y propuesta.

Tomando como antecedente lo antes mencionado, se propone un diagnóstico del territorio en cuanto a sus vulnerabilidades y amenazas a fenómenos como movimientos en masa, erosión y sísmicos, para finalmente generar un mapa de riesgos multifenómeno del cantón, lo cual servirá como base para la gestión preventiva, reacción, mitigación y reconstrucción y transferencia de emergencias.

Considerando a la gestión de riesgos como un pilar fundamental dentro de la planificación, se plantea una revisión del alcance del “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales 2011 – 2031” con el fin de determinar si lo abordado en el mencionado Plan cumple con lo establecido por la Guía de SENPLADES para la planificación.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo General

- Analizar los riesgos naturales en el cantón Tulcán para proponer estrategias de gestión de riesgo.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las amenazas sísmicas, erosión de suelos y movimientos en masa existentes en el cantón.
- Analizar la vulnerabilidad territorial (socioeconómica y físico estructural) del cantón.
- Evaluar los riesgos naturales en el cantón Tulcán.
- Analizar la capacidad institucional del municipio para la gestión de riesgos y proponer estrategias de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia de emergencias dentro del cantón Tulcán.

### 1.4 CARACTERIZACIÓN DEL CANTÓN TULCÁN

El cantón Tulcán está ubicado en el extremo norte del país y de la provincia del Carchi de la que forma parte. El cantón limita jurisdiccionalmente al norte con la República de Colombia, al sur con los cantones de Huaca, Montufar, Espejo y Mira, al este con la provincia de Sucumbíos y al oeste con la provincia de Esmeraldas. Su territorio abarca una extensión de 1818,16 km<sup>2</sup> y está integrado por la jurisdicción de la cabecera cantonal y nueve parroquias rurales que corresponden a El Carmelo, Julio Andrade, Urbina, Pioter, Santa Martha de Cuba, Maldonado, Tufiño, El Chical y Tobar Donoso. (Mapa N°1) (Pontificia Universidad Católica del Ecuador [PUCE], 2011, pág. 72)

De acuerdo al VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010 el cantón Tulcán tiene 86498 habitantes. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2010)

#### 1.4.1 Sistema Ambiental

- *Clima*

a) Temperatura

El cantón Tulcán presenta una temperatura media anual que varía entre los 4 y 24°C influenciado por sus características de relieve que van desde los 100 hasta los 4735

m.s.n.m. presentando las temperaturas más altas en las parroquias de Tobar Donoso y El Chical y la mínima en la parroquia de Tufiño. (PUCE, 2011, pág. 81)

#### b) Precipitación

En cuanto a la precipitación, el cantón presenta un amplio rango de valores que van desde los 750 mm a precipitaciones mayores a los 6000 mm anuales, siendo las más bajas en los alrededores de la ciudad de Tulcán y Urbina entre 750 y 1000 mm; y las más altas > de 6000 mm en la zona de Tobar Donoso. (PUCE, 2011, pág. 82)

#### c) Tipos de Clima

El cantón Tulcán presenta una gama de climas a corta distancia dentro de las cuales podemos encontrar:

Ecuatorial Frío de Alta Montaña: localizado en las parroquias de Tufiño, Urbina, El Carmelo y la cabecera cantonal.

Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo: se localiza en las parroquias de Santa Martha de Cuba y Julio Andrade.

Tropical Megatérmico Húmedo: se localiza en las parroquias de El Chical y Maldonado.

Tropical Megatérmico Húmedo (muy húmedo): se encuentra en la vertiente externa de la Cordillera de los Andes en la parroquia de Tobar Donoso. (PUCE, 2011, pág. 82)

#### - *Hidrografía*

Dentro del cantón, las cuencas hidrográficas que destacan por ocupar una mayor extensión de territorio son las del Río Mira, Napo y Carchi. Entre los principales ríos encontramos al Carchi y el San Juan los cuales forman parte de cuencas internacionales y establecen el límite internacional con Colombia. (PUCE, 2011, pág. 86)

#### - *Suelos*

Los procesos volcánicos dentro del cantón Tulcán han dado origen a los suelos, en especial con cenizas volcánicas las cuales se han depositado sobre su relieve. Dentro del cantón, según su origen pedogenético, se encuentran los siguientes tipos de suelos, molisoles,

andosoles ditrandepts, andosoles hidrandepts, entisoles, inceptisol + entisol, histosol, entisol + inceptisol, e inceptisol. (PUCE, 2011, págs. 91 ,92)

*- Relieve*

En la geomorfología del cantón Tulcán se destacan tres relieves importantes, el área interandina que comprende las Cordilleras Real y Occidental dando origen a elevaciones superiores a los 3000 m.s.n.m. como los volcanes Chalpatán y Potrerillos; las estribaciones de la Cordillera Occidental que se caracteriza por presentar vertientes interiores en la parroquia de Tufiño con relieves altos con el volcán Chiles de 4729 m.s.n.m. como la elevación más sobresaliente y las vertientes externas que presentan relieves escarpados a montañosos cuyos principales relieves lo constituyen el volcán Cerro Negro de Mayasquer y el Cerro Golondrinas; finalmente se encuentra el área de conos de esparcimiento como producto de la actividad glaciaria cuaternaria con alturas que varían entre los 800 y 1000 m.s.n.m. (PUCE, 2011, pág. 74)

**1.4.2 Sistema Sociocultural y Asentamientos Humanos**

*- Desarrollo Demográfico*

El cantón Tulcán, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, ha mantenido un crecimiento poblacional estable durante el período de 1950 al 2010, como se observa en el Gráfico N° 1, con una tasa de crecimiento promedio de 1,66%, inferior al promedio nacional que corresponde al 2,02%. Se observa que en el mismo período de tiempo la población rural se ha incrementado con una tasa promedio anual de 0,75%, mientras que la población urbana ha crecido con una tasa de 2,73%.

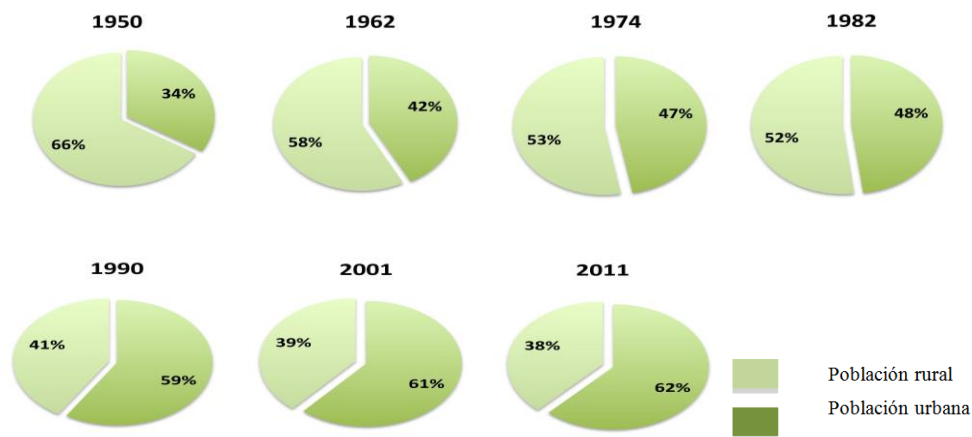
**Gráfico N° 1. Crecimiento de la Población del Cantón Tulcán Período 1950 - 2011**



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 – 2031

En lo que corresponde a la población urbana y rural se observa que para la década de los 50s la población rural era mayoría con un 66% de los habitantes, para 1982, 32 años después, la población urbana y rural casi se ha equiparado con 52% y 48% de los habitantes respectivamente, a partir de 1990 la población urbana comienza a tener una supremacía, hasta llegar al 2011 donde la población urbana ha llegado al 62% y la rural al 38%. (Gráfico N° 2)

**Gráfico N° 2. Población Urbana y Rural del Cantón Tulcán en los censos nacionales**



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 – 2031

### - *Identidad Cultural*

En cuanto a la identidad cultural del cantón Tulcán se muestra en la Tabla N° 1 su autoidentificación según su cultura y costumbres de acuerdo con el VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010.

**Tabla N° 1. Autoidentificación de la Población Según Cultura y Costumbres**

<b>Autoidentificación según su cultura y costumbres</b>	<b>Casos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Indígena	4608	5,33
Afroecuatoriano/a Afrodescendiente	1861	2,15
Negro/a	181	0,21
Mulato/a	1042	1,20
Montubio/a	222	0,26
Mestizo/a	75617	87,42
Blanco/a	2828	3,27
Otro/a	139	0,16
<b>Total</b>	<b>86 498</b>	

Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010

Elaborado por: Autores



En la historia ancestral del cantón podemos encontrar que se han establecido dos pueblos originarios: los Pastos, cuyo territorio ha sido seccionado quedando ubicados al sur de Colombia y al norte de Ecuador en las parroquias rurales de Maldonado y Tufiño, y la etnia Awá ubicada en las parroquias de Tobar Donoso y El Chical que se caracteriza por contraponer la forma de vida tradicional con la moderna. (PUCE, 2011, pág. 206)

*- Organizaciones Sociales*

Según el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) en el cantón Tulcán existen desde 1930 hasta el 2001 un total de 178 instituciones organizadas y legalizadas en dicho Ministerio. En la Tabla N° 2 se muestran los tipos de organizaciones existentes en el cantón Tulcán.

**Tabla N° 2. Tipo de Organizaciones Sociales**

<b>Tipo de Organización Social</b>	<b>Cantidad</b>
Profesionales u ocupacionales	104
Desarrollo social (a todo nivel)	57
Organización comunal - étnica	17
<b>Total</b>	<b>178</b>

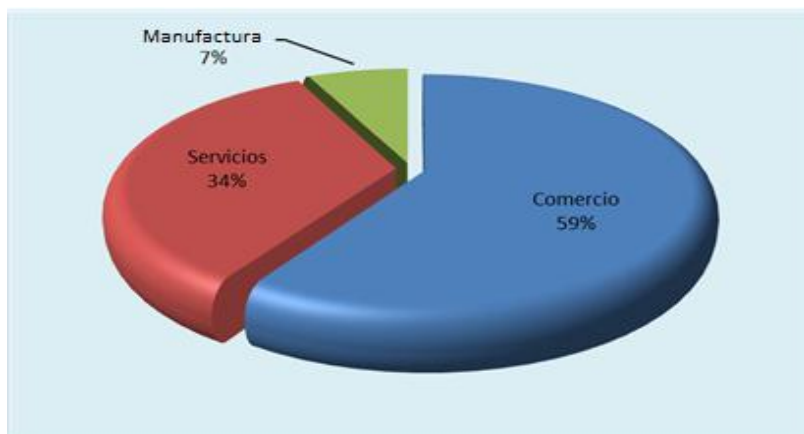
Fuente: MIES - Dirección Provincial del Carchi, 2011

**1.4.3 Sistema Económico y Sistema de Movilidad, Energía y Conectividad**

*- Actividades productivas*

Según el Censo Económico que realizó el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC) en el año 2010 se estima que en el cantón Tulcán existen 3502 establecimientos económicos que percibieron aproximadamente 330 millones de dólares en ingresos por ventas. En el cantón la mayor parte de establecimientos se dedica a la actividad comercial, seguidos por los servicios y en menor medida a la manufactura como se muestra en el Gráfico N° 3.

**Gráfico N° 3. Distribución de las actividades por sector económico**

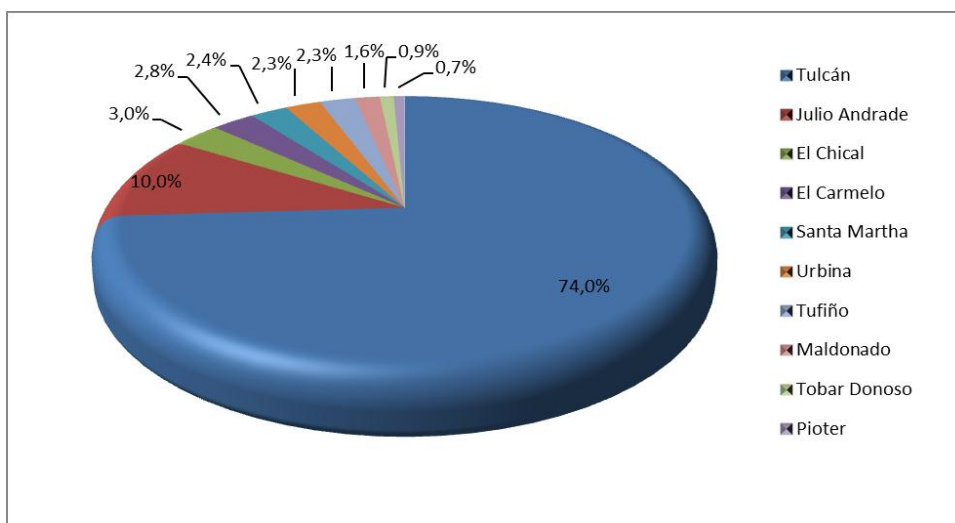


Fuente: Censo Económico 2010  
Elaborado por: Autores

**- Población Económicamente Activa (PEA)**

En el cantón Tulcán se encuentra, según el VII Censo de Población y VI de Vivienda, que la población económicamente activa (PEA) corresponde a 38284 habitantes, lo que significa el 44,25% de su población, concentrándose principalmente en Tulcán y Julio Andrade con el 74% y 10% de la PEA respectivamente, como se observa en el Gráfico N° 4, siendo el comercio y la actividad agropecuaria las principales actividades en las que la población se encuentra empleada. La población del cantón Tulcán se encuentra empleada principalmente en dos actividades: comercio y actividad agropecuaria. Esta última es la principal fuente de ingresos de las parroquias rurales del cantón. Los dos principales productos agropecuarios del cantón son la papa y la leche.

**Gráfico N° 4. Distribución de la PEA por parroquia**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010  
Elaborado por: Autores

#### *- Potencialidad de recursos*

Dentro del cantón Tulcán se cuenta como una de las actividades la agricultura, dentro de la cual el principal recurso para la producción es la tierra por lo que el acceso y la tenencia de esta significan la posibilidad para los campesinos de generar trabajo. Dentro del cantón se pueden encontrar 3127 UPAs, que representan 63836 ha., de las cuales el 84% tiene servicio de electricidad y tan solo el 4% tiene acceso a un sistema de riego. (PUCE, 2011, pág. 154)

#### *- Movilidad*

Con la información proporcionada en el PD y POT del cantón Tulcán se encuentra que el cantón cuenta con una red vial de 655,60 km, de las cuales 106,50 km, que representan el 16,24%, se encuentran en buen estado; 378,50 km, que equivalen a 57,73%, están en estado regular; mientras que 170,60 km restantes se encuentran en mal estado.

#### *- Energía*

En lo que corresponde a energía eléctrica el 93,5% de la población del cantón Tulcán se abastece a través de la red de la empresa eléctrica de servicio público. En cuanto al principal combustible para cocinar el 92% de los hogares del cantón utiliza tanque o cilindro de gas, el 7% leña o carbón y un 1% no cocina. (PUCE, 2011, pág. 451)

#### *- Conectividad*

En el cantón Tulcán existe una cobertura de telefonía fija del 42,69%, que corresponde a menos de la mitad de los hogares con acceso a este servicio, lo cual contrasta con el acceso a la telefonía móvil que tiene una cobertura del 72,97%. (INEC, 2010)

En este ámbito, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT EP) ha ampliado las redes de telecomunicaciones de la provincia del Carchi con los servicios de telefonía fija e internet banda ancha en los cantones: Tulcán, San Pedro de Huaca, Montúfar, Bolívar, Espejo y Mira. Así mismo, la ampliación de transmisiones para Santa Martha de Cuba, Tufiño, El Carmelo, El Playón y en la repetidora de El Garbanzal, con una inversión que supera los 3 millones de dólares. En Tulcán, Julio Andrade, Huaca, San Gabriel y Mira se habilitaron más de 1200 puertos de internet, que benefició a cerca de 5 mil familias carchenses. ("Se amplía redes de telecomunicaciones", 2012)

#### **1.4.4 Sistema Político - Institucional**

##### *- Antecedentes de Planificación*

El Plan de Desarrollo Estratégico Cantonal 2002 – 2010 se presenta como un documento previo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial actual del cantón Tulcán, además el GAD Municipal de Tulcán ha generado un conjunto de ordenanzas que de manera directa o indirecta promueven el ordenamiento territorial, la planificación y la organización y participación ciudadana. Entre las ordenanzas se citan el Código de Desarrollo Humano, aprobado en sesiones ordinarias del Concejo Cantonal del 26 de marzo y 2 de abril del 2007 el cual contiene disposiciones sobre acceso a la información, la rendición de cuentas, la veeduría municipal, la transparencia municipal, entre otras. También se encuentra el Código de Ordenamiento Territorial, aprobado en sesiones ordinarias del Consejo Cantonal del 27 de enero y 2 de febrero del 2009, el cual es un cuerpo normativo que contiene 10 títulos en los que regula la planificación, el transporte, la eliminación de barreras de accesibilidad urbana, la propiedad horizontal, los avalúos y catastros y la propaganda electoral. (PUCE, 2011, pág. 319)

##### *- Actores Sociales*

Un actor social en tema de planificación es un sujeto colectivo que de manera estable o transitoria tiene capacidad para influir en una sociedad determinada, en beneficio de intereses explícitos o implícitos, de interés comunitario. Los actores sociales e institucionales identificados, se los clasifica en los siguientes tipos:

- Organismos Financieros
- Organizaciones de Transporte
- Organizaciones Artesanales
- Organizaciones Gremiales
- Organizaciones Gubernamentales y No Gubernamentales
- Organizaciones Económico Productivas (Anexo 3)

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

La formulación del marco teórico hace referencia a un conjunto de ideas, conceptos y argumentos que buscan precisar la base teórica que da fundamento a la investigación. Para la presente disertación se inicia con la descripción de los antecedentes o referencias previas que se han elaborado en torno al tema de estudio, para continuar con la descripción de conceptos y marco tecnológico a aplicar en el desarrollo de la investigación.

Antes de desarrollar los puntos mencionados en el párrafo anterior, es importante destacar la relación de la geografía con los riesgos naturales, para esto AYALA, F. y OLCINA, J., (2002), mencionan a la “Geografía de los riesgos” como la disciplina que más ha calado en la investigación de los riesgos naturales, dado que los peligros naturales se dan en un territorio o espacio geográfico conformado y organizado por el ser humano. Es éste componente geográfico, que explica un acontecimiento natural desde un análisis físico y dinámico de las sociedades, el que vincula todas las investigaciones que se dan acerca de los riesgos naturales.

“En la propia disciplina geográfica, una de las primeras en el estudio de los riesgos naturales, el análisis de la peligrosidad natural y la vulnerabilidad social ante eventos de rango extraordinario, supone un punto de encuentro de las diferentes áreas de conocimiento geográficas. La investigación sobre riesgos naturales precisa de la geografía física y de la dinámica de las sociedades que se localizan en un territorio, en un ámbito regional. Sólo desde un conocimiento exhaustivo del medio y de la sociedad que habita un territorio es posible llegar a conocer los territorios con riesgo.” (AYALA & OLCINA, 2002)

##### 2.1.1 Antecedentes

En el Ecuador se encuentran registros de estudios acerca de riesgos de manera general en “Los Planes de Reducción de Riesgos” elaborados en el periodo 2000 al 2005 y aplicados a diferentes sectores estratégicos del país, a cargo de la Oficina de Planificación (ODEPLAN) hasta el año 2004, año en el cual la ODEPLAN se fusiona con la Secretaría de Diálogo Social y Planificación para formar, mediante Decreto Ejecutivo N° 1372 del 12

de febrero del 2004, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), la cual se encargó del manejo de los riesgos naturales hasta el año 2008.

A partir de la Constitución de la República del Ecuador del año 2008, por primera vez se considera a la gestión de riesgos como un eje temático dentro de la planificación territorial, expresado dentro del Título VII, del Régimen del Buen Vivir, Capítulo primero, Inclusión y Equidad, Sección novena, Gestión del Riesgo; en el que de acuerdo al Artículo 389, inciso segundo se determina que: “El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional...” .

Con Decreto Ejecutivo N° 1046-A del 26 de abril del 2008 se reorganiza la Dirección Nacional de Defensa Civil mediante la figura de la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos, para finalmente, con Decreto Ejecutivo N° 42 del 10 de septiembre del 2009, reorganizar la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos, a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos que tiene rango de Ministerio mediante Decreto Ejecutivo N° 103 del 20 de octubre del 2009 en el cual se da el rango de Ministro de Estado a la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos. (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos [SNGR], 2011)

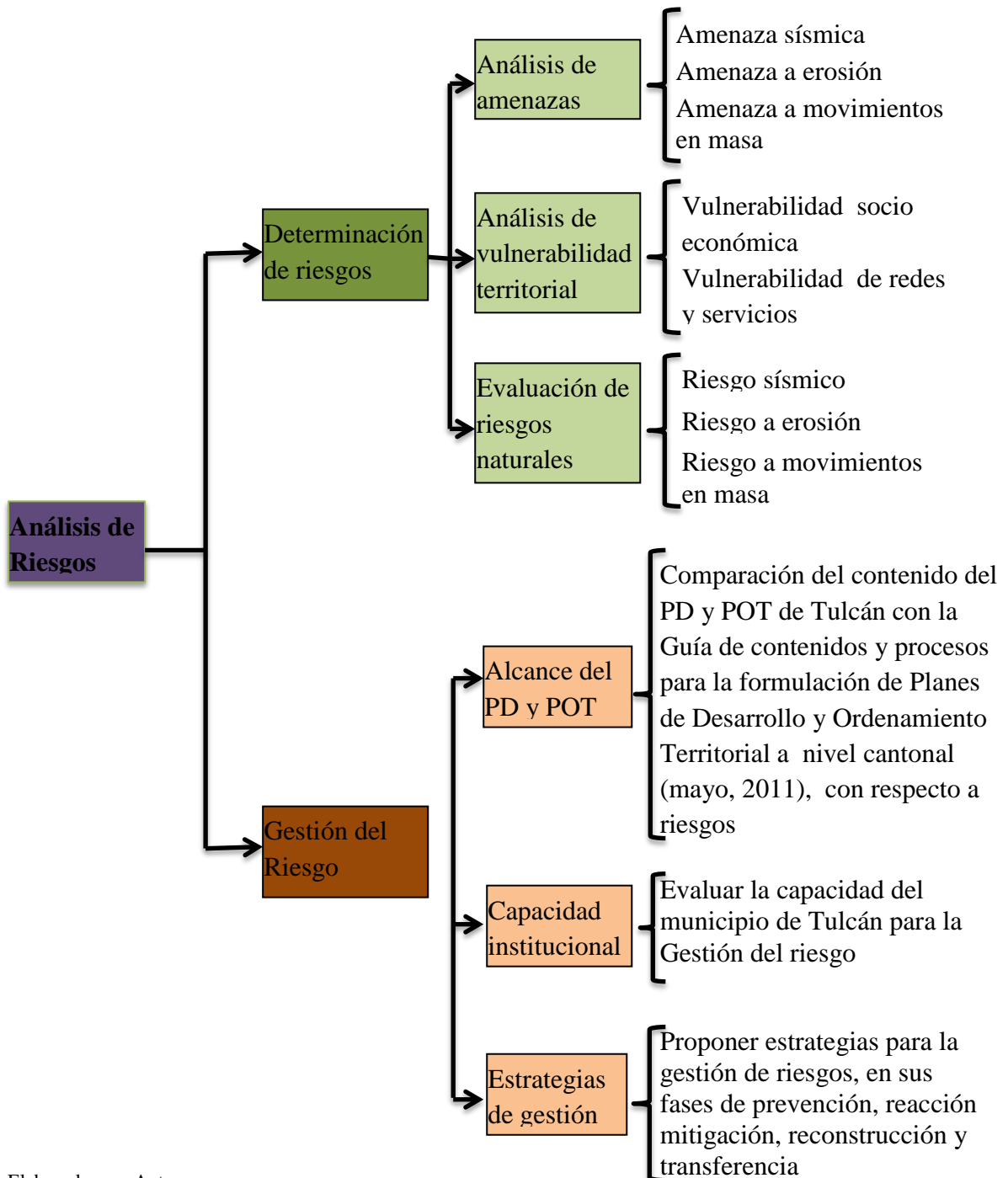
La provincia del Carchi cuenta con una Unidad Provincial de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos, llamada Dirección Provincial de Gestión de Riesgos del Carchi, la cual dentro de sus actividades ha llevado a cabo talleres de capacitación para las comunidades, campañas de prevención e instrucción a las autoridades acerca de la elaboración de planes comunitarios de gestión de riesgos (SNGR, 2012). Además se cuenta con un Comité de Gestión de Riesgos (CGR) conformado por el Gobernador Provincial, Prefecto Provincial, Director Provincial de la SNGR, Representante Provincial de la AME, Subsecretarios y Directores Provinciales de las Entidades del Estado, Oficial de mayor rango de las F.F.A.A. en la Provincia, Oficial de mayor rango de la Policía en la Provincia, Presidente de la Federación Provincial de las Juntas Parroquiales y Otros integrantes a criterio del CGR Provincial; declarada una situación de emergencia el CGR se activa de inmediato como Comité de Operaciones de Emergencia (COE). (SNGR, 2012, pág. 37)

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Análisis de Riesgos Naturales

En el Diagrama N°1 se observa la conceptualización del análisis de riesgos que se utilizó en la presente disertación, cuya estructura presenta dos divisiones principales: la determinación de riesgos y la Gestión del Riesgo.

**Diagrama N° 1. Conceptualización del Análisis de Riesgos**



Elaborado por: Autores

Dentro de la Guía “Gestión del Riesgo de Desastres para la planificación del desarrollo local” (Cáritas, 2009), se define al riesgo como la “estimación o evaluación de probables pérdidas de vidas y daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y un área conocida. Se evalúa en función de la relación entre el peligro y la vulnerabilidad.

El riesgo sólo puede existir al presentarse un peligro en determinadas condiciones de vulnerabilidad, en un espacio y tiempo particular. No puede existir un peligro sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa.”

“Es la probabilidad de que el desastre suceda como consecuencia de la combinación de las amenazas con las condiciones de vulnerabilidad. El riesgo puede ser estimado por el probable número y características de pérdidas humanas, heridos, propiedades dañadas e interrupción de actividades económicas que podría producirse luego de un desastre.” (DÍAZ, CHUQUISENGO, & FERRADAS, 2005)

La determinación del riesgo se obtiene mediante la fórmula general:

$$\mathbf{RIESGO = AMENAZA \times VULNERABILIDAD}$$

#### 2.2.1.1 *Peligro o amenaza natural*

“Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el ser humano que puede ocasionar graves daños a una localidad o territorio.” (DÍAZ, CHUQUISENGO, & FERRADAS, 2005)

Para AYALA y OLCINA, (2002), la amenaza se define como un proceso o fenómeno de carácter natural que puede originar daños a la población, bienes materiales o el medio ambiente natural.

Para la determinación de la amenaza a movimientos en masa y erosión se utilizarán las siguientes variables, las cuales establecen la propensión del territorio a ser afectado por estos fenómenos:



**Zonificación de Amenaza a Movimientos en Masa** = Litología + Suelos + Morfometría de Talud + Relieve Relativo + Cobertura Vegetal + Precipitaciones

**Amenaza a Erosión** = Erosividad de la lluvia + Erosionabilidad del suelo + Longitud de la pendiente + Inclinación de la pendiente + Cobertura vegetal + Prácticas de cultivo

Para la determinación de amenaza sísmica se utilizarán los registros de sismos históricos e instrumentales.

A continuación se detallan los tipos de amenazas naturales que serán analizados en la disertación:

- Sismos

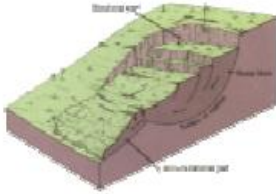
“Los sismos (conocidos también como terremotos) son causados por movimientos bruscos que se producen entre fragmentos de la corteza terrestre y que desprenden grandes cantidades de energía. Se conocen por las vibraciones o movimientos del terreno que generan, pero también pueden causar, dependiendo de su localización y magnitud, otros fenómenos secundarios como fallas del terreno, avalanchas y tsunamis.” (Dirección de Desarrollo Territorial, 2005)

“Es la súbita liberación de energía a lo largo de las fracturas de la corteza terrestre las mismas que se conocen con el término de fallas geológicas. El punto teórico al interior de la corteza en donde se inicia la fractura se conoce como hipocentro y la proyección de este verticalmente a la superficie terrestre se conoce como el epicentro.” (MANRIQUE, Geología, 2006, pág. 3)

- Movimientos en masa

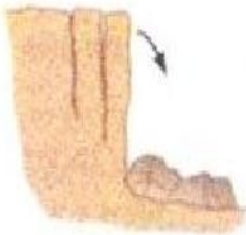
“Los fenómenos de movimientos en masa son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Se clasifican de acuerdo con sus características de velocidad de movimiento, magnitud y material transportado. Se incluyen dentro de los fenómenos de remoción en masa los deslizamientos, volcamientos, caídas y flujos de roca o suelo” (Dirección de Desarrollo Territorial, 2005) que se describen a continuación:

### Deslizamiento



Deslizamientos: “es un movimiento de ladera de una masa de suelo o roca que tiene lugar fundamentalmente sobre superficies de rotura o sobre estrechas zonas de intensa deformación por cizallamiento.” (GUTIERREZ, 2008)

### Volcamiento



Volcamientos: “consiste en una rotación hacia afuera de la ladera de una masa de roca o suelo, en torno a un punto o eje por debajo del centro de gravedad de la masa desplazada. Los vuelcos son roturas que se desarrollan sobre materiales con estructuras verticales, formada por planos de discontinuidad de la roca.” (GUTIERREZ, 2008)

### Caída



Caídas: “se definen como una masa generalmente de rocas que se desprende de un talud abrupto mediante una superficie de corte normalmente pequeña.” (GUTIERREZ, 2008)

### Flujo



Flujos: “constituyen un tipo de movimiento en masa fluidificada por el agua o aire. El flujo implica una mayor deformación interna que un deslizamiento, pueden ser de detritos, de tierras y de roca.” (GUTIERREZ, 2008)

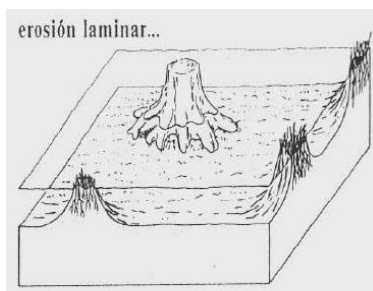
- Erosión de suelos

“La erosión es la desintegración, desgaste o pérdida de suelo y/o rocas como resultado de la acción del agua y fenómenos de intemperismo.” (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

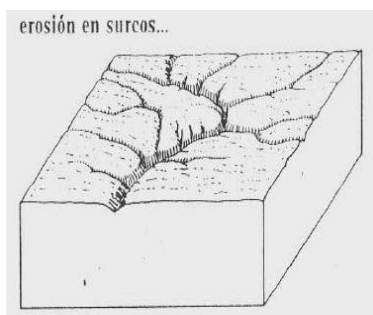
“La erosión se refiere a los diversos procesos que desgastan la superficie de la tierra, los fragmentos rocosos son separados en primer lugar por la meteorización y después son

transportados eventualmente por la gravedad, al agua, el hielo o el viento.” (MANRIQUE, Geomorfología, 2006, pág. 5)

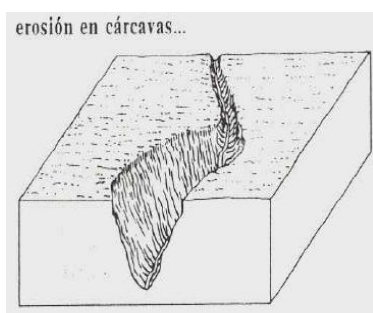
Se distinguen dos tipos de erosión según el agente causante de la misma: erosión de tipo eólica, la cual depende de la intensidad del viento y la que se tratará en esta disertación que es la erosión hídrica, provocada por el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo, de la cual a su vez se identifican tres tipos más comunes:



Erosión laminar: Es la eliminación de una capa delgada, relativamente uniforme del suelo superficial, debida a la lluvia y a la escorrentía superficial. (IMESON & CURFS, 2009)



Erosión en surcos: Es un proceso habitual en los terrenos con pendiente, especialmente los labrados recientemente, en los que se forman, de forma aleatoria, pequeños pero numerosos canales, de pocos centímetros de profundidad; tiene lugar principalmente en cultivos recientemente abandonados y taludes de carretera. (IMESON & CURFS, 2009)



Erosión en cárcavas: Es un proceso en el que el agua se acumula y crea canales estrechos, arrastrando, en un corto periodo, el suelo de estos canales hasta una profundidad considerable, haciendo imposible la labor agrícola con maquinaria ordinaria. Las cárcavas alcanzan entre 0,5 y 25 – 30 m de profundidad. (IMESON & CURFS, 2009)

#### 2.2.1.2 Vulnerabilidad Territorial

“La vulnerabilidad es una condición de origen esencialmente antrópico, se configura de diversas maneras y en diferentes dimensiones a través de los procesos territoriales y sectoriales y de manera interrelacionada y conectada con la dinámica de generación y evolución de las amenazas. Fundamentalmente, las diferencias de vulnerabilidad entre

sectores de población son el reflejo de realidades específicas en relación con el acceso a medios económicos, al mercado, al conocimiento y la tecnología, así como de dinámicas políticas, sociales y culturales.” (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009)

Según KUROIWA, J. (2002), la vulnerabilidad “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 la emergencia, la rehabilitación y la recuperación”. Es decir, se considera a la vulnerabilidad como consecuencia del crecimiento poblacional sin planificación.

Para el análisis de la vulnerabilidad territorial en la presente disertación se seguirá la metodología propuesta por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos en su “Propuesta Metodológica para el Análisis de Vulnerabilidades en Función de las Amenazas a Nivel Municipal”, la cual propone la aplicación de variables socioeconómicas y de redes, dentro de las cuales se encuentran los siguientes factores:

- Vulnerabilidad socioeconómica
  - Factores demográficos
  - Factores económicos
- Vulnerabilidad físico estructural de edificaciones urbanas y factores de dependencia
  - Alcantarillado
  - Agua potable
  - Vialidad
  - Energía
  - Telecomunicaciones

### **2.2.2 Gestión del Riesgo**

Se define a la gestión del riesgo como “el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes”. (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009)

Según la Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias de SENPLADES de mayo del 2011, “la gestión de riesgo de desastres forma parte indisoluble de los procesos de planificación del territorio y demanda atención y decisiones en varios de los componentes de todos los sistemas considerados para el análisis. La coordinación con la entidad rectora de esta materia, la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), es indispensable para la formulación del diagnóstico de cada sistema.” Con éste antecedente, se plantea la evaluación del alcance del PDOT cantonal en la gestión del riesgo ya que es el documento que determina las directrices orientadas a controlar los efectos adversos de fenómenos peligrosos en un contexto de planificación preventiva; también será parte de este análisis la capacidad institucional del municipio puesto que es el encargado de ejecutar acciones aplicadas a la prevención y mitigación de riesgos.

La gestión del riesgo se menciona en el COOTAD, 2010, Artículo 140 del ejercicio de la competencia de gestión de riesgos, en el cual se determina que los gobiernos locales deben brindar “acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón”, así mismo se estipula que “los gobiernos autónomos municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger personas, colectividades y la naturaleza”.

Para la presente disertación se ha tomado en cuenta la definición de gestión de riesgos del COOTAD mencionada anteriormente, la cual comprende la prevención, reacción, mitigación y reconstrucción y transferencia, las cuales serán abordadas para la formulación de estrategias.

- Prevención de desastres

La gestión preventiva de riesgos comprende un conjunto de medidas y acciones dispuestas con anticipación que tienen como fin el evitar o impedir que se manifieste un fenómeno peligroso o para reducir los efectos del mismo sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente. (CARDONA, 2001, pág. 47)

- Reacción

“Corresponde a la ejecución de las acciones previstas en la etapa de preparación y que, en algunos casos ya han sido antecedidas por actividades de alistamiento y movilización, motivadas por la declaración de diferentes estados de alerta. Corresponde a la reacción inmediata para la atención oportuna de la población.” (CARDONA, 2001, pág. 47)

- Mitigación de desastres

La mitigación de riesgos consiste en la ejecución de medidas y políticas dirigidas a reducir o atenuar los efectos de un desastre, detectando amenazas naturales y vulnerabilidades para llevar a cabo las acciones tendientes a disminuir los riesgos. (CARDONA, 2001, pág. 46)

- Reconstrucción y transferencia

La fase de reconstrucción y transferencia toma en cuenta las medidas de prevención y mitigación necesarias con el fin de reconstruir de manera integral la comunidad afectada de tal modo que lo ocurrido no vuelva a suceder o que por lo menos sus proporciones sean menores, a través de estrategias que permitan reconstruir condiciones de desarrollo de la comunidad en un nivel aceptable y de menor riesgo. (NARVÁEZ, LAVELL, & PÉREZ, 2009)

## 2.3 MARCO TECNOLÓGICO

El marco tecnológico describe las técnicas y herramientas tecnológicas que facilitan la generación de resultados con una mayor precisión y rapidez.

### 2.3.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

“Es un conjunto de elementos de hardware, software y de procedimientos diseñados para adquirir, administrar, manipular, modelar y visualizar datos referenciados en el espacio, para resolver problemas complejos de administración y planificación. Considerando los aspectos organizativos y administrativos de SIG se lo puede describir como un sistema de soporte a la toma de decisiones, que involucra la integración de datos espacialmente referenciados en un ámbito de resolución de problemas. El núcleo de cada SIG es su base de datos, así que como consecuencia se puede definir un SIG como una base de datos en la cual la mayoría de los datos están indexados espacialmente, y sobre lo cual opera un

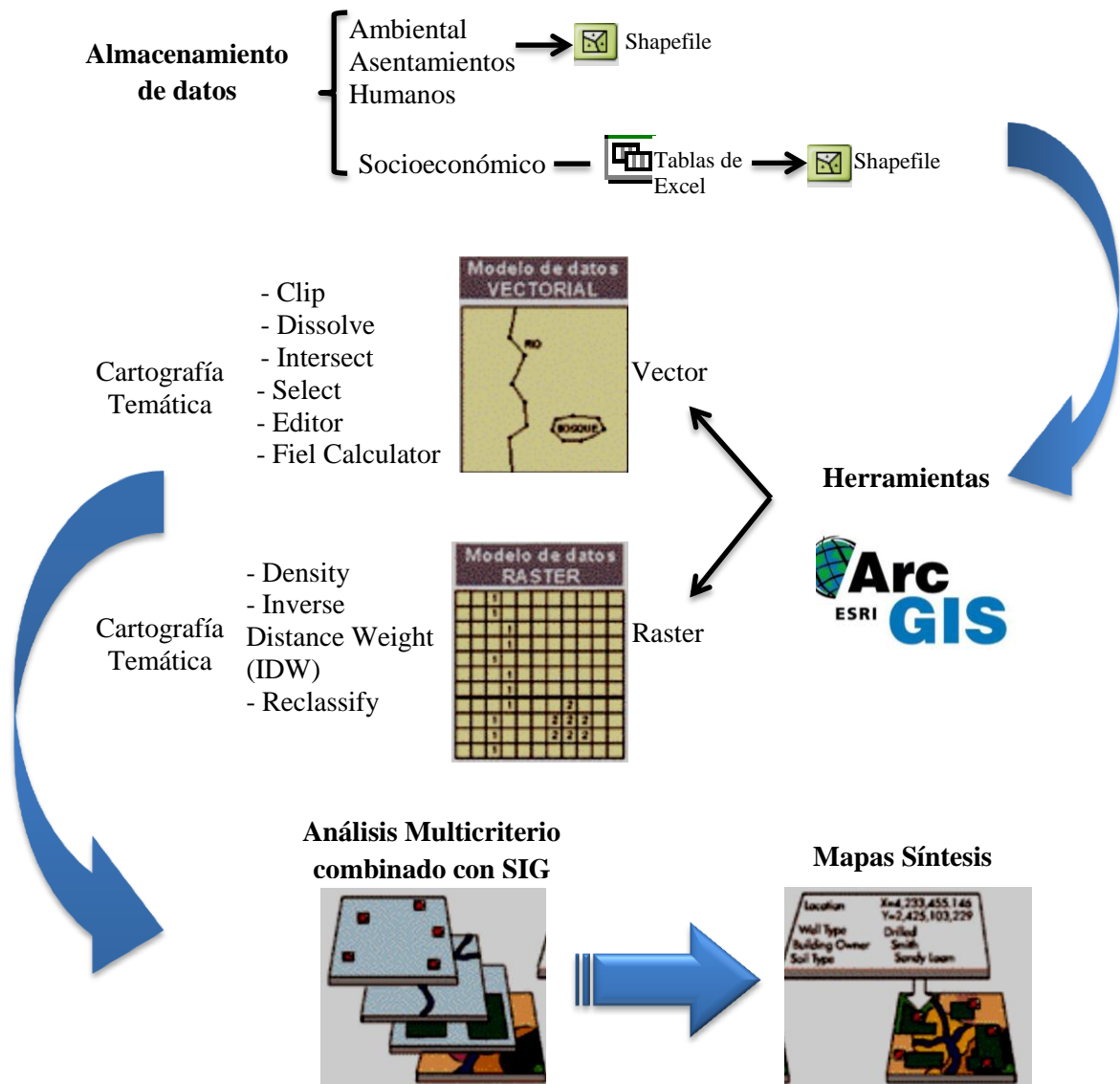
conjunto de procesos con el objetivo de responder consultas sobre entidades espaciales dentro de la base de datos.” (Proyecto PlanTel, 2005, pág. 14)

“La aplicación de los SIG en la evaluación de los riesgos naturales y antrópicos, y en la gestión y mitigación de las catástrofes es muy amplia. Siendo el riesgo el resultado de multiplicar el valor de la vulnerabilidad por el de la peligrosidad, los SIG son los que permiten desarrollar análisis estadísticos que ponderan el peso de cada factor, cuyos procesos serán explicados en la metodología correspondiente. Igualmente son capaces de generar en tiempo real escenarios de peligro a través de herramientas de análisis espacial y modelamiento sobre los cuales se puede observar y ensayar la posible solución. En este sector los SIG se aplican específicamente en: análisis de amenazas, modelos de vulnerabilidad, evaluación del riesgo, registro histórico-geográfico de desastres, evaluación de daños, registro de pérdidas y evaluación de la respuesta.” (Proyecto PlanTel, 2005, pág. 14)

En la presente disertación se realiza una combinación de análisis multicriterio con la herramienta SIG, lo que nos permite la interrelación de diversas variables dentro del territorio, puesto que los atributos contenidos dentro de cada una de las capas de un SIG pueden ser dentro de este, ponderados como un factor positivo o negativo para los objetivos deseados. (GALACHO & OCAÑA, 2004)

Para la obtención de los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo se utilizará el software ArcGis 10, a partir de información obtenida en formato shapefile (shp) y tablas de Excel, las cuales serán transformadas a coberturas shp. Mediante la utilización de las herramientas del software, tanto vector como raster, se obtiene la cartografía temática de las variables cartografiadas para finalmente, a través de la combinación del análisis multicriterio y las herramientas SIG, obtener los mapas síntesis de amenazas, vulnerabilidad y riesgos. En el Diagrama N° 2 se muestra la sistematización de la información mediante una plataforma SIG.

**Diagrama N° 2. Sistematización de la información mediante una plataforma SIG**



Elaborado por: Autores

### 2.3.1.1 Mapa de Riesgos multifenómenos

Según D'ERCOLE, R. y TRUJILLO, M., (2003), un mapa de riesgos multifenómenos se define como un mapa de síntesis que permite identificar los diferentes fenómenos capaces de afectar un territorio y localizar los espacios en los que podrían manifestarse de forma independiente o en conjunto.

“Conjunto de mapas interrelacionados que pueden ser de peligrosidad o riesgo. Forma parte necesaria del análisis de riesgos desde sus primeras fases ya que materializa la predicción espacial del peligro”. (AYALA, F. y OLCINA, J., 2002).



## 2.4 METODOLOGÍA

- **Fase 1**

La primera etapa corresponde a la recopilación de información secundaria de diferentes fuentes para la elaboración de cartografía base y temática. (Anexo 4 y 5)

- **Fase 2**

Para el desarrollo de ésta fase se utilizó el método de análisis multicriterio, el cual parte de confrontar criterios distintos y fácilmente en conflicto constituyendo un modelo de evaluación que afronta el problema entre la preferencia o selección de un conjunto de alternativas reales, en presencia de criterios diversos, delimitados entre sí. En la técnica multicriterio se combinan y valoran simultáneamente criterios, estos se componen de factores que fortalecen o debilitan los criterios a través del manejo de sus atributos (variables) dentro de determinadas reglas de decisión y valoración. (GALACHO & OCAÑA, 2004)

En esta fase se realizó una identificación de las amenazas (Tabla N° 3) y una evaluación de la vulnerabilidad del cantón.

**Tabla N° 3. Variables e Indicadores para el análisis de amenazas naturales**

Amenaza	Variable	Indicadores	Unidad
Sísmica	Sismicidad	Localización de sismos históricos	Intensidad
		Localización de sismos instrumentales	Magnitud
	Geología	Localización de fallas Geológicas	
Erosión	Clima	Precipitación mensual	mm/mes
		Precipitación anual	mm/año
	Geología	Litología	Tipo de roca
	Geomorfología	Inclinación de la pendiente	Grado de inclinación de la pendiente
		Longitud de la pendiente	m
Uso del suelo	Uso del suelo	Tipo de uso del suelo	
Movimientos en masa	Geología	Litología	Tipo de roca
	Suelos	Textura	Tamaño de partículas
	Geomorfología	Pendientes	% de la pendiente
		Relieve	Desnivel
	Uso del suelo	Uso del suelo	Tipo de uso del suelo
Clima	Precipitaciones	mm/año	

Elaborado por: Autores

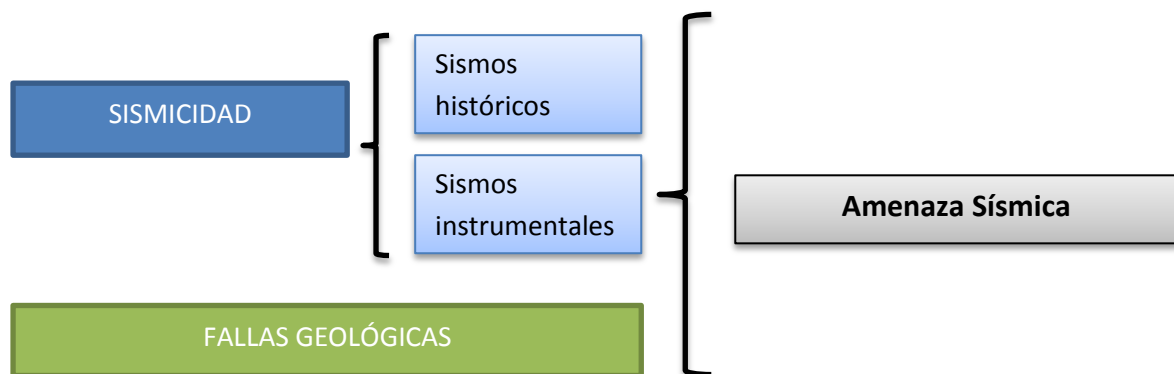
➤ **Identificación de Amenazas**

• **Amenaza Sísmica**

Como se muestra en el Diagrama N° 3, la metodología que se aplicó para la estimación de la amenaza sísmica se basa en un análisis multicriterio, mediante la ponderación de las variables magnitud sísmica, densidad de sismos y densidad de fallas para su posterior suma, de la siguiente manera:

$$\text{Amenaza Sísmica} = \text{Magnitud de sismos} + \text{Densidad de sismos} + \text{Densidad de fallas geológicas}$$

**Diagrama N° 3. Metodología aplicada para la identificación de amenazas sísmicas**



Fuente: Barros, C. y Saltos, E. (2010)

Elaborado por: Autores

*Magnitud de sismos*

Se basa en registros de sismos históricos y sismos instrumentales; los registros de sismos históricos se obtuvieron del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional desde el año 1541 a 1990, estos datos fueron tomados antes de la aparición de los instrumentos de medida (sismómetros) por lo que se registraba únicamente la intensidad de los sismos en la Escala Internacional de Mercalli según los efectos que dejaban en personas, propiedades o medio ambiente. La localización de estos sismos toma como referencia los centros poblados de importancia donde se sintió el evento más no el sitio exacto del epicentro.

Los sismos instrumentales son registrados por la Red Nacional de Sismógrafos y procesados en el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. Se presentan los

sismos de magnitud mayor o igual a 4 en la escala de Richter desde 1990 hasta el 2011. El Instituto Geofísico considera los sismos a partir de una magnitud igual o mayor a 4 puesto que los de menor magnitud sólo son detectados por los sismógrafos sin que signifiquen amenaza para la población y estos sismos podrían sumar decenas de miles por año. La localización de estos sismos se registra a través de las coordenadas geográficas del epicentro. (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional [IGEPN], 2012)

Todos los datos de sismos pueden ser homologados para el análisis según la Tabla N° 4 que se presenta a continuación.

**Tabla N° 4. Equivalencia de las escalas de Mercalli y Richter**

<b>Escala de Mercalli</b>	<b>Escala de Richter</b>
<b>I</b> Casi nadie lo ha sentido	<b>2,5</b> En general no sentido, pero registrado en los sismógrafos
<b>II</b> Muy pocas personas lo han sentido	
<b>III</b> Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.	<b>3,5</b> Sentido por mucha gente
<b>IV</b> Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.	
<b>V</b> Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando	
<b>VI</b> Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.	<b>4,5</b> Pueden producirse algunos daños locales pequeños
<b>VII.</b> Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.	
<b>VIII</b> Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente, las otras se derrumban.	<b>6,0</b> Terremoto destructivo
<b>IX</b> Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.	
<b>X</b> Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.	<b>7,0</b> Terremoto importante
<b>XI</b> Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo	<b>8,0 o más.</b> Grandes terremotos
<b>XII</b> Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo, los objetos se mueven y voltean.	

Fuente: MANRIQUE, G. (2006)

Elaborado por: Autores

Estos datos se ingresaron al software ArcGis10 para obtener una cobertura de puntos con la localización de los sismos históricos e instrumentales, con esta información se generó un mapa de epicentros sísmicos.

A partir de la cobertura de puntos de sismos se obtuvo un mapa de isosistas, para esto se utilizó la herramienta IDW, dentro de la extensión Spatial Analyst, la cual calcula los valores de superficie de cada celda mediante el valor y la distancia de los puntos cercanos, éstos valores interpolados son un promedio de los valores de un conjunto de puntos cercanos, de tal forma que la influencia de los puntos cercanos sea mayor que la de los puntos lejanos. (ArcGis 10)

La cobertura de isosistas se reclasificó en 3 categorías de amenaza: Baja, Moderada y Alta, considerando el daño que producen de acuerdo a la descripción de la escala de Richter (Tabla N° 4), teniendo que la categoría Baja corresponde a la menor magnitud de los sismos, mientras que la categoría Alta representa el mayor valor, como se muestra en la Tabla N° 5:

**Tabla N° 5. Ponderación de magnitudes sísmicas**

<b>Magnitud</b>	<b>Descripción</b>
< 4,5	Sentidos por mucha gente
4,5 - 4,7	Se producen daños locales pequeños y las estructuras mal construidas quedan muy dañadas
> 4,8	Los edificios quedan muy dañados y se producen desplazamientos de muchos cimientos

Elaborado por: Autores

#### *Densidad de sismos*

A partir de la cobertura de puntos de sismos se generó un mapa de densidad de sismos a través de la herramienta Kernel Density, dentro de la extensión Spatial Analyst, la cual calcula la densidad de las entidades en la vecindad de esas entidades. Puede calcularse para las entidades de punto y de línea (ArcGis 10) considerando el número de sismos registrados sobre kilómetro cuadrado.

Ésta densidad se divide en tres categorías de amenaza, Baja, Moderada y Alta, asignándoles las ponderaciones de 1, 2 y 3 respectivamente. La categoría Baja corresponde al menor número de sismos registrados sobre  $\text{km}^2$  y la Alta al mayor número de sismos registrados sobre  $\text{km}^2$ .

#### *Densidad de fallas geológicas*

Se partió de la cobertura de fallas geológicas generada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, con la cual se elaboró un mapa de densidad de fallas a través de la herramienta Kernel Density, cuyos valores están representados por la presencia de fallas geológicas sobre  $\text{km}^2$ . El resultado se reclasificó en tres categorías de amenaza, Baja, Moderada y Alta, asignándoles las ponderaciones de 1, 2 y 3 respectivamente, siendo la categoría Baja la que presenta el menor número de fallas por  $\text{km}^2$  y la categoría Alta corresponde al mayor número de fallas por  $\text{km}^2$ .

Finalmente, se sumó las ponderaciones asignadas a cada variable mediante la herramienta Intersect, lo que dio como resultado el mapa de Amenaza Sísmica, teniendo como valor mínimo 3 y máximo 9, a partir de los cuales se generó la clasificación que se muestra en la Tabla N° 6:

**Tabla N° 6. Rangos de Amenaza Sísmica**

<b>Amenaza</b>	<b>Rango</b>
Alta	> 7
Moderada	6 - 7
Baja	< 5

Elaborado por: Autores

- **Amenaza a Erosión**

Como se muestra en el Diagrama N° 4, para la identificación de las áreas susceptibles a erosión se utilizó el método de análisis multicriterio a partir de la ponderación de los factores propuestos por la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) por sus siglas en inglés. Los factores de USLE se obtienen independientemente a través de fórmulas que, debido a la dificultad que supone el acceso a la información para su cálculo, se utilizó

valores establecidos por diferentes autores en estudios previos, los cuales fueron ponderados de acuerdo a su mayor o menor valor de factor.

$$A = R + K + L + S + C + P$$

En donde:

**A:** Amenaza a erosión

**R:** Factor de erosividad de la lluvia

**K:** Factor de erosionabilidad del suelo

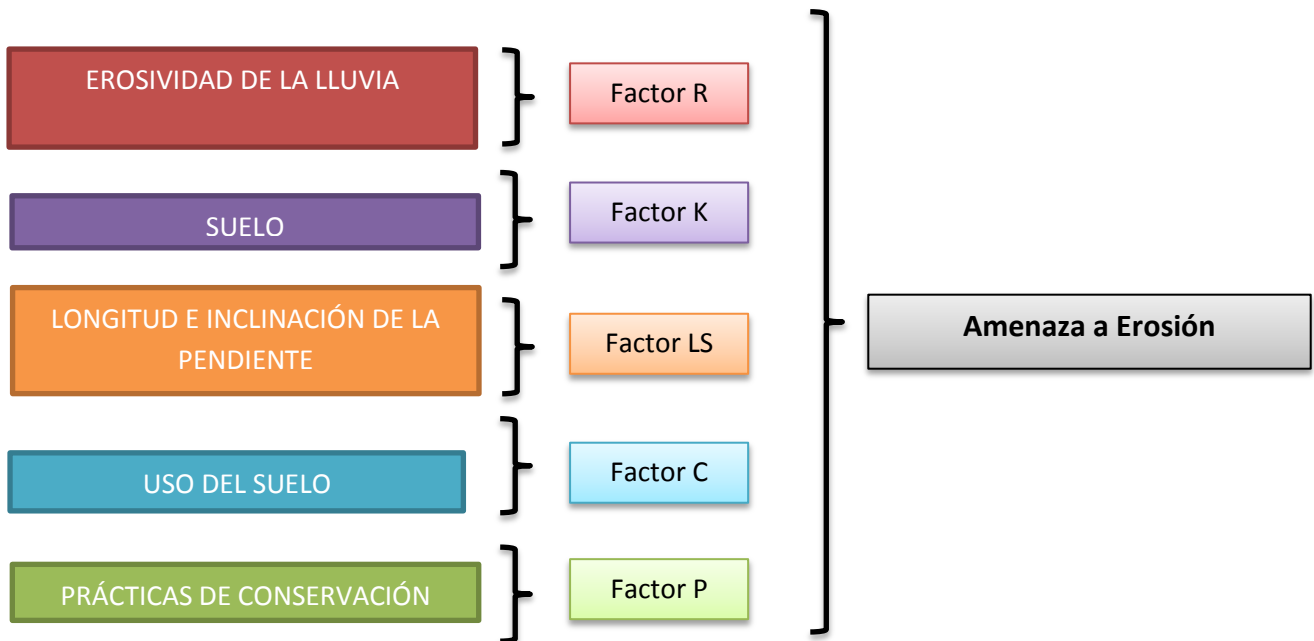
**L:** Factor de longitud de la pendiente

**S:** Factor de inclinación de la pendiente

**C:** Factor de cobertura vegetal

**P:** Factor de prácticas de cultivo

#### Diagrama N° 4. Metodología aplicada para la identificación de amenaza a erosión



Fuente: ÁLVAREZ, COBO, NAVARRETE, VALDERRAMA, & JIMÉNEZ, 2002 Elaborado por: Autores

A continuación se explica la metodología aplicada para la obtención de cada factor de la ecuación:

### *Erosividad de la lluvia (Factor R)*

La erosividad de la lluvia se obtuvo a partir de registros mensuales y anuales de precipitación. Su cálculo se realizó mediante el índice de Fournier modificado (*Fm*) (ÁLVAREZ, et al, 2002 pág. 3), según la expresión:

$$\mathbf{IFM} = \sum \frac{Pm^2}{Pa}$$

Dónde:

IFM Índice de Fournier Modificado en mm

*Pm* Precipitación mensual en mm

*Pa* Precipitación anual en mm.

El cálculo de este índice se realizó para cada año y luego se calculó el promedio; se requiere los registros mensuales y anuales de las precipitaciones en un período determinado de tiempo (VELASCO & CORTÉS), para el presente caso de 1980 al 2011, estos datos se obtuvieron de las series mensuales de datos meteorológicos de las estaciones: M305 Julio Andrade, M308 Tufiño, M102 El Ángel y M101 El Carmelo proporcionadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

**Tabla N° 7. Clasificación del Índice de Fournier Modificado**

<b>IFM</b>	<b>Clasificación</b>
0 - 60	Muy poco erosionable
60 - 90	Débilmente erosionable
90 - 120	Medianamente erosionable
120 - 160	Fuertemente erosionable
> 160	Muy fuertemente erosionable

Fuente: VELASCO, I. y CORTÉS, G.

Elaborado por: Autores

A través del software ArcGis 10 se genera una cobertura de puntos en la que se representa la ubicación de cada estación meteorológica, a esta cobertura se le añade el valor del factor R obtenido del cálculo de la fórmula antes mencionada para cada estación. Con dicha cobertura se procede a interpolar los valores de R de cada punto mediante la herramienta IDW.

### *Erosionabilidad del suelo (Factor K)*

Representa la susceptibilidad del suelo a ser erosionado, relacionando parámetros que determinan propiedades físicas del mismo, como son: textura, permeabilidad, materia orgánica y estructura (ÁLVAREZ, et al, 2002 pág. 5); sin embargo, para el presente caso de estudio se utilizará la variable de textura del suelo generada por la DINAREN.

A esta cobertura se asignó ponderaciones según el grado de erosionabilidad de acuerdo a los valores predeterminados para el factor K propuestos por STONE, R. y HILBORN, D. (2000) quienes calculan este valor considerando el porcentaje de materia orgánica, sin embargo al no poseer esta información del contenido de materia orgánica se utilizó los valores promedios, tomando en cuenta que las texturas arenosas y de granulometría gruesa tienen ponderaciones bajas puesto que son menos susceptibles a erosión por cuanto ayudan a la infiltración del suelo retardando el escurrimiento superficial, a las texturas arcillosas y de granulometría intermedia se les asignó valores moderados puesto que su infiltración no es buena pero la arcilla es beneficiosa para la cohesión de partículas, finalmente a las texturas limosas o de granulometría muy fina se les asignó valores altos de erosión ya que no facilitan a la infiltración del suelo ni a la cohesión de partículas (WISCHMEIER & SMITH, 1978), como se muestra en la Tabla N° 8:

**Tabla N° 8. Valores de K para la clase textural del suelo**

Clase textural del suelo	Contenido de materia orgánica		
	Promedio	Menor que 2%	Mayor que 2%
Arenoso	0,02	0,03	0,01
Arenoso franco	0,04	0,05	0,04
Franco arenoso grueso	0,07	-	0,07
Arenoso fino	0,08	0,09	0,06
Arenoso franco fino	0,11	0,15	0,09
Franco arenoso	0,13	0,14	0,12
Arcilloso grueso	0,17	0,19	0,15
Franco arenoso fino	0,18	0,22	0,17
Franco arcillo arenoso	0,20	-	0,20
Arcilloso	0,22	0,24	0,21
Arcillo limoso	0,26	0,27	0,26
Franco arcilloso	0,30	0,33	0,28
Franco	0,30	0,34	0,26
Franco arcillo limoso	0,32	0,35	0,30
Franco arenoso muy fino	0,35	0,41	0,33
Franco limoso	0,38	0,41	0,37
Arenoso franco muy fino	0,39	0,44	0,25
Arenoso muy fino	0,43	0,46	0,37

Fuente: STONE, R. y HILBORN, D. (2000).

Elaborado por: Autores



### *Longitud e inclinación de la pendiente (Factor LS)*

El factor LS considera la topografía del terreno combinando el efecto de la pendiente y la longitud de la misma, en este caso se tomó los valores propuestos por EDESOS, J. et al (1995) obtenidos en un estudio realizado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (Madrid) en el cual se elaboró una tabla (Tabla N° 9) que permite asignar directamente a una ladera el factor de LS. (EDESOS, MARAURI, & MERINO, 1995)

**Tabla N° 9. Valores del factor LS por grupos de pendientes**

<b>Grupos de pendientes en %</b>	<b>Factor LS</b>
0 - 12	1,5
12 - 25	5,6
25 - 40	8,7
40 -70	14,6
> 70	25,2

Fuente: EDESOS, J., et al,1995

Elaborado por: Autores

Para esto se obtuvo una cobertura de pendientes en porcentajes proporcionada por el Instituto Geográfico Militar (IGM) generada a partir de un modelo digital de elevación (DEM) con una resolución de 40 metros. A esta cobertura de pendientes se le asignaron los valores obtenidos en la tabla antes mencionada.

### *Cobertura vegetal y Uso del suelo (Factor C)*

El factor de cobertura vegetal indica el grado de cobertura y protección que presenta la vegetación. Para el presente caso se utilizó el mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal del Suelo, asignando ponderaciones para los diferentes usos. (ÁLVAREZ, et al, 2002 pág. 4)

La información que se utilizó para este factor corresponde a la cobertura de Uso Actual y Cobertura Vegetal del Suelo elaborada por Jatunsacha en el año 2008.

Para este factor se asignó una ponderación a cada categoría de cobertura vegetal de acuerdo a los valores de C propuestos por LIANES, MARCHAMALO y ROLDÁN (2009). (Tabla N° 10)

**Tabla N° 10. Valores de C para la cobertura vegetal**

<b>Cobertura</b>	<b>Factor C</b>
Cuerpos de agua	0
Humedal	0
Bosque primario	0,0001
Selva virgen	0,001
Potrero de carga normal	0,002
Potrero degradado	0,002
Árboles frutales	0,003
Arboricultura tropical	0,003
Bosque natural	0,003
Páramo	0,003
Bosque secundario	0,007
Pasto de corta	0,012
Vegetación natural baja	0,012
Potrero	0,013
Matorral denso	0,03
Bosque degradado	0,037
Pasto cultivado	0,04
Área Urbana	0,1
Pasto natural pastoreado	0,2
Cultivos permanentes asociados	0,3
Matorral Claro	0,3
Cultivos anuales	0,34
Suelo desnudo	0,35
Cultivos	0,4
Cultivos permanentes no densos	0,45
Cultivos de ciclo corto	0,8
Pastos naturales y cultivos de ciclo corto	0,8
Huertos de subsistencia	0,9

Fuente: LIANES, E., et al (2009)

Elaborado por: Autores

#### *Prácticas de conservación (Factor P)*

El factor de prácticas de cultivo refleja el efecto de las prácticas de conservación de suelos que modifican su topografía, como: terrazas o cultivos en curvas de nivel. Dado la falta de información precisa que determine obras de protección dentro del cantón, para el presente caso de estudio se consideró el valor de 0 para todo el territorio del mismo.

Tras haber ponderado cada factor propuesto por la ecuación de USLE, se procedió a aplicar el análisis multicriterio, el cual consiste en la suma de dichas ponderaciones por medio de los Sistemas de Información Geográfica teniendo como valor mínimo 4 y máximo 20; se obtuvo finalmente un mapa de amenaza a erosión que indica en qué medida se produce el fenómeno erosivo dentro del cantón con los rangos que se muestran en la Tabla N° 11:

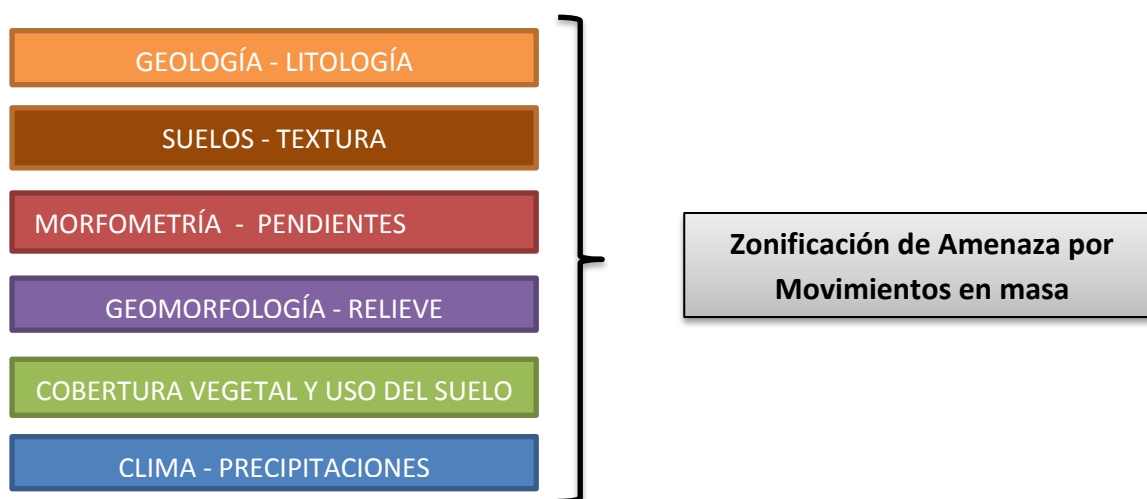
**Tabla N° 11. Rangos de Amenaza a Erosión del Suelo**

Amenaza	Rango
Muy Baja	4 - 6
Baja	7 - 9
Moderada	10 - 12
Alta	13 - 15
Muy Alta	> 16

Elaborado por: Autores

- **Amenaza a Movimientos en Masa**

**Diagrama N° 5. Metodología aplicada para la identificación de amenaza a movimientos en masa**



Fuente: MANRIQUE, ROSERO, & AGUILAR, 2011

Elaborado por: Autores

La metodología según Manrique, G. et al. (2011) pág. 75 (Diagrama N° 5) propone la combinación de factores de geología, suelos, geomorfología, morfometría de taludes, cobertura vegetal y clima los cuales influyen en la ocurrencia de movimientos en masa. Cada factor interviene de diferente manera en las condiciones que favorecen a la ocurrencia de movimientos en masa por lo cual a cada factor se asignó un peso máximo para el análisis, como se muestra en la Tabla N° 12:

**Tabla N° 12. Matriz de pesos máximos y mínimos para el análisis de movimientos en masa.**

Factor	Variable	Peso máximo para el análisis	Peso mínimo para el análisis
Geología	Litología	1	0,2
Suelos	Textura	2	0,6
Geomorfología	Relieve	1	0,2
Morfometría	Pendiente	2	0,5
Cobertura Vegetal	Tipo de vegetación y uso del suelo	2	0,5
Clima	Precipitación	2	0,5

Fuente: MANRIQUE, G. et al (2011). GEOPUCE

Elaborado por: Autores

La fórmula que se aplicó consiste en la sumatoria de los pesos de cada variable de acuerdo a las características que presente.

$$\text{Zonificación de Amenaza por Movimientos en masa} = \text{Peso de Geología} + \text{Peso de Suelos} + \text{Peso de Morfometría} + \text{Geomorfología} + \text{Peso de la Cobertura Vegetal} + \text{Peso de Clima}$$

La información con la que se cuenta para la amenaza a movimientos en masa se obtuvo de diferentes fuentes, para geología se trabajó con la cobertura generada por el IGM en el año 2002, para suelos se utilizó una cobertura de textura del suelo elaborada por la DINAREN en el año 2002, en lo que corresponde a morfometría se trabajó con la cobertura de pendientes utilizada previamente para el análisis del factor LS en la metodología de amenaza a erosión, así mismo, para el factor de cobertura vegetal se empleó la cobertura de Uso Actual y Cobertura Vegetal de Jatunsacha año 2008 utilizada también para la obtención del factor C para la amenaza a erosión. Por último, para el factor clima se utilizó la cobertura de isoyetas generada por el INAMHI en el año 2002.

Después de haber ponderado los factores de acuerdo a sus características se procedió a sobreponer las diferentes coberturas con la herramienta Intersect, del software ArcGis 10 para luego aplicar la fórmula propuesta mediante la herramienta Field Calculator, de esta manera se obtuvo valores que fueron reclasificados en cinco categorías de amenaza, como lo propone la metodología de Manrique, G. et al (2011) las cuales se detallan en la Tabla N° 13:

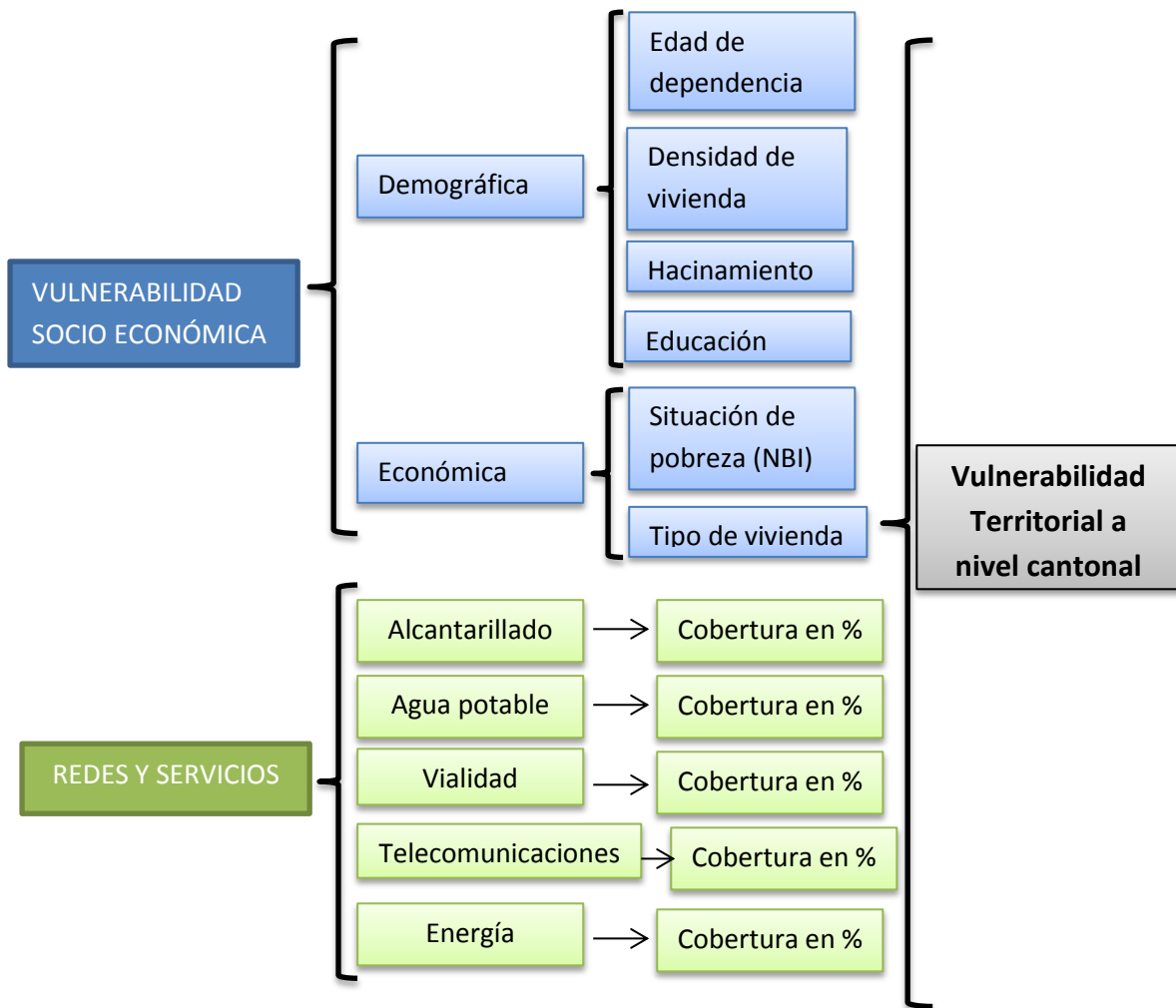
**Tabla N° 13. Clasificación de la zonificación de Amenaza por Movimientos en masa**

Susceptibilidad	Rangos
Muy Alta	> 7
Alta	5,8 - 7
Moderada	4,6 - 5,7
Baja	3,2 - 4,5
Muy Baja	< 3,2

Elaborado por: Autores

- **Identificación de vulnerabilidades**
  - *Vulnerabilidad Territorial*

**Diagrama N° 6. Metodología aplicada para la identificación de Vulnerabilidad Territorial**



Fuente: (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos [SNGR], 2011)

Elaborado por: Autores

Para el análisis de la Vulnerabilidad Territorial a nivel cantonal, como lo muestra el Diagrama N° 6, se aplicó la metodología que se propone en la “Propuesta Metodológica para el Análisis de Vulnerabilidades en función de Amenazas a nivel municipal” de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, en la cual se analizan los tipos de vulnerabilidades relacionadas con la capacidad de los gobiernos autónomos descentralizados para implementar los procesos de gestión de riesgos dentro de la toma de

decisiones. Las etapas que se consideraron para éste análisis están relacionadas con la vulnerabilidad socio económica y de redes y servicios. (SNGR, 2011 pág. 76 )

$$\mathbf{VCT = VSE + VRS}$$

**VCT**= Vulnerabilidad cantonal territorial

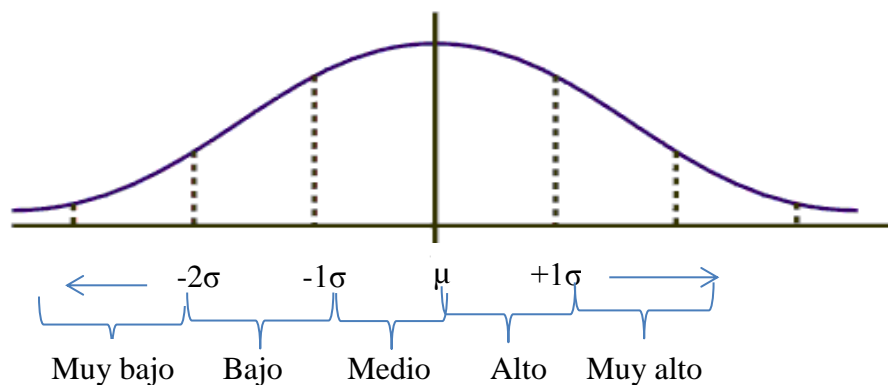
**VSE**= Vulnerabilidad socio económica

**VRS**= Vulnerabilidad de redes y servicios

Para los fines de esta disertación se han elegido las variables que describen la condición socioeconómica del cantón y que son susceptibles a ser medidas. Una vez definidas las variables se procedió a determinar el indicador en la que fueron cuantificadas, como por ejemplo, en porcentajes y número de personas. Para posteriormente determinar los umbrales-cifras basados en datos nacionales o internacionales que sirven como referente para los indicadores con el fin de situar a la población en diferentes grupos de vulnerabilidad, en el presente caso: desde Muy Baja a Muy Alta.

En esta metodología se propuso la aplicación de promedios nacionales o cantonales como punto de partida para que, por medio de cálculos como la desviación estándar, se obtuvieron umbrales que se ajusten a la realidad de cada territorio, como se muestra en el Gráfico N° 5.

**Gráfico N° 5. Cálculo de umbrales mediante desviación estándar**



Elaborado por: Autores

Donde:

$\mu$  Media aritmética de una población

$\sigma$  Desviación estándar

En la Tabla N° 14 se presenta las variables, los indicadores y los umbrales escogidos para describir el factor socioeconómico en el cual se asignará la ponderación del 1 al 5, siendo 5 Muy Alta y 1 Muy Baja.



**Tabla N°14. Variables, indicadores y umbrales del factor socioeconómico**

Tipo de Vulnerabilidad	Variable	Categorías	Indicador	Unidad Territorial	Niveles de vulnerabilidad				
Socioeconómico	Situación de pobreza	Pobreza por necesidades básicas insatisfechas	% de población en situación de pobreza por NBI	Parroquia Urbana y Rural	MUY ALTA: mayor o igual al límite superior de NBI	ALTA: Entre el promedio de todos los cantones del país y el límite superior de NBI (dado por el promedio de todos los cantones más una desviación estándar)	MEDIA: Entre el promedio de todos los cantones del país y el primer límite inferior de NBI (Dado por el promedio de todos los cantones menos una desviación estándar)	BAJA: Entre el primer límite inferior y el segundo límite inferior de NBI (Dado por el promedio de todos los cantones menos dos desviaciones estándar)	MUY BAJA: Menor o igual al segundo límite inferior de NBI
	Vivienda	Tipo de la vivienda	% población según tipo de vivienda	Parroquia Urbana y Rural	MUY ALTA: Mayor al 80% de las viviendas corresponden a mediaguas, covachas y chozas	ALTA: Entre el 60 y 80% de las viviendas corresponden a mediaguas, covachas y chozas	MEDIA: Entre el 40 y 60% de viviendas corresponden a mediaguas, covachas y chozas.	BAJA: Entre el 20 y 40% de viviendas corresponde a mediaguas, covachas y chozas.	MUY BAJA: Menor al 20 % corresponden a mediaguas, covachs y chozas.
Demográfico	Dependencia	Edad de dependencia	% de la población en edad de dependencia	Parroquia Urbana y Rural	MUY ALTA: mayor al 80% de la población en edad de dependencia (por encima de los 65 y por debajo de los 15 años)	ALTA: Entre el 60 y 80% de la población en edad de dependencia (por encima de los 65 y por debajo de los 15 años)	MEDIA: Entre el 40 y el 60% de la población en edad de dependencia (por encima de los 65 y por debajo de los 15 años)	BAJA: Entre el 20 y el 40% de la población en edad de dependencia (por encima de los 65 y por debajo de los 15 años)	MUY BAJA: menor al 20% de la población en edad de dependencia (por encima de los 65 y por debajo de los 15 años)
	Densidad	Densidad de viviendas	Número de viviendas por km²	Parroquia Urbana y Rural	Se divide en 5 categorías: MUY ALTA, ALTA, MEDIA, BAJA Y MUY BAJA, estas categorías serán evaluadas de acuerdo a un análisis independiente de las realidades de cada cantón, teniendo como base que a mayor número de viviendas por Km² mayor es la vulnerabilidad debido a la mayor exposición.				
	Hacinamiento	Hogares en hacinamiento	% de hogares con hacinamiento	Parroquia Urbana y Rural	MUY ALTA: mayor o igual al límite superior de hacinamiento	ALTA: Entre el promedio de todos los cantones del país y el límite superior de hacinamiento (dado por el promedio de todos los cantones más una desviación estándar)	MEDIA: Entre el promedio de todos los cantones del país y el primer límite inferior de hacinamiento (Dado por el promedio de todos los cantones menos una desviación estándar)	BAJA: Entre el primer límite inferior y el segundo límite inferior de hacinamiento (Dado por el promedio de todos los cantones menos dos desviaciones estándar)	MUY BAJA: Menor o igual al segundo límite inferior de hacinamiento
	Educación	Analfabetismo	% de población analfabeta	Parroquia Urbana y Rural	MUY ALTA: mayor o igual al límite superior de analfabetismo	ALTA: Entre el promedio de todos los cantones del país y el límite superior de analfabetismo (dado por el promedio de todos los cantones más una desviación estándar)	MEDIA: Entre el promedio de todos los cantones del país y el primer límite inferior de analfabetismo (Dado por el promedio de todos los cantones menos una desviación estándar)	BAJA: Menor al primer límite inferior y mayor al 3,9%	MUY BAJA: Menor o igual al 3,9%

Fuente: SNGR, (2011)

Elaborado por: Autores

En esta metodología el INEC y la SNGR sugieren, como se muestra en la Tabla N° 14, que en la variable de vivienda se tome a la mediana como referencia para la determinación de los umbrales, se consideró también como parte del análisis a las viviendas de tipo choza y covacha, puesto que sus características reflejan también una situación socioeconómica más baja ya que generalmente se ubican en áreas no aptas para asentamientos humanos. Así mismo, para la variable de educación, se tomó como límite inferior el valor de 3,9% determinado por la UNESCO para que un Estado solicite la declaración internacional de ausencia de analfabetismo. (SNGR, 2011, pág. 87)

En cuanto a las redes y servicios se ha seleccionado los factores de alcantarillado, agua potable, vialidad, energía y telecomunicaciones ya que representan elementos de los sistemas de servicio que otorgan salud, bienestar y desarrollo a la población, los cuales se han propuesto en la metodología de la SNGR (2011) como se muestra en la Tabla N° 15.

**Tabla N°15. Variables, indicadores y niveles de Vulnerabilidad Territorial para el factor de redes y servicios**

Factor de Vulnerabilidad	Variable de Vulnerabilidad	Unidad Territorial	Indicador	Ponderación	Vulnerabilidad funcional
Alcantarillado	Cobertura de servicio	Parroquia Urbana y Rural	> 81%	1	Muy Baja
			61 - 80%	2	Baja
			41 - 60%	3	Media
			21 - 40%	4	Alta
			< 20%	5	Muy Alta
Agua potable	Cobertura de servicio	Parroquia Urbana y Rural	> 81%	1	Muy Baja
			61 - 80%	2	Baja
			41 - 60%	3	Media
			21 - 40%	4	Alta
			< 20%	5	Muy Alta
Vialidad	Tipo de vía con mayor dificultad de acceso (Camino, sendero, chaquiñán, lastrada o de tierra)	Parroquia Urbana y Rural	> 81%	1	Muy Alta
			61 - 80%	2	Alta
			41 - 60%	3	Media
			21 - 40%	4	Baja
			< 20%	5	Muy Baja
Telecomunicaciones	Acceso a teléfono fijo Acceso a teléfono celular	Parroquia Urbana y Rural	> 81%	2	Muy Baja
			61 - 80%	4	Baja
			41 - 60%	6	Media
			21 - 40%	8	Alta
			< 20%	10	Muy Alta
Energía eléctrica	Cobertura de servicio	Parroquia Urbana y Rural	> 81%	1	Muy Baja
			61 - 80%	2	Baja
			41 - 60%	3	Media
			21 - 40%	4	Alta
			< 20%	5	Muy Alta

Fuente: SNGR, (2011).

Elaborado por: Autores

Para el análisis de estos factores se tomó como indicador para cuantificar las variables el porcentaje de cobertura del servicio, los cuales nos permiten establecer el impacto del servicio de abastecimiento o la dependencia que genera el mismo en la población, esta información es levantada por los municipios o mediante estadísticas del INEC. (SNGR, 2011, pág. 78)

En el caso del factor de vialidad se consideró como indicador el porcentaje de la variable de tipo de vía que corresponda a las categorías de camino, sendero, chaquiñán y lastrado o de tierra, ya que las mismas no se las considera dentro de los estándares de construcción en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP (2002).

Una vez obtenidos los valores de los factores socioeconómicos y de redes y servicios se procede, mediante la herramienta Intersect del software ArcGis 10, a sumar las ponderaciones de cada una de las variables antes descritas, obteniendo valores que son reclasificados en cinco categorías de vulnerabilidad como se describe en la Tabla N° 16, dando como resultado el mapa de vulnerabilidad territorial.

**Tabla N° 16. Rangos de Vulnerabilidad Territorial**

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Rango</b>
Muy Alta	> 48
Alta	40 - 48
Moderada	31 - 39
Baja	22- 30
Muy Baja	12 - 21

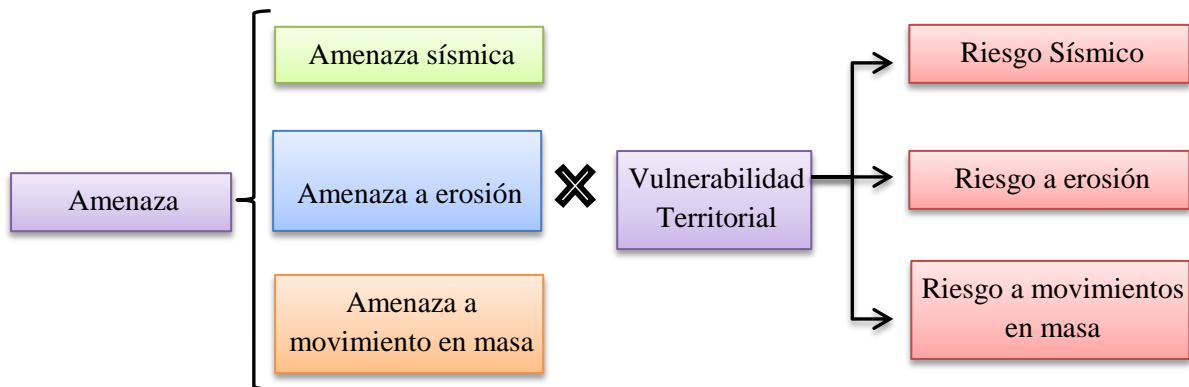
Elaborado por: Autores

- **Fase 3**

Una vez obtenidos los mapas de amenazas y el de vulnerabilidad territorial en la fase anterior se procedió a aplicar la fórmula de riesgo (Diagrama N° 7) mediante la herramienta Intersect del software ArcGis 10, a partir de la cual se obtuvieron los mapas de riesgo sísmico, riesgo a erosión y riesgo a movimientos en masa.

$$\mathbf{RIESGO = AMENAZA \times VULNERABILIDAD}$$

### Diagrama N° 7. Metodología para la generación de los mapas de riesgos



Fuente: MANRIQUE, G. et al (2011). GEOPUCE

Elaborado por: Autores

Para cada mapa de riesgos se reclasificaron los valores obtenidos en cinco categorías de nivel de riesgo, como se describe en las Tablas N° 17 y 18:

**Tabla N° 17. Rangos de Riesgo para Erosión y Movimientos en Masa**

Riesgo	Rango
Muy Alto	21 - 25
Alto	16 - 20
Moderado	11 - 15
Bajo	6 - 10
Muy Bajo	1 - 5

Elaborado por: Autores

**Tabla N° 18. Rangos de Riesgo Sísmico**

Riesgo	Rango
Alto	3 - 6
Moderado	7 - 10
Bajo	> 11

Elaborado por: Autores

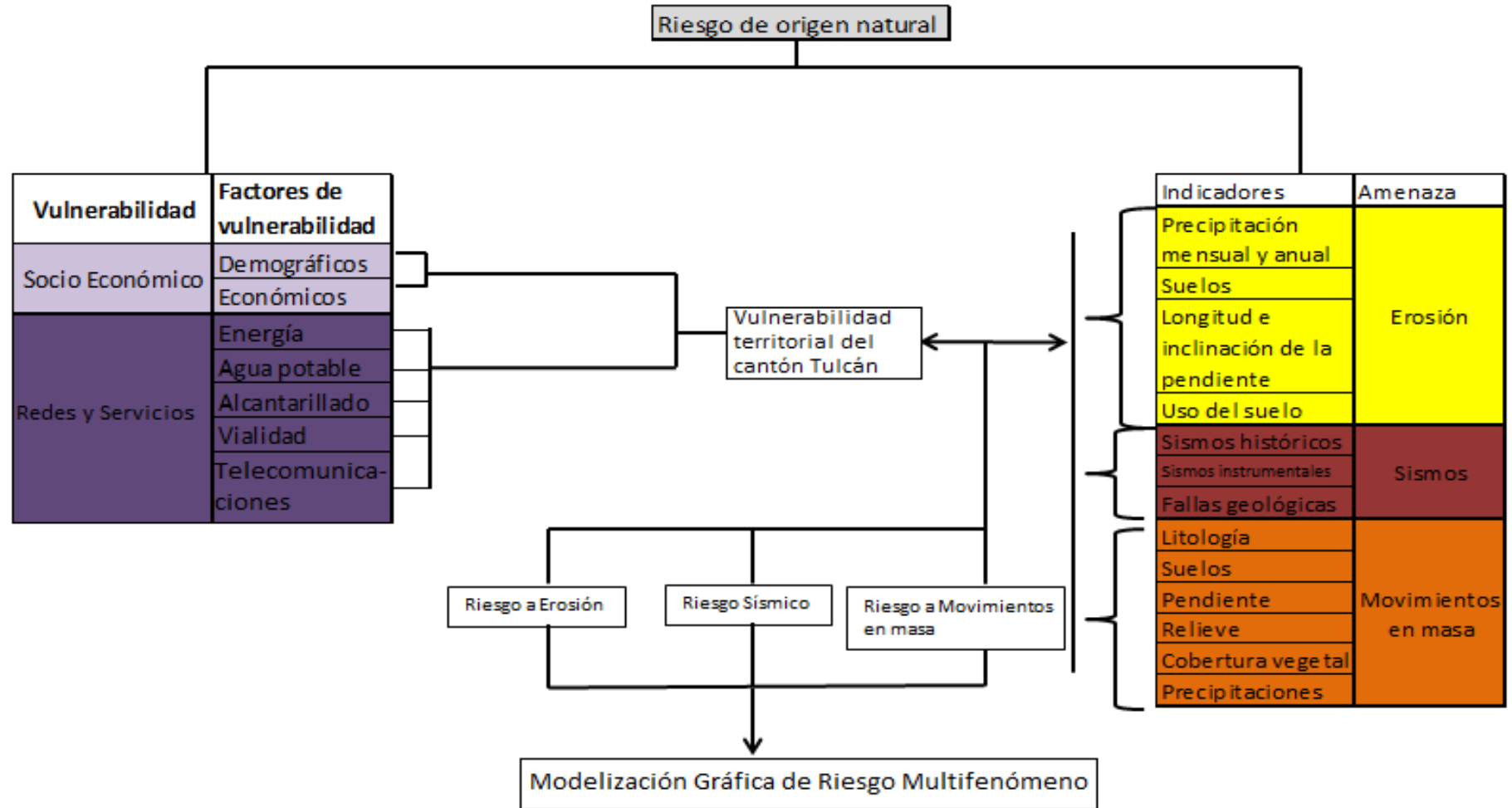
Después de identificados los riesgos en el cantón se procedió a identificar el porcentaje de exposición a riesgos Moderado, Alto y Muy Alto a movimientos en masa y sísmicos que presentan las vías, escuelas, centros de salud, puentes, depósitos de almacenamiento de agua, proyectos y subestaciones eléctricas.

Para este análisis se sobrepusieron las coberturas de la infraestructura mencionada anteriormente sobre los mapas de riesgo sísmico y movimientos en masa, para determinar la localización de estos dentro de áreas de riesgo Moderado, Alto y Muy Alto.

- **Fase 4**

En esta fase se generó un mapa de riesgos múltifenómeno, que consiste en el sobre posicionamiento de los mapas de riesgos naturales sísmicos, de erosión y movimientos en masa obtenidos en la fase anterior, utilizando el software ArcGis 10, dando como resultado un mapa que indica los riesgos Alto y Muy Alto a los que están expuestas las áreas del cantón (Diagrama N° 8). Cabe recalcar que en este proceso no se asigna ponderaciones a los riesgos ni se realiza sumatoria entre ellos puesto que no existe correlación, sólo se realiza un sobre posicionamiento de coberturas.

Diagrama N° 8. Metodología para la elaboración del mapa de riesgo multifenómeno



Fuente: SENPLADES, (2005)

- **Fase 5**

Ésta última fase de la disertación consiste en la revisión del alcance del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán, especialmente su contenido sobre la gestión de riesgos. Para este fin se utilizó la propuesta de SENPLADES en la “Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias”. Posteriormente se realizó una comparación de contenidos, para lo cual se elaboró una lista de control (Tabla N° 19), con el fin de verificar la constancia de cumplimiento de las directrices sugeridas.

**Tabla N° 19. Lista de control de contenidos de riesgos naturales**

Fase	Etapas	Contenido de riesgos	Subtítulos	Contiene	No contiene explícitamente	No Contiene
Diagnóstico	Diagnóstico Sistémico	Análisis de riesgos, amenazas y vulnerabilidades.	Ambiental			
			Económico			
			Sociocultural			
			Asentamientos Humanos			
	Diagnóstico Estratégico	Las condiciones de seguridad para el desarrollo sostenible en el territorio, relacionadas con riesgos presentes y futuros frente a eventos potencialmente dañinos.	Ambiental			
			Económico			
			Sociocultural			
			Asentamientos Humanos			
	Modelo Actual	Relaciones que guardan los distintos sistemas y componentes con el medio físico; buscar los niveles de afectación entre estos sistemas.				
	Escenario Tendencial	Consolidación o incremento de las amenazas socio ambientales y de los factores y niveles de riesgo entre otros.	Erosión			
			Movimientos en masa			
Sismos						
Análisis de los sistemas	Mapa, cuadro o figura	Ambiental				
		Económico				
		Sociocultural				
		Asentamientos Humanos				
Propuesta	Decisiones Estratégicas	Seguridad de los ciudadanos e infraestructura productiva frente a riesgos de desastres	Objetivos específicos			
	Modelo territorial deseado	Áreas de vulnerabilidad o expuestas a amenazas presentes o potenciales	Determinación de zonas y áreas			

Elaborado por: Autores

Luego de revisados los contenidos de riesgos dentro de la guía de SENPLADES y del PD y POT del cantón Tulcán se propusieron tres categorías de evaluación: Contiene, No Contiene Explícitamente y No Contiene.

*Contiene:* Ésta categoría determina los subtítulos de las fases del PD y POT que dedican expresamente uno de sus puntos a la temática de riesgos.

*No Contiene Explícitamente:* Se refiere a los subtítulos de las fases del PD y POT que no dedican expresamente uno de sus puntos a la temática de riesgos, pero que por la naturaleza de sus indicadores es factible realizar análisis de vulnerabilidad o susceptibilidad a riesgos naturales.

*No Contiene:* Ésta categoría no menciona la temática de riesgos dentro del contenido de los subtítulos de las fases del PD y POT.

Una vez elaborada la lista de control, se obtuvo un número determinado de ítems a evaluar, de los cuales se obtuvieron los porcentajes de *contiene*, *no contiene* y *no contiene explícitamente* del PD y POT del cantón con respecto a lo sugerido dentro de la Guía de SENPLADES en cuanto a riesgos naturales.

Como una segunda etapa dentro de ésta fase se analizó también la capacidad institucional del municipio para definir el estado en el que se encuentra este organismo para trabajar en la prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia ante un evento adverso. Para este análisis se utilizaron los parámetros propuestos en la “Propuesta Metodológica para el Análisis de Vulnerabilidades en función de Amenazas a nivel municipal” de la SNGR (2011), la cual plantea una evaluación de la vulnerabilidad institucional para todos los organismos públicos y privados que intervienen en la gestión de riesgos dentro del cantón, para el presente caso se consideró únicamente las variables que permitan valorar la capacidad del GAD Municipal en la gestión de riesgos como se observa en la Tabla N° 20.



**Tabla N° 20. Variable, indicador y criterios de vulnerabilidad para la determinación de Vulnerabilidad Institucional**

Tipo de vulnerabilidad	Variable	Indicador	Criterio e interpretación del indicador	Criterio de vulnerabilidad
Institucional	Estructura orgánico funcional del municipio	Incorporación de los parámetros mínimos establecidos por la SNGR, para abordar la gestión del riesgo a nivel cantonal	Gobierno municipal no cumple con los parámetros organizacionales establecidos por la SNGR	Alta
			Cumple con todas la regulaciones establecidas por la SNGR	Media
			Posee estructura orgánico funcional aprobado y en operación.	Baja

Fuente: SNGR (2011)

Elaborado por: Autores

Luego de revisados los parámetros propuestos por la SNGR para la gestión de riesgo a nivel municipal se elaboró una lista de control donde se constata el cumplimiento de dichos parámetros por parte del GAD Municipal de Tulcán. (Tabla N° 21)

**Tabla N° 21. Lista de control de los requerimientos para la creación de una UGR**

Requerimientos para la creación de una UGR	Tiene	Tiene parcialmente	No tiene
Existe una unidad de gestión de riesgo o un departamento especializado en el tema?			
Tiene una sala de situación o algún equipamiento dedicado a la gestión de riesgos?			
Cuenta con los miembros necesarios para la conformación del plenario del comité cantonal de gestión de riesgos?			
Existen entidades suficientes para la conformación de las mesas técnicas de trabajo?			
Existe el personal adecuado para dirigir una sala de situación?			
Existe el personal adecuado para manejar la subunidad de construcción social?			
Existe el personal adecuado para manejar la gestión técnica del riesgo?			
Exite el personal o instituciones adecuadas para la respuesta ante un evento?			

Elaborado por: Autores

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS DE AMENAZAS NATURALES EN EL CANTÓN TULCÁN

#### 3.1 AMENAZA SÍSMICA

El territorio ecuatoriano está prácticamente surcado en su totalidad por sistemas o conjuntos de fallas geológicas en las que podemos encontrar el sistema principal dextral de fallas que va desde la zona nororiental del país hasta el golfo de Guayaquil atravesando el territorio del cantón Tulcán. ( IGEPN, 2012)

Es importante realizar un análisis de esta amenaza por cuanto el territorio está expuesto a este fenómeno por la presencia del sistema de fallas antes mencionado, que según el Instituto Geofísico ha originado la mayoría de los grandes terremotos que han azotado al país, principalmente a la región interandina.

#### 3.1.1 Evaluación de la Amenaza Sísmica

Para la determinación de la Amenaza Sísmica mediante una evaluación multicriterio se combinó la magnitud de los sismos, la densidad de sismos y la densidad de fallas geológicas, cuyos resultados para el cantón Tulcán se detallan a continuación.

#### **Magnitud de sismos**

En el cantón Tulcán se han registrado sismos de diversas magnitudes (Tabla N° 22), siendo la más alta la magnitud de 6 grados en escala de Richter, este sismo ocurrió en la ciudad de Ipiales – Colombia en el año de 1906 y se lo ha considerado como un dato relevante por su cercanía a la ciudad de Tulcán y por su magnitud. (Mapa N° 2)

Las magnitudes que se han presentado con mayor frecuencia corresponden a las de 4 grados en la escala de Richter, principalmente en la parroquia de Maldonado con 7 eventos registrados y sismos de 4,5 grados con 5 eventos en las cercanías de las parroquias de Urbina, Santa Martha de Cuba y la cabecera cantonal, los cuales pueden producir daños locales pequeños. (Mapa N° 3)

**Tabla N° 22. Ponderación de la magnitud de los sismos del cantón Tulcán**

Lugar	Año	Magnitud	Rango de Magnitud	Descripción	Ponderación	Amenaza
Carchi	1997	4	< 4,5	Sentidos por mucha gente	1	Baja
Carchi	1992	4				
Colombia	1992	4				
Carchi	1998	4				
Carchi	2001	4				
Carchi	2005	4				
Carchi	2004	4				
Colombia	1997	4,1				
Carchi	2004	4,1				
Colombia	1997	4,2				
Colombia	1992	4,2				
Esmeraldas	2001	4,2				
Esmeraldas	2001	4,2				
Colombia	1997	4,3				
Carchi	1998	4,3				
Carchi	1998	4,4				
Colombia	2001	4,4				
Colombia	1998	4,4				
Colombia	1995	4,4				
Colombia	1997	4,5	4,5 - 4,7	Se producen daños locales pequeños y las estructuras mal construidas quedan muy dañadas	2	Moderada
IpiALES	1868	4,5				
Tulcán	1963	4,5				
El Ángel	1958	4,5				
Huaca	1955	4,5				
Esmeraldas	2001	4,6				
Colombia	1992	4,8	4,8 - 6	Los edificios quedan muy dañados y se producen desplazamientos de muchos cimientos	3	Alta
Carchi	1990	4,8				
IpiALES	1906	6				

Elaborado por: Autores

### Densidad de sismos

La mayor concentración de sismos se encuentra en la parroquia de Maldonado y en IpiALES – Colombia en las cercanías de la cabecera cantonal, mientras que la mayor parte del cantón no presenta una alta densidad de sismos. (Mapa N° 4)

### Densidad de fallas geológicas

La presencia y concentración de fallas geológicas dentro del cantón están relacionadas con la sismicidad según el IGEPN, (2005); por lo que es importante identificar las áreas donde se agrupan la mayor cantidad de dichas fallas puesto que se vuelven susceptibles a la ocurrencia de sismos. En el cantón Tulcán se ha identificado a las parroquias de Julio Andrade, Santa Martha de Cuba, Pioter, Urbina y la cabecera parroquial como las de mayor presencia de fallas geológicas en el lado oriental del cantón, mientras que las

parroquias de Tufiño, Maldonado y una parte de El Chical en la parte centro occidental del cantón. (Mapa N° 5)

Con lo mencionado anteriormente se ha elaborado un mapa de Amenaza Sísmica (Mapa N° 6) con los sectores de menor y mayor amenaza, donde se encuentran las siguientes categorías:

### **Amenaza Alta**

Las áreas dentro de esta categoría se caracterizan principalmente por registrar sismos de magnitudes considerables, presentar una alta densidad de sismos, así como también una alta presencia de fallas geológicas. Dentro del cantón estos sitios se localizan en la cabecera parroquial de Urbina y en la parte central de la cabecera cantonal abarcando poblados como Los Cauces, La Florida, Santa Rosa de Teques, Las Tejeiras y La Rinconada. También se encuentran las cabeceras parroquiales de Julio Andrade y Santa Martha de Cuba, en los poblados de Río Plata y Altamira de la parroquia Maldonado y en poblaciones como Río Verde, El Diviso y Untal pertenecientes a la parroquia de El Chical.

### **Amenaza Moderada**

Esta categoría abarca las parroquias de Maldonado, Tufiño, Pioter, Santa Martha de Cuba, El Carmelo y las áreas rurales de Julio Andrade y la cabecera cantonal. También destacan algunos poblados de la parroquia de El Chical como El Derrumbe, Jarpuén y Río Pablo.

Esta categoría tiene como característica sismos de magnitud moderada, con densidad de sismos registrados y presencia de fallas también en rangos intermedios.

### **Amenaza Baja**

Esta clase de amenaza se presenta principalmente en la parroquia de Tobar Donoso y en una gran extensión de la parroquia El Chical, abarcando poblados como La Guaña, Guaré, San Marcos, El Obando, Quinyul, La Esperanza, El Ojal, Gualpi y Peñas Blancas.

Estas áreas se caracterizan por una carencia de fallas geológicas, así mismo la densidad de sismos registrado es mínima con un sólo evento de magnitud de 4° en la escala de Richter, lo que convierte a esta área en una sitio sin amenaza significativa a la ocurrencia de sismos de gran magnitud.

### 3.2 AMENAZA A EROSIÓN

El proceso de erosión en el Ecuador se ha producido en buena parte por una agricultura agresiva, lo que deriva en la expansión de la frontera agrícola, con objetivo de aumentar la producción sin tomar en cuenta prácticas agrícolas adecuadas, tecnología y consideraciones ecosistémicas, lo cual ha derivado en una alta incidencia de erosión respecto al total del territorio nacional. (JIMÉNEZ, 2011)

#### 3.2.1 Evaluación de la Amenaza a Erosión

Para la determinación de la amenaza se aplicó una evaluación multicriterio a partir de las variables propuestas por la fórmula de USLE, en la cual se combinan diferentes factores, los resultados obtenidos para el cantón Tulcán se detallan a continuación.

#### **Erosividad de la lluvia (Factor R)**

El factor de erosividad de lluvia se constituye como un factor importante para la erosión de suelos, ya que indica la agresividad climática que presenta, por medio de un índice de concentración de precipitaciones, como un indicador de la capacidad erosiva de la lluvia, y de su distribución mensual; de esta manera, si se obtiene un mayor valor del factor se considera una mayor agresividad climática. (JORDÁN & BELLINFANTE, 2000)

Para obtener este factor se utilizaron los datos meteorológicos de 4 estaciones, El Ángel, El Carmelo, Tufiño y Julio Andrade (Anexo 6) con los datos de precipitaciones mensuales de los últimos 30 años. En la Tabla N° 23 se muestran los valores de R calculados para cada estación mediante la fórmula del Índice de Fournier Modificado:

**Tabla N° 23. Estaciones meteorológicas del cantón Tulcán - Factor R**

Estación	Nombre	Periodo	Coordenadas X	Coordenadas Y	Factor R
M305	Julio Andrade	1980 - 2011	72572	196835	134,08
M308	Tufiño	1980 - 2011	88627	182208	148,27
M101	El Carmelo	1980 - 2011	75700	209306	121,65
M102	El Ángel	1980 - 2011	69327	172293	109,44

Fuente: INAMHI Series mensuales de datos meteorológicos 1980 - 2011

Elaborado por: Autores

Con los datos del factor R de las estaciones meteorológicas, mediante el software ArcGis 10, se obtuvieron los rangos de erosividad de la lluvia para todo el cantón como se muestra en la Tabla N° 24:

**Tabla N° 24. Ponderación de la erosividad de la lluvia del cantón Tulcán**

Rangos de factor R	Erosividad de la lluvia	Ponderación
109,48 - 117,23	Medianamente erosionable	3
117,24 - 124,98		
124,99 - 132,73	Fuertemente erosionable	4
132,74 - 140,49		
140,5 - 148,24		

Elaborado por: Autores

En el cantón Tulcán la mayor agresividad climática se presenta en la cabecera cantonal, la cabecera parroquial de Julio Andrade, Santa Martha de Cuba y gran parte del territorio de la parroquia de Tufiño, con rangos de factor R que van desde 132,5 hasta 148,27. Así mismo, los valores más bajos se observan en una pequeña extensión de la parroquia Tufiño, en el límite sur, y en la parroquia de El Carmelo, con valores que van desde 109,44 a 124,98. Las parroquias restantes, que comprenden la mayor parte del territorio del cantón, presentan una agresividad climática entre 124,99 a 132,73 que corresponden a un factor R de fuertemente erosionable. (Mapa N° 7)

### **Erosionabilidad del suelo (Factor K)**

La erosionabilidad del suelo se representa mediante su textura ya que condiciona la infiltración en el terreno siendo en suelos arenosos bastante superior a la que se tiene en suelos arcillosos, retardándose por tanto el punto de saturación, y con ello la aparición de escurrimiento superficial. Se considera que los suelos más erosionables corresponden

a texturas intermedias con menos del 35% de arcilla ya que la arcilla favorece la cohesión de partículas y la arena mejora las condiciones de infiltración. (WISCHMEIER & SMITH, 1978)

En la Tabla N° 25 se muestran los valores del factor K para las clases texturales presentes en el cantón Tulcán.

**Tabla N° 25. Ponderación de las clases texturales del suelo del cantón Tulcán**

Textura	Granulometría	Factor K	Clasificación	Ponderación
Franco arenoso.	Moderadamente gruesa	0.13	Débilmente erosionable	2
Franco arcilloso (> 35% de arcilla), arcilloso, arcillo arenoso, arcillo limoso.	Fina	0.30	Fuertemente erosionable	4
Franco, limoso, franco arcilloso (< 35% de arcilla), franco arcillo limoso.	Media	0.38		

Fuente: STONE, R. y HILBORN, D. , 2000

Elaborado por: Autores

\* Nota: En caso de asociación de texturas se asume el valor más alto de K para la unidad.

La mayor parte del cantón Tulcán muestra una clasificación de débilmente erosionable puesto que está cubierto por suelos con granulometría moderadamente gruesa que corresponde a texturas franco arenosas, abarcando una superficie de 1636,86 km<sup>2</sup> que comprende el 90% del territorio del cantón con un valor en el factor K de 0,13. Por otra parte pequeñas áreas del cantón presentan una categoría de fuertemente erosionable ya que sus suelos poseen una granulometría de tipo fina y media con valores de 0,30 y 0,38 respectivamente, representando un área no mayor a 178,74 km<sup>2</sup>. (Mapa N°8)

### **Longitud e inclinación de la pendiente (Factor LS)**

El factor LS es de gran importancia puesto que la pérdida de suelo incrementa rápidamente con pendientes muy escarpadas y alargadas.

En la Tabla N° 26 se muestran las pendientes existentes en el cantón con su respectivo valor para el factor L (longitud) S (pendiente):

**Tabla N° 26. Ponderación de la longitud e inclinación de la pendiente del cantón Tulcán**

<b>Grupos de pendientes en %</b>	<b>Factor LS</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Ponderación</b>
0 - 12	1,5	Muy poco erosionable	1
12 - 25	5,6	Débilmente erosionable	2
25 - 40	8,7	Medianamente erosionable	3
40 - 70	14,6	Fuertemente erosionable	4
> 70	25,2	Muy fuertemente erosionable	5

Fuente: EDESOS, J., et al,1995

Elaborado por: Autores

Las categorías de pendientes que representan una mayor amenaza para el cantón corresponden a las de >70% que abarca 139,04 km<sup>2</sup> constituyendo el 7,6% del cantón, corresponde principalmente a las parroquias de Maldonado y El Chical; mientras que las de 40% - 70% comprenden 363,6 km<sup>2</sup> que significan el 20% del territorio.

Se observa en el cantón Tulcán que la categoría de pendiente con mayor presencia corresponde al rango de 25% al 40%, abarcando 498,41 Km<sup>2</sup>, lo cual representa el 27,4% del territorio con un valor para el factor LS de 8,7. Este tipo de pendiente ubica al cantón dentro de una categoría medianamente erosionable.

Por otro lado, las categorías con menor amenaza corresponden a los tipos de pendiente de 0% - 12% ubicados especialmente en la parroquia de Tobar Donoso y en las parroquias orientales del cantón abarcando un área de 476,32 Km<sup>2</sup> lo cual compone el 26,2% del cantón.(Mapa N° 9)

### **Cobertura vegetal y uso del suelo (Factor C)**

El factor de cobertura vegetal y uso del suelo tiene un efecto en la protección del suelo, y este puede ser modificado por el ser humano. La vegetación con mayor densidad de follaje amortigua más eficientemente el golpe de la lluvia y disminuye la erosión. En la vegetación herbácea y pastos la densidad y volumen del follaje actúan como un colchón protector contra los efectos erosivos del agua de escorrentía. En lo referente a control de erosión se ha encontrado que donde existe árboles altos la erosión es menor que en el caso de arbustos, además, las hierbas o maleza protegen generalmente mejor contra la



erosión que los pastos. Los terrenos cultivados por su parte, se consideran como muy erosionables, puesto que absorben los nutrientes y minerales del suelo que si no son repuestos con fertilizantes y materia orgánica su fertilidad disminuye hasta agotarse, se reduce la densidad de las raíces que ayudan a sujetar el suelo, además de acortar la vegetación que lo cubre restringiendo la capacidad de atenuar el impacto de la lluvia. (SUÁREZ, 1998)

En la Tabla N° 27 se muestran los valores del factor C propuestos por LIANES, E. et al (2009) para la cobertura vegetal y uso del suelo.

**Tabla N° 27. Ponderación de la cobertura vegetal y uso del suelo del cantón Tulcán**

<b>Cobertura</b>	<b>Factor C</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Ponderación</b>
Cuerpos de agua	0	No aplicable	0
Humedal	0		
Arboricultura tropical	0,003	Muy poco erosionable	1
Bosque natural	0,003		
Páramo	0,003		
Bosque secundario	0,007		
Vegetación natural baja	0,012	Débilmente erosionable	2
Matorral denso	0,03		
Bosque degradado	0,037		
Pasto cultivado	0,04		
Área Urbana	0,1	Moderadamente erosionable	3
Pasto natural pastoreado	0,2		
Suelo desnudo	0,35	Fuertemente erosionable	4
Cultivos de ciclo corto	0,8	Muy fuertemente erosionable	5
Pastos naturales y cultivos	0,8		

Fuente: LIANES, E., et al (2009)

Elaborado por: Autores

En el cantón Tulcán se tiene el 34,15% del territorio cubierto por bosques (natural y secundario) y páramos (Fotografías N° 1 y 2), los primeros principalmente ubicados en las parroquias de Maldonado, El Chical y Tobar Donoso y los segundos en la parroquia de Tufiño; este tipo de cobertura brinda una protección adecuada al suelo contra la erosión, por consecuencia presentan valores bajos de factor C. En cambio, los valores más altos para el factor C corresponden a los cultivos de ciclo corto, pastos naturales y cultivos de ciclo corto y pasto natural pastoreado por cuanto tienen poca cobertura en contacto con el suelo lo cual hace a estas zonas susceptibles a procesos erosivos; cubren

una superficie correspondiente al 16,34% del territorio localizados especialmente en la cabecera cantonal y en las parroquias de Urbina, El Carmelo, Julio Andrade, Pioter y Santa Martha de Cuba. (Mapa N° 10)

**Fotografía N° 1. Cobertura vegetal de la reserva Awá - Parroquia Tobar Donoso**



Tomada por: Luis Pabón (2011)

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales 2011 – 2031

**Fotografía N° 2. Vista del páramo de frailejones - Parroquia Tufiño**



Tomada por: Natalia Robayo (2007)

Una vez ponderados los factores descritos anteriormente y mediante el análisis multicriterio, se obtuvo el mapa de Amenaza a erosión (Mapa N° 11) con las categorías que se describen a continuación:

### **Amenaza Muy Alta**

Esta categoría se presenta con la mayor amenaza a procesos erosivos abarcando un territorio de 20,61 km<sup>2</sup> que equivale al 1,13% lo cual no representa un área significativa. Se presenta en las cabeceras parroquiales de El Chical y Maldonado y en las parroquias orientales de Julio Andrade, El Carmelo y en el área rural de la cabecera cantonal donde se concentran las actividades productivas.

Estas áreas se caracterizan generalmente por suelos con textura media y fina, pendientes escarpadas a montañosas, con una agresividad climática fuerte y con actividades agropecuarias con cultivos de ciclo corto.

### **Amenaza Alta**

Las áreas identificadas con Amenaza Alta corresponden a 277,69 km<sup>2</sup> que representan el 15,27% del territorio cantonal. Ésta categoría se concentra principalmente en las parroquias orientales del cantón, como son Urbina, Julio Andrade, Pioter, Santa Martha de Cuba, El Carmelo y ciertas áreas de Maldonado y El Chical.

Ésta categoría presenta un relieve que va de colinado a escarpado, con suelos de textura moderadamente gruesa, una agresividad climática moderada y un uso del suelo dedicado principalmente a pastos naturales y cultivos de ciclo corto.

### **Amenaza Moderada**

En el cantón Tulcán esta categoría cubre una superficie de 1066,39 km<sup>2</sup> que equivale al 58,65% del territorio. Abarcando la mayor parte de las parroquias del cantón a excepción de Julio Andrade y ciertas áreas de Tufiño y Tobar Donoso.

Este rango de amenaza no se define por una característica en general, sino más bien por una combinación variable de los diferentes factores, presentando por ejemplo en algunas áreas, pendientes escarpadas con agresividad climática no muy fuerte que contrasta con

áreas de pendientes suaves pero con una elevada agresividad climática. De igual manera, las clases texturales van desde fina a moderadamente gruesa, mientras que la cobertura vegetal presenta desde pastos naturales y cultivos de ciclo corto hasta bosques degradados y matorrales, lo cual demuestra que para ésta categoría, si bien un factor puede afectar de forma agresiva al suelo, otro puede disminuir los efectos del anterior.

### **Amenaza Baja**

Las áreas dentro de esta categoría representan el 24,94% del territorio cantonal, con una extensión de 453,46 km<sup>2</sup> concentradas en las parroquias de Tobar Donoso y Tufiño.

Ésta categoría presenta características variables al igual que la anterior, sin embargo, el factor que diferencia radica en la presencia de una cobertura vegetal favorable a la protección del suelo, como por ejemplo, bosque degradado, bosque natural, vegetación natural baja y pastos.

## **3.3 AMENAZA A MOVIMIENTOS EN MASA**

Los movimientos en masa son uno de los procesos más destructivos que afectan a los seres humanos, los daños a la infraestructura pueden ocasionar pérdidas humanas, económicas y problemas sociales graves, llegando en algunos casos a desastres de consecuencias lamentables. (MANRIQUE, ROSERO, & AGUILAR, 2011)

En el Ecuador las regiones con mayor susceptibilidad a deslizamientos corresponden a la región interandina puesto que sus características geográficas como pendientes, precipitaciones y actividades agrícolas, favorecen a la ocurrencia de estos fenómenos; por su parte en la región costa las provincias con una mayor afectación corresponden a Esmeraldas, Manabí y Guayas por la agresividad climática dada en su mayoría por el Fenómeno del Niño. Por otro lado, la región amazónica no presenta una susceptibilidad mayor puesto que tiene una superficie plana y una cobertura vegetal extensa. (D'ERCOLE & TRUJILLO, 2003)

### **3.3.1 Evaluación de la Amenaza a Movimientos en Masa**

De acuerdo a la metodología propuesta se detallan a continuación las variables utilizadas para la determinación de la amenaza a movimientos en masa:

### Factor geología (Litología)

Cada formación geológica posee una susceptibilidad específica a los movimientos en masa, todos los tipos de suelos y rocas juegan un papel en el comportamiento dinámico de las laderas. Su composición mineralógica, su capacidad de retención de humedad, espesor y grado de meteorización influyen en la estabilidad o inestabilidad de la ladera. (MORA & VAHRSON, 1991)

Los pesos que se asignaron a cada clase litológica se detallan en la Tabla N° 28:

**Tabla N° 28. Ponderación de las clases litológicas del cantón Tulcán**

Litología	Ponderación	Descripción
Andesita brechas volcánicas	0,2	Muy Bajo
Dacitas andesitas		
Lavas basálticas, Tobas, Brechas.		
Lavas andesíticas tobas volcanoclastos		
Tobas brechas volcánicas		
Brechas volcánicas andesitas		
Flujos de lava y piroclastos andesíticos a riolíticos		
Piroclastos lahares flujos de lavas	0,4	Bajo
Abanico volcánico lahares		
Areniscas tobaceas		
Lavas andesíticas a riolíticas piroclastos	0,7	Moderado
Granodiorita diorita pórfido	0,8	Alto
Rocas ultrabásicas	1	Muy Alto
Lutitas cherts areniscas		
Lutitas grauwas		

Fuente: Reclasificación de MANRIQUE, G., et al (2011)

Elaborado por: Autores

El cantón Tulcán tiene el 51,1% de su territorio dentro de una categoría baja de amenaza a movimientos en masa en cuanto a su litología, que abarca 929,6 km<sup>2</sup>. Esta categoría se conforma de piroclastos, lahares, flujos de lava, abanico volcánico y areniscas tobaceas.

Por otra parte, la categoría de amenaza muy alta la componen las rocas ígneas ultrabásicas conformadas comúnmente por granos gruesos lo que las hace susceptibles a desprendimientos y por rocas sedimentarias como lutitas, cherts, areniscas y grauwacas que son de tipo sedimentario, caracterizadas por estar constituidas por la acumulación de granos gruesos compactados por un cemento, esto las hace susceptibles a la formación de cáscaras y láminas que pueden colapsar. Esta categoría abarca una extensión de 110,7 km<sup>2</sup> que representan el 6,09% ubicándose principalmente en la parroquia de Maldonado. (Mapa N° 12)

### Factor suelo (Textura de suelos)

La variable textura describe las características del suelo en cuanto a la cantidad relativa de partículas de diferente tamaño, lo que determina la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua lo penetra y atraviesa. En términos generales se acepta que la velocidad de infiltración en suelos arenosos (textura gruesa) es bastante superior a la que se tiene en suelos arcillosos (textura fina), retardándose por tanto el punto de saturación, y con ello la aparición de escurrimiento superficial, haciendo que los suelos arenosos sean menos susceptibles a deslizamientos que los arcillosos. (OSIRIS, 2005)

La ponderación para esta variable se muestra en la Tabla N° 29:

**Tabla N° 29. Ponderación de las clases texturales del cantón Tulcán**

Granulometría	Textura	Ponderación	Descripción
Moderadamente gruesa	Franco arenoso, franco limoso.	0,6	Bajo
Media	Franco, limoso, franco arcilloso (< 35% de arcilla), franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso.	1	Moderado
Fina	Franco arcilloso (> 35% de arcilla), arcilloso, arcillo arenoso, arcillo limoso.	1,6	Alto

Fuente: MANRIQUE, G., et al (2011)

Elaborado por: Autores

El 90% del territorio del cantón está conformado por textura franco arenoso y franco limoso abarcando 1636,86 km<sup>2</sup>, lo que determina que la mayor parte del cantón se encuentra dentro de una amenaza baja por cuanto la granulometría de estas clases

texturales permite una adecuada infiltración del agua brindando al suelo un mejor drenaje.

En cuanto a la categoría de amenaza alta, que presenta una granulometría fina, se encuentra que tan solo cubre el 2,27% del cantón con un área de 41,31 km<sup>2</sup>, esta pequeña extensión se ubica en la parte central de la parroquia de Tufiño. (Mapa N° 8)

### **Factor geomorfología (Relieve relativo)**

Este factor representa el desnivel del terreno definido como la diferencia entre la mayor elevación y la menor elevación en un área.

En la Tabla N° 30 se presentan las ponderaciones asignadas para esta variable:

**Tabla N° 30. Ponderación para el relieve relativo del cantón Tulcán**

<b>Relieve</b>	<b>Altura</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Descripción</b>
Gran cono tabular	< 1000 msnm	0,2	Muy Bajo
Fondos de vertientes superiores de cuencas interandinas	2500 - 3300 msnm	0,3	Bajo
Volcán Chiles, Cimas frías, relieves paleoglaciares	3300 - 4600 msnm	0,6	Moderado
Cimas frías con relieves altos	3300 - 3500 msnm	0,8	Alto
Relieves diversificados, muy disectados de vertientes externas	1000 - 2500 msnm	1	Muy Alto

Fuente: MANRIQUE, G. et al (2011), modificado.

Elaborado por: Autores

Dentro de la categoría de amenaza muy baja se encuentra gran parte del territorio de la parroquia Tobar Donoso y El Chical donde el relieve no presenta un desnivel significativo siendo menor a los 1000 msnm, dentro de la categoría baja se encuentran las parroquias de El Carmelo, Julio Andrade, Santa Martha de Cuba, Pioter, Urbina y la cabecera cantonal, con relieves no muy pronunciados con una altura que va desde los 2500 msnm hasta los 3300 msnm (Fotografías N° 3 y 4). Por otra parte, la categoría de amenaza muy alta se ubica a partir de los 1000 msnm en las parroquias de Tobar Donoso y El Chical hasta los 2500 msnm en la parroquia de Maldonado. (Mapa N° 13)

**Fotografía N° 3. Vista de la cordillera Oriental y fondos de vertientes superiores de cuencas interandinas - Parroquia de Pioter**



Tomada por: MsC. Azucena Vicuña (2011)

**Fotografía N° 4. Vista de la cordillera Occidental y fondos de vertientes superiores de cuencas interandinas - Parroquia de Pioter**



Tomada por: MsC. Azucena Vicuña (2011)



### **Factor morfometría (Pendiente)**

El factor de morfometría es considerado como uno de los factores de mayor incidencia en la estabilidad de las laderas, ya que asocia la efectividad de la acción de la gravedad sobre la pendiente con la amenaza a movimientos en masa, de esta manera, al aumentar el grado de inclinación, aumenta la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de éste tipo. (USAID, 1993)

En la Tabla N° 31 se muestran las ponderaciones asignadas a cada rango de pendientes:

**Tabla N° 31. Ponderación de pendientes del cantón Tulcán**

<b>Pendientes</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Descripción</b>
0 - 12 %	0,5	Muy Baja
13 - 25 %	0,8	Baja
26 - 40 %	1,2	Moderada
41 - 70%	1,7	Alta
> 70 %	2	Muy Alta

Fuente: MANRIQUE, G., et al (2011)

Elaborado por: Autores

La categoría de amenaza muy alta abarca únicamente 139,04Km<sup>2</sup> del territorio cantonal, con pendientes que sobrepasan el 70% de inclinación y se ubican en las estribaciones de la cordillera occidental, principalmente en las parroquias de El Chical y Maldonado.

Por otra parte, se observa que la mayor parte del territorio del cantón Tulcán se compone de relieves suaves a ligeramente ondulados con pendientes de 5% – 12% y relieves de tipo colinado con pendientes de 25% – 40%, abarcando un 26,19% y 27,4 del territorio respectivamente, lo cual corresponde a una gran extensión del cantón dentro de una categoría de amenaza a movimientos en masa de muy baja a moderada. (Mapa N° 9)

### **Factor cobertura vegetal (Tipo de vegetación y uso del suelo)**

Este factor es de mucha importancia debido al efecto positivo de la vegetación sobre el suelo, brindando estabilidad ante los deslizamientos. La vegetación cumple varias funciones que son primordiales para reducir la susceptibilidad a movimientos en masa,

como por ejemplo, determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces. Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo, al tomar el agua que requiera para vivir. (SUÁREZ, 1998)

Las ponderaciones asignadas para la cobertura vegetal del suelo se muestran en la Tabla N° 32.

**Tabla N°32. Ponderación de la cobertura vegetal del cantón Tulcán**

Cobertura Vegetal	Ponderación	Descripción
Bosques	0,5	Muy Bajo
Matorral húmedo		
Páramo	0,8	Bajo
Arboricultura tropical		
Vegetación Arbustiva	1,2	Moderado
Pastos - Vegetación herbácea	1,8	Alto
Cultivos de ciclo corto	2	Muy Alto
Suelo desnudo		

Fuente: MANRIQUE, G., et al (2011)

Elaborado por: Autores

La categoría que representa la amenaza muy baja y baja corresponde al tipo de cobertura vegetal de bosques (polylepis, natural, intervenido y plantado), matorral húmedo y páramo, los cuales cubren la mayor parte de la superficie del territorio, el primero concentrándose en las parroquias más occidentales como Maldonado, El Chical y Tobar Donoso; los matorrales por su parte se agrupan en las parroquias orientales de El Carmelo, Julio Andrade y Santa Martha de Cuba; mientras que los páramos cubren la mayor parte de la superficie de Tufiño y una pequeña parte del límite oriental de Maldonado.

Por otra parte, la cobertura con una mayor amenaza a movimientos en masa corresponde a los pastos y los cultivos de ciclo corto (Fotografía N° 5) dentro de las categorías alto y muy alto respectivamente, las cuales se encuentran concentradas casi en su totalidad en las parroquias orientales de El Carmelo, Julio Andrade, Urbina, Santa Martha de Cuba,

Piöter, la cabecera cantonal y en los alrededores de la cabecera parroquial de Maldonado. (Mapa N° 14)

### **Fotografía N° 5. Cobertura vegetal de cultivos y pastos - Parroquia Urbina**



Tomada por: Natalia Robayo (2010)

### **Factor clima (Precipitación)**

La variable de precipitación se define como el volumen o altura de agua lluvia que cae sobre un área en un período de tiempo, la cual tiene una influencia directa en la infiltración y en el régimen de agua subterránea, y afecta a su vez la estabilidad de taludes o laderas, razón por la cual generalmente se asocia que las áreas de mayor precipitación anual presentan mayores problemas de deslizamientos. (SUÁREZ, 1998)

En la Tabla N° 33 se muestran las ponderaciones para la variable de precipitación en mm/año en el cantón Tulcán:

**Tabla N° 33. Ponderación de las precipitaciones del cantón Tulcán**

Precipitaciones	Ponderación	Descripción
750 - 1000 mm	0,5	Muy Bajo
1000 - 1500 mm	0,8	Bajo
1500 - 2500 mm	1,2	Moderado
2500 - 5000 mm	1,7	Alto
> 5000 mm	2	Muy Alto

Fuente: MANRIQUE, G., et al (2011)

Elaborado por: Autores

Las áreas que presentan una mayor amenaza a movimientos en masa por precipitaciones corresponden a las parroquias de Tobar Donoso y la parte occidental de El Chical, mostrando precipitaciones altas desde los 5000 mm y van aumentando hacia la región costa hasta llegar a precipitaciones mayores a 7000 mm.

Las parroquias de Tufiño, Julio Andrade, El Carmelo, Pioter, Santa Martha de Cuba y la cabecera cantonal presentan un rango de precipitaciones que van de 1000 a 1500 mm, lo que les ubica dentro de una amenaza baja.

Cabe destacar que dentro de la categoría muy baja se encuentra la parroquia de Urbina. (Mapa N° 15)

Una vez combinados los factores antes descritos que determinan la amenaza de un área a movimientos en masa se representó en el Mapa N° 16.

### **Amenaza Muy Alta**

Esta categoría se caracteriza generalmente por una litología sedimentaria y volcánica sedimentaria; marcado por un relieve de tipo escarpado a montañoso y una cobertura vegetal dedicada en su mayoría a cultivos de ciclo corto, lo que da una probabilidad a movimientos en masa muy alta ante un factor detonante como movimientos sísmicos o lluvias muy intensas.

Para el cantón Tulcán ésta categoría cubre una extensión de 73,03 km<sup>2</sup>, que equivale al 4,02% del territorio, y se encuentra principalmente en la parroquia de Maldonado, abarcando su cabecera parroquial, y en pequeñas partes dispersas de la parroquia de El Chical.

### **Amenaza Alta**

Esta categoría de amenaza se distribuye a lo largo del cantón con una mayor presencia en las parroquias de El Chical y Maldonado; cubriendo un área de 430,55 km<sup>2</sup> que representan el 23,68%. En esta categoría se destacan las pendientes de tipo colinado y escarpado; en lo que corresponde a la litología presenta rocas de tipo intrusiva.

### **Amenaza Moderada**

Esta categoría es la que cubre una mayor extensión de territorio con una superficie de 811,1 km<sup>2</sup> que corresponden al 44,6% del territorio el cual se encuentra repartido a lo largo de todo el cantón.

Este rango no presenta características definidas que lo identifiquen sino que estas varían de acuerdo a su ubicación dentro del cantón, como por ejemplo bosques naturales e intervenidos en pendientes escarpadas y montañosas, con una litología variada; de la misma manera otras áreas presentan cultivos de ciclo corto en pendientes moderadamente onduladas y con una litología de volcánica.

### **Amenaza Baja**

Este tipo de amenaza representa el 26,4% del territorio cantonal con un área de 480 km<sup>2</sup> y se encuentra ubicada en la parte oriental en las parroquias de Tufiño y la cabecera cantonal; al occidente del cantón en las parroquias de Tobar Donoso y El Chical.

Esta categoría presenta características de cobertura vegetal extensa y pendientes que van desde suave a ligeramente ondulado hasta colinado.

### **Amenaza Muy Baja**

Esta categoría cubre la menor extensión del territorio con una superficie de 23,47 km<sup>2</sup> que equivalen al 1,29% del cantón; se encuentra ubicada en el área urbana de la

cabecera cantonal y en la cabecera parroquial de Tufiño. Este tipo de amenaza se presenta en sectores estables por lo que no requiere medidas correctivas, sin embargo es importante tener en cuenta la influencia de las áreas aledañas con amenaza moderada, alta y muy alta.

Estas áreas se identifican por una textura del suelo franco arenosa y franco limosa; con pendientes que van desde plano a casi plano hasta suave a ligeramente ondulado y un uso del suelo que corresponde al área urbana y crecimiento urbano.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD TERRITORIAL EN EL CANTÓN TULCÁN

#### 4.1. COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO

“La importancia de considerar la vulnerabilidad socio-económica radica en la identificación de la susceptibilidad que tiene un grupo humano a sufrir un daño, pérdida o consecuencia nociva, dada su realidad socioeconómica, y cómo esta realidad puede disminuir o agravar sus condiciones. Sin este conocimiento, las medidas en torno a la gestión del riesgo estarán desconectadas de la realidad del grupo humano y, por lo tanto, difícilmente tendrán los resultados esperados”. (SNGR, 2011)

Se describe las características de la población del cantón Tulcán para determinar las capacidades de dicha población para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza.

##### 4.1.1. Factor demográfico

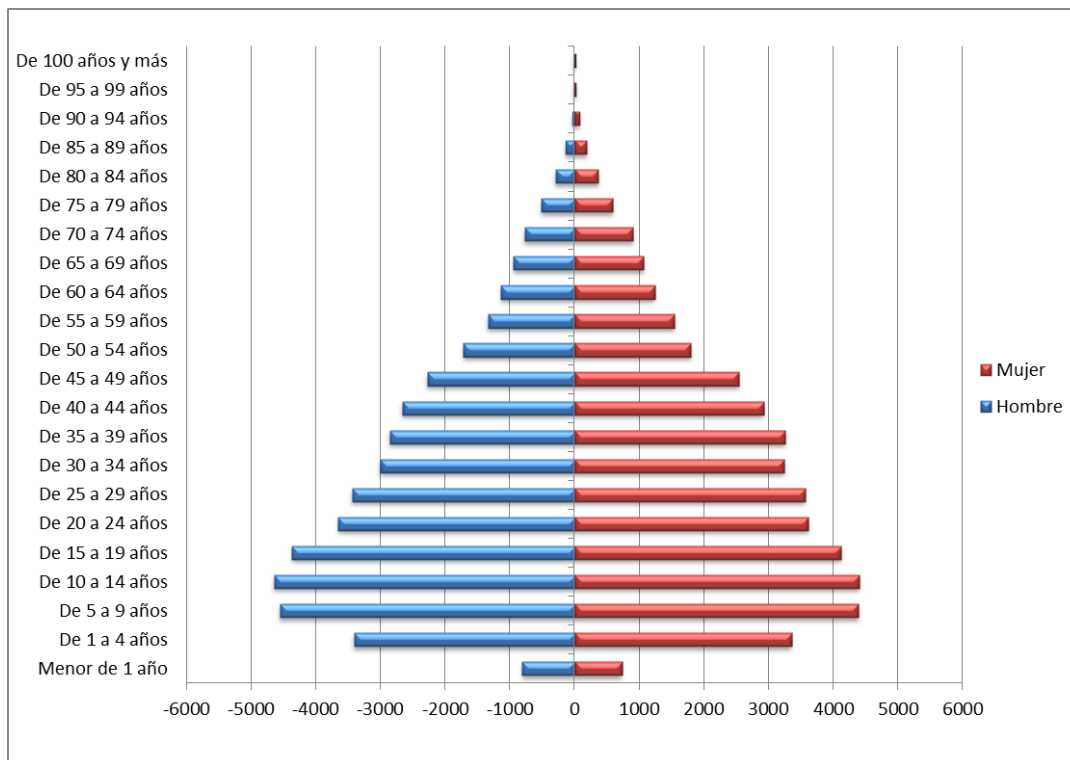
Este factor analiza las características de concentración y nivel social de la población distribuida espacialmente y expuesta ante potenciales amenazas. (SNGR, 2011, pág. 84)

A continuación se detallarán los resultados obtenidos para las variables seleccionadas en la descripción de este factor:

##### 4.1.1.1. *Edad de dependencia*

El indicador de edad de dependencia considera que a mayor número de adultos mayores y de niños, existe más vulnerabilidad ante una situación de riesgo. Así, frente a la ocurrencia de un evento, el adulto mayor o el niño pueden requerir de la ayuda de otra persona para desplazarse. En nuestro país se considera en edad de dependencia a los niños y adolescentes menores de 15 años de edad y a los adultos mayores de 65 años. (SNGR, 2011, pág. 86)

**Gráfico N° 6. Estructura de la población en el cantón Tulcán**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

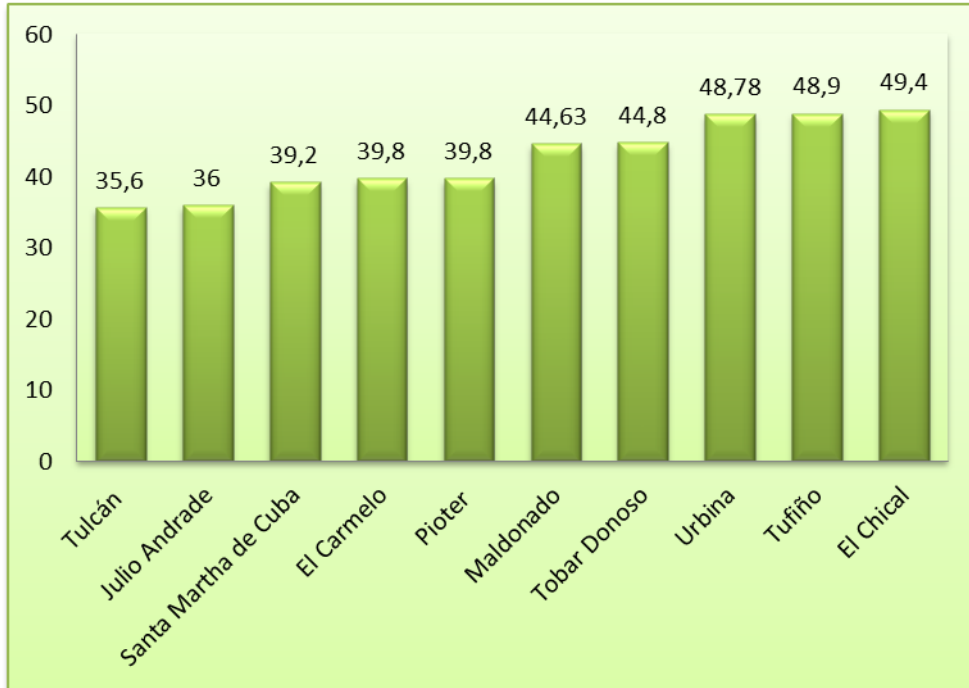
Elaborado por: Autores

Como se presenta en el gráfico N° 6, en el cantón Tulcán se observa que la mayor parte de la población se concentra en los grupos de edad de 5 a 14 años lo que indica un alto número de población joven la cual es vulnerable a la ocurrencia de un desastre natural. Dentro de este rango el mayor número de habitantes se ubica entre las edades de 10 y 14 años.

En el Gráfico N° 7, se muestra el porcentaje de población en edad de dependencia a nivel parroquial, teniendo como resultado un promedio de 42,7 % de habitantes por parroquia en estado vulnerable, siendo la parroquia de El Chical la que tiene mayor concentración de personas en edad de dependencia con un 49,4%, mientras que la cabecera cantonal agrupa el menor porcentaje de sus habitantes en este rango de edades con el 35,6%.



**Gráfico N° 7. Población en edad de dependencia en el cantón Tulcán**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

Elaborado por: Autores

Con la información obtenida se observa que el cantón no muestra una alta vulnerabilidad en su estructura de la población según los rangos propuestos en la metodología (Tabla N° 34), las parroquias de Tobar Donoso, El Chical, Maldonado, Tufiño y Urbina se ubican dentro de la categoría de baja vulnerabilidad, mientras que las parroquias de Pioter, Santa Martha de Cuba, Julio Andrade, El Carmelo y la cabecera cantonal corresponden a la categoría de moderada vulnerabilidad. (Mapa N°17)

**Tabla N° 34. Rangos de porcentajes de población en edad de dependencia en el cantón Tulcán**

Rangos de porcentaje de población en edad de dependencia	Vulnerabilidad
< 20 %	Muy Baja
20 - 40%	Baja
40 - 60%	Moderada
60 - 80%	Alta
> 80%	Muy Alta

Elaborado por: Autores

#### 4.1.1.2 Densidad de vivienda

Este indicador muestra la relación del número de viviendas con el área que ocupan, indica las áreas donde se agrupan la mayor cantidad de casas en el cantón teniendo que a mayor número de viviendas por km<sup>2</sup> mayor será la vulnerabilidad debido a la mayor exposición. (SNGR, 2011, pág. 38)

En la Tabla N° 35 se muestran los rangos obtenidos para la determinación de la vulnerabilidad del cantón por densidad de viviendas, teniendo que la menor cantidad de casa por km<sup>2</sup> corresponde a 3 y la máxima cantidad 185 casas tomando en cuenta que se considera el número total de casas, villas y departamentos.

**Tabla N° 35. Densidad de viviendas en el cantón Tulcán**

Densidad de vivienda Casas/km <sup>2</sup>	Vulnerabilidad
< 10	Muy Baja
11 - 20	Baja
21 - 30	Moderada
31 - 30	Alta
> 40	Muy Alta

Elaborado por: Autores

En el cantón Tulcán se observa que la mayor densidad de viviendas se encuentra en la cabecera cantonal y sus alrededores. En las parroquias orientales como Julio Andrade, Pioter, Santa Martha de Cuba y El Carmelo se presenta una vulnerabilidad por densidad de viviendas de baja a moderada; mientras que la parroquia Urbina muestra una vulnerabilidad de moderada a muy alta al verse influenciada por la cercanía a la cabecera cantonal.

Por su parte, las parroquias de Tufiño, Maldonado, El Chical y Tobar Donoso muestran una muy baja densidad por kilómetro cuadrado lo que significa una baja y muy baja vulnerabilidad.

Dentro del cantón Tulcán existen áreas no habitadas las cuales no presentan ningún rango de vulnerabilidad, que corresponden a la Reserva Ecológica El Ángel, Bosque

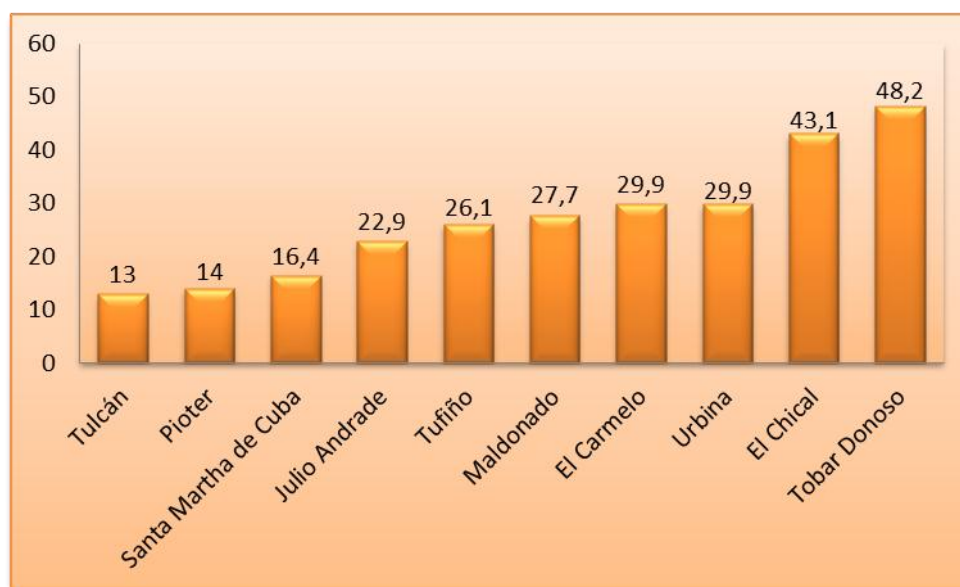
Protector “Cerro Golondrinas” y el Área de Conservación Cordillera Virgen Negra.  
(Mapa N° 18)

#### 4.1.1.3 Hacinamiento

Se considera que un hogar está hacinado si cada uno de los dormitorios con los que se cuenta sirve, en promedio, a un número de miembros mayor a tres. Este indicador demuestra indirectamente las condiciones sociales, económicas y sanitarias de la población; figurando entre las manifestaciones más visibles de la pobreza, por tanto, a mayor población hacinada, mayor vulnerabilidad por disminución de capacidad de resiliencia y de respuesta. (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador [SIISE], 2010)

En el Gráfico N° 8 se observa el porcentaje de hacinamiento por parroquia, teniendo como resultado que el 16,9% de los hogares del cantón presentan condiciones de hacinamiento, siendo las parroquias de Tobar Donoso y El Chical las que contienen los mayores porcentajes de hacinamiento con 48,2% y 43,1% respectivamente.

**Gráfico N° 8. Porcentaje de Hogares con hacinamiento en el cantón Tulcán**



Fuente: SIISE, 2010

Elaborado por: Autores

Según la metodología propuesta se obtuvo un promedio de hogares con hacinamiento a nivel nacional de 17,5% con una desviación estándar de 7,6% lo que permite definir los rangos de vulnerabilidad que se describen en la Tabla N° 36.

**Tabla N° 36. Rangos de porcentajes de hogares con hacinamiento en el cantón Tulcán**

<b>Rangos de porcentajes de hogares con hacinamiento</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
< 2,1%	Muy Baja
2,1 - 9,8%	Baja
9,8 - 17,5%	Moderada
17,5 - 25,2%	Alta
> 25,2%	Muy Alta

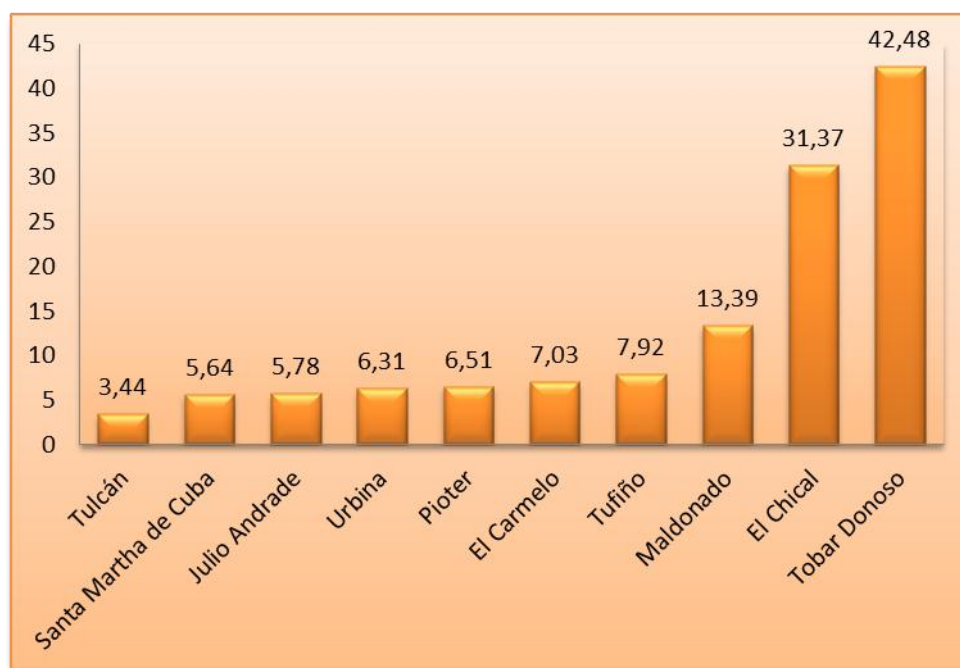
Elaborado por: Autores

Se encuentra que las parroquias de El Carmelo, Urbina, Tufiño, Maldonado, El Chical y Tobar Donoso se ubican dentro de la categoría de vulnerabilidad muy alta con porcentajes de hacinamiento superiores al 25,2% mientras que la parroquia de Julio Andrade pertenece a la categoría de vulnerabilidad alta. En cambio, las parroquias de Pioter, Santa Martha de Cuba y la cabecera cantonal corresponde a una vulnerabilidad moderada. Con los datos obtenidos se demuestra que el cantón Tulcán es vulnerable por hacinamiento en la mayor parte de su territorio. (Mapa N° 19)

#### 4.1.1.4 Educación

Para el análisis de los niveles de educación, se ha tomado como indicador el porcentaje de analfabetismo, considerando que las personas que no saben leer ni escribir serán más vulnerables frente un evento por los niveles de conocimiento, de esta forma una persona analfabeta está en menos capacidad de manejar información sobre la prevención y la forma de actuar ante un evento que una persona que no es analfabeta y tiene acceso a información. (SNGR, 2011, pág. 86)

**Gráfico N° 9. Porcentaje de analfabetismo en el cantón Tulcán**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

Elaborado por: Autores

En el cantón Tulcán destacan Tobar Donoso y El Chical como las parroquias con un mayor índice de analfabetismo con el 42,48% y 31,37% respectivamente; el resto de parroquias mantienen un porcentaje promedio de analfabetismo de 7% siendo la más baja la cabecera cantonal con el 3,44% como lo muestra el Gráfico N° 9.

Con los datos analizados se obtiene un porcentaje promedio de analfabetismo a nivel nacional de 9,8% y una desviación estándar de 4,8% lo cual determina los rangos de vulnerabilidad detallados en la Tabla N° 37:

**Tabla N° 37. Rangos de porcentajes de analfabetismo en el cantón Tulcán**

Rangos de porcentajes de analfabetismo	Vulnerabilidad
< 3,9 %	Muy Baja
3,91 - 4,70 %	Baja
4,71 - 9,80 %	Moderada
9,81 - 14,80 %	Alta
> 14,8 %	Muy Alta

Elaborado por: Autores

Dentro del cantón Tulcán las parroquias que sobresalen con el más alto nivel de vulnerabilidad por analfabetismo son las de Tobar Donoso y El Chical, con valores superiores al 14,80%, Maldonado ocupa una categoría alta de vulnerabilidad, mientras que las parroquias de Tufiño, Julio Andrade, El Carmelo, Urbina, Pioter y Santa Martha de Cuba se encuentran en una categoría de vulnerabilidad moderada, y tan sólo la cabecera cantonal mantiene valores por debajo de 3,9% de su población analfabeta lo que lo coloca en la categoría de muy baja vulnerabilidad por analfabetismo. (Mapa N° 20)

#### **4.1.2 Factor Económico**

La importancia de este factor radica en la relación indirecta entre los ingresos a nivel regional, local o poblacional y el impacto de los fenómenos físicos extremos. Es decir la pobreza aumenta el riesgo de desastre. (FOSCHIATTI, 2011)

Los indicadores de NBI y tipo de vivienda son los propuestos por la metodología de la Secretaría Nacional de Gestión de Riegos, los cuales se detallan a continuación:

##### *4.1.2.1 Situación de pobreza (NBI)*

Este indicador nos muestra el número de personas que viven en condiciones de pobreza expresados como porcentajes del total de la población en un determinado año. Se considera “pobre” a una persona si pertenece a un hogar que presenta carencias persistentes en la satisfacción de sus necesidades básicas como vivienda salud educación y empleo. Un grupo humano con altos niveles de pobreza se enfrenta a una situación más compleja al no tener las suficientes herramientas y conocimiento para enfrentar un evento adverso. (SIISE, 2010)

En el cantón Tulcán se obtiene que el 46,5% de las personas se encuentran en una situación de pobreza por necesidades básicas insatisfechas, siendo la más baja la cabecera cantonal con el 32,57%, mientras que las parroquias de El Chical y Tobar Donoso destacan con los valores más altos con 92% y 92,71 % respectivamente. (Gráfico N° 10)

**Gráfico N° 10. Porcentaje de pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI) en el cantón Tulcán**



Fuente: SIISE, 2010

Elaborado por: Autores

Analizando los datos se obtuvo el porcentaje nacional de pobreza por necesidades básicas insatisfechas de 60% con un desviación estándar de 14%, lo que nos permite establecer los límites para los rangos de este indicador como se muestra en la Tabla N° 38:

**Tabla N° 38. Rangos de porcentajes de pobreza por NBI en el cantón Tulcán**

Porcentaje de pobreza por NBI	Vulnerabilidad
< 32 %	Muy Baja
32 - 46 %	Baja
46 - 60 %	Moderada
60 - 74 %	Alta
> 74 %	Muy Alta

Elaborado por: Autores

Con los datos obtenidos se observa que el cantón Tulcán se presenta altamente vulnerable por pobreza por NBI puesto que sus parroquias poseen porcentajes elevados de su población en esta situación, teniendo que Tobar Donoso, El Chical, Maldonado, Tufiño, El Carmelo, Urbina y Santa Martha de Cuba se encuentran dentro de la

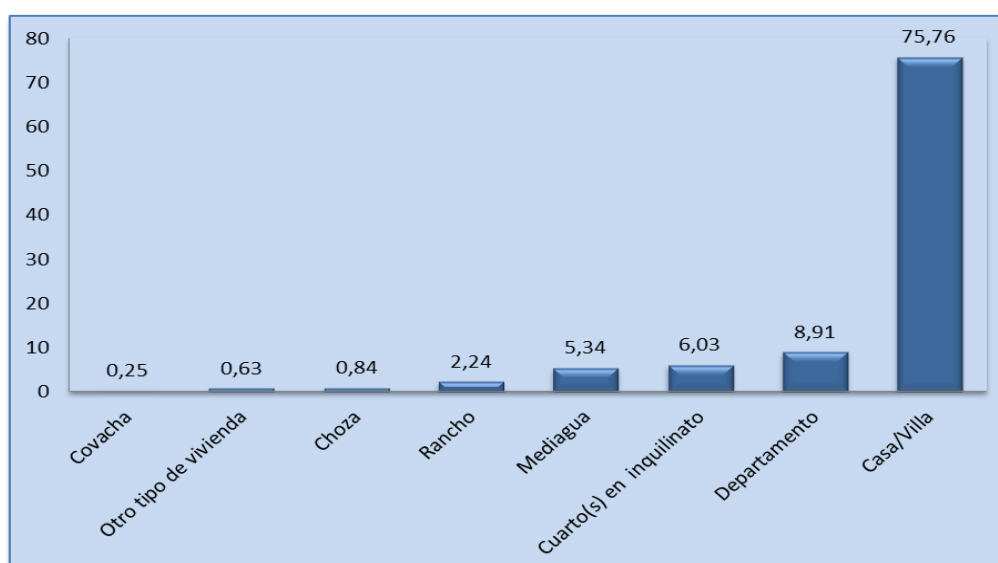
categoría de vulnerabilidad muy alta; Julio Andrade y Pioter dentro de la categoría alta, y tan solo la cabecera cantonal muestra una vulnerabilidad menor. (Mapa N° 21)

#### 4.1.2.2 Tipo de vivienda

Este indicador señala el tipo de vivienda al que tienen acceso los individuos, de esta forma tendrán mayor acceso a recursos y una infraestructura adecuada la población que posea una propiedad de tipo casa o departamento, mientras que los individuos con propiedades de mediaguas, chozas y covachas cuentan con las características más bajas de vivienda, siendo la mediagua una construcción de un solo piso, con paredes de ladrillo, adobe, bloque o madera con techo de teja, eternit, árdex o zinc; las chozas elaboradas a base de materiales rústicos sin tratamiento tales como: ramas, cartones, restos de asbesto, latas y plásticos, con piso de madera, caña o tierra, y la covacha, con paredes de adobe, tapia, caña o bahareque; con pisos de tierra o madera y techo de paja. (INEC, 2010)

En el cantón Tulcán se observa que el tipo de vivienda que predomina es la casa o villa con un 75,76% seguida por las propiedades de tipo departamento con el 8,91%, los otros tipos de vivienda no representan un porcentaje significativo dentro del cantón, como se observa en el Gráfico N° 11.

**Gráfico N° 11. Porcentaje de tipo de vivienda en el cantón Tulcán**



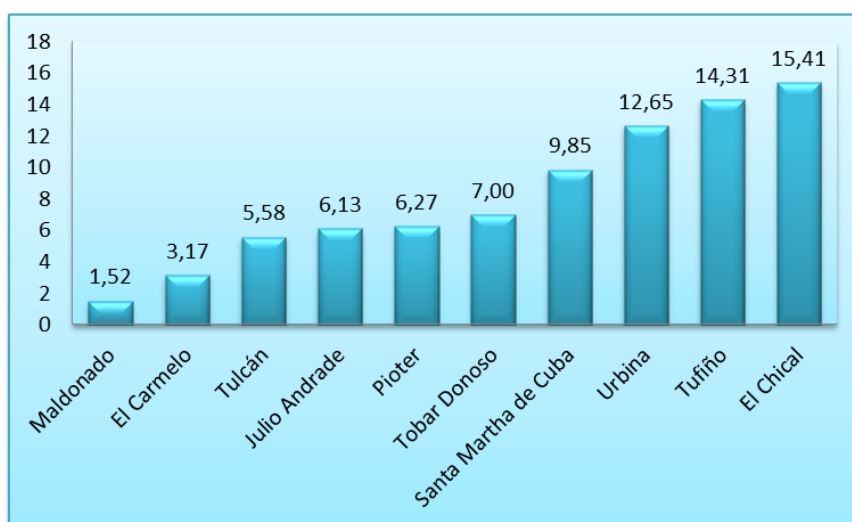
Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

Elaborado por: Autores



Los porcentajes de viviendas vulnerables no alcanzan el 20% del total de tipo de viviendas a nivel parroquial, lo que ubica al cantón en un nivel de vulnerabilidad muy baja para esta variable (Mapa N° 22), cabe destacar que la parroquia de El Chical tiene el mayor porcentaje de viviendas vulnerables con el 15,41%, seguida de la parroquia de Tufiño con el 14,31%, en cambio las parroquias de menor porcentaje de viviendas vulnerables corresponden a Maldonado con el 1,52% y El Carmelo con el 3,17% como se muestra en el Gráfico N° 12.

**Gráfica N° 12. Porcentaje de viviendas vulnerables (mediagua, covacha y choza) en el cantón Tulcán**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

Elaborado por: Autores

En la Tabla N° 39 se muestran los rangos propuestos en la metodología para la determinación de la vulnerabilidad del cantón por tipo de vivienda:

**Tabla N° 39. Rangos de porcentajes de viviendas vulnerables en el cantón Tulcán**

Porcentaje viviendas vulnerables	Vulnerabilidad
< 20%	Muy Baja
20 - 40%	Baja
40 - 60%	Moderada
60 - 80%	Alta
> 80%	Muy Alta

Elaborado por: Autores

## 4.2 COMPONENTE DE REDES

Este componente abarca aquellos sistemas indispensables para la vida, el desarrollo y el sostenimiento de una sociedad. Se incluye en las mismas el abastecimiento de agua potable y saneamiento, así como las redes viales. La cobertura de servicios básicos constituye un soporte físico del desarrollo territorial, son herramientas de gestión para el proceso urbanístico, y se constituyen en instrumentos de fortalecimiento del desarrollo humano, la economía local y regional y por ende, hacen del territorio un espacio competitivo. (SNGR, 2011, pág. 76)

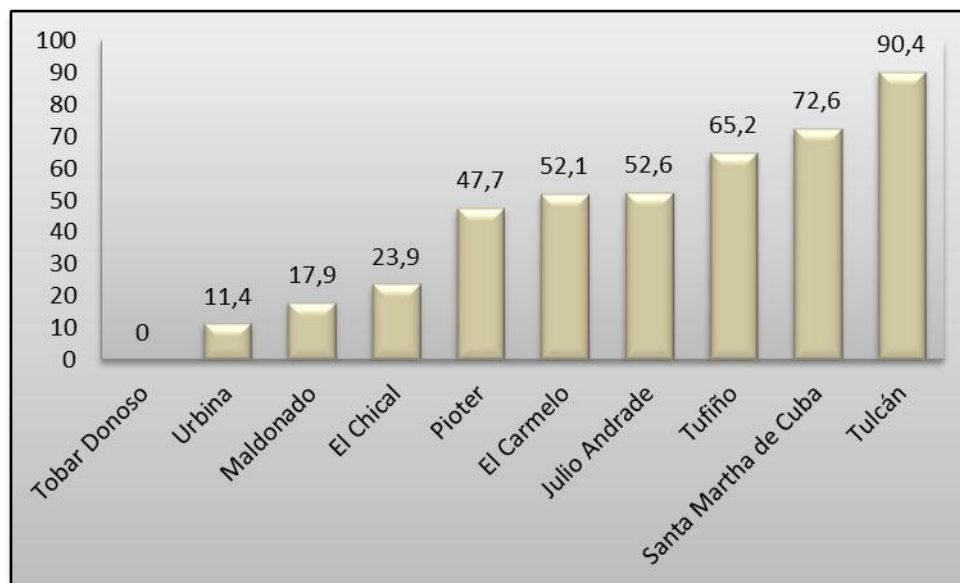
A continuación se detallarán los indicadores que describen de mejor manera el estado del cantón en cuanto a la cobertura de servicios a sus pobladores:

### 4.2.1 Alcantarillado

La importancia de este indicador radica en que establece el acceso de los habitantes de una vivienda a un inodoro o sistema de abastecimiento de agua que permite la eliminación de excrementos, mediante arrastre por un sumidero subterráneo o público lo que determina una mejor calidad de vida de los pobladores haciéndolos menos vulnerables a condiciones insalubridad. (INEC, 2010)

En el Gráfico N° 13 se indica el porcentaje de la población con acceso a alcantarillado, teniendo a nivel de cantón un 77,8% de hogares que tienen acceso a este servicio. A nivel parroquial destaca la cabecera cantonal con la mayor cobertura con 90,4%, así mismo las parroquias de Santa Martha de Cuba y Tufiño con el 72,6% y 65,2% respectivamente, por otra parte resalta la parroquia de Tobar Donoso con un porcentaje del 0% de hogares que acceden a este servicio, seguido de Urbina con 11,4%. El resto de parroquias, a excepción de Julio Andrade y El Carmelo, cubren menos de la mitad de sus hogares con alcantarillado.

**Gráfico N° 13. Porcentaje de hogares con acceso a alcantarillado en el cantón Tulcán**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

Elaborado por: Autores

En el cantón Tulcán los niveles de vulnerabilidad más altos por acceso a alcantarillado se registran en 4 parroquias, Tobar Donoso, Maldonado y Urbina con la categoría muy alta y El Chical dentro de la vulnerabilidad alta. En la categoría de vulnerabilidad muy baja se encuentra únicamente a la cabecera cantonal. Cabe destacar que Urbina, a pesar de estar ubicada junto al área urbana de la cabecera cantonal, presenta uno de los porcentajes más bajos de cobertura del servicio de alcantarillado. (Mapa N° 23)

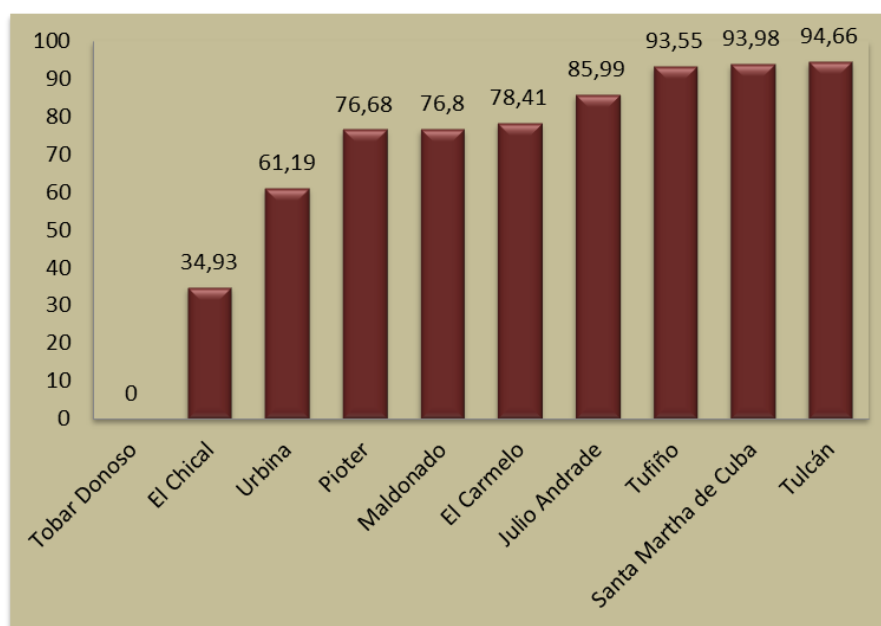
#### **4.2.2 Agua potable**

Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano, por tanto los servicios de agua potable se constituyen en un elemento fundamental para garantizar las condiciones de salud de la población y el desarrollo de un territorio. (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2006)

En el Ecuador, para que un hogar se considere con servicio de red pública de agua potable debe existir un sistema de captación, tratamiento y conducción del agua hacia la vivienda. (INEC, 2010)

En el cantón Tulcán se tiene una cobertura de agua potable del 89,4%, teniendo que las parroquias de Tufiño, Santa Martha de Cuba y la cabecera cantonal son las que cubren el mayor porcentaje de hogares con este servicio; por otra parte la parroquia de Tobar Donoso registra un 0% de cobertura y El Chical 34,93%; las parroquias restantes presentan en promedio un 75% de acceso a agua potable. (Gráfico N° 14)

**Gráfico N° 14. Porcentaje de hogares con acceso a agua potable en el cantón Tulcán**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

Elaborado por: Autores

Los resultados obtenidos del análisis reflejan que el cantón no presenta una alta vulnerabilidad por acceso a agua potable a excepción de las parroquias de Tobar Donoso, que se encuentra en una categoría muy alta al no registrar ningún hogar con acceso a este servicio, y El Chical ubicado en la categoría de vulnerabilidad alta con un porcentaje entre el 0% y el 40%. En contraste encontramos a la cabecera cantonal y a las parroquias de Santa Martha de Cuba, Julio Andrade y Tufiño que cubren más del 80% de sus hogares con red pública de agua potable; las demás parroquias del cantón se ubican dentro la vulnerabilidad baja por acceso a agua potable. (Mapa N° 24)

### 4.2.3 Vialidad

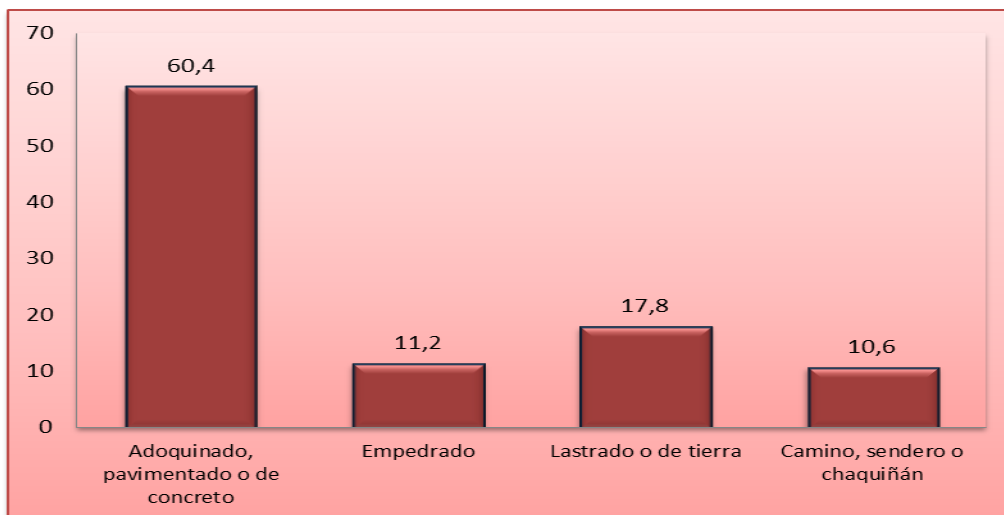
La red vial es una infraestructura esencial para el desenvolvimiento normal de una población y, en caso de desastres, es primordial para garantizar el funcionamiento, la atención de emergencias, la pronta recuperación y rehabilitación del territorio. (SNGR, 2011, pág. 76)

Como se menciona en la metodología, se ha considerado de mayor vulnerabilidad a las vías que corresponden a calle o carretera lastrada o tierra, camino, sendero y chaquiñán.

La calle o carretera lastrada o de tierra se caracteriza por estar recubierta con material granular que se obtiene por método de trituración o que proviene de depósitos naturales de arena y grava, es irregular y de poca calidad. Mientras que el camino, sendero, chaquiñán son vías estrechas utilizadas en forma peatonal o por animales de carga. (INEC, 2010)

A nivel cantonal se tiene que el 60,4% de las vías se encuentran pavimentadas, adoquinadas o de concreto; mientras que las vías de tipo lastrado o de tierra, camino, sendero o chaquiñán suman un porcentaje de 28,4% como se detalla en el Gráfico N° 15.

**Gráfico N° 15. Porcentaje de tipo de vías en el cantón Tulcán**



Fuente: PDOT Tulcán, 2012

Elaborado por: Autores

En el Gráfico N° 16 se observa el porcentaje de vías de difícil acceso a la vivienda a nivel parroquial, en el cual destaca la parroquia de Tobar Donoso con el 100% de sus vías que corresponden a caminos, senderos o chaquiñán; lastrado o de tierra, seguido de Maldonado y El Chical con el 82% y 80% de sus vías en esta condición. La cabecera cantonal se muestra como la jurisdicción con el mejor estado de sus vías presentando tan solo el 18% de estas en condiciones de difícil acceso.

**Gráfico N° 16. Porcentaje de vías de difícil acceso a la vivienda (camino, sendero o chaquiñán, lastrado o de tierra) en el cantón Tulcán**



Fuente: PDOT Tulcán, 2012

Elaborado por: Autores

Con los datos expuestos anteriormente se encuentra a las parroquias de Tobar Donoso y Maldonado como las más vulnerables por el tipo de sus vías, así mismo la parroquia de El Chical está ubicada dentro de una vulnerabilidad alta por este indicador; el estado de las vías de estas parroquias se le puede atribuir a la lejanía con la cabecera cantonal la cual en cambio tiene una vulnerabilidad muy baja puesto que en ella se concentran la mayor cantidad de vías pavimentadas, adoquinadas o de concreto. Por su parte las parroquias de Pioter y Tufiño están dentro de una categoría de vulnerabilidad baja, mientras que las restantes poseen una vulnerabilidad moderada. (Mapa N° 25)

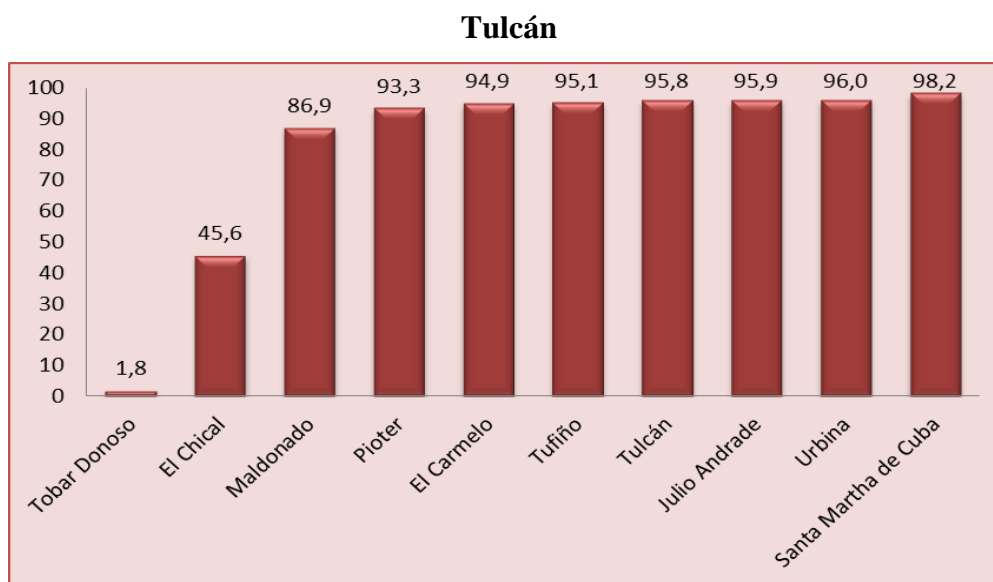
#### **4.2.4 Energía eléctrica**

En este indicador se ha considerado al porcentaje de hogares cuyo suministro proviene de una red de empresa eléctrica de servicio público, lo que significa que las viviendas se

abastecen de este servicio a través de los postes de cualquiera de las empresas eléctricas, independientemente de que tenga o no medidor. (INEC, 2010)

En el cantón Tulcán se observa que el 93,5% de hogares tienen acceso a energía eléctrica; a diferencia de los demás indicadores, en este caso no destaca la cabecera cantonal como la que ofrece la mayor cobertura de un servicio, con un 95,8% de acceso a energía eléctrica, siendo la parroquia de Santa Martha de Cuba, con el 98,2%, la que abastece un mayor porcentaje de hogares de energía. Tobar Donoso en cambio, se presenta como la parroquia de menor cobertura de servicio con 1,8% de hogares que acceden a la red pública. (Gráfico N° 17)

**Gráfico N° 17. Porcentaje de hogares con acceso a energía eléctrica en el cantón**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

Elaborado por: Autores

Los datos obtenidos ubican a la parroquia de Tobar Donoso dentro de la categoría de muy alta vulnerabilidad por acceso a energía eléctrica, seguida de El Chical un una vulnerabilidad moderada; las demás parroquias del cantón tienen porcentajes de cobertura del servicio que superan el 80% de hogares, lo que las coloca dentro de una categoría de muy baja vulnerabilidad por cobertura de este servicio. (Mapa N° 26)

#### 4.2.5 Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones son esenciales para el desarrollo social y económico y constituyen también un servicio básico para los hogares, dado por su funcionalidad múltiple y su desarrollo tecnológico. En la actualidad es, además, la vía de acceso a otras formas de comunicación global (Internet, correo electrónico, etc.). (SIISE, 2010)

Para este indicador se considera el porcentaje de hogares con acceso a servicio telefónico convencional y a teléfono celular. Para la telefonía fija o convencional se toma en cuenta el acceso de los hogares al servicio sin considerar si son propietarios de la línea o del aparato, mientras que para la telefonía celular se incluyen todos los teléfonos activos de los hogares aunque estos no puedan temporalmente realizar llamadas por falta de saldo. (INEC, 2010)

En el cantón Tulcán, el 42,7% de hogares tienen acceso a telefonía convencional, destacando la cabecera cantonal con un 51,5% de cobertura, mientras que la parroquia de Tobar Donoso presenta la menor cobertura de servicio con un 3% de hogares que tienen acceso a éste tipo de telefonía. Por otra parte, la telefonía celular abarca un 72,9% de hogares, siendo la cabecera cantonal, con un 80,8%, la de mayor cobertura. La parroquia de El Chical al contrario, se presenta como la de menor cobertura de servicio con 2,5% de hogares que disponen de telefonía celular. (Gráfico N° 18)

**Gráfico N° 18. Porcentaje de hogares con acceso a telefonía convencional y celular en el cantón Tulcán**



Fuente: VII Censo de Población y VI de Vivienda, 2010

Elaborado por: Autores



De acuerdo a los datos obtenidos, las parroquias de Tobar Donoso, El Chical y Maldonado se ubican dentro de la categoría de muy alta vulnerabilidad por acceso a telecomunicaciones, seguidas de las parroquias de Urbina, Tufiño, Santa Martha de Cuba y Pioter con una vulnerabilidad alta; mientras que la parroquia de Julio Andrade y la cabecera cantonal se encuentran dentro de una vulnerabilidad moderada y baja respectivamente. (Mapa N° 27)

A partir de la combinación de los factores descritos anteriormente se obtuvo el mapa de Vulnerabilidad Territorial del cantón Tulcán (Mapa N° 28), con las categorías de vulnerabilidad que se describen a continuación:

### **Vulnerabilidad Muy Alta**

Ésta categoría de vulnerabilidad corresponde únicamente a la parroquia de Tobar Donoso, debido principalmente a las bajas condiciones sociales, económicas y de servicios a las que se encuentra expuesta.

La parroquia de Tobar Donoso presenta el mayor porcentaje de hogares con hacinamiento, así como también de habitantes con analfabetismo, lo que la convierte en altamente vulnerable frente a amenazas naturales moderadas y altas. Por su ubicación de difícil acceso, al extremo occidente del cantón, y por su condición de asentamiento de la comunidad Awá, ésta parroquia no cuenta con una dotación adecuada de servicios básicos y redes vitales, debido a que, ancestralmente, la comunidad se ha mostrado aislada a todo proceso de modernización y acercamiento a la civilización, es así que su población cuenta con porcentajes bajos y casi nulos de acceso a luz eléctrica, alcantarillado y agua potable y presenta el mayor porcentaje de pobreza por necesidades básicas insatisfechas, lo que muestra al territorio parroquial y a la comunidad Awá altamente expuesto y vulnerable ante un evento adverso.

### **Vulnerabilidad Alta**

La categoría de vulnerabilidad alta comprende las parroquias de El Chical, Maldonado y gran parte de la parroquia Urbina. Las características socioeconómicas y de redes y servicios que conforman estas parroquias muestran que el porcentaje de acceso a servicios básicos es bajo y los porcentajes de analfabetismo en sus habitantes son altos;

junto con deficientes condiciones de vivienda y de acceso a las mismas, la población asentada en éstas parroquias se encuentra expuesta en un nivel alto a amenazas de tipo natural.

### **Vulnerabilidad Moderada**

Ésta categoría comprende el territorio de las parroquias de Tufiño, El Carmelo y una parte de Julio Andrade, además de pequeñas extensiones de las parroquias de Urbina y Santa Martha de Cuba.

Dentro de ésta categoría se tiene que los niveles de acceso a la educación, vivienda y servicios básicos se brindan a una buena parte de la población de las mencionadas parroquias, sin embargo, existen también sectores desprovistos de éstos servicios, por lo que se encuentran medianamente expuestos a una amenaza natural.

### **Vulnerabilidad Baja**

La parroquia de Pioter, la mayor parte de Santa Martha de Cuba, una extensión considerable de Julio Andrade y el sector norte de la cabecera cantonal se ubican dentro de una categoría de baja vulnerabilidad a amenazas naturales, ya que presentan bajos porcentajes de población analfabeta y de viviendas en hacinamiento, así como también cuentan con un porcentaje alto de acceso a servicios como alcantarillado, agua potable y luz eléctrica; de ésta manera la población de éstas parroquias se encuentra en mejores condiciones para afrontar una situación de emergencia o amenaza natural.

### **Vulnerabilidad Muy Baja**

El sector sur de la cabecera del cantón se ubica dentro de la categoría de vulnerabilidad muy baja, debido principalmente al alto porcentaje de dotación de servicios básicos y de redes vitales a la población, así como también una baja densidad de viviendas y bajos porcentajes de analfabetismo y pobreza por necesidades básicas insatisfechas; gracias a su condición de cabecera cantonal ésta área se muestra como la menos vulnerable dentro del territorio cantonal ante un evento natural adverso.

## CAPÍTULO V

### 5. EVALUACIÓN DE RIESGOS NATURALES

#### 5.1 RIESGO SÍSMICO

A continuación se describe el nivel de exposición de las parroquias del cantón Tulcán, así como la infraestructura y poblados que podrían ser afectados ante la ocurrencia de este fenómeno.

##### 5.1.1 Evaluación del Riesgo Sísmico

Con la aplicación de la metodología propuesta para la obtención del riesgo se obtuvo el mapa de riesgos sísmicos para el cantón Tulcán (Mapa N° 29), en el cual se observa que más de la mitad del territorio del cantón no muestra una exposición considerable a riesgos sísmicos puesto que el 63,06% se encuentra dentro de un nivel de riesgo bajo como se presenta en la Tabla N° 43:

**Tabla N° 40. Niveles de Riesgo Sísmico en el cantón Tulcán**

Riesgo	Área Km <sup>2</sup>	Porcentajes
Alto	62,96	3,46
Moderado	608,62	33,47
Bajo	1146,57	63,06

Elaborado por: Autores

##### **Riesgo Alto**

El riesgo alto cubre la menor extensión del territorio con un área de 62,96 km<sup>2</sup>, que equivale al 3,46% del cantón; abarcando una pequeña franja en la parroquia de Urbina y pequeñas extensiones de terreno de las parroquias de Maldonado y El Chical. Este nivel de riesgo se caracteriza por presentar un rango de sismos de 4,8 a 6 grados en la escala de Richter, alta ocurrencia de sismos, presencia considerable de fallas geológicas y un nivel de vulnerabilidad alta en cuanto a sus condiciones socioeconómicas y acceso a servicios básicos.

##### **Riesgo Moderado**

El nivel de riesgo moderado comprende un área de 608,62 km<sup>2</sup>, que representa el 33,47% del territorio, cubriendo una superficie importante con respecto al área del

cantón, comprende gran parte del territorio de las parroquias de Urbina, El Carmelo, Julio Andrade, Tufiño, Maldonado, una porción de El Chical, Santa Martha de Cuba y parte de la cabecera cantonal. Esta categoría presenta grados de vulnerabilidad de moderada a alta, mientras que los sismos registrados van de 4,5 a 4,7 grados en la escala de Richter.

### **Riesgo Bajo**

La categoría de riesgo bajo comprende la mayor extensión del territorio del cantón con 1146,57 km<sup>2</sup>, que equivalen al 63,06% de la superficie cantonal, incluye las parroquias de Tobar Donoso, El Chical, Pioter y algunas áreas de Maldonado, Tufiño, Santa Martha de Cuba, Julio Andrade, El Carmelo y la cabecera cantonal. Este tipo de riesgo presenta sismos menores a 5 grados en la escala de Richter, una baja ocurrencia de sismos y poca presencia de fallas geológicas, además de una vulnerabilidad baja.

#### *5.1.1.1 Exposición a Riesgo Sísmico*

En el análisis de la exposición a riesgos sísmicos se determinarán las vías e infraestructura que están expuestas a las categorías de riesgo a sismos de moderada y alta, con el fin de puntualizar la longitud de vías y el número de infraestructuras que podrían requerir una mayor atención ante la ocurrencia de un evento sísmico.

### **Vialidad**

Como se mencionó anteriormente las categorías de riesgo moderado y alto no abarcan una gran superficie, por lo que la exposición de las vías no alcanza un nivel considerable, teniendo que el cantón Tulcán comprende una red vial de 1099,4 km de los cuales 39,68 km corresponden a la categoría de vía Panamericana, 203,78 km son vías principales, 176,48 km son vías secundarias, 54,6 km son vías locales, 382,17 km son senderos y 242,69 km son caminos de verano/herradura.

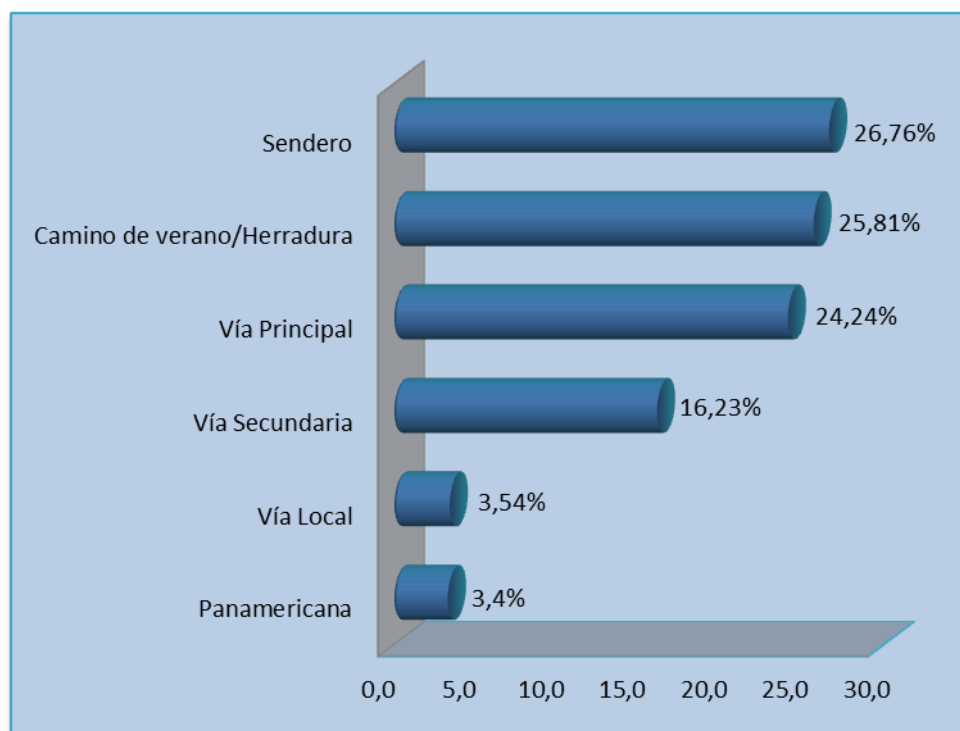
**Tabla N° 41. Vías con exposición a riesgo sísmico moderado y alto en el cantón Tulcán**

Categoría	Longitud total de vías (km)	Longitud de vías expuestas a riesgo sísmico (km)	Porcentaje de vías expuestas a riesgo sísmico
Panamericana	39,68	21,14	53,3
Vía Principal	203,78	150,04	73,6
Vía Secundaria	176,48	100,45	56,9
Vía Local	54,6	21,89	40,1
Sendero	382,17	165,59	43,3
Camino de Verano/Herradura	242,69	159,74	65,8
Total de vías	1099,4	618,85	56,3

Elaborado por: Autores

Como se muestra en la tabla N° 44, 618,86 km de vías, que representan el 56,3%, se ven expuestas a un riesgo sísmico moderado y alto, de las cuales la categoría de sendero es la que presenta la mayor exposición con 165,59 km que significan el 26,76% de las vías expuestas como lo muestra el Gráfico N° 19.

**Gráfico N° 19. Porcentaje de vías expuestas a riesgo sísmico moderado y alto en el cantón Tulcán**



Elaborado por: Autores

## Infraestructura

En cuanto a la infraestructura que se encuentra expuesta a riesgo sísmico moderado y alto (Tabla N° 45), se tiene que el cantón Tulcán posee 145 centros educativos de los cuales 48 están expuestas a un riesgo considerable. En lo que corresponde a la existencia de puentes se cuenta con un total de 134 de los cuales 34 puentes de carretera y 1 puente peatonal presentan riesgo sísmico moderado y alto.

De los 37 centros de asistencia médica, 11 con categoría de centro de salud y 1 Hospital se encuentran bajo un riesgo sísmico importante. De los 4 depósitos de almacenamiento de agua, 3 tanques y 1 estanque se encuentran en peligro significativo.

Los dos proyectos existentes en el cantón se encuentran dentro de un riesgo moderado y alto; en el proyecto vial Tulcán – Tufiño 45,9 km están expuestos a un riesgo sísmico significativo.

Los tipos de infraestructura mencionadas requieren consideraciones especiales en cuanto a la planificación y prevención ante la ocurrencia de un evento sísmico de magnitud considerable. (Mapa N° 30)

**Tabla N° 42. Infraestructura con exposición a riesgo sísmico moderado y alto en el cantón Tulcán**

Tipo de infraestructura	Total	Número
<b>Centros Educativos</b>	<b>145</b>	
Centros de educación básica		48
<b>Puentes</b>	<b>134</b>	
Puente peatonal		1
Puente de carretera		34
<b>Centros de asistencia médica</b>	<b>37</b>	
Centro de salud		11
Hospital		1
<b>Depósitos de almacenamiento de agua</b>	<b>4</b>	
Tanque		3
Estanque		1
<b>Proyectos</b>	<b>2</b>	
Proyecto vial Tulcán - Tufiño	65 km	45,9 km
Rehabilitación de entradas norte y sur de Tulcán		1

Elaborado por: Autores

## 5.2 RIESGO A EROSIÓN

A continuación se muestra el riesgo de erosión del suelo en el cantón Tulcán.

### 5.2.1 Evaluación del Riesgo a erosión

A partir de la metodología propuesta se obtuvo el mapa de riesgo a erosión del suelo para el cantón Tulcán (Mapa N° 31) en el cual se identificaron cuatro zonas de riesgo, como se muestra en la Tabla N° 46, en la misma se observa que el territorio del cantón presenta una exposición considerable a erosión del suelo, puesto que más de la mitad de su superficie se encuentra dentro de un nivel de riesgo de moderado y alto.

**Tabla N° 43. Niveles de Riesgo a Erosión del Suelo en el cantón Tulcán**

Riesgo	Área km <sup>2</sup>	Porcentajes
Alto	163,97	9,02
Moderado	909,76	50,04
Bajo	629,92	34,65
Muy Bajo	114,49	6,30

Elaborado por: Autores

#### Riesgo Alto

La categoría de riesgo alto abarca una superficie de 163,97 km<sup>2</sup>, que equivale al 9,02% del cantón, cubriendo pequeñas extensiones de las parroquias de Maldonado y El Chical y Urbina. Ésta categoría comprende niveles de vulnerabilidad territorial y amenaza altos y muy altos.

#### Riesgo Moderado

Ésta categoría de riesgo comprende un área de 909,76 km<sup>2</sup>, que representan el 50,04% del cantón, siendo la categoría que cubre una mayor extensión, se ubica principalmente en el territorio de las parroquias de Tobar Donoso, El Chical, Maldonado y ciertas áreas de Julio Andrade, El Carmelo y Urbina. Los niveles de vulnerabilidad para esta categoría van de moderada a muy alta al igual que la amenaza.

#### Riesgo Bajo

El área de riesgo bajo se ubica a lo largo del territorio de Tufiño y algunas extensiones de territorio de las parroquias de Tobar Donoso, Julio Andrade, El Carmelo y la cabecera cantonal, con una extensión de 629,92 km<sup>2</sup> que comprende el 34,65% del

cantón. Ésta categoría presenta un nivel de vulnerabilidad territorial bajo y moderado en cuanto a acceso a servicios básicos y condiciones socioeconómicas de la población.

### **Riesgo Muy Bajo**

La categoría de riesgo muy bajo abarca la menor extensión del territorio del cantón, con 114,49 km<sup>2</sup> que significan el 6,3% de la superficie cantonal, comprendiendo la mayor parte del territorio de la cabecera cantonal. Su nivel de riesgo está dado debido a que presenta categoría de amenaza baja y muy baja, así como una vulnerabilidad territorial muy baja.

## **5.3 RIESGO A MOVIMIENTOS EN MASA**

A continuación se muestra los niveles de riesgo a los cuales el cantón Tulcán se encuentra expuesto, así como también la infraestructura de importancia que está expuesta a este riesgo que puede llegar a ser afectada en alguna medida.

### **5.3.1 Evaluación de Riesgo a Movimientos en Masa**

Mediante la aplicación de la metodología propuesta para la identificación de las zonas con riesgo a movimientos en masa, se obtuvo un mapa de riesgos (Mapa N° 32), en el cual se puede observar que una parte considerable del territorio del cantón no se encuentra dentro un nivel de riesgo considerable con el 38,65% del territorio dentro de las categorías de riesgo Bajo y Muy Bajo, sin embargo la superficie expuesta a algún tipo de riesgo a movimientos en masa es importante, representando 61,35% de la superficie cantonal que se encuentra dentro de las categorías Moderado hasta Muy Alto. (Tabla N° 47)

**Tabla N° 44. Niveles de Riesgos a Movimientos en Masa en el cantón Tulcán**

<b>Riesgo</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentajes</b>
Muy Alto	3,04	0,17
Alto	463,86	25,51
Moderado	648,45	35,67
Bajo	536,75	29,52
Muy Bajo	166,04	9,13

Elaborado por: Autores



### **Riesgo Muy Alto**

Esta categoría de riesgo representa la menor superficie del cantón con tan solo 3,04 km<sup>2</sup>, que representan el 0,17% del territorio cantonal, localizándose en zonas muy pequeñas de la parroquia de Tobar Donoso. Esta categoría se caracteriza por una vulnerabilidad territorial socioeconómica y de redes muy alta, así como condiciones ambientales desfavorables como altas precipitaciones, que hacen a estas áreas susceptibles a movimientos en masa.

### **Riesgo Alto**

Este nivel de riesgo abarca unos 463,86 km<sup>2</sup> lo cual representa el 25,51% del territorio. Esta categoría se encuentra distribuida a lo largo de las parroquias occidentales del cantón que corresponden a Maldonado, El Chical y Tobar Donoso; que al igual que la categoría anterior, se caracteriza por presentar una vulnerabilidad territorial alta y condiciones ambientales favorables a la ocurrencia de movimientos en masa como precipitaciones abundantes.

### **Riesgo Moderado**

Esta es la categoría de riesgo que cubre la mayor parte de la superficie del cantón, abarcando un área de 646,45 km<sup>2</sup> que significan el 35,67% del territorio cantonal; ubicado principalmente en las parroquias de Maldonado, El Chical, Tobar Donoso y una pequeña extensión de Urbina. Existe una menor vulnerabilidad territorial en estas áreas en relación a las categorías anteriores, sin embargo todavía no se encuentra dentro de un nivel aceptable, lo mismo ocurre con las condiciones del ambiente que si bien no son tan favorables a la ocurrencia de movimientos en masa todavía representan cierto grado de amenaza.

### **Riesgo Bajo**

Esta categoría comprende una superficie de 536,75 km<sup>2</sup> que significan el 29,52% del territorio del cantón, este nivel de riesgo se concentra principalmente en las parroquias de Tufiño, El Carmelo, Julio Andrade, Pióter, Santa Martha de Cuba, Urbina y en pequeñas áreas de la parroquia de Tobar Donoso. Se caracteriza por presentar una vulnerabilidad territorial baja en la parte socioeconómica así como en las redes, de la

misma forma las condiciones ambientales presentan una menor amenaza ante los movimientos en masa.

### **Riesgo Muy Bajo**

Las zonas de riesgo muy bajo abarcan una superficie de 166,04 km<sup>2</sup> que representan el 9,13% de la superficie del cantón Tulcán. Esta categoría se concentra en el territorio de la cabecera cantonal y en reducidas áreas de las parroquias de Pióter y Julio Andrade, caracterizándose principalmente por una vulnerabilidad territorial baja, puesto que aquí es donde se concentra el mayor acceso a servicios e infraestructura, mientras que las condiciones ambientales se muestran en una amenaza moderada a movimientos en masa.

#### *5.3.1.1 Exposición a Riesgo a Movimientos en Masa*

En el análisis de la exposición a riesgos a movimientos en masa se determinarán las vías e infraestructura que están expuestas a las categorías de riesgo moderada, alta y muy alta con el fin de puntualizar la longitud de vías y el número de infraestructuras que podrían requerir una mayor atención ante la ocurrencia de este fenómeno.

### **Vialidad**

Como se mencionó anteriormente el cantón Tulcán comprende una red vial de 1099,4 km de los cuales 329,55 km están expuestos a riesgo por movimientos en masa moderado, alto y muy alto, equivalente al 29,9% del sistema vial.

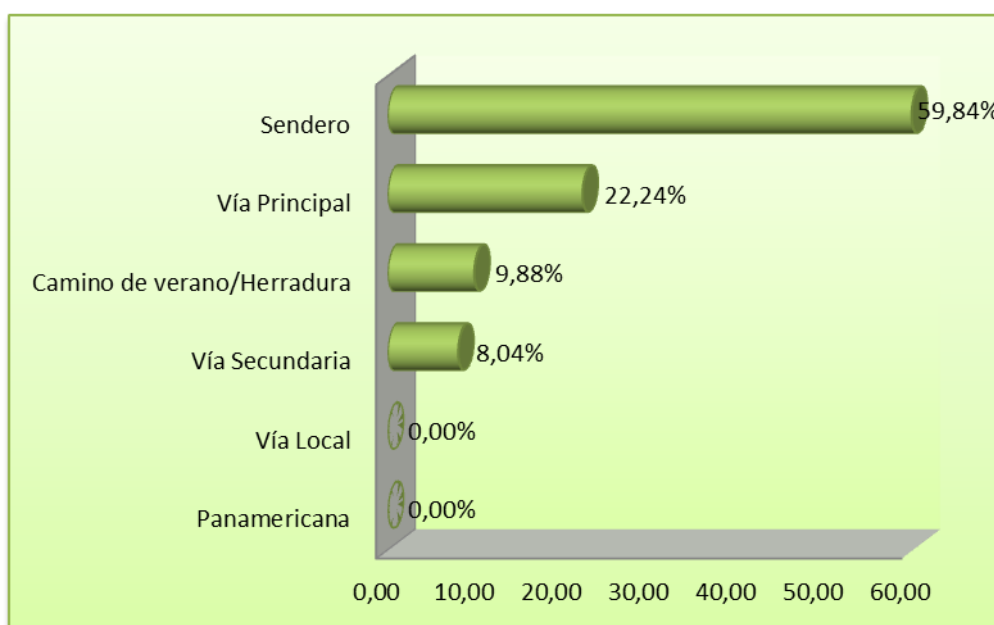
**Tabla N° 45. Vías con exposición a riesgo a movimientos en masa moderado, alto y muy alto en el cantón Tulcán**

<b>Categoría</b>	<b>Longitud total de vía (km)</b>	<b>Longitud de vías expuestas a riesgo por movimientos en masa (km)</b>	<b>Porcentaje de vías expuestas a riesgo por movimientos en masa</b>
Panamericana	39,68	0	0,00
Vía Principal	203,78	73,3	35,97
Vía Secundaria	176,48	26,49	15,01
Vía Local	54,6	0	0,00
Sendero	382,17	197,19	51,60
Camino de verano/Herradura	242,69	32,57	13,42
<b>Total de vías</b>	<b>1099,4</b>	<b>329,55</b>	<b>29,98</b>

Elaborado por: Autores

Como se indica en la tabla N° 48, la categoría de vía que corresponde a sendero es la que presenta una gran exposición ya que posee 197,19 km dentro de las áreas con riesgo moderado, alto y muy alto; sin embargo estas vías no corresponden a una jerarquía mayor dentro del cantón, como lo son la carretera Panamericana y la vía principal, esta última abarca 73,3 km de vías que constituyen el 22,24% de las vías de las vías expuestas a riesgo como lo señala el Gráfico N° 20, se la considera como importante y sensible puesto que representa la conexión entre las cabeceras parroquiales.

**Gráfico N°20. Porcentaje de vías expuestas a riesgo a movimientos en masa moderado, alto y muy alto en el cantón Tulcán**



Elaborado por: Autores

### **Infraestructura**

Con respecto a la infraestructura (Tabla N° 49) se encuentra que 27 centros educativos de educación básica se localizan dentro de zonas de riesgo considerable, en lo que corresponde a la infraestructura de puentes se tiene que 14 puentes de carretera y 4 puentes peatonales están construidos en áreas de movimientos en masa.

Dentro de los centros de asistencia médica se observa que 10 centros de salud están expuestos a una categoría de riesgo considerable, mientras que en los depósitos de almacenamiento de agua 2 de 4 tanques se localizan en áreas propensas a movimientos en masa. (Mapa N° 33)

**Tabla N° 46. Infraestructura con exposición a riesgo a movimientos en masa moderado, alto y muy alto en el cantón Tulcán**

<b>Tipo de infraestructura</b>	<b>Total</b>	<b>Número</b>
<b>Centros Educativos</b>	<b>145</b>	
Centros de educación básica		27
<b>Puentes</b>	<b>134</b>	
Puente de carretera		14
Puente peatonal		4
<b>Centros de asistencia médica</b>	<b>37</b>	
Centro de salud		10
<b>Subestación eléctrica</b>	<b>2</b>	
Subestación transmisora		1
<b>Depósitos de almacenamiento de agua</b>	<b>4</b>	
Tanque		2
<b>Proyectos</b>	<b>2</b>	
Proyecto vial Tulcán - Tufiño	65 km	19,06 km

Elaborado por: Autores

#### 5.4 MAPA DE RIESGO MULTIFENÓMENO

Con el mapa de riesgo multifenómeno (Mapa N° 34) se pretende mostrar las áreas que están expuestas a riesgo alto y muy alto de sismos, erosión y movimientos en masa dentro del cantón.

Se destacan las parroquias de Maldonado y El Chical como las de mayor exposición puesto que concentran el mayor riesgo para cada fenómeno. Por otra parte la parroquia de Tobar Donoso presenta un riesgo elevado a erosión y movimientos en masa, mientras que la parroquia de Urbina muestra un alto riesgo a sismos y a erosión del suelo.

## CAPÍTULO VI

### 6. GESTIÓN DEL RIESGO

Se entiende a la gestión del riesgo como un proceso social complejo que se constituye en un eje transversal de la actividad económica, lo cual implica el planeamiento y aplicación de políticas, estrategias, instrumentos y medidas de intervención (SENPLADES, 2005), por lo que en éste componente se evalúa el alcance del PD y POT cantonal en la gestión del riesgo, ya que es el documento que determina las directrices orientadas a controlar los efectos adversos de fenómenos peligrosos en un contexto de planificación preventiva; también será parte de éste análisis la capacidad institucional del municipio puesto que es el encargado de ejecutar acciones aplicadas a la prevención y mitigación de riesgos.

#### 6.1 ALCANCE DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN TULCÁN Y LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL DEL MUNICIPIO

##### **6.1.1 Alcance del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán en la Gestión de Riesgos.**

De acuerdo a lo propuesto en la metodología, se contrastará lo que determina SENPLADES con respecto a la gestión de riesgos dentro de los planes cantonales a través de la Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias, con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales 2011 – 2031, con el fin de revelar fortalezas y debilidades que el Plan del cantón presenta respecto a la temática de riesgos.

La guía de SENPLADES no sugiere un componente particular dedicado a la gestión de riesgo dentro de los Planes de desarrollo, sin embargo, este debe ser abordado por el diagnóstico sistémico en cada uno de sus componente, así como también en la fase de propuesta, mientras que en el Plan de Ordenamiento Territorial no se estipula el tratamiento de esta temática en ninguna de sus fases por lo que no será abordado en este análisis.

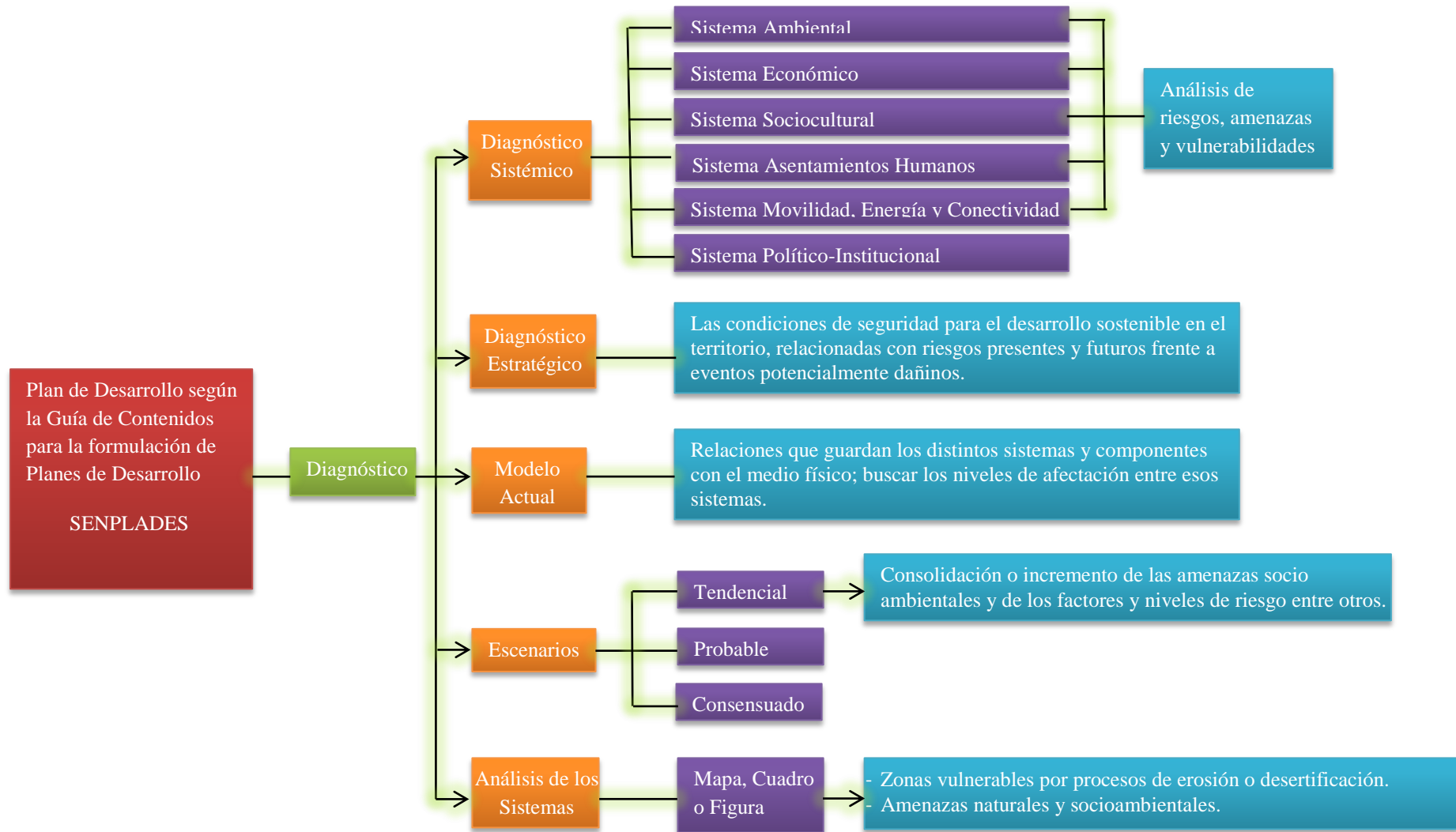
A continuación se describe el contenido acerca de riesgos dentro de cada fase que contempla un Plan de Desarrollo Cantonal según la Guía de SENPLADES y según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán.

#### 6.1.1.1 *Fase de Diagnóstico*

Dentro de la fase de diagnóstico es importante abordar la gestión de riesgos puesto que brinda el soporte técnico para la toma de decisiones, además que muestra la situación que atraviesa el territorio y su población. Comprende dos componentes principales, el diagnóstico sistémico y estratégico. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2011, pág. 43)

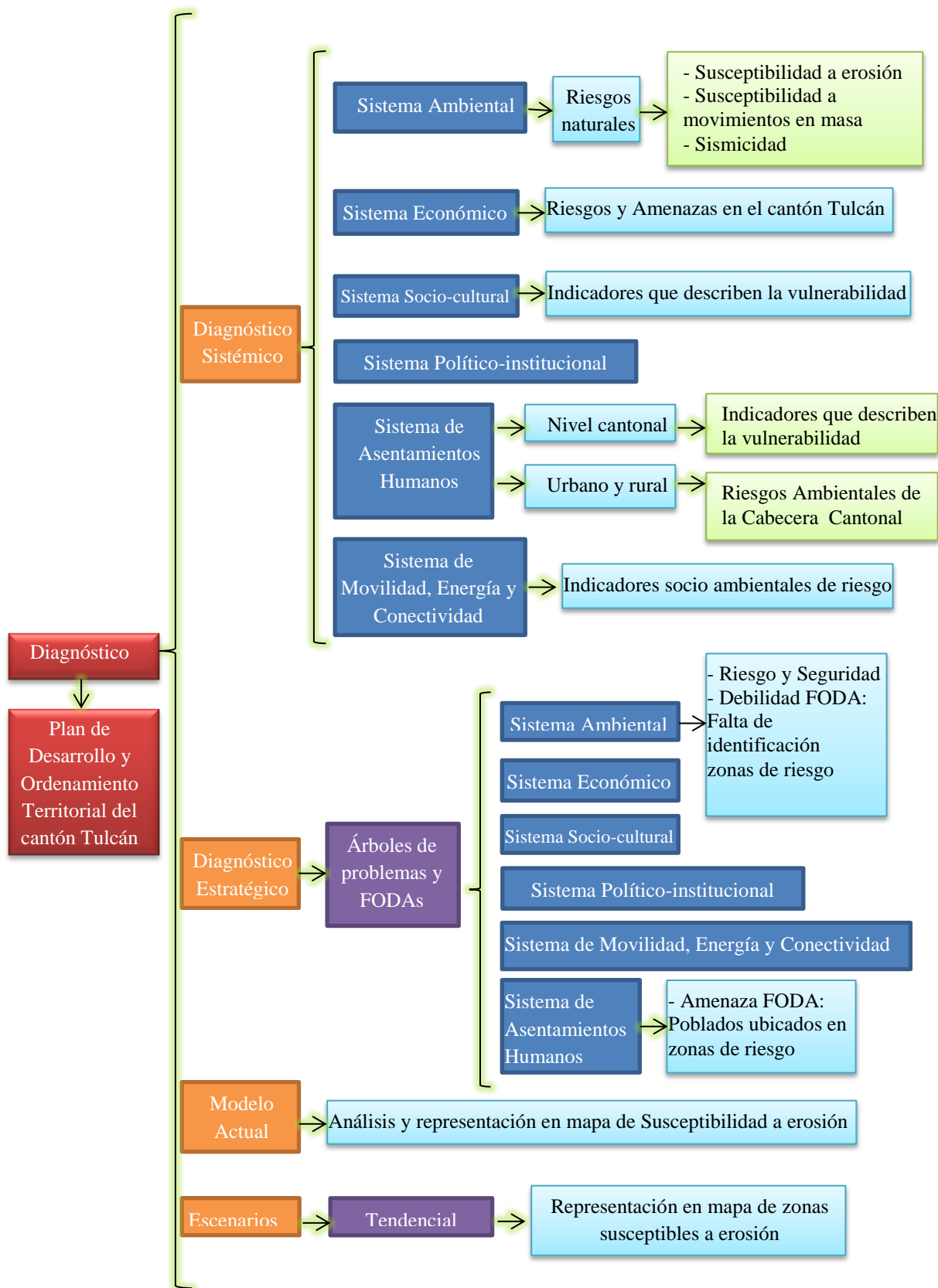
En el Diagrama N° 9 se muestra los contenidos de riesgos para la fase de diagnóstico según la propuesta de la guía de la SENPLADES, así como también en el Diagrama N° 10 el contenido respecto a riesgos dentro del PD y POT del cantón Tulcán.

**Diagrama N° 9. Propuesta de contenidos de riesgos en la fase de diagnóstico del Plan de Desarrollo Cantonal según la Guía de Contenidos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de SENPLADES**



Fuente: Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias. SENPLADES, 2011. Elaborado por: Autores

**Diagrama N° 10. Contenido con respecto a riesgos naturales en la fase de diagnóstico del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán**



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales 2011 – 2031  
Elaborado por: Autores



#### 6.1.1.1.1 Diagnóstico sistémico

Este diagnóstico comprende el análisis de las interdependencias de los sistemas vinculados al desarrollo del cantón, siendo éstos: sistema ambiental, económico, socio cultural y político institucional; y los sistemas que se relacionan con el ordenamiento territorial, que son de asentamientos humanos y movilidad, energía y conectividad; los cuales serán evaluados a continuación en lo que se refiere a la gestión de riesgos dentro del PD y POT del cantón Tulcán.

#### **Sistema Ambiental**

Según la guía de contenidos de SENPLADES, para este sistema se sugiere caracterizar los componentes de clima, ecosistemas, agua, suelo, aire, recursos no renovables, topografía, geología y geomorfología para, una vez identificados, realizar un análisis de las principales amenazas existentes.

Dentro del Plan de Desarrollo del cantón Tulcán se analiza los riesgos naturales como un componente adicional a los que propone SENPLADES dentro del sistema ambiental; como parte de éste se analizan los siguientes tipos de riesgo:

- *Erosión:* para el análisis de la erosión, el Plan aborda en primer lugar las posibles causas para la ocurrencia de esta.

*“Los procesos principales que están generando pérdida de suelos se atribuyen a la utilización de zonas con moderadas y fuertes pendientes, donde no se toman medidas de conservación de suelos: se siembra en sentido de la pendiente, no hay rotación de cultivos, especialmente en la zona andina, en el área de Chical, Maldonado, Chilma, Tobar Donoso; hay un avance de la frontera agrícola con la destrucción del bosque y la introducción de ganadería en pendientes moderadas a fuertes esta ejerciendo un efecto que puede causar fuertes consecuencias en la pérdida del suelo...”*

- *Sismicidad:* en cuanto a la sismicidad, el contenido del PD y POT del cantón Tulcán aborda la incidencia de la tectónica de placas a nivel continental.

*“La incidencia de la tectónica de placas a nivel sudamericano está directamente relacionada con las placas de Nazca y Sudamericana, donde se produce un proceso de convergencia; es decir, que los límites de una placa chocan contra la otra y se produce la introducción de una de ellas, en este caso la Nazca bajo la Sudamericana, y se conoce como subducción.”*

A continuación se habla del potencial sismogénico que tiene el país relacionado con las fallas geológicas existentes dentro del territorio nacional.

*“La más importante es la falla del sistema mayor Dextral, que cruza desde Puna–Pallatanga–Callejón interandino y continua en Colombia. Luego, el sistema San Isidro El Ángel, ubicado en la cordillera occidental, que en Colombia se conoce como el sistema Cauca–Patía.”*

Finalmente, se hace una pequeña reseña de los sismos ocurridos dentro del cantón Tulcán, donde se señala que su magnitud no ha superado los 5 grados en la escala de Richter y se han producido en un número de 37 sismos ubicados en las parroquias de Maldonado, El Chical y la reserva Awá.

Además este tema se ilustra con un mapa de “Fallas y Pliegues Cuaternarios” tomado de la USGS (United States Geological Survey) a escala 1 : 1’125.000.

- *Movimientos en masa:* para este tema el Plan de Desarrollo da una definición de este tipo de fenómenos y describe los factores que lo condicionan, además de las posibles causas que lo activan.

*“El movimiento en masa se puede definir como transferencia de materiales de vertientes desplazándose hacia abajo como un cuerpo coherente.”*

*“Los factores que condicionan que se produzcan estos fenómenos son: la gravedad, pendiente, clima, suelo, litología, tectónica, cobertura vegetal y actividades antrópicas.”*

*“Los movimientos en masa pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones o por el crecimiento de aguas subterráneas y el socavamiento de los ríos.”*

Se elaboró un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa clasificado en 5 categorías de susceptibilidad que van desde muy baja a muy alta, las cuales son descritas individualmente dentro del Plan en su extensión y distribución a lo largo del cantón.

### **Sistema Económico**

La Guía de Contenidos de SENPLADES señala que este sistema comprende los factores vinculados al desarrollo que establecen de manera general la situación económica del cantón y se forma de varios componentes principales, dentro de los cuales se considera a las situaciones de riesgo presente y futuro, determinadas por la vulnerabilidad del territorio. Cabe recalcar que la Guía no especifica la clase de riesgo natural, social o económico, que se debe tratar dentro de este sistema.

En el PD y POT del cantón Tulcán, dentro del sistema económico, se encuentra un subtítulo dedicado a tratar los riesgos y amenazas en el cantón, abordando principalmente las debilidades de la estructura económica y las vulnerabilidades comerciales. En cuanto a la incidencia de los riesgos naturales al sector económico tan sólo se menciona en un corto párrafo la afectación de los fenómenos meteorológicos a la actividad agropecuaria.

*“El riesgo de fenómenos meteorológicos es una fuerte amenaza para la producción agropecuaria, en especial las heladas o bajas drásticas de temperatura en la región, dado que la actividad agropecuaria es la principal fuente de empleo e ingresos de todas las parroquias rurales del cantón.”*

### **Sistema Sociocultural**

Según SENPLADES este sistema se comprende como la dinámica poblacional, las características demográficas, las formas de organización de las y los actores sociales, el aporte a la cogestión del territorio; lo cultural se refiere al conjunto de valores que

componen las identidades y culturas de los grupos poblacionales, con esta caracterización propuesta se deben analizar las vulnerabilidades particulares de los diferentes grupos sociales y organizaciones frente a las amenazas presentes.

En el Plan de Desarrollo del cantón no se contempla el tema de riesgos naturales, sin embargo por la clase de información que abarca este sistema, se abordan temas que, por su naturaleza, revelan las vulnerabilidades del cantón. Se encuentran temas como: grupos vulnerables, dependencia, pobreza en niños, adolescentes y adultos mayores, analfabetismo, discapacidad, nivel de instrucción, morbilidad, entre otros; estos temas han sido tratados con una profundidad considerable, cuenta también con datos estadísticos, tablas, cuadros y análisis de cada temática, lo que brinda una idea bastante clara de la situación social del cantón.

### **Sistema Político – Institucional**

De acuerdo a la Guía de contenidos de SENPLADES, este sistema comprende el campo del desarrollo organizacional general, tanto de la institución como de las instancias desconcentradas de gobierno, para cumplir con las competencias y roles que les asignan la Constitución y las leyes pertinentes, enmarcadas en determinar la capacidad de gestión del territorio, entendido este último como la conjunción entre las actividades de la población, en todos sus órdenes, sobre el medio físico natural.

Para el cantón Tulcán en su PD y POT, en cuanto a este sistema, se describen con profundidad las competencias de los GADs municipal y parroquiales, además de una descripción de la organización institucional del municipio. En este sistema no se aborda el tema de riesgos naturales por cuanto la guía de la SENPLADES no propone que este tema deba ser abarcado puntualmente por el sistema político – institucional.

### **Sistema de Asentamientos Humanos**

Según la Guía de Contenidos, este sistema comprende las formas de distribución y ocupación del territorio por parte de la población, así como también el acceso a servicios sociales y básicos, para esto se propone identificar algunos referentes dentro de los cuales se menciona la situación de exposición de riesgo y vulnerabilidad de las

estructuras físicas ante amenazas de carácter natural y social y factores de riesgo de discapacidades.

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán, en lo que corresponde al sistema de asentamientos humanos, se abarca el tema desde dos puntos: el primero comprende una perspectiva a nivel cantonal describiendo el acceso de la población a servicios básicos y a infraestructura, los cuales son factores que influyen en la determinación de la vulnerabilidad, sin embargo no se trata el tema de riesgos como un referente importante para el diagnóstico del sistema como lo propone SENPLADES.

El segundo punto analiza a la cabecera cantonal desde sus componentes urbano y rural, en el cual se considera un subtítulo de “Riesgos Ambientales de la Cabecera Cantonal” donde se describe brevemente ciertos riesgos provocados por los procesos de urbanización no planificada.

*“El deterioro de las micro cuencas de los ríos Tajamar y Bobo por los procesos de deforestación y pérdida de su vegetación nativa.”*

*“Los procesos de contaminación de los ríos por los desechos urbanos; y, químicos por el uso de pesticidas en la agricultura.”*

*“Los riesgos de deslizamiento del suelo por los procesos de urbanización cercanos a los bordes de los ríos y en zonas de laderas con pendiente pronunciadas; y, la construcción de obras viales al no contar sus taludes con cunetas de coronación y de protección adecuadas.”*

*“Los de inundaciones por deficiencia del sistema combinado de alcantarillado de aguas servidas y de lluvia.”*

### **Sistema de Movilidad, Energía y Conectividad**

Para este sistema la guía de SENPLADES menciona que se constituye por las redes y flujos que articulan todos los demás sistemas, señalando la importancia de establecer las características actuales de cobertura y los posibles niveles riesgos a los que estos

sistemas están expuestos, así como de analizar las vulnerabilidades de las redes del cantón frente a las amenazas existentes.

En cuanto al PD y POT del cantón Tulcán para este sistema se tiene, con respecto a la movilidad, una descripción a nivel parroquial de la extensión de la red vial, estado de las vías y tipo de vía, esta información podría considerarse como indicadores para la determinación de la vulnerabilidad del componente de movilidad, sin embargo, en el PD y POT cantonal de Tulcán no se aborda la temática de riesgos y vulnerabilidades que propone SENPLADES para este sistema; en lo que corresponde a energía y a conectividad sucede algo similar puesto que se describe únicamente el porcentaje de la población con acceso a los servicios que corresponden a este sistema.

#### 6.1.1.1.2 Diagnóstico Estratégico

El análisis del diagnóstico estratégico dentro de un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonal se refiere a la descripción de la situación actual y tendencial del territorio en función del alcance de sus sistemas, considerando, entre otros aspectos, las condiciones de seguridad para el desarrollo del cantón, relacionadas con riesgos presentes y futuros frente a las amenazas detectadas.

Para el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán, se aborda el diagnóstico estratégico mediante la elaboración de un árbol de problemas para cada sistema del diagnóstico, destacando las causas y efectos del problema central.

#### **Sistema Ambiental**

El árbol de problemas del sistema ambiental comprende las causas y efectos para el deterioro de los recursos naturales dentro del cantón; para el análisis de éste sistema se proponen 8 subsistemas de estudio, entre los cuales se tiene el de Agua, Suelo, Aire, Clima, Ecosistemas, Recursos Naturales, Áreas Protegidas y Riesgo y seguridad; para éste último se nombran las causas para el inadecuado manejo de envases agroquímicos que tienen como efecto la proliferación de enfermedades.

A pesar de que se plantea un subsistema de Riesgos dentro del sistema ambiental, éste no es abordado en cuanto a amenazas o eventos adversos como propone SENPLADES,

sino que muestra un enfoque orientado más a lo social, puntualizando la propagación de enfermedades como un resultado del mal manejo de los recursos naturales. Además se menciona la falta de identificación de zonas de riesgo en las debilidades del FODA.

### **Sistema Económico**

El sistema económico – productivo presenta en su árbol de problemas el análisis de los subsistemas de Comercio, Ocupación, Turismo, Industria y Producción Primaria, sin abarcar la temática de riesgos dentro de la determinación de las causas del problema central; se enfoca principalmente en los efectos de la migración, delincuencia y baja productividad.

### **Sistema Socio – cultural**

Para éste sistema PD y POT del cantón Tulcán indica las causas para las carencias en salud, educación y bienestar social de la población del cantón, en función de los subsistemas de Estructura de la población, Educación, Salud, Interculturalidad y Dinámica poblacional; sin resaltar riesgos o vulnerabilidades por parte de la población.

### **Sistema Político – Institucional**

SENPLADES en su Guía Metodológica no detalla dentro de éste sistema la descripción de riesgos o amenazas del mismo ante fenómenos naturales, por ello el árbol de problemas del sistema político – institucional describe únicamente las debilidades del cantón en cuanto a sus instituciones sociales y normativa legal, que tienen un efecto directo en la ineffectividad de acción del mismo.

### **Sistema de Asentamientos Humanos**

Para el árbol de problemas del sistema de asentamientos humanos del PD y POT del cantón Tulcán se describe principalmente el déficit de acceso a los servicios básicos y sociales por parte de la población y la insuficiente infraestructura comercial y de servicios, lo cual desencadena una estructura de centros poblados no planificados y con grandes carencias sociales. A pesar de que varios de éstos factores podrían considerarse dentro de un análisis de vulnerabilidades del cantón, no se expresa particularmente la temática de riesgos y seguridad frente a amenazas para éste sistema. En lo que

corresponde al análisis FODA se menciona dentro de las amenazas la localización de centros poblados en las zonas de riesgo.

### **Sistema de Movilidad, Energía y Conectividad**

En el PD y POT de Tulcán para éste sistema se describen los principales problemas en cuanto a la movilidad, como es el deficiente sistema vial y servicio de transporte público y a energía y conectividad con la deficiencia de la dotación de estos servicios a la población. La descripción del árbol de problemas de éste sistema no expone los riesgos a los que se encuentra expuesto ni condiciones de seguridad para la población ante un evento adverso.

#### 6.1.1.1.3 Escenarios

Según la Guía de Contenidos de SENPLADES deben elaborarse tres escenarios: tendencial, probable y consensado, pero tan sólo en el primero se menciona explícitamente la representación de la exposición a riesgos del cantón:

*“...consolidación o incremento de las amenazas socio ambientales y de los factores y niveles de riesgo entre otros.”*

En el PD y POT del cantón Tulcán se realiza un representación gráfica con la delimitación de las áreas expuestas a erosión y su posible incremento, sin embargo no se realiza un análisis de las causas y efectos de este fenómeno.

#### 6.1.1.1.4 Mapas, cuadros o figuras derivados del análisis de los sistemas

En cuanto a la representación de los datos para el análisis de los sistemas, la SENPLADES propone que se lo debe realizar de manera gráfica y estadística, mediante el uso de mapas, cuadros o figuras como complemento e insumo para identificar el modelo de ordenamiento territorial con el cual está operando el cantón. A continuación se muestran los contenidos que propone la Guía de mayo del 2011 de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo en la temática de riesgos:

*“Mapa, cuadro o figura de áreas ambientalmente prioritarias: Delimitación de áreas que requieren manejo ambiental prioritario para proteger el patrimonio*



*natural y garantizar la oferta ambiental (zonas con alta biodiversidad, bosques naturales, zonas vulnerables por procesos de erosión o desertificación...)*”

*“Mapa, cuadro o figura de amenazas naturales y socioambientales: Ubicación y delimitación indicativa de las áreas que presentan exposición a amenazas y susceptibilidad (nivel potenciales de impacto) por eventos naturales o socioambientales (inundación, deslizamiento, avalancha, sismo, erupción volcánica).”*

En el PD y POT del cantón Tulcán se utilizan mapas, cuadros o figuras, sin embargo éstos no están dedicados a detallar la exposición del cantón a los riesgos como se describe la Tabla N° 40:

**Tabla N° 47. Contenido de mapas, cuadros o figuras del PD y POT del cantón Tulcán**

<b>Sistema</b>	<b>Mapa, cuadro o figura</b>
Ambiental	Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1: 250.000
	Mapa de susceptibilidad a erosión a escala 1: 250.000
Económico	No contiene mapas, cuadros o figuras que representen la exposición a riesgos naturales que afecten al sistema
Socio - cultural	Contiene una gran variedad de cuadros y figuras, que si bien no expresan directamente la exposición a riesgos naturales de este sistema, por la naturaleza de sus datos evidencian las vulnerabilidades del cantón.
Asentamientos Humanos	Contiene una gran variedad de cuadros y figuras, que si bien no expresan directamente la exposición a riesgos naturales de este sistema, por la naturaleza de sus datos evidencian las vulnerabilidades del cantón.
Movilidad, Energía y Conectividad	No muestra ningún mapa, cuadro o figura que represente la situación de este sistema en cuanto a riesgos naturales.
Político - Institucional	La Guía de contenidos de SENPLADES no propone que este sistema deba abarcar la temática de riesgos dentro de sus contenidos.

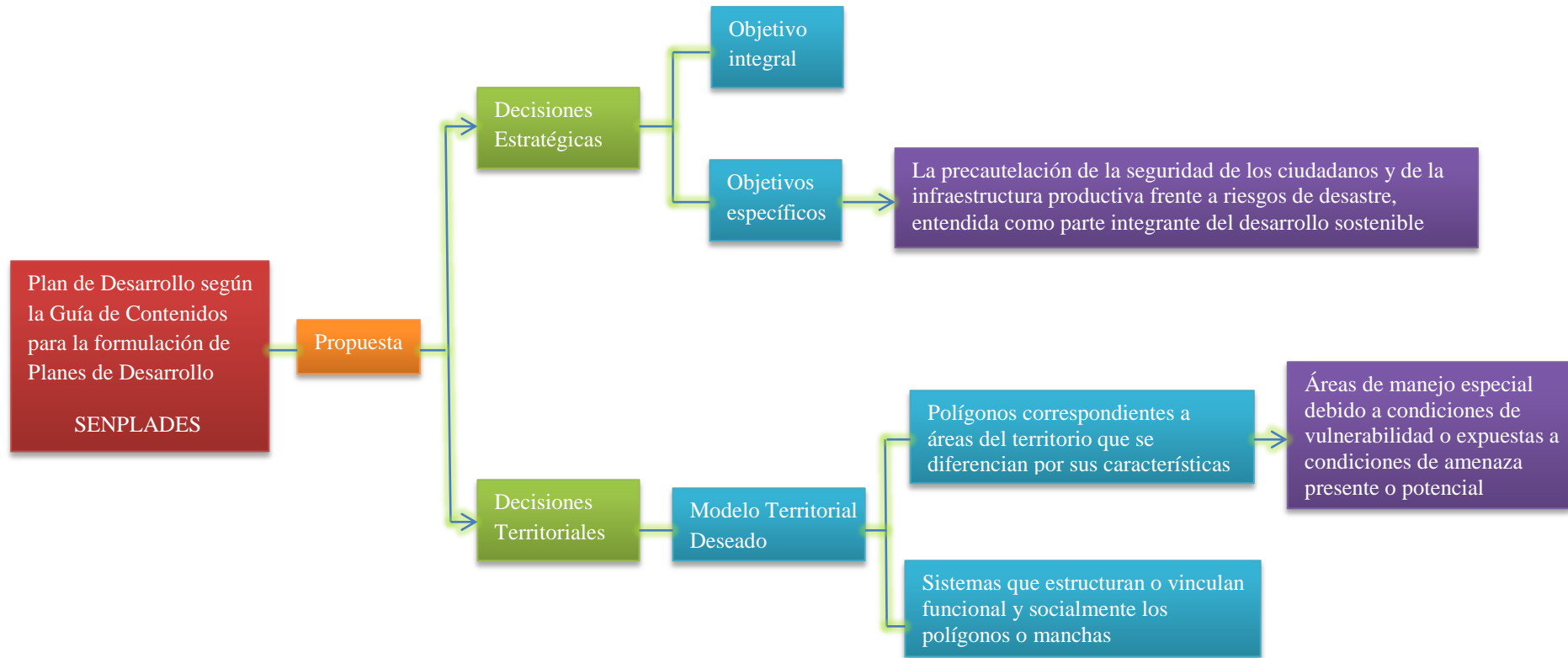
Elaborado por: Autores

#### 6.1.1.2 *Fase de Propuesta*

Se considera importante el análisis de los riesgos en la fase de propuesta dentro del Plan de Desarrollo, puesto que esta comprende el conjunto de decisiones que tomará y adoptará el cantón con el objeto de alcanzar una situación deseada de Buen Vivir. (SENPLADES, 2011, pág. 52)

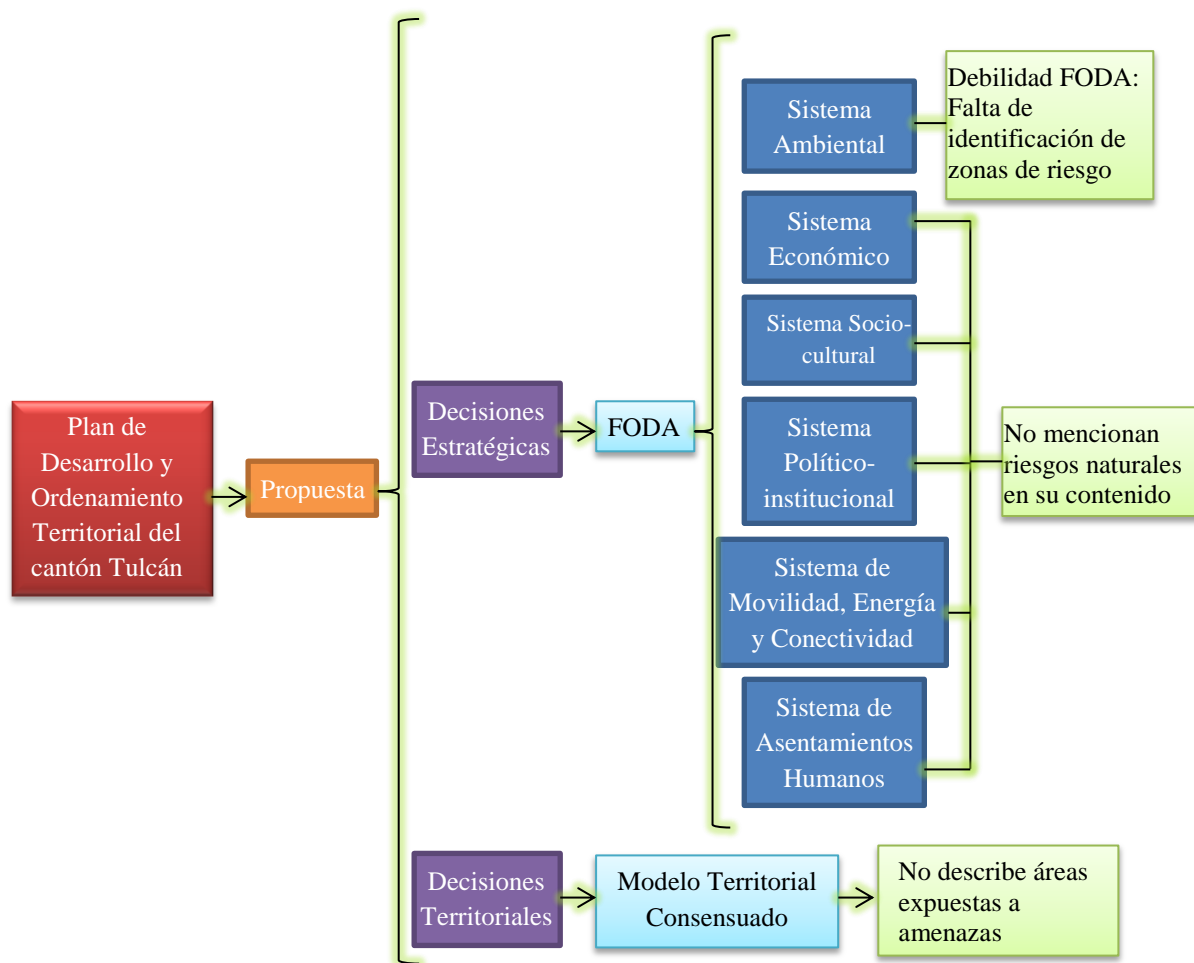
En el Diagrama N° 11 se muestra los contenidos acerca de riesgos dentro de la fase de propuesta de la Guía de SENPLADES, mientras en el Diagrama N° 12 se detallan los contenidos del PD y POT cantonal de Tulcán en cuanto a riesgos.

**Diagrama N° 11. Propuesta de contenidos de riesgos en la fase de propuesta del Plan de Desarrollo Cantonal según la Guía de Contenidos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la SENPLADES**



Fuente: Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias. SENPLADES, 2011.  
Elaborado por: Autores

**Diagrama N° 12. Contenido con respecto a riesgos naturales en la fase de propuesta del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán**



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales 2011 – 2031  
Elaborado por: Autores

#### 6.1.1.2.1 Decisiones Estratégicas

Según la Guía de contenidos de SENPLADES, las decisiones estratégicas deben presentar el nivel de desarrollo o Buen Vivir, que se debe alcanzar en el territorio cantonal dentro de un plazo determinado. Esta debe comprender el objetivo integral y el objetivo específico a los cuales les corresponde definir las situaciones que deben alcanzarse en relación con varios aspectos, dentro de los cuales destaca:

*“La precautelación de la seguridad de los ciudadanos y de la infraestructura productiva frente a riesgos de desastre, entendida como parte integrante del desarrollo sostenible.”*

Dentro del PD y POT de Tulcán, en el subtítulo de “Estrategias Sectoriales”, como parte de las debilidades del análisis FODA del Sistema Ambiental, se menciona la falta de indentificación de zonas de riesgo, sin embargo, no se proponen estrategias para la indentificación y manejo de riesgos. Los demás sistemas no mencionan los riesgos naturales dentro de sus contenidos.

#### 6.1.1.2.2 Decisiones Territoriales

Para efectos de la guía de SENPLADES las decisiones territoriales deben comprenderse como la forma de organización del territorio que permitirá que se lleven a cabo de la manera más adecuada, la ocupación y todas las actividades de la población en el territorio; y que se fortalezcan los vínculos espaciales entre los asentamientos y el medio natural; este punto representa el Modelo Territorial Deseado en el cual deben indentificarse varios factores con el fin de superar las limitaciones del Modelo Actual, dentro de los cuales se propone definir:

*“Zonas que pertenecen a la base natural (sistema ambiental) correspondientes a áreas de protección, áreas de manejo especial debido a condiciones de vulnerabilidad, o que requieren un manejo especial por estar expuestas a condiciones de amenaza presente o potencial, áreas de mitigación de impactos de macroproyectos, entre otras.”*

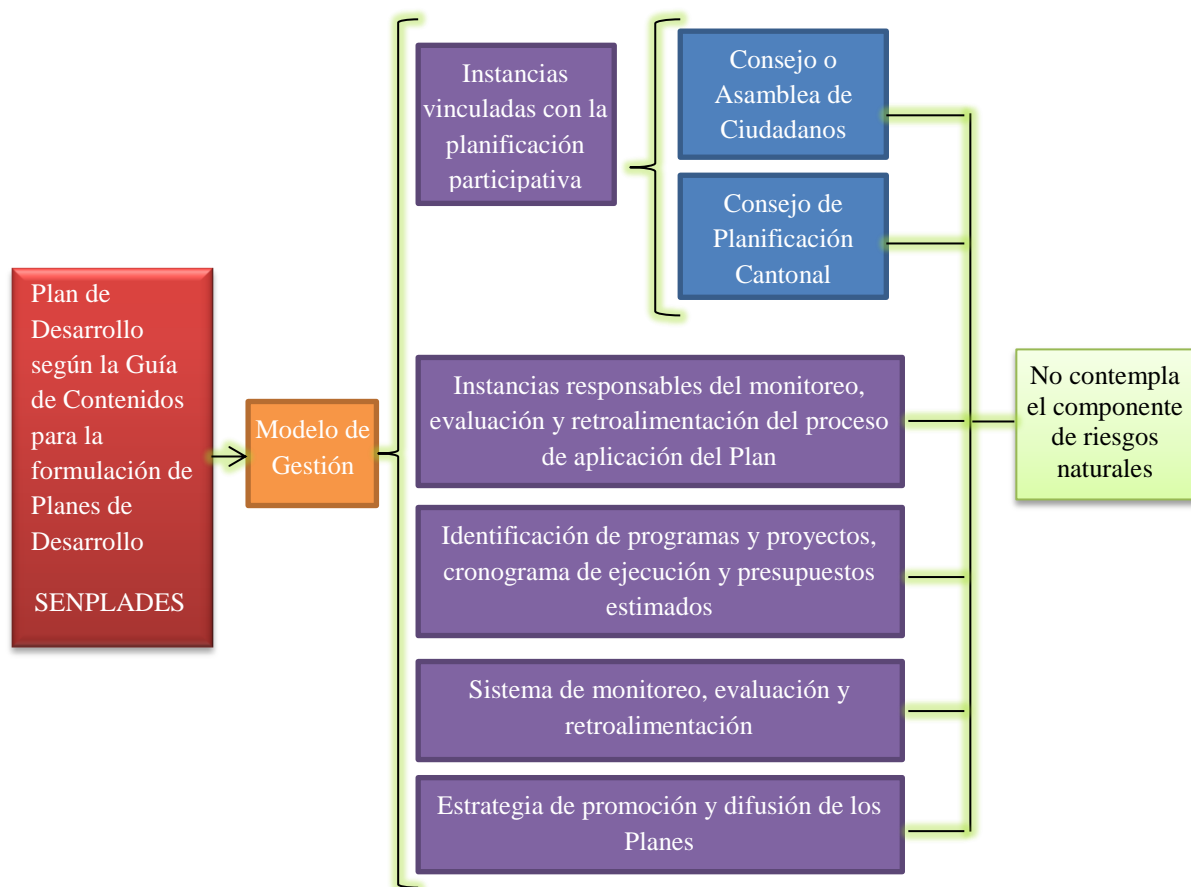
En cuanto a la temática de riesgos en las decisiones territoriales del PD y POT de Tulcán, se emplea el Modelo Territorial Consensuado, en el cual se identifican varios factores para la superación de las limitaciones del cantón pero sin considerar ningún manejo especial para áreas vulnerables y expuestas a amenazas.

#### 6.1.1.3 *Fase de Modelo de Gestión*

La fase de Modelo de Gestión dentro de los Planes de Desarrollo se presenta como un instrumento que permite a los GAD llevar a cabo los objetivos y resultados previstos a largo plazo, precisando programas y proyectos, presupuestos, instancias, monitoreo, evaluación y retroalimentación que faciliten la rendición de cuentas y el control social. (SENPLADES, 2011, pág. 55)

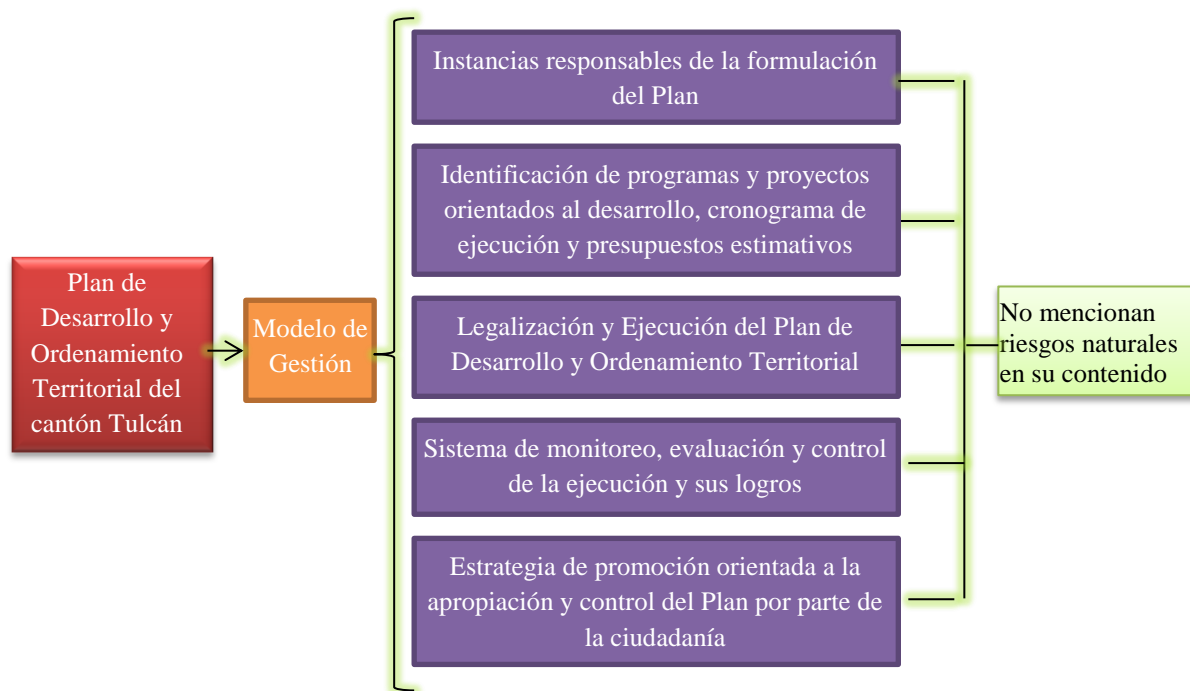
A continuación se muestra el Diagrama N° 13 con los componentes que deben ser considerados dentro del Modelo de Gestión propuesto por la Guía de SENPLADES, la cual no considera a la temática de riesgos como un componente específico a ser tratado; además en el Diagrama N° 14 se muestra los contenidos del PD y POT del cantón Tulcán dentro de la fase de Modelo de Gestión.

**Diagrama N° 13. Propuesta de contenidos de riesgos en la fase de Modelo de Gestión del Plan de Desarrollo Cantonal según la Guía de Contenidos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la SENPLADES**



Fuente: Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias. SENPLADES, 2011.  
Elaborado por: Autores

**Diagrama N° 14. Contenido con respecto a riesgos naturales en la fase de Modelo de Gestión del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán**



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales 2011 – 2031  
Elaborado por: Autores

Como se observa en el Diagrama N° 12, la Guía de SENPLADES no contempla entre sus componentes la temática de riesgos naturales dentro de la fase de Modelo de Gestión, por lo que el PD y POT del cantón Tulcán no aborda entre su contenido, para ésta fase, los riesgos naturales.

*6.1.1.4 Cuantificación de contenidos de riesgos naturales dentro del PD y POT del cantón Tulcán*

De acuerdo a lo revisado en cuanto a manejo de riesgos naturales en la Guía de Contenidos de SENPLADES, se han encontrado 21 ítems a considerar por el PD y POT del cantón Tulcán para el contenido de riesgos, a partir de lo cual se elaboró la lista de control que se muestra en la Tabla N° 41:

**Tabla N° 48. Lista de control de contenidos de riesgos naturales para el PD y POT del cantón Tulcán**

Fase	Etapa	Contenido de riesgos	Subtítulos	Contiene	No contiene explícitamente	No Contiene
Diagnóstico	Diagnóstico Sistémico	Análisis de riesgos, amenazas y vulnerabilidades.	Ambiental	X		
			Económico			X
			Sociocultural		X	
			Asentamientos Humanos		X	
			Movilidad, Energía y Conectividad			X
	Diagnóstico Estratégico	Las condiciones de seguridad para el desarrollo sostenible en el territorio, relacionadas con riesgos presentes y futuros frente a eventos potencialmente dañinos.	Ambiental	X		
			Económico			X
			Sociocultural			X
			Asentamientos Humanos	X		
			Movilidad, Energía y Conectividad			X
	Modelo Actual	Relaciones que guardan los distintos sistemas y componentes con el medio físico; buscar los niveles de afectación entre estos sistemas.		X		
	Escenario Tendencial	Consolidación o incremento de las amenazas socio ambientales y de los factores y niveles de riesgo	Erosión	X		
			Movimientos en masa			X
			Sismos			X
	Análisis de los sistemas	Mapa, cuadro o figura	Ambiental	X		
			Económico		X	
Sociocultural				X		
Asentamientos Humanos			X			
Movilidad, Energía y Conectividad					X	
Propuesta	Decisiones Estratégicas	Seguridad de los ciudadanos e infraestructura productiva frente a riesgos de desastres	Objetivos específicos			X
	Modelo territorial deseado	Áreas de vulnerabilidad o expuestas a amenazas presentes o potenciales	Determinación de zonas y áreas			X

Elaborado por: Autores

De acuerdo a la lista de control realizada se obtuvo que, dentro de la categoría “Contiene”, se cuenta con 7 ítems que cumplen con la propuesta de la Guía de SENPLADES, representando el 33,33% del total de ítems a seguir en cuanto a la temática de riesgos.

Para la siguiente categoría que corresponde a “No contiene explícitamente” se halla que en 4 ítems, que equivalen al 19,05%, de los contenidos no se trata expresamente el

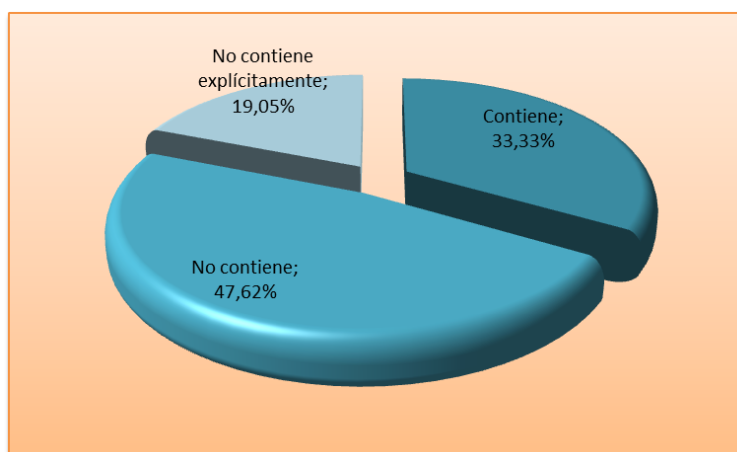


manejo de riesgos, sin embargo a partir de sus indicadores se pueden realizar análisis de vulnerabilidad o susceptibilidad a riesgos naturales.

Finalmente, la categoría de “No contiene” presenta 10 items que no siguen la propuesta de contenidos en cuanto a riesgos de la SENPLADES, representando el 47,62% de lo planteado por la Guía.

En el Gráfico N° 21 se muestra el porcentaje de items dentro de cada categoría.

**Gráfico N° 21. Porcentaje de contenidos de riesgos del PD y POT del cantón Tulcán con respecto a la Guía de SENPLADES**



Elaborado por: Autores

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, se puede observar que en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Tulcán y sus nueve parroquias rurales no se ha profundizado en cuanto al manejo de riesgos naturales existentes en el cantón, esto se considera importante por cuanto el PD y POT debe enmarcarse en la identificación de vulnerabilidades, amenazas y riesgos, así como también establecer propuestas para la prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia ante un evento adverso.

### **6.1.2 Evaluación de la capacidad institucional del municipio de Tulcán para la gestión de riesgos.**

En este punto se considera importante la evaluación de la capacidad institucional, puesto que representa la potencialidad que el municipio presenta para hacer frente a un

eventual desastre; con este antecedente se determinará las vulnerabilidades del GAD Municipal de Tulcán, que según la SNGR es el principal responsable de la gestión del riesgo en el cantón, con el fin de determinar la debilidad de este organismo público para trabajar en la prevención, reducción y respuesta ante un evento adverso, de esta forma mientras mayor sea la vulnerabilidad institucional mayor será el grado de incertidumbre con el que se tomen las decisiones. (SNGR, 2011, pág. 101)

#### *6.1.2.1 Institucionalidad para la gestión de riesgos según la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos*

##### **Ente rector**

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos comprende el ente rector en cuanto a la gestión de riesgos según el Artículo 389 de la Constitución de la República, cuya misión consiste en construir y liderar el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, con el fin de proteger a la población de los efectos negativos de un desastre natural o antrópico.

##### **Sistema Descentralizado de Gestión de Riesgos**

Este sistema está conformado por las Unidades de Gestión de Riesgos (UGR) las cuales deben crearse en los sectores privado y público a todo nivel, incluyendo Juntas Parroquiales, Municipalidades, Distritos Metropolitanos, Gobiernos Provinciales y las entidades del Estado Central. Las UGR, dependiendo de la entidad, pueden denominarse como Dirección, Departamento o Unidad, cuya función principal consiste en trabajar en la prevención y gestión de los riesgos en todas sus fases, enfocándose en dos ámbitos: el manejo de personal y bienes institucionales y el manejo de riesgos externos (SNGR, 2012, pág. 35), como se indica en el Diagrama N° 15.

**Diagrama N° 15. Funciones de la UGR**

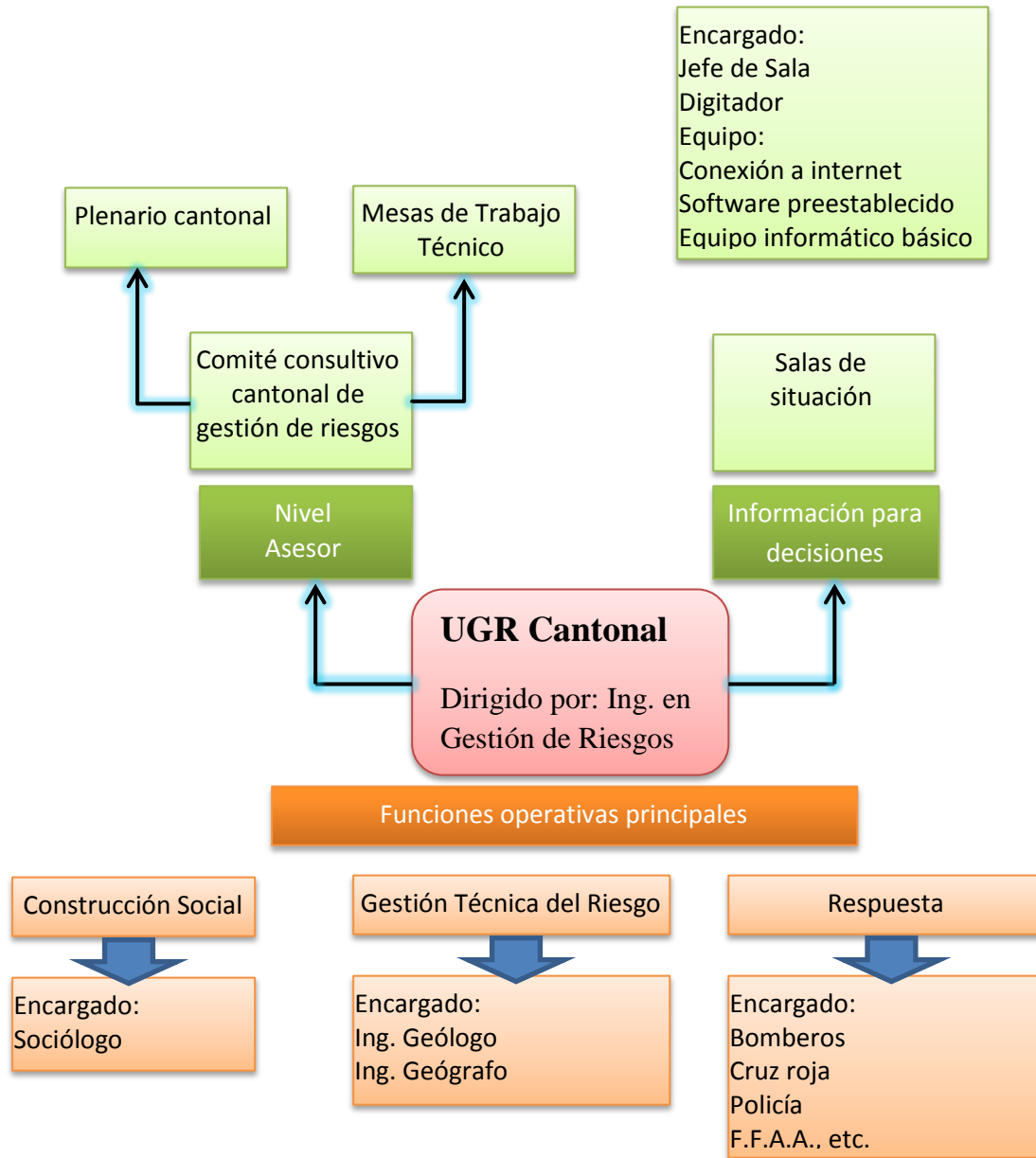


Fuente: Manual del Comité de Gestión de Riesgos. SNGR, 2012

### **Requerimientos mínimos para la creación de la Unidad de Gestión de Riesgos (UGR)**

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos no cuenta con una guía o manual con los requerimientos mínimos para la implementación de las UGRs a nivel cantonal, sin embargo en una entrevista mantenida el día lunes 1 de Octubre del 2012 con el Ing. Paúl Sánchez, Director Provincial de Gestión de Riesgos de Pichincha, mencionó que “las UGR deben mantener una estructura similar a la de la SNGR establecida en el Manual del Comité de Gestión de Riesgos, pero a una escala acorde al nivel y capacidad de cada gobierno seccional” en la misma entrevista el Director Provincial recomienda la estructura y el personal que deberían conformar las UGR, lo cual se describe en el Diagrama N° 16:

**Diagrama N° 16. Organigrama operativo de una UGR Cantonal**



Fuente: Manual del Comité de Gestión de Riesgos. SNGR, 2012.

Elaborado por: Autores

Nivel Asesor:

*Comité consultivo cantonal de gestión de riesgos.*- lo comprenden dos mecanismos permanentes: Plenario y Mesas de Trabajo. El Plenario tiene como función el establecer la Agenda de Reducción de Riesgos, seguimiento de metas anuales, coordinar operaciones durante emergencias y desastres, orientar la fase de recuperación y pronunciarse sobre los asuntos que sus miembros sometan a su conocimiento; debe estar conformado por el Alcalde, Representantes de las Empresas Municipales, Responsable de la UGR Municipal, Jefe Político Cantonal, Jefe de organismos de socorro públicos,

Delegado de F.F.A.A. y Policía Nacional, Representante Cantonal de las Juntas Parroquiales y otros integrantes a criterio de la SGR cantonal. Las Mesas de Trabajo coordinan e integran las capacidades técnicas y administrativas de la función ejecutiva y el sector privado del cantón, estas mesas están conformadas por las instituciones y organizaciones presentes en el territorio. Cuando su conformación no pueda ajustarse plenamente a lo previsto porque no en todos los territorios existe la misma presencia institucional, se las conformará con las instituciones responsables de las acciones previstas. (SNGR, 2012, pág. 37)

Declarada una situación de emergencia o un desastre el Comité Consultivo Cantonal de Gestión de Riesgos se activa de inmediato como Comité de Operaciones de Emergencia (COE), se declara en sesión permanente y asume las funciones establecidas para los estados de alerta naranja o roja como lo menciona el Manual de Comité de Gestión de Riesgos (2012). (Anexo 7)

Información para decisiones:

- *Sala de situación.*- es la estructura donde se analiza sistemáticamente la información de eventos adversos para caracterizar su impacto sobre la población, bienes y servicios; además la sala se encarga del monitoreo, seguimiento y creación de escenarios de riesgo. Las salas cantonales dependen financiera y administrativamente de los GADs municipales. (SNGR, 2012, pág. 34)

Funciones operativas principales:

- *Construcción social.*- encargada de la organización de la población e instituciones en cuanto a la reducción de riesgos y a recuperación de desastres. Se recomienda que el profesional encargado tenga el perfil de Sociólogo o ramas afines. (SNGR, 2012, pág. 34)
- *Gestión técnica del riesgo.*- encargada del estudio de las amenazas, vulnerabilidades, capacidades y riesgos desde una perspectiva técnica y científica, así como también en brindar acciones de prevención, mitigación y

recuperación. El profesional recomendado debe cumplir con la formación de Ingeniero Geólogo o Geógrafo principalmente. (SNGR, 2012, pág. 33)

- *Respuesta.*- tiene como fin aliviar las condiciones sociales de la población ante un evento adverso, así como prepararlos para brindar una respuesta. Esta área está compuesta por todos los organismos de socorro como son, Bomberos, Cruz Roja, Policía y las Fuerzas Armadas. (SNGR, 2012, pág. 34)

#### 6.1.2.2 Organigrama estructural para la gestión de riesgos del Municipio del Cantón Tulcán

El Diagrama N° 17 muestra el organigrama estructural en cuanto a gestión de riesgos, a partir del cual el municipio diseña los procesos y subprocesos de la estructura organizacional, así como las competencias genéricas y específicas para esta área (Anexo 1).

**Diagrama N° 17 Organigrama estructural de la Unidad de Gestión Ambiental y Riesgos del Municipio de Tulcán**



Fuente: Reglamento Orgánico Funcional de Procesos del Gobierno Municipal de Tulcán. 2009  
Elaborado por: Autores

Uno de los objetivos principales de la Unidad de Gestión Ambiental y Riesgos del Municipio de Tulcán, según El Reglamento Orgánico Funcional por Procesos del Gobierno Municipal de Tulcán (2009), es “elaborar o coordinar la elaboración de

proyectos y mapas sobre riesgos naturales y capacitar a la población sobre las medidas de protección y mitigación de riesgos”, sin embargo dentro de esta unidad no existe una subunidad especializada en la gestión de riesgos como lo determina la SNGR, puesto que las unidades existentes tienen competencias distintas a la gestión de riesgos como se describe a continuación (Anexo 2):

- *Gestión Ambiental e Higiene.*- esta subunidad tiene como objetivo todas las acciones dentro del cantón relacionadas a la salubridad y control sanitario, como son campañas de concientización, elaboración de ordenanzas, códigos y reglamentos de sanidad, programas de desratización, descanización y vacunación, etc. (Reglamento Orgánico Funcional por Procesos del Gobierno Municipal de Tulcán, 2009, pág. 37)
- *Manejo de desechos sólidos.*- esta subunidad tiene como función la recolección y barrido de residuos sólidos en el cantón, así como también el manejo técnico y operativo del relleno sanitario. (Reglamento Orgánico Funcional por Procesos del Gobierno Municipal de Tulcán, 2009, pág. 37)
- *Parques y Jardines.*- esta subunidad tiene como competencia la ornamentación de parques, áreas verdes, vivero y cementerio; y promover el rescate de espacios públicos. (Reglamento Orgánico Funcional por Procesos del Gobierno Municipal de Tulcán, 2009, pág. 38)

Además, según el PD y POT de Tulcán, el GAD Municipal cuenta con 563 servidores, entre empleados y trabajadores, de los cuales 115 pertenecen a la subunidad de manejo de desechos sólidos, tomando en cuenta que 104 son trabajadores de contrato colectivo, es decir, son servidores municipales asignados a tareas operativas, en este caso, recolección y barrido de desechos sólidos y manejo del relleno sanitario.

#### 6.1.2.3 *Evaluación de la vulnerabilidad institucional del Municipio del Cantón Tulcán*

La evaluación de la vulnerabilidad institucional del Municipio del cantón Tulcán resulta de gran importancia ya que pretende destacar los puntos en los cuales la institución

muestra cierta debilidad para manejar adecuadamente los riesgos naturales presentes en el territorio cantonal y, de esta manera, visibilizar la necesidad de tomar acciones para mejorar la capacidad de la institución e incorporar los procesos de gestión del riesgo dentro de las actividades del municipio.

**Tabla N° 49. Lista de control de los requerimientos para la creación de una UGR para el Municipio de Tulcán**

<b>Requerimientos para la creación de una UGR</b>	<b>Tiene</b>	<b>Tiene parcialmente</b>	<b>No tiene</b>
Existe una unidad de gestión de riesgo o un departamento especializado en el tema?			X
Cuenta con una sala de situación o algún equipamiento dedicado a la gestión de riesgos?			X
Cuenta con los miembros necesarios para la conformación del Plenario del Comité Cantonal de Gestión de Riesgos?		X	
Existen entidades suficientes para la conformación de las Mesas Técnicas de Trabajo?	X		
Existe el personal adecuado para dirigir una Sala de situación?			X
Existe el personal adecuado para manejar la Subunidad de Construcción Social?		X	
Existe el personal adecuado para manejar la Gestión Técnica del Riesgo?			X
Exite el personal o instituciones adecuadas para la Respuesta ante un evento?	X		

Elaborado por: Autores

Como se muestra en la Tabla N° 42, el Municipio de Tulcán no cuenta con una Unidad de Gestión de Riesgos aprobada y en operación, ni con equipo tecnológico mínimo para manejar una situación de riesgo; en lo que se refiere a la conformación del Plenario del Comité de Gestión de Riesgos, el Municipio cumple de una forma parcial, puesto que al no tener una UGR Cantonal no se cuenta con un encargado de dicha unidad, cuya presencia es de suma importancia para la conformación del mencionado Plenario.

Para las Mesas Técnicas de Trabajo se ha considerado que se cumple con lo propuesto por la SNGR puesto que esta brinda apertura a cada municipio para que la conformación de dichas Mesas se adapte a la situación de cada cantón; en cuanto al personal dentro de



las áreas de Sala de Situación y Gestión Técnica del Riesgo, la vulnerabilidad institucional resulta crítica, ya que en el municipio del cantón Tulcán no existe personal contratado con el perfil profesional necesario para cubrir estas subunidades; mientras que en el área de Construcción Social, si bien no existe personal para la unidad, dentro de esta rama se encuentran profesionales en otras unidades del municipio que podrían servir como apoyo para el funcionamiento de ésta rama de la UGR.

Finalmente, el personal de Respuesta ante una evento adverso se encuentra a cargo de todos los organismos de socorro presentes en el cantón Tulcán que, por su condición fronteriza, cuenta con alta presencia de las Fuerzas Armadas. Con estos antecedentes, y mediante la aplicación de la metodología propuesta, se tiene que la vulnerabilidad institucional del Municipio del cantón Tulcán es considerada alta, puesto que no cumple con los parámetros mínimos recomendados por la SNGR para abordar la gestión de riesgo a nivel cantonal de manera adecuada y eficaz.

## 6.2 ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN PREVENTIVA, REACCIÓN, MITIGACIÓN, RECONSTRUCCIÓN Y TRANSFERENCIA DE EMERGENCIAS DENTRO DEL CANTÓN TULCÁN

Los desastres naturales causan situaciones de emergencia afectando a ciertos sectores de la población, produciendo daños materiales como humanos, además de la dificultad que supone para los organismos de socorro abastecer las necesidades reales provocadas por dichas emergencias.

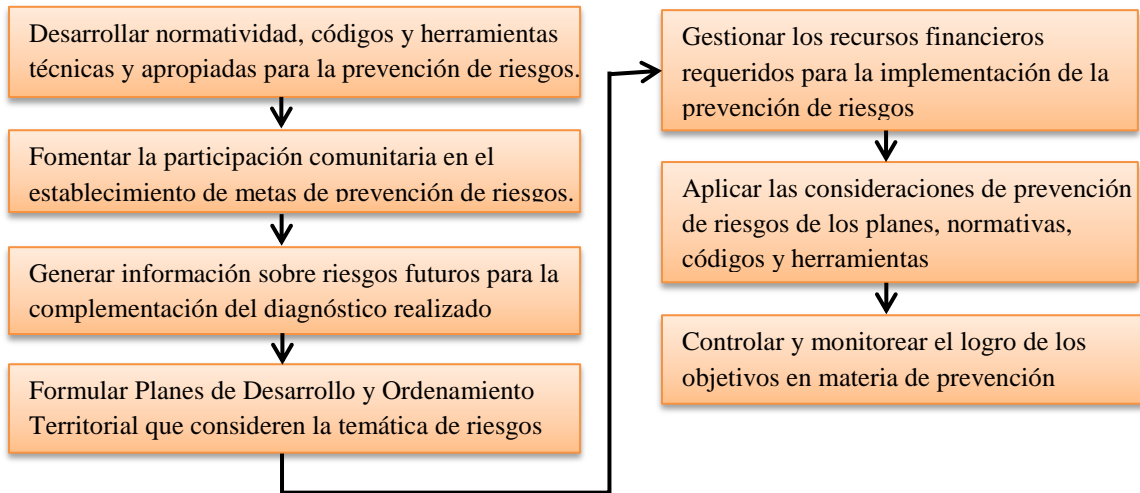
A continuación se brinda una descripción de estrategias básicas y sencillas para la gestión de riesgos en sus fases preventiva, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia de emergencias, con el fin de reducir la vulnerabilidad del cantón ante la ocurrencia de un evento adverso.

### 6.2.1 Prevención de desastres naturales

Las estrategias de prevención pretenden modificar los patrones de desarrollo que crearán condiciones inseguras mediante la aplicación de medidas y acciones dispuestas con anticipación a la aparición de riesgos.

En el Diagrama N° 18 se propone los procesos esenciales para la prevención de los riesgos naturales.

**Diagrama N° 18. Procesos esenciales para la prevención de riesgos naturales**



Fuente: NARVÁEZ, LAVELL, & PÉREZ, 2009  
Elaborado por: Autores

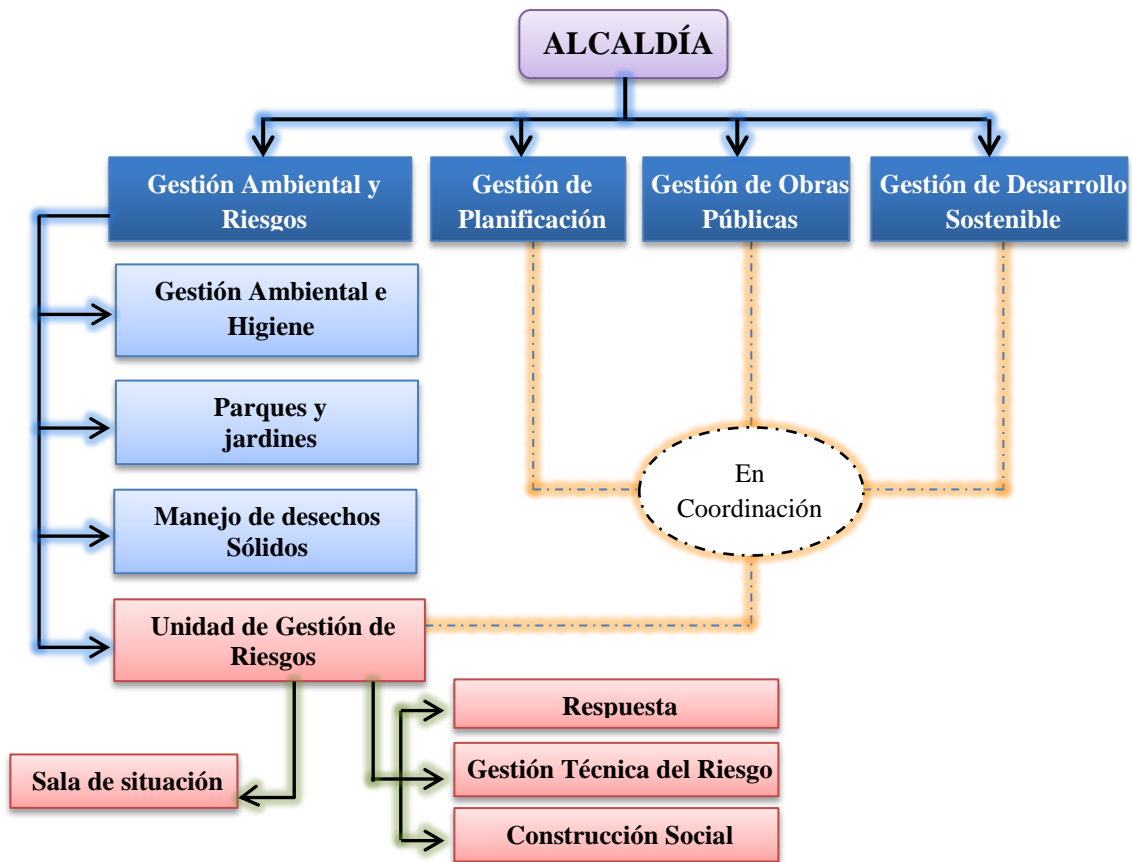
#### 6.2.1.1 Estrategias de prevención de desastres naturales

##### **Fomentar el fortalecimiento institucional para la gestión de riesgos**

Se pretende mejorar la capacidad y la coordinación del gobierno cantonal en cuanto al manejo de riesgos, con el fin de garantizar una respuesta adecuada ante la ocurrencia de un evento adverso para la población, así como también garantizar el funcionamiento y cumplimiento de los mandatos Constitucionales, COOTAD, y SNGR.

- *Creación de una Unidad de Gestión de Riesgo (UGR).*- Como se mencionó en el capítulo IV, la creación de una UGR es una obligación del Municipio de Tulcán, además de ser de gran importancia para el manejo de riesgos naturales dentro del cantón, puesto que forma parte de un Sistema Descentralizado de Gestión de Riesgo que funciona de forma coordinada con todos los niveles de gobierno, nacional, provincial y local; con el fin de realizar un monitoreo preciso de los riesgos naturales y brindar una respuesta oportuna ante un desastre natural, como lo detalla el Diagrama N° 19.

**Diagrama N° 19. Propuesta del organigrama operativo de una UGR para el Municipio del Cantón Tulcán**



Elaborado por: Autores

### **Impulsar la participación de la comunidad en la prevención de desastres**

La participación de la comunidad es un componente esencial para el progreso de la población, principalmente en países en desarrollo puesto que sus habitantes se ven obligados a un aprendizaje en base a experiencias de desastres; por lo cual es fundamental el esfuerzo de las instituciones en informar, educar y capacitar a la comunidad.

- *Implementar la cultura de prevención de desastres en la comunidad.*- Es importante divulgar, educar y suministrar conocimientos y materiales de capacitación y difusión acerca de prevención de desastres. Para esto, es esencial la capacitación acerca de esta temática a las autoridades y líderes comunitarios para, en coordinación con las universidades, generar material didáctico para la

enseñanza y difusión a la población en general y a medios de comunicación (SENPLADES, 2008, pág. 13), como se muestra en el Diagrama N° 20.

**Diagrama N° 20. Implementación de la cultura de prevención de desastres naturales en la comunidad**



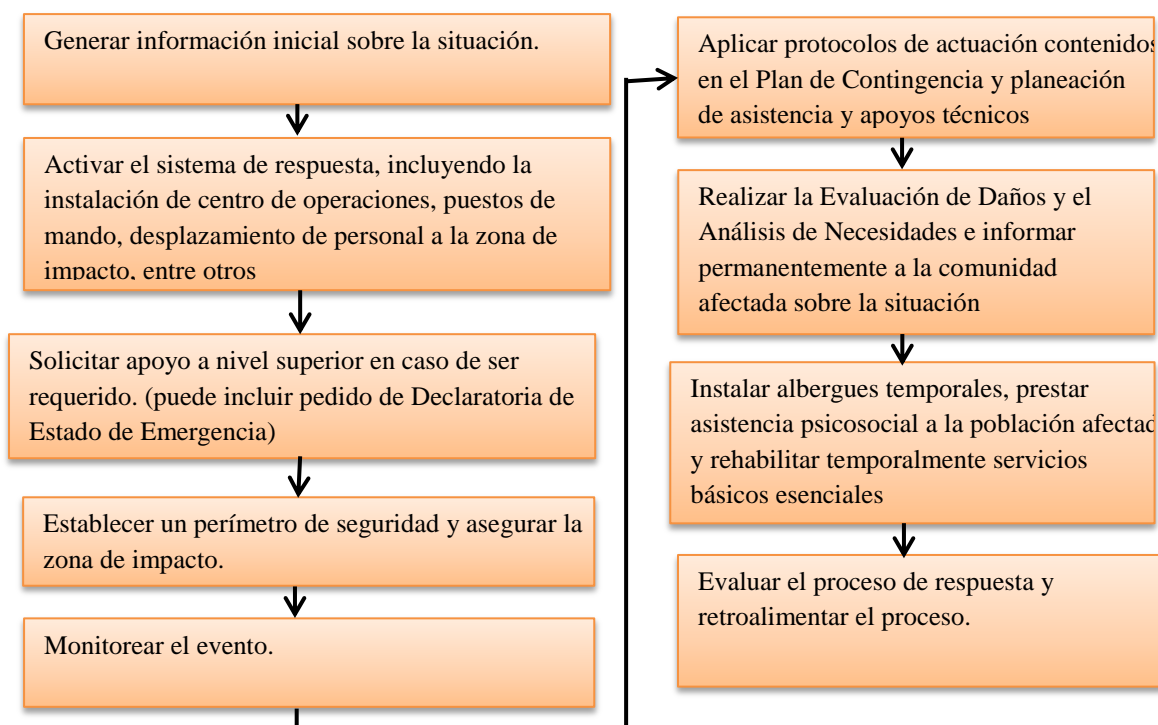
Elaborado por: Autores

### 6.2.2 Reacción ante desastres naturales

La etapa de reacción consiste en la ejecución de medidas necesarias para atender oportunamente las necesidades básicas e inmediatas de las poblaciones amenazadas o afectadas por un evento físico peligroso para prever la aparición de nuevas condiciones de riesgo con el fin de salvar vidas humanas, rescatar bienes y regularizar el funcionamiento de los servicios. (NARVÁEZ, LAVELL, & PÉREZ, 2009, pág. 74)

En el Diagrama N° 21 se muestran los procesos esenciales para la reacción ante desastres naturales.

## Diagrama N° 21. Procesos esenciales para la reacción de riesgos naturales



Fuente: NARVÁEZ, LAVELL, & PÉREZ, 2009  
Elaborado por: Autores

### 6.2.2.1 Estrategias de reacción a desastres naturales

Para la fase de reacción ante un desastre natural la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, en el Manual de Comités de Gestión de Riesgo, recomienda criterios para orientar la respuesta durante emergencias y desastres como se muestran a continuación:

- Proteger y preservar la vida humana y las necesidades básicas de las personas que hayan resultado afectadas o damnificadas.
- Proteger la infraestructura, los bienes y servicios importantes en riesgo.
- Monitorear y controlar los efectos secundarios y ulteriores de los eventos adversos.
- Rehabilitar los servicios básicos que resulten afectados.
- Reactivar los servicios educativos. (SNGR, 2012, pág. 47)

Para la ejecución de estas medidas en el cantón Tulcán, es el COE el encargado de activar las instituciones de socorro, incluyendo albergues, centros de salud, organismos básicos y de apoyo de respuesta y seguridad, así como también organizar la evacuación de la población de la zona de mayor peligro. (SNGR, 2012, pág. 45)

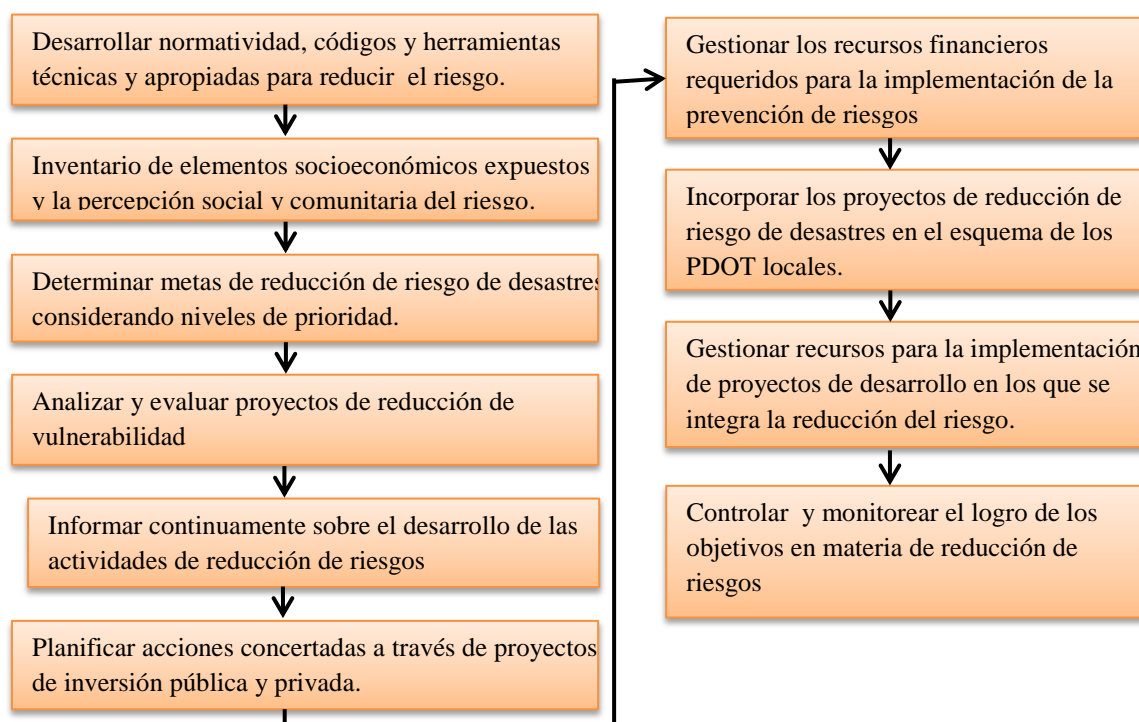
Para la erosión del suelo se recomienda aplicar las medidas de mitigación que se mencionan posteriormente, puesto que este fenómeno se desarrolla en lapsos prolongados de tiempo, por lo que no se necesita organismos de socorro inmediato para dar respuesta a este fenómeno.

### 6.2.3 Mitigación de desastres naturales

La etapa de mitigación pretende brindar medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente, asumiendo que en muchas ocasiones no es posible controlar totalmente el riesgo, sin embargo se propone identificar e implementar opciones de reducción hasta un umbral definido como “aceptable”. (NARVÁEZ, LAVELL, & PÉREZ, 2009, pág. 68)

En el Diagrama N° 22 se muestran los procesos esenciales para la mitigación de desastres naturales.

**Diagrama N° 22. Procesos esenciales para la mitigación de riesgos naturales**



Fuente: NARVÁEZ, LAVELL, & PÉREZ, 2009  
 Elaborado por: Autores

### 6.2.3.1 Estrategias de mitigación de desastres naturales

#### 6.2.3.1.1 Medidas de mitigación para peligro sísmico

- *Edificaciones con altos estándares de construcción.*- Es importante realizar una observación del cumplimiento de los requisitos de los códigos de construcción y generar incentivos para crear estándares superiores en la calidad de las edificaciones, así como también la construcción de edificios importantes del sector público según altos estándares de diseño de ingeniería. (2° Simulacro Municipal de Evacuación por Sismo)

En el cantón Tulcán no existe una ordenanza municipal que determine las normas técnicas antisísmicas para la construcción de edificaciones, sin embargo, a partir del 2011 se elabora la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC – 11), mediante Decreto Ejecutivo N° 705 del 6 de abril del 2011, con el objetivo de establecer un conjunto de especificaciones básicas y mínimas, adecuadas para el diseño de estructuras de edificación que están sujetas a los efectos de terremotos, en la cual se establece lo siguiente:

*“Los requisitos establecidos en este documento son de cumplimiento obligatorio a nivel nacional, por lo tanto, todos los profesionales, empresas e instituciones públicas y privadas, universidades, fundaciones, organismos, gremios y asociaciones, y autoridades, dedicados a tareas de diseño, construcción, fiscalización, contratación o control, tienen la obligación de cumplir y hacer cumplir los requisitos mínimos aquí establecidos.”*

- *Revisión de edificaciones.*- Revisión de todas las edificaciones esenciales (escuelas, hospitales y municipio) que se ubican en el cantón con el propósito de identificar las zonas más débiles de las infraestructuras que podrían ser intervenidas para mejorar su estructura antisísmica. (Plan Local de Gestión del Riesgo del Cantón Portoviejo, pág. 87)

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (abril 2011) en el capítulo 11, los municipios son las autoridades responsables de la revisión de edificaciones

mediante la aplicación de esta normativa de carácter obligatoria sancionada, a través de la promulgación de ordenanzas, así como también de un reglamento especial de sanciones a los infractores a esta norma. Además, el municipio debe asignar los recursos para mantener un programa de aseguramiento donde se cumplirán como mínimo los controles de recepción, registro y archivo de solicitudes de permisos y aprobación de estudios, registro profesional de diseñadores y constructores responsables de la obra, recepción, registro y archivo de los planos con la verificación de datos de los diseñadores y responsables de la obra y auditoría externa periódica sobre una muestra aleatoria de los estudios aprobados.

- *Preparación de la comunidad.*- Crear dentro de la comunidad la conciencia del riesgo a terremotos para crear el deseo de vivir en casas seguras a las fuerzas sísmicas, así como también brindar capacitación para saber qué hacer ante la ocurrencia de un sismo mediante ejercicios de práctica y programas de toma de conciencia pública. (COBURN, SPENCE, & POMONIS, 1991, págs. 37,38)

Para el cantón se recomienda la realización de talleres de capacitación a la población y autoridades sobre cómo reaccionar ante la ocurrencia de un evento sísmico, realizar simulacros en edificaciones esenciales como escuelas y hospitales con el fin de que la población identifique las rutas de evacuación, puntos seguros y lugares de alojamiento. Estas actividades se recomiendan particularmente a las parroquias expuestas a un mayor riesgo sísmico como son El Chical, Maldonado, Julio Andrade, El Carmelo, Santa Martha de Cuba, Urbina y la cabecera cantonal.

#### 6.2.3.1.2 Medidas de mitigación para la erosión

- *Control de quemas.*- Las malas prácticas agrícolas como las quemas, eliminan la cobertura vegetal por lo que es necesario brindar capacitación, créditos y apoyo a la comunidad para una producción campesina sostenible. (Plan Local de Gestión del Riesgo del Cantón Portoviejo, pág. 86)



El área sujeta a este control, para el caso del cantón Tulcán, corresponde al páramo ubicado en la parroquia de Tufiño, ya que según la cobertura en formato shp de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo del cantón Tulcán, elaborada por Jatunsacha – CDC – Ecuador, son estos los sectores más afectados por esta mala práctica agrícola. (Mapa N° 35)

- *Prácticas agrícolas adecuadas.*- Con estas medidas se pretende mejorar la actividad biológica del suelo y proteger la actividad natural circundante mediante la conservación y enriquecimiento de materia orgánica del suelo a través de la rotación de cultivos, llevando un registro de los insumos y productos aplicados en cada unidad de producción, realizar técnicas de labranza de conservación y mantener la cobertura del suelo para reducir al mínimo su pérdida por erosión eólica e hídrica. (SUÁREZ, 1998, págs. 275 - 279)

Para el cantón Tulcán se recomienda que estas medidas sean adoptadas en las áreas donde se concentra la actividad agrícola que corresponden a las parroquias de Urbina, Julio Andrade, El Carmelo, Santa Martha de Cuba, Pioter, ciertas partes de la cabecera cantonal y de Tufiño y las áreas circundantes de la cabecera parroquial de Maldonado. (Mapa N° 35)

- *Protección vegetal.*- La remoción de cobertura vegetal expone al suelo a la acción de la lluvia, esorrentía y viento, facilitando los procesos de erosión, por ello la colocación y mantenimiento de vegetación, como árboles, arbustos, hierbas o pastos, en zonas susceptibles a ser erosionadas representan la mejor forma de protección para el suelo, tomando en cuenta también sus limitaciones y el uso de vegetación nativa. (SUÁREZ, 1998, pág. 280)
- En el caso particular del cantón Tulcán se recomienda la aplicación de esta medida para el área del “Cerro Golondrinas”, ubicada en las parroquias de Maldonado y El Chical puesto que es aquí donde se concentra la categoría más alta de riesgo a erosión del suelo. Como se mencionó anteriormente, para la protección vegetal al suelo, debe usarse vegetación nativa por lo que se recomienda la plantación de bromelias, helechos, palma real (Ceroxylon

alpinum), platanillo (*Heliconia spp*), palmera que camina (*Socratea exorrhiza*), entre otros. (Mapa N° 35)

#### 6.2.3.1.3 Medidas de mitigación para movimientos en masa:

- *Reubicación de las viviendas.*- Una de las primeras medidas a explorar debe ser la reubicación de las viviendas en sitios más seguros y la prohibición de más construcciones de mayor exposición al riesgo. (Plan Local de Gestión del Riesgo del Cantón Portoviejo, pág. 86)
  
- *Construcción de muros de contención.*- Para contener la tierra que puede deslizarse se recomienda la construcción de muros de contención, como por ejemplo los gaviones en las zonas más propensas a la ocurrencia de este evento. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2002, pág. 25)
  
- *Mejoramiento del drenaje.*- Se debe mejorar el drenaje que permita una evacuación adecuada del agua lluvia, con el fin de detener los deslizamientos en las áreas de exposición alta a deslizamientos, mediante la construcción de cunetas y canales de desviación. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2002, pág. 36)

Se recomienda la aplicación de las medidas de mitigación a movimientos en masa dentro del cantón Tulcán en las áreas que presentan un riesgo moderado, alto y muy alto, que corresponden a las parroquias de Maldonado, El Chical y Tobar Donoso, sin embargo es necesario un estudio a menor escala para puntualizar viviendas ubicadas en laderas inestables, identificar los lugares donde sea necesaria la construcción de muros de contención, así como el mejoramiento del drenaje.

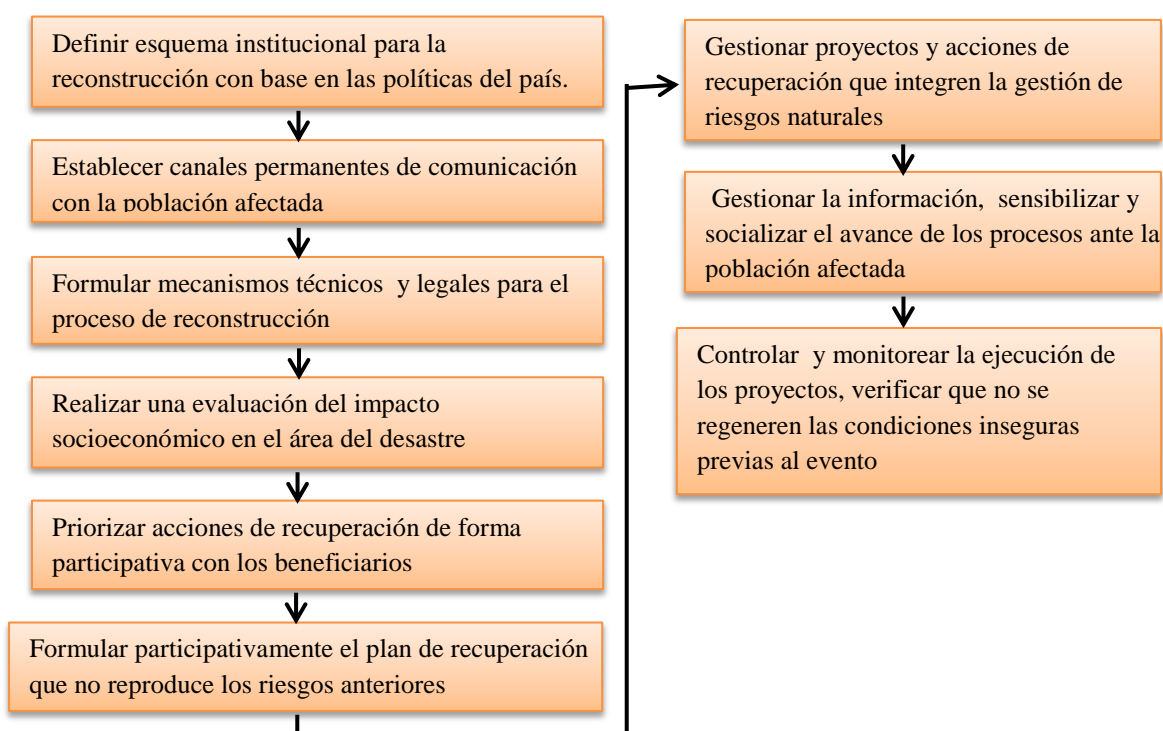
#### **6.2.4 Reconstrucción y transferencia de desastres naturales**

La fase de reconstrucción y transferencia tiene la finalidad de restablecer condiciones aceptables y sostenibles para que los habitantes puedan reintegrarse paulatinamente a sus actividades cotidianas, mediante la rehabilitación, reparación o reconstrucción de la

infraestructura, bienes y servicios afectados, interrumpidos o deteriorados por la ocurrencia de un evento adverso, así como también la reactivación del desarrollo económico y social de la comunidad bajo condiciones de menor riesgo que lo que existía antes del desastre. (NARVÁEZ, LAVELL, & PÉREZ, 2009, pág. 76)

En el Diagrama N° 23 se indican los procesos esenciales para la fase de recuperación de desastres.

**Diagrama N° 23. Procesos esenciales para la reconstrucción y transferencia de riesgos naturales**



Fuente: La Gestión del Riesgo de Desastres: Un enfoque basado en procesos. 2009  
 Elaborado por: Autores

**6.2.4.1 Estrategias de reconstrucción y transferencia de desastres naturales**

- *Evaluación de la situación.*- Es de suma importancia realizar una valoración de las circunstancias que permite apreciar integralmente las consecuencias del evento, hacer un análisis de necesidades y proponer acciones prioritarias dentro

de la mayor objetividad posible. (2º Simulacro Municipal de Evacuación por Sismo)

#### 6.2.4.1.1 Medidas de reconstrucción y transferencia de terremotos

- *Consolidación de los daños reportados.*- Los daños deben ser reportados por las distintas entidades con el fin de obtener un panorama detallado de la afectación ocasionada por el sismo, previendo daños futuros asociados con el mismo, para esto es necesario suministrar información sobre el panorama general de daños, entidades municipales y redes vitales. (2º Simulacro Municipal de Evacuación por Sismo)

El reporte y consolidación de daños en el cantón Tulcán corresponde al Comité de Operaciones de Emergencia (COE), en el que dentro de sus funciones principales en el estado de alerta roja consta la activación de equipos de evaluación de daños y necesidades. (SNGR, 2012, pág. 47)

- *Aislamiento y seguridad.*- Esta medida tiene como finalidad garantizar la seguridad de la zona afectada por el sismo, manteniendo el orden público en el municipio e implementando operativos de seguridad en zonas de distribución de alimentos, bodegas alimentarias y albergues. (2º Simulacro Municipal de Evacuación por Sismo)
- *Restablecimiento de viviendas.*- Para esta estrategia es necesario adelantar programas y proyectos para la recuperación y mejoramiento de las viviendas afectadas mediante la obtención de recursos que permitan agilizar procesos de recuperación en la zona afectada. (2º Simulacro Municipal de Evacuación por Sismo)

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, es la entidad encargada de declarar una situación de emergencia, en la cual la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Compras Públicas, establece que se acorten los procedimientos de contratación y se permita el acceso a los recursos de manera rápida. Después de la declaración de emergencia y el acceso a recursos es el COE el encargado de la organización de la recuperación temprana, incluyendo rehabilitación y

reconstrucción de la infraestructura y de bienes y servicios destruidos, interrumpidos o deteriorados en el área afectada. (SNGR, 2012, pág. 46)

#### 6.2.4.1.2 Medidas de reconstrucción y transferencia a erosión

- *Revegetación.*- El costo de la restauración del suelo es elevado, los resultados comúnmente son a mediano y largo plazo y las zonas afectadas dejan de producir, por lo que es necesario realizar prácticas vegetativas que conserven el suelo y al mismo tiempo que estén sujetos a una actividad productiva, el desarrollo de la agroforestería, árboles y arbustos pueden asociarse con cultivos agrícolas. (RODRÍGUEZ, 2008, pág. 8)

Para el cantón Tulcán se recomienda realizar planes de revegetación con plantas nativas, como las que se mencionan dentro de las medidas de mitigación, así como también el desarrollo de agroforestería, árboles y arbustos asociados con cultivos agrícolas para las parroquias de Maldonado y El Chical que presentan el mayor riesgo de erosión del suelo.

#### 6.2.4.1.3 Medidas de reconstrucción y transferencias a movimientos en masa

Al igual que las medidas de reconstrucción y transferencia a terremotos, es la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos la encargada de declarar el estado de emergencia en el cantón, con lo cual se acortan los procesos para el acceso de recursos, posibilitando al COE la elaboración de estrategias para la aplicación de las medidas a continuación detalladas. (SNGR, 2012, pág. 46 - 47)

- *Remoción de escombros.*- Consiste en verificar las actividades de remoción de escombros, recuperación de vías y demolición de edificaciones afectadas que estén en peligro de colapsar. (2º Simulacro Municipal de Evacuación por Sismo)

## BIBLIOGRAFÍA

- AYALA, F., & OLCINA, J. (2002). *Riesgos Naturales*. Barcelona: Ed. Ariel, S.A.
- BARROS, C., & SALTOS, E. (2010). *Estudio y Propuesta de Gestión de Riesgos Naturales en el Cantón Mejía*. Tesis de Grado: PUCE, Quito.
- COBURN, A., SPENCE, R., & POMONIS, A. (1991). *Mitigación de desastres*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge Architectural Research Limited.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización [COOTAD]*. (2011). Registro Oficial N° 303 del 19 de Febrero de 2010.
- Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas*. (2010). Registro Oficial N° 306 del 22 de Octubre de 2010.
- Constitución de la República del Ecuador*. (2008). Registro Oficial N° 449 del 20 de Octubre de 2008.
- D'ERCOLE, R., & TRUJILLO, M. (2003). *Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador: los desastres un reto para el desarrollo*. Quito, Ecuador: COOPI: IRD: Oxfam.
- GUTIERREZ, M. (2008). *Geomorfología*. Madrid, España: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2012). *Series Mensuales de Datos Meteorológicos 1980 – 2011*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2010). *VII Censo de Población y VI de Vivienda*. Quito, Ecuador.
- KUROIWA, J. (2002). *Reducción de desastres*. Lima, Perú: CECOSAMI.
- MANRIQUE, G. (2006). *Geología*. Quito, Ecuador: PUCE.
- MANRIQUE, G. (2006). *Geomorfología*. Quito, Ecuador: PUCE.
- MANRIQUE, G., ROSERO, P., & AGUILAR, P. (2011). Riesgos por movimientos en masa en la provincia de Imbabura. *GEOPUCE*, 73 - 86.
- MORA, S., & VAHRSON, W. (1991). *Determinación a priori de la Amenaza de Deslizamientos sobre grandes áreas, utilizando Indicadores Morfodinámicos*. Bogotá, Colombia.
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador [PUCE]. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales*. Tulcán, Ecuador: Autor.

- Proyecto PlanTel. (2005). *Guía de SIG para su administración*. Quito, Ecuador: ADES - Yaquira Tobar.
- Reglamento Orgánico Funcional por Procesos del Gobierno Municipal de Tulcán*. (2010). Tulcán, Ecuador.
- Secretaría General de la Comunidad Andina. (2009). *Incorporando la Gestión del Riesgo de Desastres en la Planificación y Gestión Territorial. Guía Técnica para la Interpretación y Aplicación del Análisis de Amenazas y Riesgos*. Lima, Perú: PULL CREATIVO S.R.L.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos [SNGR]. (2011). *Propuesta Metodológica para el Análisis de Vulnerabilidades en función de Amenazas a nivel municipal*. Ecuador: Autor.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos [SNGR]. (2012). *Manual del Comité de Gestión de Riesgos*. Guayaquil, Ecuador: Autor.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES]. (2011). *Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias*. Quito, Ecuador: Autor.
- WINCKELL, A; MAROCCO, R; WINTER, T; HUTTEL, C; POURRUT, P; ZEBROWSKI, C. y otros (1997). *Los Paisajes Naturales del Ecuador. Volumen 1 - Las condiciones generales del medio natural*. Quito, Ecuador: ISBN, IPGH, ORSTOM.

## Referencias web

- 2º Simulacro Municipal de Evacuación por Sismo*. (s.f.). Pasto, Colombia. Recuperado el 5 de Octubre de 2012, de 2012: [www.simulacro.pasto.gov.co](http://www.simulacro.pasto.gov.co)
- "Se amplía redes de telecomunicaciones"*. (14 de Octubre de 2012). Diario La Hora. Tulcán, Ecuador. Recuperado el 27 de Noviembre de 2012, de <http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101407428/>
- ÁLVAREZ, F., COBO, M., NAVARRETE, L., VALDERRAMA, J., & JIMÉNEZ, R. (2002). *Determinación de riesgos de erosión en la Comarca Olivarera de "Sierra Mágica" (Jaén) mediante técnicas SIG y Teledetección*. Santander, España. Recuperado el 29 de Marzo de 2012, de <http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/77.pdf>
- ArcGis 10. (s.f.). *Desktop Help*. Recuperado el 25 de Julio de 2012, de <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00r90000001n000000>

- CARDONA, O. (2001). *Diseño del Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Respuesta - PMR. (Gestión de Riesgos)*. Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado el 22 de Abril de 2012, de <http://www.ops.org.bo/textocompleto/ide21436.pdf>
- Cáritas. (2009). *Gestión del Riesgo de Desastres para la planificación del desarrollo local*. Lima, Perú. Recuperado el 28 de Noviembre de 2012, de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1369/doc1369.pdf>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (2002). *Plan de Prevención y Mitigación del Municipio de Ajuterique*. Ajuterique, Honduras. Recuperado el 5 de Octubre de 2012, de <http://www.sag.gob.hn/links/0302%20Comayagua,%20Ajuterique%20PPM.pdf>
- DÍAZ, J., CHUQUISENGO, O., & FERRADAS, P. (2005). *Gestión de riesgo en los gobiernos locales*. Lima, Perú. Recuperado el 28 de Abril de 2012, de [http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4e4a8d954da40\\_Gestion\\_de\\_riesgo\\_en\\_los\\_gobiernos\\_locales.pdf](http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4e4a8d954da40_Gestion_de_riesgo_en_los_gobiernos_locales.pdf)
- Dirección de Desarrollo Territorial. (2005). *Guía Metodológica para Incorporar la Prevención y la Reducción de Riesgos en los Procesos de Ordenamiento Territorial*. Bogotá, Colombia. Recuperado el 4 de Marzo de 2012, de [http://www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/vivienda/gestion\\_ds\\_municipal/Series/Series10.pdf](http://www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/vivienda/gestion_ds_municipal/Series/Series10.pdf)
- EDESO, J., MARAURI, P., & MERINO, A. (1995). *Aplicaciones de los sistemas de información geográfica en los estudios geomorfológicos y medioambientales: El mapa sintético de riesgos potenciales y el mapa de erosión*. Recuperado el 28 de Julio de 2012, de <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur18/maraur/mara18.htm>
- FOSCHIATTI, A. (2011). *Vulnerabilidad Global y Pobreza*. Argentina. Recuperado el 5 de Septiembre de 2012, de <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo2/contenid/vulner7.htm>
- GALACHO, F., & OCAÑA, C. (2004). *Tratamiento con SIG y Técnicas de Evaluación Multicriterio de la Capacidad de Acogida del Territorio para Usos Residenciales y Comerciales*. Málaga, España. Recuperado el 3 de Diciembre de 2012, de [http://age.ieg.csic.es/metodos/docs/XII\\_3/111%20-%20Galacho%20y%20Ocana.pdf](http://age.ieg.csic.es/metodos/docs/XII_3/111%20-%20Galacho%20y%20Ocana.pdf)
- IMESON, A., & CURFS, M. (2009). *La Erosión del Suelo. Land Care In Desertification Affected Areas From Science Towards Application*. Recuperado el 9 de Abril de 2012, de [http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/Leaflets/B1\\_Leaflet\\_ES.pdf](http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/Leaflets/B1_Leaflet_ES.pdf)



- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2006). *Norma Técnica Ecuatoriana: Agua Potable. Requisitos*. Quito, Ecuador. Recuperado el 6 de Septiembre de 2012, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10608/8/Norma%20Inen%20Agua1108-2.pdf>
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional [IGEPN]. (2012). *Sismicidad Histórica*. Quito, Ecuador. Recuperado el 25 de Julio de 2012, de <http://www.igepn.edu.ec/index.php/sismos/sismicidad/historica.html>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Lima, Perú. Recuperado el 4 de Marzo de 2012, de [http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man\\_bas\\_est\\_riesgo.pdf](http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man_bas_est_riesgo.pdf)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2010). *Glosario de términos censales*. Quito, Ecuador. Recuperado el 9 de Septiembre de 2012, de [http://inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com\\_remository&func=fileinfo&id=25&Itemid=95&lang=es](http://inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_remository&func=fileinfo&id=25&Itemid=95&lang=es)
- JIMÉNEZ, S. (2011). *Erosión del Suelo en el Ecuador*. Quito, Ecuador. Recuperado el 27 de Agosto de 2012, de <http://observatoriopoliticaambiental.org/categoria-indicadores/89-indicadores-de-cambio-climatico/71-la-erosion-del-suelo-en-el-ecuador>
- JORDÁN, A., & BELLINFANTE, N. (2000). *Cartografía de la erosividad de la lluvia estimada a partir de datos pluviométricos mensuales en el Campo de Gibraltar (Cádiz)*. Sevilla, España. Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de <http://edafologia.ugr.es/revista/tomo7tr/a83v7tt.htm>
- LIANES, E., MARCHAMALO, M., & ROLDÁN, M. (2009). *Evaluación del factor C de la RUSLE para el manejo de coberturas vegetales en el control de erosión en la cuenca del Río Birrís, Costa Rica*. Costa Rica. Recuperado el 27 de Julio de 2012, de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v33n02\\_217.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v33n02_217.pdf)
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI] & Cámara de la Construcción de Quito [CCQuito]. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC - 11)*. Quito, Ecuador. Recuperado el 15 de Enero de 2013, de [http://www.normaconstruccion.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1:elaboracion-de-la-norma-ecuatoriana-de-la-construccion-concluyo-con-exito&catid=1:latest-news](http://www.normaconstruccion.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=1:elaboracion-de-la-norma-ecuatoriana-de-la-construccion-concluyo-con-exito&catid=1:latest-news)
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones [MOP]. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*. Quito, Ecuador. Recuperado el 1 de Agosto de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/58134547/Mop-001f-Pro>

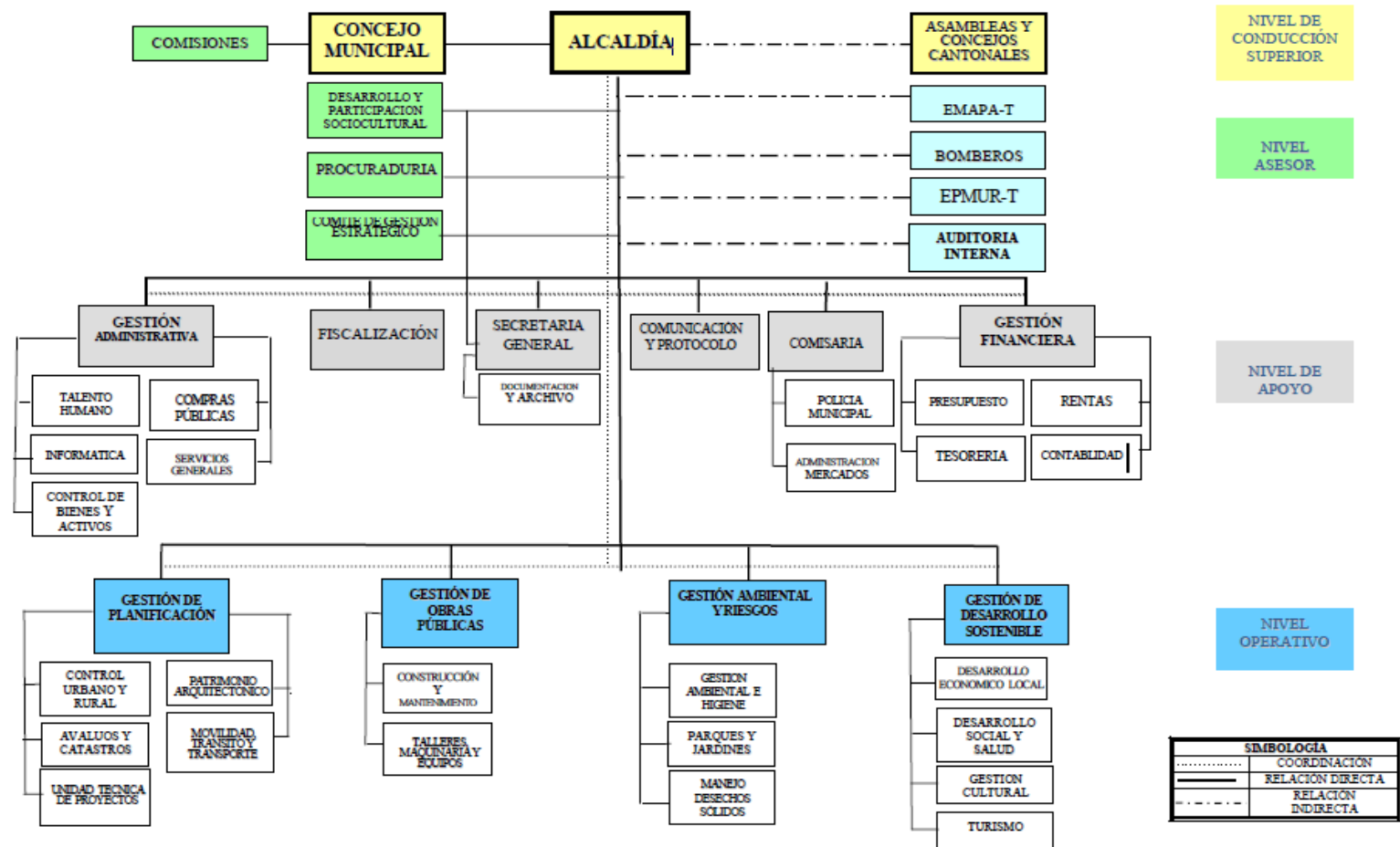
- NARVÁEZ, L., LAVELL, A., & PÉREZ, G. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastres: Un enfoque basado en procesos*. Lima, Perú. Recuperado el 23 de Abril de 2012, de [http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/PROCESOS\\_ok.pdf](http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/PROCESOS_ok.pdf)
- OSIRIS, R. (2005). *Suelos y Rocas Susceptibles a los Fenómenos Hidrometeorológicos*. Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado el 31 de Agosto de 2012, de [www.navarretense.com/Suelos\\_Rocas/Osiris\\_Leon1-4.pdf](http://www.navarretense.com/Suelos_Rocas/Osiris_Leon1-4.pdf)
- Plan Local de Gestión del Riesgo del Cantón Portoviejo*. (s.f.). Manabí, Ecuador. Recuperado el 4 de Octubre de 2012, de 2009: <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/pp/ec/PLGR.pdf>
- RODRÍGUEZ, H. (2008). *Recuperación y conservación de suelos mediante presas de control de azolves, en la cuenca de Burgos*. México D.F., México. Recuperado el 12 de Octubre de 2012, de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/infCJ068.pdf>
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos [SNGR]. (2012). Ecuador. Recuperado el 8 de Mayo de 2012, de Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos: [www.snriesgos.gob.ec](http://www.snriesgos.gob.ec)
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES]. (2005). *Plan Estratégico para la Reducción del Riesgo en el Territorio Ecuatoriano*. Quito, Ecuador. Recuperado el 18 de Septiembre de 2012, de <http://www.senplades.gob.ec/web/18607/plan-estrategico1>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES]. (2008). *Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2010. Componente Gestión del Riesgo y Agenda Estratégica para el fortalecimiento de la Gestión del Riesgo en Ecuador*. Lima, Perú. Recuperado el 3 de Noviembre de 2012, de <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/r1/agendas/AGENDA+ECU+web.pdf>
- Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador [SIISE]. (2010). *Ficha metodológica de Indicadores del SIISE*. Ecuador. Recuperado el 5 de Septiembre de 2012, de <http://www.siise.gob.ec/siiseweb/>
- STONE, R., & HILBORN, D. (2000). *Universal Soil Loss Equation (USLE)*. Ontario, Canadá. Recuperado el 26 de Julio de 2012, de <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/00-001.pdf>
- SUÁREZ, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga, Colombia. Recuperado el 29 de Agosto de 2012, de [www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html](http://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html)

- United States Agency International Development [USAID]. (1993). *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. Washington, Estados Unidos. Recuperado el 01 de Septiembre de 2012, de <http://www.oas.org/OSDE/publications/Unit/oea65s/ch15.htm>
- VELASCO, I., & CORTÉS, G. (s.f.). *Índices de Fournier modificado y de concentración de la Precipitación, como estimadores del factor de riesgo de la erosión en Sinaloa*. Sinaloa, México. Recuperado el 10 de Diciembre de 2012, de <http://congresos.um.es/icod/icod2009/paper/viewFile/4221/5521>
- WISCHMEIER, W., & SMITH, D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to conservation planning*. Estados Unidos. Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de En: [naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF](http://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF)

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL MUNICIPIO DE TULCAN



Fuente: Reglamento Orgánico Funcional por Procesos del Gobierno Municipal De Tulcán, 2012

## ANEXO 2

### REGLAMENTO ORGÁNICO FUNCIONAL POR PROCESOS DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE TULCÁN

#### **Gestión Ambiental y Riesgos**

- **Gestión Ambiental**

1. Estudiar y preparar proyectos para aprobación del Concejo y Alcaldía utilizando las alianzas y convenios con organismos públicos o privados relativos al cuidado ambiental.
2. Elaborar o coordinar la elaboración de proyectos y mapas sobre riesgos naturales y capacitar a la población sobre las medidas de protección y mitigación de riesgos.
3. Elaborar o coordinar la elaboración de proyectos para mitigar la contaminación ambiental ocasionada por empresas, industrias, instituciones públicas, instituciones privadas y domicilios particulares.
4. Elaborar proyectos y programas de trabajo para controlar y mitigar los fenómenos contaminantes de la Ciudad y desarrollar campañas de concientización a la ciudadanía.
5. Involucrar a la sociedad civil en los programas de saneamiento ambiental de conformidad con el Plan de Desarrollo Estratégico.
6. Recomendar mediante proyectos de ordenanza y más formas normativas la regulación sobre el cuidado del ambiente.
7. Efectuar inspecciones para el control ambiental en fábricas, lavadoras de vehículos, gasolineras, mecánicas, hoteles, residenciales y demás establecimientos públicos.
8. Coordinar con el Ministerio del Ambiente, los temas de descentralización y competencias ambientales.

#### **En el tema de Manejo de Páramos y Cuencas Hidrográficas**

1. Preparar, analizar, organizar y ejecutar proyectos encaminados a la protección de cuencas hidrográficas, de recursos naturales y otros relacionados con la ecología, paisaje y conservación de páramos.

2. Elaborar programas y proyectos para forestación y reforestación de cuencas hidrográficas y demás sitios para mejorar las condiciones de calidad de vida.
3. Planificar, organizar y dirigir los proyectos y programas relativos al cuidado ecológico, paisajístico del Cantón y sus parroquias.
4. Realizar la protección de las fuentes de agua para el consumo humano.

- **Gestión ambiental e higiene**

1. Definir los mecanismos para la participación de la comunidad en programas y actividades de salubridad e Higiene y campañas de concientización ciudadana.
2. Elaborar y dirigir programas de salubridad, higiene y control sanitario de conformidad con las normas del Código de Salud, Código de Protección y Desarrollo Ambiental y las Ordenanzas Municipales.
3. Reglamentación para la elaboración, manipuleo y presentación de productos cárnicos, derivados y todo tipo de alimentos, para que se cumplan los preceptos sanitarios y legales, en bares, mercados, restaurantes, frigoríficos y más lugares de expendio; así como el control de ventas ambulantes; para el efecto organizará y dirigirá los sistemas de registros y estadísticas que permitan su monitoreo y evaluación, así como el control de permisos sanitarios de funcionamiento.
4. Disponer los controles sanitarios pertinentes en todo tipo de concentración humana
5. Planificación ejecución y evaluación de campañas de descanización y desratización; así como el control ambulatorio de semovientes para su sanción y captura.
6. Brindar atención al público en temas de higiene y salubridad.
7. Elaborar y dirigir juntamente con órganos públicos y privados las campañas de vacunación a la población de mayor sensibilidad y desprotección en el campo de la salud, así como las campañas de fumigación y desinfección.
8. Realizar y ejecutar un plan de concientización y educación a la población en el uso y cuidado de normas de higiene, así como también el proponer recomendaciones para el establecimiento y aplicación de políticas de saneamiento ambiental.
9. Disponer los controles sanitarios, la aplicación de la ley y de las demás contravenciones a través de la Comisaría Municipal.

10. Reglamentar la elaboración, manipuleo y presentación de todo tipo de alimentos, para que se cumplan con los preceptos sanitarios y legales.

- **Manejo de desechos sólidos**

1. Preparar estudios para futuros proyectos de relleno sanitario
2. Realizar el manejo técnico y operativo del relleno sanitario.
3. Propender a una mayor cobertura y equidad de los servicios de recolección y barrido de residuos sólidos.
4. Diseñar, participar y dirigir planes de Recolección de Basuras, tratamiento, utilización y destino de residuos sólidos en calles, plazas, y demás lugares públicos en términos de la mayor eficiencia y de acuerdo a las normas técnicas establecidas por la municipalidad.
5. Realizar rutas de recolección y barrido de desechos sólidos
6. Vigilar, controlar y regular el funcionamiento de escombreras y la aparición de botaderos de basura clandestinos.
7. Elaborar proyectos para la recolección diferenciada de desechos domésticos.
8. Realizar el monitoreo permanente de la recolección de los desechos biopeligrosos.
9. Realizar el monitoreo permanente de la recolección de los desechos peligrosos. (servicio mercerizado).

- **Parques, jardines y vivero forestal**

1. Elaborar o coordinar la elaboración de proyectos de ornamentación de parques en coordinación con la Oficina responsable de la planificación urbana.
2. Realizar el mantenimiento y el embellecimiento de áreas verdes, vivero y cementerios.
3. Coordinar con el vivero municipal la producción de plantas ornamentales y forestales para el embellecimiento de la ciudad.
4. Promover el rescate de espacios públicos para la utilización de parques y jardines.



5. Promover el aumento de espacios verdes de acuerdo al número de habitantes de los centros poblados.
6. Producción de plantas nativas para la protección de las cuencas hidrográficas.
7. Producción de plantas exóticas con fines socioambientales
8. Producción de especies ornamentales para la utilización en parques y jardines.
9. Establecimiento de plantaciones forestales con fines de protección y producción.

### ANEXO 3

#### Organismos Financieros en Tulcán

Bancos	Cooperativas de Ahorro y Crédito	Mutualistas	Otras
<b>TULCÁN</b>			
Pichincha Centro Mundo del Austro Nacional de Fomento	Tulcán Pablo Muñoz Vega 29 de Octubre - Carchi CACET (magisterio) Cámara de Comercio de Quito	Imbabura Benalcázar	Fundación Ecuatoriana de Desarrollo (FESO) Leasingcorp S.A. Fundación Ecuatoriana y Asistencia Comunitaria (FINCA) Fundación Microempresarial Carchi 2000
<b>MALDONADO</b>			
	Caja de Ahorro Comunitaria		

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 - 2031

#### Organismos de Transporte en Tulcán

Taxis	Urbano	Camionetas	Interprovincial	Intercantonal	Pesado	Volquetas
<b>Tulcán</b>						
Atahualpa Rápido Nacional Los Pupos (sin permiso de operación)	Frontera Norte  Stebart  11 de Abril	10 de Marzo	Micro Taxi San Cristóbal  Expreso Tulcán  Velotax Norte  Pullman Carchi  Tax Gacela	Trans Norte  Carchi	Cia. Adler  Automotores del Norte  Bolivariana  Citacarsa Continental del Norte Suramérica Utranh Trans Comerinter Rutas del Carchi Cia. De Bodegas Privadas Terán Ecuatrans Cargo Transbisam  Trans Fortaleza Sanchez Polo Intracarsa	Ciudad de Tulcán
<b>Tufiño</b>						
		Luis Gonzalo Tufiño				
<b>Julio Andrade</b>						
		Selicaf			Runorth Ciaprute	

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 - 2031

### Organizaciones Artesanales de Tulcán

Gremio	Lugar	Afiliados
Mecánicos	Tulcán	63
Relojeros y Joyeros	Tulcán	10
Madera, Muebles y Conexos	Tulcán	22
Peluqueros y Belleza	Tulcán	63
Sastres y Modistas	Tulcán	42
Panificadores	Tulcán	36
Sociedad Obrera	Tulcán	24
Interprofesional de Artesanos	Tulcán	29
Albañiles	Tulcán	20
Vulcanizadores	Tulcán	13
Fotógrafos	Tulcán	15
15 de Agosto	Tulcán	52
15 de Julio	Tulcán	23
Tejidos	Santa Martha de Cuba	5

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 - 2031

### Organizaciones Gremiales en Tulcán

Nombre de la Organización	Representación
Cámara de Comercio de Tulcán	Comerciantes
Cámara de Pequeños y Medianos Industriales	Pequeña Industria
Cámara Provincial de Turismo	Restaurantes y Hoteles
Cámara de la Construcción	Ingenieros Civiles y Arquitectos
Sindicato de Choferes	Transportistas
Trabajadores Tulcán	Trabajadores Eléctricos
13 de Julio	Betuneros
Isidro Ayora	Obreros del Gobierno Provincial

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 - 2031

### Organizaciones Gubernamentales en Tulcán

Organizaciones Gubernamentales
Consejo Provincial de Carchi
Juntas Parroquiales
Ministerio del Ambiente

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 - 2031

### Organizaciones Económico – Productivas en Tulcán

Nombre	Característica	Localización
CONEFA (erradicación de la aftosa)	Pecuaria	Tulcán
Asociación Ganadera	Pecuaria	Santa Martha de Cuba
Vencedores	Agro - Productiva	Chical
San Francisco de Pioter	Agrícola	Pioter
Centro Agrícola	Agricultura	Tulcán
Río San Juan	Agrícola	Maldonado
30 de Agosto	Piscícola	Tufiño
Aguas Verdes	Agrícola	Tufiño
ILCSA	Lácteos	Tulcán
Café Fortaleza	Elaborados de café	Tulcán
INPROLAC	Lácteos	Santa Martha de Cuba
Quesinor	Lácteos	Tulcán - S. Martha
La Chicalaña	Mermeladas	Chical
Santa Anita	Lácteos	

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 - 2031

### Organizaciones No Gubernamentales en Tulcán

Nombre de la Organización	Característica
Federación de Barrios	Sociedad Civil
Defensoría del Pueblo	
Casa de la Cultura Nucleo del Carchi	Cultural
Instituto Ecuatoriana de Seguridad Social	Seguridad Social
Andinatel	Telecomunicaciones
Unión Nacional de Educadores	Gremio Educativo
TAME	Aviación Civil
CEMOPLAF	Salud
Diocesis de Tulcán	Religiosa
Cruz Roja	Asistencia en Salud
Colegios Profesionales: Contadores Ingenieros Comerciales Ingenieros Civiles Arquitectos Médicos Odontólogos Economistas Médicos Veterinarios Abogados Enfermeras Ingenieros Agrónomos Químicos Farmacéuticos Obstetricas	Defensa y organización profesional

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Tulcán y sus nueve Parroquias Rurales 2011 - 2031

## ANEXO 4

### Información de las variables e indicadores para la determinación de amenazas del cantón Tulcán

Variable	Indicadores	Información	Escala	Año	Fuente
Geología	Sismos históricos	Registro de sismos históricos	Inventario de sismos históricos georeferenciados	1800 - 1990	Informes Sísmicos Anuales - Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional ( <a href="http://www.igepn.edu.ec/index.php/informes/sismicos.html">http://www.igepn.edu.ec/index.php/informes/sismicos.html</a> )
		Generación de cobertura de sismos históricos	1:50000		
	Sismos instrumentales	Registros de sismos instrumentales	Inventario de sismos instrumentales georeferenciados	1990 - 2011	
		Generación de cobertura de sismos instrumentales	1:50000		
Fallas Geológicas	Cobertura de fallas geológicas	1:200000	2002	Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional	
Clima	Precipitación mensual	Cobertura de estaciones meteorológicas. Registros de estaciones meteorológicas (M305 Julio Andrade, M308 Tufiño, M102 El Angel y M101 El Carmelo)	1:50000	1950 - 2011	Series Mensuales de Datos Meteorológicos 1950 - 2011 INAMHI
	Precipitación anual				
	Precipitaciones	Cobertura de isoyetas	1:250000	2002	Cobertura de Isoyetas - INAMHI
Suelos	Taxonomía del suelo	Cobertura de textura del suelo	1:250000	2002	DINAREN
	Textura				
Relieve	Pendientes	Cobertura de curvas de nivel	1:50000	2010	Instituto Geográfico Militar - IGM
	Grado de inclinación de la pendiente				
	Longitud de la pendiente				
Cobertura vegetal y uso del suelo	Eriales, rocas	Cobertura de uso del suelo	1:50000	2008	JATUNSACHA - CDC - Ecuador
	Vegetación natural (bosque, arbustos, herbácea: húmeda y seca)				
	Uso del suelo (pastos: naturales y cultivados y cultivos)				
Geología	Formaciones geológicas	Cobertura de Geología	1:250000	2002	Instituto Geográfico Militar - IGM
	Litología				

## ANEXO 5

### Información de las variables e indicadores para la determinación de la vulnerabilidad territorial en el cantón Tulcán

Factores	Indicadores	Información	Escala	Año	Fuente
Demográficos	Población en edad de dependencia	% de la población en edad de dependencia	Nivel parroquial	2010	VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010 - INEC ( <a href="http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&amp;MODE=MAIN&amp;BASE=CPV2010&amp;MAIN=WebServerMain.inl">http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&amp;MODE=MAIN&amp;BASE=CPV2010&amp;MAIN=WebServerMain.inl</a> )
	Densidad de viviendas	Cobertura de casas	1:50000	2010	Cobertura de casas - IGM
	Hogares en hacinamiento	% de hogares con hacinamiento	Nivel parroquial	2010	VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010 - INEC ( <a href="http://www.siise.gob.ec/siiseweb/">http://www.siise.gob.ec/siiseweb/</a> )
	Analfabetismo	% de la población analfabeta	Nivel parroquial	2010	
Económicos	Pobreza por necesidades básicas insatisfechas	% de la población en situación de pobreza por NBI	Nivel parroquial	2010	VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010 - INEC ( <a href="http://www.siise.gob.ec/siiseweb/">http://www.siise.gob.ec/siiseweb/</a> )
	Tipo de vivienda	% de población según tipo de vivienda	Nivel parroquial	2010	VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010 - INEC ( <a href="http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&amp;MODE=MAIN&amp;BASE=CPV2010&amp;MAIN=WebServerMain.inl">http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&amp;MODE=MAIN&amp;BASE=CPV2010&amp;MAIN=WebServerMain.inl</a> )
Infraestructura	Tipo de vía con mayor dificultad de acceso	Vía de acceso principal a la vivienda	Nivel parroquial	2012	PDOT del Cantón Tulcán 2012
	Cobertura del servicio de agua potable	% de hogares con acceso a agua potable	Nivel parroquial	2010	VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010 - INEC ( <a href="http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&amp;MODE=MAIN&amp;BASE=CPV2010&amp;MAIN=WebServerMain.inl">http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&amp;MODE=MAIN&amp;BASE=CPV2010&amp;MAIN=WebServerMain.inl</a> )
	Cobertura del servicio de alcantarillado	% de hogares con acceso a alcantarillado	Nivel parroquial	2010	
	Cobertura del servicio de energía eléctrica	% de hogares con acceso a energía eléctrica	Nivel parroquial	2010	
	Cobertura del servicio de telefonía fija y celular	% de hogares con acceso a telefonía fija y celular	Nivel parroquial	2010	

ANEXO 6

Factor R		Estación: M305		Nombre: Julio Andrade		Periodo: 1980 - 2011									Precipitación anual	Índice Modificado de Fournier (IMF)
Año	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1980		107,10	139,90	91,80	192,80	53,70	70,10	14,20	23,20	31,60	152,00	102,30	92,80	1071,5		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	10,71	18,27	7,86	34,69	2,69	4,59	0,19	0,50	0,93	21,56	9,77	8,04		119,79	
1981		78,30	12,20	182,30	112,30	161,10	51,30	69,50	34,10	27,50	67,70	246,20	81,50	1124		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	5,45	0,13	29,57	11,22	23,09	2,34	4,30	1,03	0,67	4,08	53,93	5,91		141,72	
1982		137,60	54,90	145,00	159,40	128,70	13,10	68,60	21,90	48,20	117,30	186,60	191,70	1273		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	14,87	2,37	16,52	19,96	13,01	0,13	3,70	0,38	1,83	10,81	27,35	28,87		139,79	
1983		101,10	102,80	136,20	164,70	82,50	39,70	22,70	39,50	38,50	212,40	58,80	111,20	1110,1		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	9,21	9,52	16,71	24,44	6,13	1,42	0,46	1,41	1,34	40,64	3,11	11,14		125,52	
1984		176,30	103,30	178,90	134,00	107,10	44,10	39,70	32,80	162,90	150,30	114,60	18,90	1262,9		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	24,61	8,45	25,34	14,22	9,08	1,54	1,25	0,85	21,01	17,89	10,40	0,28		134,93	
1985		233,60	52,70	94,30	69,60	109,70	76,20	77,40	57,20	68,30	94,60	122,60	113,40	1169,6		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	46,66	2,37	7,60	4,14	10,29	4,96	5,12	2,80	3,99	7,65	12,85	10,99		119,43	
1986		89,50	121,50	205,90	103,90	135,20	35,00	60,90	31,50	68,80	134,00	124,80	40,80	1151,8		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	6,95	12,82	36,81	9,37	15,87	1,06	3,22	0,86	4,11	15,59	13,52	1,45		121,63	
1987		40,00	59,60	42,30	188,20	153,90	23,30	54,10	46,00	43,20	140,50	50,70	55,00	896,8		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	1,78	3,96	2,00	39,50	26,41	0,61	3,26	2,36	2,08	22,01	2,87	3,37		110,21	
1988		65,20	132,30	88,40	224,20	138,30	108,90	89,00	38,50	48,40	101,80	351,30	222,80	1609,1		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	2,64	10,88	4,86	31,24	11,89	7,37	4,92	0,92	1,46	6,44	76,70	30,85		190,16	
1989		211,90	106,60	101,50	107,10	176,90	121,50	494,40	50,70	53,70	97,20	79,90	145,58	1746,98		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	25,70	6,50	5,90	6,57	17,91	8,45	139,92	1,47	1,65	5,41	3,65	12,13		235,27	
1990		51,30	138,30	85,10	82,00	75,90	110,00	57,30	10,30	3,70	160,50	93,20	89,00	956,6		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	2,75	19,99	7,57	7,03	6,02	12,65	3,43	0,11	0,01	26,93	9,08	8,28		103,86	
1991		51,40	16,40	219,80	35,30	86,40	59,70	11,90	34,20	29,00	18,50	123,50	98,40	784,5		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	3,37	0,34	61,58	1,59	9,52	4,54	0,18	1,49	1,07	0,44	19,44	12,34		115,90	
1992		78,80	37,20	22,90	175,90	69,10	76,20	60,90	108,50	20,30	58,50	131,10	76,31	915,71		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	6,78	1,51	0,57	33,79	5,21	6,34	4,05	12,86	0,45	3,74	18,77	6,36		100,43	
1993		42,20	166,20	205,30	175,20	100,10	2,60	78,70	12,50	22,90	35,30	217,90	96,26	1155,16		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	1,54	23,91	36,49	26,57	8,67	0,01	5,36	0,14	0,45	1,08	41,10	8,02		153,35	
1994		176,50	52,40	38,70	153,50	105,50	81,50	43,60	78,10	25,90	61,20	185,40	0,00	1002,3		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	31,08	2,74	1,49	23,51	11,10	6,63	1,90	6,09	0,67	3,74	34,29	0,00		123,24	
1995		63,20	38,70	85,90	28,60	29,10	19,40	25,90	9,50	17,90	35,36	35,36	35,36	424,28		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	9,41	3,53	17,39	1,93	2,00	0,89	1,58	0,21	0,76	2,95	2,95	2,95		46,54	
1996		140,20	302,50	233,70	40,70	82,90	41,50	43,30	26,80	22,20	60,50	66,50	33,40	1094,2		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	17,96	83,63	49,91	1,51	6,28	1,57	1,71	0,66	0,45	3,35	4,04	1,02		172,10	
1997		259,90	87,40	174,10	139,50	72,10	26,60	11,00	2,20	72,50	30,10	164,20	51,50	1091,1		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	61,91	7,00	27,78	17,84	4,76	0,65	0,11	0,00	4,82	0,83	24,71	2,43		152,84	
1998		50,70	33,50	74,80	82,10	113,40	83,10	58,30	117,40	49,30	123,60	7,10	72,12	865,42		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	2,97	1,30	6,47	7,79	14,86	7,98	3,93	15,93	2,81	17,65	0,06	6,01		87,74	
1999		178,60	165,60	128,80	130,70	100,00	60,10	198,70	188,30	143,85	143,85	143,85	143,85	1726,20		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	18,48	15,89	9,61	9,90	5,79	2,09	22,87	20,54	11,99	11,99	11,99	11,99		153,12	
2000		130,50	186,50	78,50	83,80	292,80	40,70	1,70	116,36	116,36	116,36	116,36	116,36	1396,30		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	12,20	24,91	4,41	5,03	61,40	1,19	0,00	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70		157,62	
2001		6,90	67,10	44,40	47,80	13,30	59,90	24,40	12,50	1,40	116,90	84,30	133,10	612		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	0,08	7,36	3,22	3,73	0,29	5,86	0,97	0,26	0,00	22,33	11,61	28,95		84,66	
2002		31,90	16,80	61,20	43,10	84,90	191,80	35,10	43,20	25,40	65,90	135,70	44,70	779,7		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	1,31	0,36	4,80	2,38	9,24	47,18	1,58	2,39	0,83	5,57	23,62	2,56		101,83	
2003		47,30	79,70	120,60	92,10	81,90	41,40	36,80	7,10	15,10	26,00	77,40	77,60	703		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	3,18	9,04	20,69	12,07	9,54	2,44	1,93	0,07	0,32	0,96	8,52	8,57		77,32	
2004		32,80	13,30	52,70	214,30	101,30	74,70	39,30	7,90	60,10	171,60	163,90	105,40	1037,3		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	1,04	0,17	2,68	44,27	9,89	5,38	1,49	0,06	3,48	28,39	25,90	10,71		133,46	
2005		78,30	96,70	108,00	193,30	213,50	43,60	18,30	38,90	35,70	89,30	93,30	273,90	1282,8		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	4,78	7,29	9,09	29,13	35,53	1,48	0,26	1,18	0,99	6,22	6,79	58,48		161,22	
2006		133,70	96,70	99,20	156,40	38,60	104,10	35,10	21,30	47,90	183,20	123,80	148,70	1188,7		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	15,04	7,87	8,28	20,58	1,25	9,12	1,04	0,38	1,93	28,23	12,89	18,60		125,21	
2007		33,90	86,40	66,30	113,20	118,30	82,30	45,70	104,20	58,90	197,10	135,50	95,80	1137,6		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	1,01	6,56	3,86	11,26	12,30	5,95	1,84	9,54	3,05	34,15	16,14	8,07		113,74	
2008		125,40	191,00	110,80	169,80	204,20	70,30	57,50	41,50	38,40	174,10	190,40	109,30	1482,7		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	10,61	24,60	8,28	19,45	28,12	3,33	2,23	1,16	0,99	20,44	24,45	8,06		151,73	
2009		155,50	75,30	77,40	152,60	111,20	63,80	55,60	15,20	2,80	96,70	54,80	104,70	965,6		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	25,04	5,87	6,20	24,12	12,81	4,22	3,20	0,24	0,01	9,68	3,11	11,35		105,85	
2010		4,70	50,10	47,50	255,90	206,70	90,80	141,00	1,90	102,40	164,40	307,80	166,00	1539,2		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	0,01	1,63	1,47	42,54	27,76	5,36	12,92	0,00	6,81	17,56	61,55	17,90		195,52	
2011		134,00	255,30	187,60	194,30	265,70	38,10	135,90	100,70	81,50	126,50	210,80	428,00	2158,4		
	Pnr <sup>2</sup> /Pa	8,32	30,20	16,31	17,49	32,71	0,67	8,56	4,70	3,08	7,41	20,59	84,87		234,90	
<b>Suma</b>															<b>134,08</b>	

Fuente: INAMHI, serie de datos 1980 - 2011

Elaborado por: Autores

\*Pm= Precipitación Mensual

\*Pa= Precipitación anual

Factor R

Estación: M308

Nombre: Tufiño

Periodo: 1980 - 2011

Año	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Precipitación anual	Índice Modificado de Fournier (IMF)
1980		95,4	91,9	182,4	111,4	89,4	28,7	20,9	76,9	122	183,2	134,8	103,36	1240,36	125,52
	Pm²/Pa	7,34	6,81	26,82	10,01	6,44	0,66	0,35	4,77	12,00	27,06	14,65	8,61		
1981		98,5	62,9	165,9	222,8	126,8	102,4	69,5	85,2	29,3	59	181,5	183,4	1387,2	144,46
	Pm²/Pa	6,99	2,85	19,84	35,78	11,59	7,56	3,48	5,23	0,62	2,51	23,75	24,25		
1982		188,9	70,3	226	165,6	223,3	29,6	76,6	27,1	55,6	237,7	223,9	236,5	1761,1	194,27
	Pm²/Pa	20,26	2,81	29,00	15,57	28,31	0,50	3,33	0,42	1,76	32,08	28,47	31,76		
1983		91	60,7	220,5	269,1	248	55,7	36,4	40	46,6	208,7	76,2	206,3	1559,2	188,96
	Pm²/Pa	5,31	2,36	31,18	46,44	39,45	1,99	0,85	1,03	1,39	27,93	3,72	27,30		
1984		114,1	111,8	157,3	223,3	157,2	60,1	51,7	50,7	139,6	133,4	152,5	36,3	1388	140,89
	Pm²/Pa	9,38	9,01	17,83	35,92	17,80	2,60	1,93	1,85	14,04	12,82	16,76	0,95		
1985		181,4	44,1	129,9	98,7	91,2	63,3	43,2	43,4	125,3	78,1	74,6	160	1133,2	115,17
	Pm²/Pa	29,04	1,72	14,89	8,60	7,34	3,54	1,65	1,66	13,85	5,38	4,91	22,59		
1986		97,2	99,6	160,3	115,6	119,4	31,5	27,8	30,5	57,1	246,7	92,8	60,1	1138,6	133,26
	Pm²/Pa	8,30	8,71	22,57	11,74	11,52	0,87	0,68	0,82	2,86	53,45	7,56	3,17		
1987		49,2	86,3	147,6	163,7	113,2	45,3	63,8	65,5	42,9	194,5	69,6	66,1	1107,7	117,87
	Pm²/Pa	2,19	6,72	19,67	24,19	11,57	1,85	3,67	3,87	1,66	34,15	4,37	3,94		
1988		97,9	134,8	69,5	253,9	89,3	85,3	63,3	52	114,3	202,7	242,4	160,1	1565,5	164,52
	Pm²/Pa	6,12	11,61	3,09	41,18	5,09	4,65	2,56	1,73	8,35	26,25	37,53	16,37		
1989		179,8	140,5	169,7	110,5	87,1	110	37,1	46,9	57,6	110,9	97,4	60,2	1207,7	120,12
	Pm²/Pa	26,77	16,35	23,85	10,11	6,28	10,02	1,14	1,82	2,75	10,18	7,86	3,00		
1990		112,3	117,2	96,6	150,9	102,7	60,6	77,7	7,4	28,1	194,5	93,2	96,2	1137,4	118,97
	Pm²/Pa	11,09	12,08	8,20	20,02	9,27	3,23	5,31	0,05	0,69	33,26	7,64	8,14		
1991		77,5	94,2	250,7	92,4	148	65,8	69,4	41,3	58,2	29	162,9	149,1	1238,5	138,89
	Pm²/Pa	4,85	7,16	50,75	6,89	17,69	3,50	3,89	1,38	2,73	0,68	21,43	17,95		
1992		49,6	44,2	79,2	118,1	107,2	23,4	26,3	52,2	112,1	147	106,3	132,4	998	103,30
	Pm²/Pa	2,47	1,96	6,29	13,98	11,51	0,55	0,69	2,73	12,59	21,65	11,32	17,56		
1993		86,4	162,3	213,5	170,8	127,1	33,2	47,7	31,4	46,3	123,2	179	110,99	1331,89	143,23
	Pm²/Pa	5,60	19,78	34,22	21,90	12,13	0,83	1,71	0,74	1,61	11,40	24,06	9,25		
1994		114,3	109,2	149,1	239,6	172	54,9	51,3	39,6	59,7	134	247,4	127,3	1498,4	160,41
	Pm²/Pa	8,72	7,96	14,84	38,31	19,74	2,01	1,76	1,05	2,38	11,98	40,85	10,82		
1995		18,8	74,6	55,3	141,4	115,3	76	64,5	26,9	129,6	160,2	130,4	90,27	1083,27	111,27
	Pm²/Pa	0,33	5,14	2,82	18,46	12,27	5,33	3,84	0,67	15,51	23,69	15,70	7,52		
1996		133	145,6	188,3	165,2	222	92,4	22,4	73,6	46,3	98,8	71,3	114,5	1373,4	142,33
	Pm²/Pa	12,88	15,44	25,82	19,87	35,88	6,22	0,37	3,94	1,56	7,11	3,70	9,55		
1997		136,3	71	212,7	99,1	137,4	97,6	28,5	15,9	53,5	109	193,4	33,8	1188,2	135,87
	Pm²/Pa	15,64	4,24	38,08	8,27	15,89	8,02	0,68	0,21	2,41	10,00	31,48	0,96		
1998		55,8	57,7	93,3	144,2	163,2	64,5	63,8	98,2	40,9	214,3	143,5	94,1	1233,5	127,68
	Pm²/Pa	2,52	2,70	7,06	16,86	21,59	3,37	3,30	7,82	1,36	37,23	16,69	7,18		
1999		134,5	251,5	145,1	151,9	175,8	163,3	58,1	28,9	115,5	119,8	109,9	132,2	1586,5	154,11
	Pm²/Pa	11,40	39,87	13,27	14,54	19,48	16,81	2,13	0,53	8,41	9,05	7,61	11,02		
2000		244	212,7	991	228	264,5	143,4	124,6	30,3	117,2	91	74,5	229,2	2750,4	482,08
	Pm²/Pa	21,65	16,45	357,07	18,90	25,44	7,48	5,64	0,33	4,99	3,01	2,02	19,10		
2001		116,2	117,2	65,4	77	46,8	49	3,7	63,5	10	93,4	142,1	71,3	855,6	93,71
	Pm²/Pa	15,78	16,05	5,00	6,93	2,56	2,81	0,02	4,71	0,12	10,20	23,60	5,94		
2002		61	37,6	77,1	106,2	68,4	94	28,4	40	35,3	114,2	129,5	130,8	922,5	93,71
	Pm²/Pa	4,03	1,53	6,44	12,23	5,07	9,58	0,87	1,73	1,35	14,14	18,18	18,55		
2003		64,9	53,8	109,6	173,6	76,7	59,1	61,3	3,2	54,1	152,6	132,3	86,7	1027,9	110,55
	Pm²/Pa	4,10	2,82	11,69	29,32	5,72	3,40	3,66	0,01	2,85	22,65	17,03	7,31		
2004		97,4	46,9	33,7	131,2	92	29,3	39,6	20,6	72,3	201,7	173,5	65,2	1003,4	121,20
	Pm²/Pa	9,45	2,19	1,13	17,16	8,44	0,86	1,56	0,42	5,21	40,55	30,00	4,24		
2005		61,7	109,9	147	165,9	139,4	69,7	41,3	21,6	46,1	140,7	80,8	253,8	1277,9	144,26
	Pm²/Pa	2,98	9,45	16,91	21,54	15,21	3,80	1,33	0,37	1,66	15,49	5,11	50,41		
2006		104,7	58,7	212,7	197,8	87,2	94,3	36,5	18,9	44,7	55,7	236,2	187,6	1335	159,58
	Pm²/Pa	8,21	2,58	33,89	29,31	5,70	6,66	1,00	0,27	1,50	2,32	41,79	26,36		
2007		58,6	64,2	204,8	140,1	143,6	80,4	70	56,1	16,9	207	170,9	126,2	1338,8	143,81
	Pm²/Pa	2,56	3,08	31,33	14,66	15,40	4,83	3,66	2,35	0,21	32,01	21,82	11,90		
2008		92,7	104,3	141,8	203,3	239	81,3	31,4	39,9	68,2	209,4	119,5	155	1485,8	157,51
	Pm²/Pa	5,78	7,32	13,53	27,82	38,44	4,45	0,66	1,07	3,13	29,51	9,61	16,17		
2009		176,4	119,6	149,4	113	77,2	77,8	38,5	24,3	17,2	47,4	33,6	129,1	1003,5	114,53
	Pm²/Pa	31,01	14,25	22,24	12,72	5,94	6,03	1,48	0,59	0,29	2,24	1,13	16,61		
2010		13,5	81,9	52,8	316,3	132,9	87,3	153,3	39,8	48,5	107,3	268,2	227,1	1528,9	194,56
	Pm²/Pa	0,12	4,39	1,82	65,44	11,55	4,98	15,37	1,04	1,54	7,53	47,05	33,73		
2011		74,8	172,9	157,1	215,1	93,9	99,2	136,2	57,3	34,6	157,8	137,3	180,7	1516,9	148,02
	Pm²/Pa	3,69	19,71	16,27	30,50	5,81	6,49	12,23	2,16	0,79	16,42	12,43	21,53		
<b>Suma</b>															<b>148,27</b>

Fuente: INAMHI, serie de datos 1980 - 2011

Elaborado por: Autores

\*Pm= Precipitación Mensual

\*Pa= Precipitación anual



Factor R

Estación: M102

Nombre: El Ángel

Periodo: 1980 - 2011

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Precipitación anual	Índice Modificado de Fournier (IMF)
<b>Año</b>														
1980	97,5	160,9	87	137,5	26	32,5	14,3	13,4	47,2	74,9	170,5	62,1	923,8	113,39
Pm <sup>2</sup> /Pa	10,29	28,02	8,19	20,47	0,73	1,14	0,22	0,19	2,41	6,07	31,47	4,17		
1981	118,3	48,9	269,1	189	85,8	28,8	25,6	26,3	31,1	41	190,7	115	1169,6	159,29
Pm <sup>2</sup> /Pa	11,97	2,04	61,91	30,54	6,29	0,71	0,56	0,59	0,83	1,44	31,09	11,31		
1982	171,7	85	77,6	141,6	62,8	2,2	31,8	23,8	16,9	143,9	124,4	313,5	1195,2	169,89
Pm <sup>2</sup> /Pa	24,67	6,05	5,04	16,78	3,30	0,00	0,85	0,47	0,24	17,33	12,95	82,23		
1983	77,8	71,9	296,4	148,4	108,4	26	28,4	27,7	8,4	179,3	49,6	145,4	1167,7	163,50
Pm <sup>2</sup> /Pa	5,18	4,43	75,24	18,86	10,06	0,58	0,69	0,66	0,06	27,53	2,11	18,10		
1984	171	99,1	206,4	150,2	161,5	14,8	17,4	23,2	102,4	123	126,2	29,6	1224,8	141,89
Pm <sup>2</sup> /Pa	23,87	8,02	34,78	18,42	21,30	0,18	0,25	0,44	8,56	12,35	13,00	0,72		
1985	174,6	25,8	69,8	55,2	68	10,7	18,3	17,1	74,2	39	103	145,3	801	103,85
Pm <sup>2</sup> /Pa	38,06	0,83	6,08	3,80	5,77	0,14	0,42	0,37	6,87	1,90	13,24	26,36		
1986	37,3	107,5	141,7	79,3	96	10,5	8,4	11	52,9	129,3	55,9	118,1	847,9	100,75
Pm <sup>2</sup> /Pa	1,64	13,63	23,68	7,42	10,87	0,13	0,08	0,14	3,30	19,72	3,69	16,45		
1987	27,1	32,5	54,4	85,5	2,8	22,1	9	31,5	120,6	32,6	19,2	118,1	555,4	78,42
Pm <sup>2</sup> /Pa	1,32	1,90	5,33	13,16	0,01	0,88	0,15	1,79	26,19	1,91	0,66	25,11		
1988	68,7	58,3	28,2	102,1	48,6	70,1	42,8	23	58,5	109,4	199,9	118,1	927,7	105,93
Pm <sup>2</sup> /Pa	5,09	3,66	0,86	11,24	2,55	5,30	1,97	0,57	3,69	12,90	43,07	15,03		
1989	57	40,3	68,9	20,4	16,1	40,7	70,8	46,9	84,8	99,4	122,8	118,1	786,2	83,01
Pm <sup>2</sup> /Pa	4,13	2,07	6,04	0,53	0,33	2,11	6,38	2,80	9,15	12,57	19,18	17,74		
1990	82,3	134,5	29,1	66	73	36,6	28,5	3,5	13,3	125,5	70,7	54	717	85,64
Pm <sup>2</sup> /Pa	9,45	25,23	1,18	6,08	7,43	1,87	1,13	0,02	0,25	21,97	6,97	4,07		
1991	71,5	42,9	90,6	50,4	63,8	25,9	30,7	23,7	18,7	21	163,1	55,2	657,5	82,72
Pm <sup>2</sup> /Pa	7,78	2,80	12,48	3,86	6,19	1,02	1,43	0,85	0,53	0,67	40,46	4,63		
1992	29,2	69,2	55,8	62,2	63,4	19,6	24,5	35,7	53,9	19,9	51,3	75	559,7	54,42
Pm <sup>2</sup> /Pa	1,52	8,56	5,56	6,91	7,18	0,69	1,07	2,28	5,19	0,71	4,70	10,05		
1993	46,2	116,4	137	88,1	87	9,2	14	6,4	76,1	45,6	184,4	191,3	1001,7	128,36
Pm <sup>2</sup> /Pa	2,13	13,53	18,74	7,75	7,56	0,08	0,20	0,04	5,78	2,08	33,95	36,53		
1994	180,7	98,9	171,5	119,5	62,3	13,9	16,5	42,8	72,6	59,7	127,3	58,7	1024,4	117,91
Pm <sup>2</sup> /Pa	31,87	9,55	28,71	13,94	3,79	0,19	0,27	1,79	5,15	3,48	15,82	3,36		
1995	9,7	54,5	85,8	88,4	61,4	28	16,2	9,8	4,3	53,1	222,7	75,1	709	114,56
Pm <sup>2</sup> /Pa	0,13	4,19	10,38	11,02	5,32	1,11	0,37	0,14	0,03	3,98	69,95	7,95		
1996	141,8	111,2	203	118,1	85,4	39,9	18,7	22,1	16,8	62,6	73,6	103	996,2	118,03
Pm <sup>2</sup> /Pa	20,18	12,41	41,37	14,00	7,32	1,60	0,35	0,49	0,28	3,93	5,44	10,65		
1997	186,8	35,5	106,4	67,6	59,8	9,6	11,2	79,8	98,9	119,6	36,4	118,1	929,7	109,24
Pm <sup>2</sup> /Pa	37,53	1,36	12,18	4,92	3,85	0,10	0,13	6,85	10,52	15,39	1,43	15,00		
1998	18,4	33,7	73	28,7	113,9	16,4	24,6	51,6	9,2	123,7	158,1	85,7	737	97,51
Pm <sup>2</sup> /Pa	0,46	1,54	7,23	1,12	17,60	0,36	0,82	3,61	0,11	20,76	33,92	9,97		
1999	145,4	195,4	106,4	121,2	79,3	69,7	6,4	21,2	105,1	53,2	147,2	285,8	1336,3	160,29
Pm <sup>2</sup> /Pa	15,82	28,57	8,47	10,99	4,71	3,64	0,03	0,34	8,27	2,12	16,21	61,13		
2000	159,8	156,4	120	97,2	172,2	53,8	35,4	10,5	42,8	40,8	34,8	43,3	967	118,24
Pm <sup>2</sup> /Pa	26,41	25,30	14,89	9,77	30,66	2,99	1,30	0,11	1,89	1,72	1,25	1,94		
2001	85,3	54,1	53	64,3	22	20,1	21,3	8,4	25,6	1,6	62,1	67,8	485,6	56,98
Pm <sup>2</sup> /Pa	14,98	6,03	5,78	8,51	1,00	0,83	0,93	0,15	1,35	0,01	7,94	9,47		
2002	61,6	19,5	60,3	75,8	70	7,1	26,5	26,3	111,9	83,3	100,6	118,1	761	83,35
Pm <sup>2</sup> /Pa	4,99	0,50	4,78	7,55	6,44	0,07	0,92	0,91	16,45	9,12	13,30	18,33		
2003	13,5	39,5	55,4	113,3	69,8	27,6	44,8	0	54,8	116,3	116,4	118,1	769,5	90,08
Pm <sup>2</sup> /Pa	0,24	2,03	3,99	16,68	6,33	0,99	2,61	0,00	3,90	17,58	17,61	18,13		
2004	66,9	29,4	29,8	109,1	39,8	11,5	14,8	4,2	22,2	46,7	101,6	119,9	595,9	79,64
Pm <sup>2</sup> /Pa	7,51	1,45	1,49	19,97	2,66	0,22	0,37	0,03	0,83	3,66	17,32	24,12		
2005	68	89,8	130,8	86,8	57,2	16,6	28,7	7,5	30,9	106,3	92,8	160,3	875,7	100,86
Pm <sup>2</sup> /Pa	5,28	9,21	19,54	8,60	3,74	0,31	0,94	0,06	1,09	12,90	9,83	29,34		
2006	104	62,9	183,8	123,7	17,8	105	12,5	18,8	18	62,9	138,5	134,6	982,5	119,38
Pm <sup>2</sup> /Pa	11,01	4,03	34,38	15,57	0,32	11,22	0,16	0,36	0,33	4,03	19,52	18,44		
2007	50,9	58,1	127,5	137,5	44,4	36,1	17,8	48	6,2	164,1	111,4	141,8	943,8	112,85
Pm <sup>2</sup> /Pa	2,75	3,58	17,22	20,03	2,09	1,38	0,34	2,44	0,04	28,53	13,15	21,30		
2008	155,2	84,7	149,9	90,6	109	15,3	14,4	30,4	170,2	128,5	122,8	118,1	1189,1	125,89
Pm <sup>2</sup> /Pa	20,26	6,03	18,90	6,90	9,99	0,20	0,17	0,78	24,36	13,89	12,68	11,73		
2009	123,6	92,1	128,6	69,6	13	39,5	31,6	24,8	39,9	99,4	122,8	118,1	903	98,54
Pm <sup>2</sup> /Pa	16,92	9,39	18,31	5,36	0,19	1,73	1,11	0,68	1,76	10,94	16,70	15,45		
2010	71,9	62,1	36,3	22,5	61,5	93,5	36,3	190,5	39,9	99,4	122,8	118,1	954,8	106,29
Pm <sup>2</sup> /Pa	5,41	4,04	1,38	0,53	3,96	9,16	1,38	38,01	1,67	10,35	15,79	14,61		
2011	105	131,1	104,8	146,9	68,5	46,8	76,9	33,2	29,5	114,4	110,6	203,5	1171,2	121,48
Pm <sup>2</sup> /Pa	9,41	14,67	9,38	18,43	4,01	1,87	5,05	0,94	0,74	11,17	10,44	35,36		
<b>Suma</b>														<b>109,44</b>

Fuente: INAMHI, serie de datos 1980 -2011.

Elaborado por: Autores

\*Pm= Precipitación Mensual

\*Pa= Precipitación anual

Factor R

Estación: M101

Nombre: El Carmelo

Periodo: 1980 - 2011

Mes Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Precipitación anual	Índice Modificado de Fournier (IMF)
1980	77,5	73,2	97,8	186,7	110,3	118,4	55,9	55,8	39,8	152,1	97,1	48,6	1113,2	112,04
Pm <sup>2</sup> /Pa	5,40	4,81	8,59	31,31	10,93	12,59	2,81	2,80	1,42	20,78	8,47	2,12		
1981	27,2	72,5	103,9	127,1	101,3	73,7	133,5	71,8	60,4	67,4	158,8	75,2	1072,8	103,17
Pm <sup>2</sup> /Pa	0,69	4,90	10,06	15,06	9,57	5,06	16,61	4,81	3,40	4,23	23,51	5,27		
1982	116,6	84,8	126,9	139,2	268,3	54,4	116,3	91,1	65,5	98,1	147,3	112,7	1421,2	141,67
Pm <sup>2</sup> /Pa	9,57	5,06	11,33	13,63	50,65	2,08	9,52	5,84	3,02	6,77	15,27	8,94		
1983	32,5	104	74,2	85,7	126,9	55,4	96,4	69,6	89,2	104,3	89,8	81,6	1009,6	90,72
Pm <sup>2</sup> /Pa	1,05	10,71	5,45	7,27	15,95	3,04	9,20	4,80	7,88	10,78	7,99	6,60		
1984	141,5	93,5	117,2	171,1	169,6	113,8	111,3	59,8	149,1	141,8	150,2	40,4	1459,3	134,30
Pm <sup>2</sup> /Pa	13,72	5,99	9,41	20,06	19,71	8,87	8,49	2,45	15,23	13,78	15,46	1,12		
1985	104	62,9	140,6	77,2	120,6	44,5	118,1	71,5	96,2	58,6	64,5	132,7	1091,4	101,29
Pm <sup>2</sup> /Pa	9,91	3,63	18,11	5,46	13,33	1,81	12,78	4,68	8,48	3,15	3,81	16,13		
1986	93,9	77,1	167,4	135,7	140,4	61,8	86,7	76,5	77	135,8	87,5	49,9	1189,7	111,47
Pm <sup>2</sup> /Pa	7,41	5,00	23,55	15,48	16,57	3,21	6,32	4,92	4,98	15,50	6,44	2,09		
1987	71,6	91,3	54,7	143,3	134	33,4	123	75,7	48,9	160,8	54,4	84,6	1075,7	107,17
Pm <sup>2</sup> /Pa	4,77	7,75	2,78	19,09	16,69	1,04	14,06	5,33	2,22	24,04	2,75	6,65		
1988	67,8	104	86,7	198,6	138,8	122,7	111	91,1	86,6	105,5	106,4	88,7	1307,9	118,61
Pm <sup>2</sup> /Pa	3,51	8,27	5,75	30,16	14,73	11,51	9,42	6,35	5,73	8,51	8,66	6,02		
1989	87,5	104	117,7	99,9	151,7	283,2	219,9	92,1	118,4	133,5	154,2	47,4	1609,5	161,68
Pm <sup>2</sup> /Pa	4,76	6,72	8,61	6,20	14,30	49,83	30,04	5,27	8,71	11,07	14,77	1,40		
1990	142,4	95,8	162,1	94	192,7	148,3	180,5	47,8	79,1	105,5	70,2	106,4	1424,8	134,89
Pm <sup>2</sup> /Pa	14,23	6,44	18,44	6,20	26,06	15,44	22,87	1,60	4,39	7,81	3,46	7,95		
1991	96,3	97,4	176,8	105,9	145,2	242,4	152,2	104,2	45,5	77,1	106,4	39,9	1389,3	141,10
Pm <sup>2</sup> /Pa	6,68	6,83	22,50	8,07	15,18	42,29	16,67	7,82	1,49	4,28	8,15	1,15		
1992	63,2	154,5	104,6	185,5	198,4	96,4	111	128	184,6	70,5	94,8	82,9	1474,4	139,37
Pm <sup>2</sup> /Pa	2,71	16,19	7,42	23,34	26,70	6,30	8,36	11,11	23,11	3,37	6,10	4,66		
1993	82,6	218,2	208,4	197,1	199,4	128,6	145,3	121,9	93	147,5	189,9	120,4	1852,3	167,33
Pm <sup>2</sup> /Pa	3,68	25,70	23,45	20,97	21,47	8,93	11,40	8,02	4,67	11,75	19,47	7,83		
1994	137	82,5	167,5	222,1	124,4	116,9	80,2	190,7	74,4	117,9	203,3	169,6	1686,5	156,79
Pm <sup>2</sup> /Pa	11,13	4,04	16,64	29,25	9,18	8,10	3,81	21,56	3,28	8,24	24,51	17,06		
1995	50,1	31,7	94,3	73,4	207,7	161,1	132	64,8	58,1	105,5	147,3	105,7	1231,7	126,56
Pm <sup>2</sup> /Pa	2,04	0,82	7,22	4,37	35,02	21,07	14,15	3,41	2,74	9,04	17,62	9,07		
1996	87,5	229,4	140	221,8	192,1	147,3	139,6	176,3	86,6	105,5	106,4	88,7	1721,2	160,39
Pm <sup>2</sup> /Pa	4,45	30,57	11,39	28,58	21,44	12,61	11,32	18,06	4,36	6,47	6,58	4,57		
1997	90,2	114,4	244,6	134	104,6	73,9	76,4	22,6	24	20,5	100,1	72	1077,3	128,06
Pm <sup>2</sup> /Pa	7,55	12,15	55,54	16,67	10,16	5,07	5,42	0,47	0,53	0,39	9,30	4,81		
1998	34,2	66,1	150,8	83,4	178,6	312,3	183,1	129,8	83,8	263,2	126,8	72,6	1684,7	185,60
Pm <sup>2</sup> /Pa	0,69	2,59	13,50	4,13	18,93	57,89	19,90	10,00	4,17	41,12	9,54	3,13		
1999	241,6	292	152,6	240,5	182,5	217,2	187	107,4	105,1	64,8	78,9	136,7	2006,3	195,34
Pm <sup>2</sup> /Pa	29,09	42,50	11,61	28,83	16,60	23,51	17,43	5,75	5,51	2,09	3,10	9,31		
2000	214,6	250	206,2	134	290,6	163,5	113,8	141,9	155,1	33,5	16	79,2	1798,4	191,84
Pm <sup>2</sup> /Pa	25,61	34,75	23,64	9,98	46,96	14,86	7,20	11,20	13,38	0,62	0,14	3,49		
2001	158,2	138,3	100,7	98,2	178,1	239,1	163	84,1	86	0,7	77,8	111	1435,2	147,88
Pm <sup>2</sup> /Pa	17,44	13,33	7,07	6,72	22,10	39,83	18,51	4,93	5,15	0,00	4,22	8,58		
2002	113,9	91,9	127,3	205,4	124,6	148,6	134,6	53,9	17,8	105,5	106,4	88,7	1318,6	128,23
Pm <sup>2</sup> /Pa	9,84	6,40	12,29	32,00	11,77	16,75	13,74	2,20	0,24	8,44	8,59	5,97		
2003	12,7	40,5	83,7	62,3	92,3	70	70,4	12,2	46,4	114,5	91,4	35,9	732,3	76,63
Pm <sup>2</sup> /Pa	0,22	2,24	9,57	5,30	11,63	6,69	6,77	0,20	2,94	17,90	11,41	1,76		
2004	31,4	50,4	76,7	95	101,1	64	47	22,5	116,8	71,2	91,1	50,4	817,6	79,52
Pm <sup>2</sup> /Pa	1,21	3,11	7,20	11,04	12,50	5,01	2,70	0,62	16,69	6,20	10,15	3,11		
2005	80,3	65	91,8	106,9	76,2	69,3	76,8	64,2	18,3	69,2	38,4	134,1	890,5	85,05
Pm <sup>2</sup> /Pa	7,24	4,74	9,46	12,83	6,52	5,39	6,62	4,63	0,38	5,38	1,66	20,19		
2006	76,2	54,9	103	73,6	78,3	66,6	75,6	70,5	80,9	43,8	75,5	65,9	864,8	74,70
Pm <sup>2</sup> /Pa	6,71	3,49	12,27	6,26	7,09	5,13	6,61	5,75	7,57	2,22	6,59	5,02		
2007	47,1	37,3	77,6	50,5	42,5	83,4	35,7	74,6	12,5	99,1	92,7	42,8	695,8	69,25
Pm <sup>2</sup> /Pa	3,19	2,00	8,65	3,67	2,60	10,00	1,83	8,00	0,22	14,11	12,35	2,63		
2008	90,8	78,8	56,1	46,5	36,4	37,1	29,3	52,6	54,3	87,6	38,1	38,4	646,0	61,36
Pm <sup>2</sup> /Pa	12,76	9,61	4,87	3,35	2,05	2,13	1,33	4,28	4,56	11,88	2,25	2,28		
2009	55,7	41,6	6,9	14,5	28,5	29	22,4	92,2	15,7	78,3	41,4	73,1	499,3	58,45
Pm <sup>2</sup> /Pa	6,21	3,47	0,10	0,42	1,63	1,68	1,00	17,03	0,49	12,28	3,43	10,70		
2010	20,8	71,4	64,7	119,4	103,3	71,2	55,5	53,6	30,2	50	131	17,1	788,2	84,41
Pm <sup>2</sup> /Pa	0,55	6,47	5,31	18,09	13,54	6,43	3,91	3,64	1,16	3,17	21,77	0,37		
2011	13,5	93,4	15,9	133,4	21,5	122,7	103,5	152,4	89,8	132,8	97,6	144,4	1120,9	118,20
Pm <sup>2</sup> /Pa	0,16	7,78	0,23	15,88	0,41	13,43	9,56	20,72	7,19	15,73	8,50	18,60		
<b>Suma</b>														<b>121,66</b>

Fuente: INAMHI, serie de datos 1980 -2011.

Elaborado por: Autores

\*Pm= Precipitación Mensual

\*Pa= Precipitación anual

## ANEXO 7

### **Manual del Comité de Gestión de Riesgos**

(Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2012)

#### **Las funciones principales para el Estado de Alerta Naranja son:**

- Activar las instituciones de socorro incluyendo albergues, centros de salud, organismos básicos y de apoyo de respuesta y seguridad.
- Determinar las prioridades operativas de las Mesas de Trabajo y conformar los grupos y mecanismos que fueren del caso.
- Disponer la activación de los planes de Contingencia y Evacuación que correspondan.
- Disponer y comunicar las restricciones de acceso y movilización para zonas de mayor peligro potencial.
- Recibir de las instancias de ciencia y monitoreo y de las Salas de Situación la información regular sobre la evolución de la situación.
- Organizar la evacuación de la población de la zona de mayor peligro con apoyo del sistema de Protección Civil de la SNGR, las entidades de ayuda humanitaria y los cuerpos de socorro.

#### **Las funciones principales para el Estado de Alerta Roja son:**

- Disponer lo que corresponda para la seguridad de los bienes y medios de vida de la población del territorio en emergencia.
- Asegurar que las instituciones de socorro y de rehabilitación tengan prioridad operativa máxima durante el evento en curso.
- Determinar las prioridades operativas de las Mesas de Trabajo y conformar los grupos y mecanismos que fueren del caso.
- Asegurar que se implementen los planes que correspondan en función de los sucesos.
- Activar los equipos de Evaluación de Daños y Necesidades (EDAN).
- Actualizar y comunicar las nuevas restricciones de acceso para zonas de mayor peligro potencial.
- Recibir de las instancias de ciencia, monitoreo y de las Salas de Situación la información regular sobre la evolución de la situación.
- Vigilar que las entidades de socorro operen de acuerdo al sistema de comando de incidentes (SCI).

- Vigilar que el sistema de Protección Civil de la SNGR y las entidades de ayuda humanitaria atiendan adecuadamente a la población en albergues.
- Proponer los lineamientos para la organización de la recuperación temprana. La recuperación temprana incluye la rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura, bienes y servicios destruidos, interrumpidos o deteriorados en el área afectada, evita que se repitan las condiciones que condujeron al mismo riesgo, o a construir nuevos factores de riesgo.
- Recomendar el cierre del período de Emergencia.

# MAPAS