

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADO:

“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN TOMANDO COMO PUNTO DE ÍTERES
LA INTERSECCIÓN DE LA FINAL CALLE CHAPARRASTIQUE CON LA AVENIDA ROOSEVELT”

PRESENTA:

Br. BARAHONA CANALES, WALTER ADALID	CR12016
Br. GONZÁLEZ FRANCO, RUTH ELIANA	GF12002
Br. VÁSQUEZ MARAVILLA, LINDA MARISOL	VM14008

DOCENTE ASESOR:

ING. UVIN EDGARDO ZÚNIGA CRUZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL.

MAYO 2021

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES

MSC. Roger Armando Arias Alvarado

RECTOR

PhD. Raúl Ernesto Azcúnaga López

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

ING. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

SECRETARIO GENERAL

LIC. Rafael Humberto Peña Marín

FISCAL GENERAL

LIC. Luis Antonio Mejía Lipe

DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

Lic. Cristóbal Hernán Ríos Benítez

DECANO

Lic. Oscar Villalobos

VICEDECANO

Lic. Israel López Miranda

SECRETARIO INTERINO

Lic. Jorge Pastor Fuentes Cabrera

DIRECTOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

Ing. Milagro de María Romero de García

COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

WALTER ADALID BARAHONA CANALES.

En primer lugar, quiero agradecerle al universo, por unir todos los astros y luz que conspiraran a mi favor, para realizar las cosas en el tiempo y momentos adecuados. En este trayecto conocí diferentes personas que fueron y que son en la actualidad muy importante en mi vida.

Pero toda buena persona, estudiante o profesional, nace y se desarrolla conforme a los cimientos que se obtienen en la familia, donde surgen los primeros apoyos y motivación para toda idea o actividad que decida realizar.

Entre mis agradecimientos especiales quiero mencionar que, en estos englobo a los que considero los mas importantes, pero no son los únicos, porque cada persona que estuvo conmigo en cada etapa de mi vida, merece un reconocimiento especial, y ese está en el mejor lugar, que es en mi memoria, recuerdos que atesoro y guardare por siempre.

Quiero iniciar realizando un agradecimiento especial a mi abuela **Angelina Barahona**, quien, en los primeros años de la carrera, me brindo un apoyo sumamente primordial, con su forma de ser, por su trato, y por confiar siempre en mí, y sé que donde estas, eres esa estrella que mas ilumina mi galaxia.

Miguel Barahona, mi tío, pero para mí es como un padre, quiero agradecerle por todo el apoyo que me brindo de inicio a fin, por estar siempre para mí, apoyándome en todo aspecto, por cuidarme y brindarme todas las oportunidades posibles para realizar mis sueños, y haberlos hecho realidad, un pilar fundamental para ello fue usted, no resta mas que sentirme orgullo y agradecido de contar con alguien como él en mi vida.

Alba Canales, mi madre, quien me ha brindado su confianza y apoyo en mi carrera, quien confía en mí y en cada uno de los proyectos que he decidido emprender, de los cuales no solo me

apoyo, si no que los realiza conmigo, apoyándome cuando no podía estar a su lado, y dejando que este, su niño, lleve a cabo todos sus proyectos, desde los más pequeños hasta los mas grandes, y los que están por venir.

Familia Barahona, quienes han sido importantes en todas las etapas que transité a lo largo de la carrera, por recibirme, por siempre tener un plato de comida, y un techo donde pude y me mantengo siempre llegando, con la misma alegría de aquellos días de universidad, donde mis desvelos y momentos mas felices con aquel entonces mis compañeros, ahora grandes amigos disfrute y compartí. Por hacer de su casa, una casa y hogar para todos.

Familia Canales, Familia que me brindo las alas para poder volar y hacer mis sueños realidad, gracias por la comprensión y apoyo a todos mis proyectos, por no solo darme palabras de apoyo y motivación, sino por ejecutarlo conmigo, por ser mis manos derechas en mis proyectos, por verlos con el mismo entusiasmo que los visiono, y por mantenerse siempre a mi lado. En especial a mi abuela, quien es un ser maravilloso, que con sus ojos y su sonrisa hace que las cosas valgan la pena.

Mis compañeros de la carrera, con quienes curse diversas materias, donde tengo presente cada momento, lleno de risas, aventuras, una que otra preocupación, pero por permitirme conocerlos y poder disfrutar una de las mejores etapas de mi vida gracias.

Al equipo de trabajo con el que compartí en las distintas materias, los incondicionales, los que estuvieron conmigo en las noches de desvelo, los que hicieron de mi casa, su casa, al grado que me acostumbre a verlos siempre, y al no tenerlos, llegue un momento a sentir que algo me hacía falta, si, eran ustedes ahí, por todas esos días y noche trabajando en proyectos, gracias, por que conocí personas excepcionales, y ahora son y serán grandes profesionales, exitosos, y siempre seremos ese grupo especial donde siempre más amigos que compañeros, donde las fortalezas de

uno, eran la fortaleza de todos, solo me restar decirle que son los mejores y que en mi mente están presentes siempre, y que si me dieran la oportunidad de volver a repetir la historia los vuelvo a elegir, porque amigos como ustedes, no es fácil de encontrar.

Finalmente quiero brindar un agradecimiento especial a mis compañeras de tesis, gracias por todo el apoyo y comprensión brindada, en los tiempos de realizar la tesis y sus distintos momentos, pero especial por formar la idea de un equipo, con un proyecto que pareció ser interesante para todos y poderlo llevar a cabo, valió la pena y el esfuerzo realizado por todos, y ahora en adelante solo restan éxitos para nuestras carreras, que es lo que deseo que suceda en cada una de sus proyectos de vida personal y profesional, porque mas que compañeras son amigas, que tienen un especial valor en mi vida, y que fue el proceso de la universidad una etapa importante que me permitió conocerlas, y ahora poder culminar con broche de oro la carrera que es juntos a ustedes, gracias por eso.

RUTH ELIANA GONZÁLEZ FRANCO.

Mi familia por estar siempre acompañándome cada ciclo y cada día inspirando a salir adelante. Mis hermanos, primos, tías, tíos, que siempre nos hemos apoyado en toda ocasión.

En especial la dedico a mis padres: Ana Ruth Franco Majano y Carlos González Benavides, tío Jaime (Q. D. D. G.), mi abuelo Sergio Franco y mi abuela Elia Majano de Franco (Q. D. D. G.), que siempre me han llevado en sus oraciones.

Todas las personas que han puesto su granito de arena para que se lograra esta meta, Gracias, estaré agradecida siempre.

Dios es bueno.

LINDA MARISOL VÁSQUEZ MARAVILLA.

A Mis padres: María del Tránsito Maravilla y Edar Leónidas Vásquez, por su apoyo incondicional que me han brindado y siguen brindado en todas las etapas de mi vida y a todos los valores inculcados y con ello el agradecimiento a Dios ya que él nos da sabiduría y la oportunidad de vivir día tras día.

A Marita: por estar ahí desde el día uno, por enseñarme las rutas de buses y el campus de la UESFMO, gracias infinitas por siempre alentarme y apoyarme a lo largo de este trabajo ya que siempre confió en mí y en mis capacidades.

A Edar y Aylin: Gracias por comprenderme y siempre estar ahí apoyándome a pesar de todo, son los mejores.

A mis abuelos y familiares: Por siempre estar al pendiente de mí, en especial a Papa Yin (+) y a Tía Sonia.

A Eliana y Canales: Por su tolerancia y comprensión en todos los momentos que compartimos durante nuestro proceso de formación académica y por su dedicación y entrega durante este trabajo.

Y a todos mis profesores de la universidad por compartir conmigo todos sus conocimientos y consejos a lo largo de estos años de estudio, gracias.

Y a todos los que han colaborado con nosotros para alcanzar esta meta.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1,	ÍNDICE DE TABLAS	XVII
2,	ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIX
3,	RESUMEN	XX
4,	ABSTRACT	XXI
5,	INTRODUCCIÓN	XXII
1,	CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.	ENUNCIADO DEL PROBLEMA	4
1.3.	JUSTIFICACIÓN	5
1.4.	OBJETIVOS.....	6
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.5.	ALCANCES	7
1.6.	LIMITACIONES.....	8
2,	CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.1.	MARCO TEÓRICO.....	9
2.1.1.	CUENCA HIDROGRÁFICA	9
2.1.2.	Formación de las cuencas de drenaje.....	10
2.1.3.	Hidrología de las cuencas de drenaje.....	11

2.1.4.	Modelos de drenaje de las cuencas.....	13
2.1.5.	Morfometría de las cuencas	14
2.1.6.	Criterios para el trazo del Parteaguas.	15
2.1.7.	Parámetros físicos de la cuenca.....	15
2.1.8.	Cálculo de la pendiente media de la cuenca (Pm).....	17
2.1.9.	Características de la forma de la cuenca	17
2.2.	Precipitación – Escorrentía Superficial.....	18
2.2.1.	Precipitación.....	18
2.2.2.	Clasificación de la precipitación.	19
2.2.3.	Métodos para medir la cantidad de precipitación.....	21
2.2.4.	Escorrentía Superficial.....	22
2.2.5.	Factores que influyen en la escorrentía superficial.	22
2.2.6.	Variables que caracterizan la escorrentía superficial.....	23
2.2.7.	Análisis probabilístico de la precipitación.	24
2.2.8.	Estudios Hidrológicos.....	25
2.2.9.	Métodos Empíricos.....	27
2.2.10.	Métodos Estadísticos.	28
2.2.11.	Métodos Hidrometeorológicos.	29
2.2.12.	Método de las Isocronas.....	35
2.3.	Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad	36

2.3.1. Riesgo	36
2.3.2. Amenaza.....	36
2.4. VULNERABILIDAD	41
2.4.1. Tipos de Vulnerabilidad.....	42
2.4.2. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	44
2.4.3. Factores y variables que intervienen en el análisis de la vulnerabilidad.	45
2.4.4. Vulnerabilidad Social	45
2.4.5. Vulnerabilidad Económica.....	47
2.4.6. Vulnerabilidad Física.....	48
2.4.7. Vulnerabilidad Institucional.....	49
2.4.8. Vulnerabilidad Ambiental.....	50
2.5. Tipos de inundaciones en El Salvador.....	50
2.5.1. Tipos de inundaciones urbanas.....	51
2.5.2. Componentes de un sistema de Drenaje Urbano.....	51
2.5.3. Problemática de Inundaciones.....	53
2.5.4. Plan de Gestión Integrada de Drenaje Urbano.	57
2.5.5. Sistemas urbanos de drenaje Sostenible (SUDS)	59
3, CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.1. UBICACIÓN.....	62
3.2. TIPO DE INVESTIGACION.....	63

3.3.	UNIDADES DE ANALISIS	63
3.4.	VARIABLES Y MEDICIONES	64
3.4.1.	DEFINICIONES DE VARIABLE	64
3.4.2.	INDICADORES	65
3.4.3.	INSTRUMENTOS DE MEDICION	67
3.4.4.	TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS	68
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANALISIS	69
3.6.	METODOLOGÍA DE VULNERABILIDAD EN CUENCAS URBANAS. ..	70
3.6.1.	GENERALIDADES	70
3.6.2.	Clasificación De La Vulnerabilidad Y Valorización De Sus Factores	72
3.7.	PROCESO METODOLOGICO	87
3.7.1.	DETERMINACIÓN DE LA ZONA A SER EVALUADA.	87
3.7.2.	RECOPIACIÓN Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN	87
3.7.3.	LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN CAMPO	88
3.7.4.	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN A ENCUESTAR.....	88
3.8.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	91
3.8.1.	Elaboración de fichas consolidadas :	91
3.8.2.	Determinación De La Vulnerabilidad Por Tipo O Parcial.	92
3.8.3.	CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD TOTAL	93
3.9.	Aplicación De Una Metodología Para Generación De Mapas De Riesgo	94

3.9.1. Mapa de peligro:.....	94
3.9.2. Mapas de vulnerabilidad	95
4, CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97
4.1. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	97
4.1.1. Descripción del área de Estudio.	97
4.1.2. Clima.....	97
4.1.3. Economía de la zona.	98
4.1.4. DRENAJE	100
4.1.5. Registro De Inundaciones En La Ciudad De San Miguel.....	107
4.1.6. Materiales de la Calle Chaparrastique a Calle Cantón El Amate.....	110
4.1.7. Uso del suelo,	110
4.2. Levantamiento topográfico	111
4.3. Uso de civil 3D.....	111
4.4. División de lotes, calles y aceras.	111
4.5. Creación del perfil de la calle amate.....	112
4.6. Creación del parteaguas	112
4.7. Caracterización de la cuenca	112
4.7.1. Área.....	113
4.7.2. Perímetro	113
4.7.3. Curva hipsométrica.....	113

4.7.4.	Frecuencia de altitudes.....	116
4.7.5.	Pendiente promedio	118
4.7.6.	Longitud del curso principal	120
4.7.7.	Tiempo de concentración	120
4.7.8.	Pendiente del cauce principal.....	120
4.7.9.	Coeficiente de escorrentía.....	121
4.7.10.	Intensidad de lluvia.....	122
4.7.11.	Área de análisis.....	122
4.7.12.	Cálculo de caudales.	123
4.8.	Uso de HEC RAS	126
4.8.1.	Crear datos geométricos.....	126
4.8.2.	Crear datos de secciones transversales	127
4.8.3.	Crear datos del flujo.....	129
4.8.4.	Crear un plan y ejecutar una simulación hidráulica	130
4.8.5.	Ver los resultados	131
4.9.	Análisis de la vulnerabilidad.	133
4.9.1.	ANÁLISIS DE LA AMENAZA.	133
4.9.2.	Evaluación de la Amenaza	139
4.10.	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	141
4.10.1.	ZONA 1.....	143

4.10.2.	ZONA 2.....	146
4.10.3.	ZONA 3.....	147
4.10.4.	FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	169
4.10.5.	Procesamiento para el análisis de vulnerabilidad.	179
4.10.6.	Cálculo de la vulnerabilidad total.....	187
4.10.7.	RESULTADO Y ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN.....	189
4.11.	Análisis Para La Elaboración Del Mapa De Peligro Por Inundación.	192
4.12.	Análisis Para La Elaboración Del Mapa De Vulnerabilidad.....	200
4.13.	Propuestas De Acciones Para La Reducción De La Vulnerabilidad.	216
4.13.1.	Medidas Estructurales:.....	216
4.13.2.	Medidas No Estructurales.	217
5,	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	220
5.1.	CONCLUSIONES.....	220
5.2.	RECOMENDACIONES.....	222
6,	BIBLIOGRAFÍA	224
7,	ANEXOS.....	225
8,	PLANOS	288

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inundación en Avenida Roosevelt el 11 de septiembre de 2013.....	3
Figura 2 Inundación en Avenida Roosevelt. (Lazo, 2018).....	3
Figura 3 Partes de la Cuenca Hidrográfica.	9
Figura 4 Partes de la Cuenca Hidrográfica.	10
Figura 5 Cuenca de Drenaje.....	12
Figura 6 Modelos de Drenaje.....	14
Figura 7 Tipos de Precipitación.	20
Figura 8 Tipos de Precipitación.	20
Figura 9 Tipos de Precipitación.	21
Figura 10 Hidrograma unitario aislado.....	32
Figura 11 Representación de un hidrograma unitario triangular.	34
Figura 12 Los tres conceptos fundamentales en la gestión del riesgo.....	37
Figura 13 Clasificación de las amenazas según su origen.	37
Figura 14 Variables para realizar el análisis de las amenazas.	38
Figura 15 Componentes de un sistema de drenaje urbano.....	52
Figura 16 Intersección de la Calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt	62
Figura 17 Microcuenca El Amate.	63
Figura 18 Esquema general para la obtención de la vulnerabilidad en una comunidad...72	72
Figura 19 Cuadro resumen de variables climatológicas más importantes.....	98
Figura 20 Bloqueo del paso del flujo del agua.....	99
Figura 21 Tragantes de agua lluvia de lado derecho de la vía.	100
Figura 22 Obras de drenaje pluvial en la parte alta de la microcuenca El Amate.	101

Figura 23	Obras de drenaje pluvial en la parte alta-media microcuenca El Amate.	101
Figura 24	Obras de drenaje pluvial en la parte media de la microcuenca El Amate.....	102
Figura 25	Obras de drenaje pluvial en la parte baja de la microcuenca El Amate.....	102
Figura 26	Tragantes en la final Calle Chaparrastique.	103
Figura 27	Vista antes de llegar a la intersección de la 23ª Avenida sur	103
Figura 28	Acumulación de agua en la intersección 23ª Av. Sur.....	104
Figura 29	Vehículos transitando en la intersección de la 23ª Av. Sur.	104
Figura 30	Estancamiento de agua.....	105
Figura 31	Basura que se observa en la acera y cunetas.	106
Figura 32	Vegetación que se observa en las cunetas.....	106
Figura 33	Inundación del día 4 de octubre de 2020.	110
Figura 34	Curva Hipsométrica.	115
Figura 35	Curva de Frecuencia de altitudes.....	117
Figura 36	Pendiente Promedio.	118
Figura 37	Programa HEC-RAS.....	127
Figura 38	Secciones Transversales (Programa HEC-RAS).....	128
Figura 39	Creación de datos de flujo (Programa HEC-RAS).....	129
Figura 40	Creación de datos de flujo (programa HEC-RAS).....	130
Figura 41	Simulación Hidráulica (Programa HEC-RAS).....	131
Figura 42	Secciones (Programa HEC-RAS).....	132
Figura 43	Perfil (Programa HEC-RAS).....	132
Figura 44	Variables para realizar el análisis de las amenazas	134
Figura 45	Ruta de Muestra de Encuestador.	141

Figura 46 Mapa de riesgo a inundaciones en puntos del casco urbano.....	142
Figura 47 Zona 1 e inicio de la final Calle Chaparrastique.	143
Figura 48 Vista del tragante, estado de la calle y Casas de adobe del tramo 1.....	145
Figura 49 Estado vial y del drenaje superficial de la final Calle Chaparrastique.	145
Figura 50 Zona 2	146
Figura 51 Zona 3, final Calle Chaparrastique.	147
Figura 52 Vista del lado izquierdo, el día 25/07/19.	148
Figura 53 Vista del lado izquierdo, el día 10/09/2020	148
Figura 54 Personas que habitan en las viviendas encuestadas.....	149
Figura 55 Edad de las personas encuestadas.....	150
Figura 56 Nivel de alfabetización de las personas encuestadas.	151
Figura 57 Nivel Educativo.	152
Figura 58 Personas que conocen o han escuchado de prevención de desastres,.....	153
Figura 59 Clase social de las personas encuestadas.	154
Figura 60 Organización vecinal.	155
Figura 61 Capacidad de respuesta ante las inundaciones en la zona.....	156
Figura 62 Ingresos mensuales de las familias.	157
Figura 63 Empleo en las familias.	158
Figura 64 Propietario de la vivienda.	159
Figura 65 Normativa de construcción para las viviendas.	160
Figura 66 Materiales de Paredes	161
Figura 67 Estado de paredes.	161
Figura 68 Material de techo.	162

Figura 69 Estado del techo.....	162
Figura 70 Material del piso.....	163
Figura 71 Estado del piso.....	163
Figura 72 Conocimiento de las personas sobre los centros de albergues	165
Figura 73 Daños por inundaciones en el sector.	166
Figura 74 Daños por inundaciones en viviendas.....	166
Figura 75 Perdidas por inundaciones.....	167
Figura 76 Monto de las pérdidas materiales.	167
Figura 77 Ayuda por parte del gobierno local.	168
Figura 78 Vulnerabilidad que considera que se encuentra expuesto.....	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Frecuencia.....	39
Tabla 2 Intensidad	40
Tabla 3 Territorio Afectado.	41
Tabla 4 Intervalos de calificación de amenaza.....	41
Tabla 5 Factores y Variables de la vulnerabilidad social.	73
Tabla 6 Valores estandarizados para vulnerabilidad social.	76
Tabla 7 Factores y variables de la vulnerabilidad económica.....	77
Tabla 8 Valores estandarizados para vulnerabilidad económica.....	78
Tabla 9 Factores y variables de la vulnerabilidad física.	79
Tabla 10 Valores estandarizados para vulnerabilidad física.	82
Tabla 11 Factores y variables de la vulnerabilidad institucional.	83
Tabla 12 Valores estandarizados para vulnerabilidad institucional.	85
Tabla 13 Factores y variables de la vulnerabilidad ambiental.	86
Tabla 14 Valores estandarizados para vulnerabilidad ambiental.	86
Tabla 15 Tabla de ponderación para los diferentes niveles de vulnerabilidad por factor.	92
Tabla 16 Tabla de rangos de los promedios para niveles de vulnerabilidad parciales.	93
Tabla 17 Tabla de rangos de los promedios para el nivel de vulnerabilidad total.	93
Tabla 18 Criterios de peligro de acuerdo con el IMTA.....	95
Tabla 19 Vulnerabilidad por tipo de vivienda.....	96
Tabla 20 Elevación Media.	114
Tabla 21 Áreas Acumuladas.	115
Tabla 22 Frecuencia de Altitudes.	116

Tabla 23 Pendiente Promedio.	119
Tabla 24 Coeficiente de escorrentía.	121
Tabla 25 Tabla de Intensidad de lluvia.	122
Tabla 26 Porcentaje de área de análisis.	122
Tabla 27 Área de Análisis.	123
Tabla 28 Periodo de retorno.	126
Tabla 29 Frecuencia.	134
Tabla 30 Análisis de la frecuencia.	135
Tabla 31 Intensidad.	136
Tabla 32 Análisis de la intensidad.	137
Tabla 33 Territorio Afectado.	138
Tabla 34 Análisis del territorio afectado.	139
Tabla 35 Intervalos de calificación de amenazas.	140
Tabla 36 Calificación de la amenaza.	140
Tabla 37 Datos censados en la final Calle Chaparrastique.	179
Tabla 38 Sustitución de rangos por su respectivo nivel de vulnerabilidad.	180
Tabla 39 Porcentajes para cada nivel de vulnerabilidad.	181
Tabla 40 Determinación del nivel de vulnerabilidad por factor educativo.	183
Tabla 41 Tabla resumen del nivel de vulnerabilidad.	184
Tabla 42 Nivel de vulnerabilidad por tipo o parcial calculado.	186
Tabla 43 Determinación del nivel de vulnerabilidad total.	188
Tabla 44 Vulnerabilidad Vehicular.	213

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Datos obtenidos de la simulación hidráulica.	226
ANEXO 2. Ejemplo de sección.	235
ANEXO 3. Ejemplo de tramo de perfil.	236
ANEXO 4. Curvas IDF proporcionadas por el MARN.	237
ANEXO 5. Fichas Consolidadas (con datos de encuesta).....	238
ANEXO 6. Formatos de Recolección de datos de campo.....	245
ANEXO 7. Fichas Consolidadas.....	250
ANEXO 8. Tablas de Análisis de Peligro y Vulnerabilidad por Inundación.	257
ANEXO 9. Formato de Evaluación de Riesgo.	263
ANEXO 10. Informe Climatológico De El Papalón.	257
ANEXO 11. Detalles constructivos de los tragantes,	259
ANEXO 12. Mapa Pedológico:.	264
ANEXO 13. Registro Fotográfico.	265
ANEXO 14. TPDA (AÑO 2015).....	285
ANEXO 15. TPDA (AÑO 2015).....	285
ANEXO 16. Encuesta.....	286
ANEXO 17. Encuesta.....	286

RESUMEN

La investigación se enfocada en el análisis de vulnerabilidad de las inundaciones pluviales en la zona denominada “Intersección de la Final Calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt de la ciudad de San Miguel”. Se inicia con la recolección de información de la zona a estudiar, seguido de visitas de campo para el posterior levantamiento topográfico con estación total y dron para obtener una ortofoto de la microcuenca El Amate, se realiza la caracterización de la microcuenca Urbana El Amate y la simulación hidráulica, posteriormente se realiza una encuesta para la obtención de datos para el análisis de la vulnerabilidad. El análisis de toda la información obtenida llevo como resultado de esta investigación, la elaboración de mapas de vulnerabilidad y mapas de riesgo de la microcuenca El Amate y una serie de propuestas de acciones para la reducción de la vulnerabilidad que llevan consigo el control de aguas pluvias de la microcuenca El Amate.

Palabras clave: Inundaciones Pluviales, Análisis de Vulnerabilidad por Inundación, Mapa de Riesgo y Vulnerabilidad por inundaciones.

ABSTRACT

The investigation is focused on the analysis of vulnerability to pluvial floods in the area called "Intersection of the Final Chaparrastique Street with Roosevelt Avenue in the city of San Miguel". It begins with the collection of information on the area to be studied, followed by field visits for the subsequent topographic survey with a total station and drone to obtain an orthophoto of the El Amate micro-watershed, the characterization of the El Amate urban micro-watershed and the hydraulic simulation, followed by a survey to obtain data for the vulnerability analysis. The analysis of all the information obtained led to the elaboration of vulnerability maps and risk maps of the El Amate micro-watershed and a series of proposals of actions for the reduction of vulnerability that lead to the control of rainwater in the El Amate micro-watershed.

Keywords: Rainfall Floods, Flood Vulnerability Analysis, Risk and Vulnerability Map.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt, tiene como propósito general contribuir para conocer escorrentía generada por las lluvias y la vulnerabilidad y así poder controlar las inundaciones en sector denominado como "microcuenca El Amate".

La Ciudad de San Miguel en los últimos años se ha visto afectada por las inundaciones, las cuales se originan por la influencia de varios factores que actúan directa o indirectamente, entre estos; la modificación del uso del suelo, cambio climático, las altas precipitaciones, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior se ve en la necesidad de hacer un estudio en la microcuenca El Amate de la ciudad de San Miguel; tomando como punto de interés la intersección de la final calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt y las colonias aledañas en primera instancia para caracterizar la microcuenca urbana de esta área y con el estudio de la caracterización y delimitación de esta microcuenca, conocer el tipo de pendiente y el tipo de drenaje de la cuenca, se pretende conocer las zonas críticas a las inundaciones de este sector, es decir se pretende realizar un mapa de riesgo por inundaciones, en el cual se hará un mayor énfasis a la vulnerabilidad del área de estudio; en segunda instancia se pretende conocer el estado hídrico de la microcuenca, también es necesario conocer las características cualitativas de la zona de estudio las áreas permeables e impermeables del lugar, para ellos se hará uso de Dron para la obtención de imágenes de la zona de estudio y para el levantamiento topográfico se hará uso de la estación total.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Ciudad de San Miguel se ve afectada por las inundaciones en la época lluviosa sobre todo en las principales vías de acceso a la ciudad, uno de las zonas mayormente afectadas es la Avenida Roosevelt teniendo un mayor énfasis en el punto denominado intersección de la Avenida Roosevelt con la Final calle Chaparrastique, uno de los factores que intervienen es el aumento de la población y esto viene a general el incremento de las urbanizaciones ya que no se tiene un control urbanístico y en algunos casos se ve la necesidad de cambiar la pendiente con la que originalmente el agua lluvia llega a las quebradas, que se encuentran en la cuenca en estudio y así como hay una modificación en el uso del suelo, otro factor muy importante es el sistema de drenaje de la ciudad, en la investigación realizada por (Joya, 2007) nos dice que *la Ciudad de San Miguel todavía cuenta con la primera red de distribución de alcantarillado pluvial*¹, es decir que hay un colapso en sistema de drenaje de la ciudad. Otro de los factores a recalcar es la cultura de las personas, ya que la lluvia se lleva la basura que estas tiran en la calle y esta se acumula en las cunetas, provocando que los tragantes no funcionen adecuadamente. Teniendo en cuenta los factores anteriores se puede decir que el mal manejo hidráulico de la ciudad es lo que genera problemas de congestionamiento de tráfico, daño a vehículos, daños a las casas y negocios, así como daños a la misma infraestructura vial.

Así es como surge la necesidad del estudio de la Microcuenca El Amate, tomando como punto de interés la intersección de la final calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt. Este

1 (Joya, 2007) Propuesta Para Recargar Artificialmente El Acuífero San Miguel Y

punto siempre ha sido afectado por las inundaciones es por ello que cuando la Alcaldía de San Miguel hace el convenio con FOVIAL para el mejoramiento de la Avenida Roosevelt, existe una contrapartida para que la comuna Migueleña lleve a cabo obras de Mitigación en la Calle Chaparrastique así como lo expreso Mauricio Campos, miembro del concejo plural de la comuna migueleña, a la prensa gráfica *"que existe un convenio municipal, con fecha del 26 de enero de 2017, en el cual el alcalde Pereira se compromete a realizar obras de mitigación en la Avenida Roosevelt, como contrapartida a los trabajos de mejoramiento que realizaría el FOVIAL"*. (Lazo, 2018)², es decir que obras realizadas en la Avenida Roosevelt buscan reducir las inundaciones en esa área.

Luego de la realización de las obras se presentaron graves inundaciones, una de las más importante fue la del 11 de mayo de 2018 en la cual una lluvia de 40 mm inundó por completo la avenida Roosevelt, a tal grado que paralizó el tráfico y era imposible el paso de vehículos y peatones, esto paso debido a que las obras de mitigación que la comuna migueleña iba a realizar no estaban hechas, afirma la titular del MOP, Eliúd Ayala³, durante una visita realizada recientemente a la zona oriental.

Así pues, es cómo surge la presente investigación denominada, *"Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt"*, la cual tiene como propósito general

² (Lazo, 2018) Alcalde Pereira asegura que inundaciones de Avenida Roosevelt son por el cambio climático

³ (Lazo, 2018) La Roosevelt migueleña se seguirá inundando mientras alcaldía no haga obras prometidas, afirma el MOP

contribuir para conocer escorrentía generada por las lluvias y poder realizar un análisis de la afectación por vulnerabilidad a la nueva obra realizada y así poder controlar las inundaciones en sector denominado como punto de interés la intersección de la final calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt de la "microcuenca El Amate".

Figura 1

Inundación en Avenida Roosevelt el 11 de septiembre de 2013



Figura 2

Inundación en Avenida Roosevelt. (Lazo, 2018)



Y es así como surge la interrogante.

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la importancia del análisis de vulnerabilidad por inundación en la intersección de la final calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt de la Ciudad de San Miguel?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El análisis de la vulnerabilidad por inundación con punto de interés en la intersección de la final calle Chaparrastique con la avenida Roosevelt del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel, se realizará debido a las inundaciones viales ocasionadas por las precipitaciones ya sean periodos cortos o largos. Este proceso se realizará a través de un conjunto de métodos y procedimientos para saber con exactitud la forma y dimensión del mismo, además tiene por objetivo realizar una cartografía actualizada del sitio, el cual nos servirá para identificar el uso del suelo del área de estudio, calles, pendientes, etc. Esta investigación contribuirá con información básica de la microcuenca El Amate. La información constituirá una base sólida para la formulación de futuras mejoras en el sistema de drenaje, para ello es necesario tomar como principio fundamental el hacer un estudio de la microcuenca El Amate y un estudio minucioso de los fenómenos y condiciones que rigen su dinámica, debido a que la magnitud y frecuencia de las inundaciones son función de la intensidad y distribución de las precipitaciones, como también de las características del relieve y la morfología de la microcuenca El Amate.

De acuerdo con lo ya mencionado se suman los siguientes puntos:

- Se presentan niveles de inundación de hasta 0.4 metros o más el sector de la Avenida Roosevelt debido al sistema de drenaje con el que se cuenta.
- Las inundaciones en la zona urbana afectan a medios de transporte, pobladores, infraestructura, comercio, etc. Porque todo ese escurrimiento desemboca en la Avenida Roosevelt.
- Se deberá analizar las condiciones hidrológicas y estudios meteorológicos, para luego sobreponer los posibles riesgos de la microcuenca El Amate ya que no presenta una buena base hídrica.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar la vulnerabilidad y determinar el nivel de riesgo originado por las inundaciones pluviales de la ciudad de San Miguel en la intersección de la final calle Chaparrastique con la avenida Roosevelt, estableciendo los parámetros geomorfológicos e hídricos para la generación de una base de datos de campo con el fin de describir el estado de la microcuenca El Amate.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las características cualitativas de la microcuenca El Amate.
- Caracterizar la microcuenca El Amate, mediante parámetros geomorfológicos.
- Determinar el estado hídrico de la microcuenca El Amate.
- Analizar los parámetros meteorológicos de la microcuenca El Amate.
- Construir un mapa de riesgo por inundación basándose en parámetros hidrológicos e hidráulicos.
- Realizar un análisis de la vulnerabilidad de la microcuenca El Amate.

1.5. ALCANCES

Se realizarán los siguientes trabajos:

- Se realizará un levantamiento topográfico para obtener las secciones de la microcuenca El Amate.
- Se elaborará los resultados con un software especializados, tales como Civil 3D, ArcMap, HEC-RAS.
- Mapear los puntos estratégicos con un levantamiento topográfico para digitalizar la zona de investigación.
- Actualizar datos respecto la Ciudad de San Miguel, diversificando las zonas de interés.
- Elaboración de Mapas de vulnerabilidad total a partir de los datos obtenidos del censo en la parte baja de la microcuenca El Amate.
- Elaboración de mapa de riesgo y vulnerabilidad de la microcuenca El Amate a partir del estudio hidrológico.
- Propuestas de acciones las cuales pretenden reducir la vulnerabilidad en “La final calle Chaparrastique con la intersección con la Avenida Roosevelt” que es el punto de interés de la presente temática a desarrollarse,

1.6. LIMITACIONES

- Existen pocos trabajos específicos de la microcuenca El Amate en la ciudad de San Miguel.
- La evaluación se hará solo en la microcuenca El Amate ya que presenta uno de los mayores grados de vulnerabilidad ante la problemática a analizar.
- La investigación solo dispondrá de los parámetros de la microcuenca El Amate que será la zona de estudio.
- Escases de información a la que nos enfrentamos sobre la problemática que se abarcará.
- La obtención del censado no se realizará en toda la Microcuenca El Amate debido a la Pandemia de la COVID-19, se limitará solo a la parte baja de la microcuenca El Amate.
- No se realizará una propuesta de diseño estructural de alcantarillado pluvial, ni de Sistema de sistema de drenaje sostenible.

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. CUENCA HIDROGRÁFICA

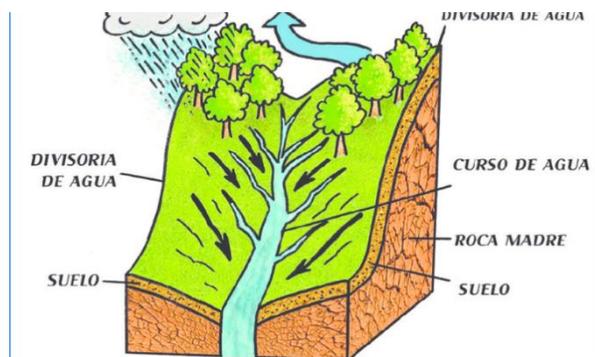
Definición de Cuenca.

Cuenca es el área de la superficie terrestre delimitada por un parte-aguas que separa el agua que cae en la superficie de la tierra. La cuenca es drenada por un único sistema fluvial compuesto por numerosos ríos, quebradas, riachuelos, etc. Sus límites están formados por las divisorias de agua que la separan de zonas adyacentes pertenecientes a otras cuencas fluviales (ver figura 3y 4). El tamaño y forma de una cuenca viene determinado generalmente por las condiciones geológicas del terreno. El patrón y densidad de las corrientes y ríos que drenan este territorio no solo dependen de su estructura geológica, sino también del relieve de la superficie terrestre, el clima, tipo de suelo, la vegetación y cada vez en mayor medida de las repercusiones de la acción humana en el medio ambiente de la cuenca.

Figura 3

Partes de la Cuenca Hidrográfica.



Figura 4*Partes de la Cuenca Hidrográfica.*

Las cuencas pueden considerarse como sistemas abiertos en los que es posible estudiar los procesos hidrológicos; se llama sistema abierto al conjunto de elementos y alteraciones interrelacionadas que intercambian energía y materia con las zonas circundantes. La medición y análisis cuantitativo de sus características hidrográficas se denomina morfometría de la cuenca.

Por este motivo, la cuenca representa la unidad fundamental empleada en hidrología. Constituye a la vez uno de los rasgos principales del paisaje, cuyo proceso de formación en la mayoría de los continentes está determinado por la erosión fluvial y el transporte y la deposición de sedimentos. Esta es la razón por la que las cuencas también son la unidad básica de estudio de la geografía física.

El estudio de las cuencas permite también mejorar la evaluación de los riesgos de inundación y la gestión de los recursos hídricos gracias a que es posible medir la entrada, acumulación y salida de sus aguas, planificar y gestionar su aprovechamiento analíticamente.

2.1.2. Formación de las cuencas de drenaje.

Existen cuencas de distinta extensión: desde las oceánicas que representan las mayores del planeta, hasta las áreas reducidas por pequeñas corrientes. Algunas se han formado a través de procesos geológicos que provocan dilataciones, hundimientos, fracturas o plegamientos de la

corteza terrestre o bien son consecuencia de la actividad volcánica. Otras son el resultado de la erosión de la superficie terrestre causada por el viento, agua o hielo.

La erosión suele provocar la inversión del relieve: las áreas elevadas pasan a ser cuencas y las zonas anteriormente deprimidas forman líneas divisorias de aguas.

2.1.3. Hidrología de las cuencas de drenaje.

Las cuencas reciben agua en forma de precipitaciones como parte del ciclo del agua (ciclo hidrológico). Algunas precipitaciones regresan a la atmósfera una vez que han sido captadas por la vegetación y se han evaporado en la superficie de las hojas y ramas. La mayor parte se pierde por la evapotranspiración que tiene lugar en el suelo y por la transpiración de las plantas. Lo que nos lleva concluir que la escorrentía depende de la tasa de evaporación de la pendiente del terreno, de la naturaleza de las rocas y de la presencia o ausencia de manto vegetal.

Cuando las precipitaciones superan a la pérdida debida a la evapotranspiración y transpiración, el excedente de agua sigue su curso en el sistema de drenaje y corre sobre la superficie del terreno. Sin embargo, su avance no es uniforme; es posible que las aguas se acumulen en lagos, suelos o como parte de las aguas subterráneas durante largos periodos antes de fluir finalmente como escorrentía hasta alcanzar el canal de la cuenca.

Las aguas que no logran filtrarse en el suelo discurren por la superficie. La proporción de escorrentía que sigue estos diferentes caminos depende de diversos aspectos, algunos de los cuales son propiedades permanentes de la cuenca (su geología, estructura y relieve), mientras que otros factores pueden variar con el tiempo o como consecuencia de las actividades del hombre (clima, suelos, vegetación) y en función de la meteorología reciente de la cuenca (condiciones, antecedentes).

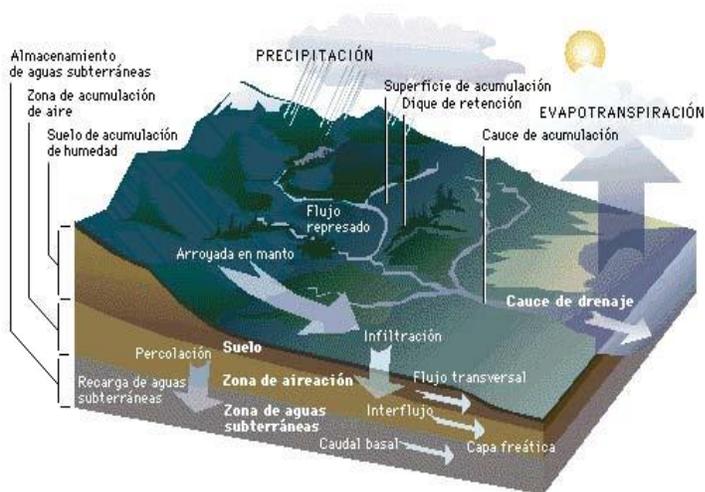
El drenaje de la cuenca facilitado por el agua vadosa y por las aguas subterráneas, se producen más lentamente que el drenaje ocasionado por las aguas superficiales, un aspecto significativo a la hora de considerar el caudal basal del sistema fluvial junto con los aportes de las precipitaciones (ver figura 5).

Los antecedentes son de gran importancia a la hora de determinar la cantidad de escorrentía superficial. Cuando el suelo está saturado, el agua de lluvia no puede infiltrarse y el agua fluye sobre la superficie y desagua rápidamente en la red de canales. Después de una serie de tormentas consecutivas o de un periodo de precipitación prolongado, el área del suelo saturado se expande, con lo que se incrementa el caudal superficial.

Esta situación ocasiona el vertido rápido de un gran volumen de agua en el sistema de canales cuya capacidad puede quedar rebasada y provocar así una inundación.

Figura 5

Cuenca de Drenaje.

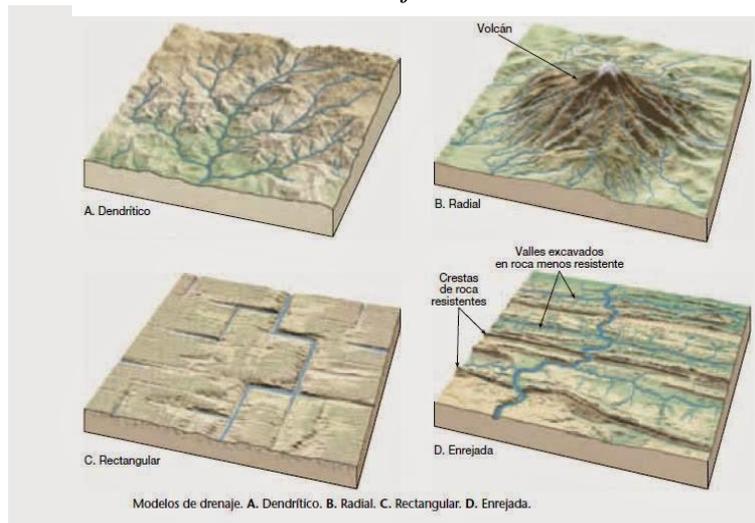


2.1.4. Modelos de drenaje de las cuencas

Un modelo de drenaje determinado describe el modo particular en que los afluentes (es decir los cursos fluviales que alimentan a otros más grandes) y los ríos se dividen en diferentes brazos. Los modelos de drenaje toman diversas formas dependiendo primordialmente de la estructura geológica del sustrato rocoso (ver figura 6). El más común es el llamado dendrítico, que suele desarrollarse allí donde toda la cuenca de drenaje está constituida por el mismo tipo de roca. Este modelo recuerda el modelo de los árboles, con los afluentes más pequeños el lugar de las ramas más alejadas y el río principal en el lugar del tronco. En él los tributarios se reúnen trazando ángulos agudos, con uniones en Y.

El modelo de drenaje rectangular se origina cuando numerosos arroyos se entrelazan en forma de parrilla. Se suele darse en rocas como el granito, cuyas grietas aprovechan los ríos para fluir.

Los modelos de drenaje radial, por su parte, aparecen cuando los ríos fluyen en todas las direcciones desde una elevación del terreno que puede ser un volcán o cualquier tipo de masa rocosa más resistente a la erosión que el material que la rodea. Algunos de los drenajes más complejos se dan en zonas donde la erosión diferencial de diversos estratos de roca ha producido capas paralelas que alternan rocas blandas y duras. En estos casos los ríos suelen tajar valles paralelos en los lechos de rocas más blandas, con torrentes cortos que fluyen en ángulo recto desde la altura de las rocas más duras. Sin embargo, en algunos lugares los ríos cortan los lechos de roca dura y se juntan con los principales cauces fluviales paralelos. Este tipo de drenaje se llama en espaldera o de rejilla, porque recuerda a los enrejados sobre los que se crecen las hiedras y las plantas trepadoras.

Figura 6**Modelos de Drenaje.**

A veces el modelo de drenaje de una zona no corresponde a lo que se podría esperar basándose solo en el tipo de roca que se da en ella. Esto es evidente sobre todo cuando un río atraviesa un lecho de roca dura o incluso una cadena montañosa, en lugar de fluir bordeándola.

Un modelo de drenaje sorprendente se da cuando diferentes tipos de roca están esparcidos en distintas capas por una zona y se forma un determinado sistema de drenaje en consonancia con la composición de estas rocas.

2.1.5. Morfometría de las cuencas

Las características de una cuenca y de las corrientes que forman el sistema hidrográfico pueden representarse cuantitativamente mediante índices de la forma y relieve de la cuenca y de la conexión con la red fluvial. Muchos de los índices son razones matemáticas, por lo que pueden utilizarse para caracterizar y comparar cuencas de diferentes tamaños.

La morfometría hidrográfica tiende a centrarse en el área, longitud, forma, pendiente y densidad de drenaje de la cuenca. La pendiente se define como la diferencia de altura entre el punto más bajo y el más alto de la cuenca dividida por la longitud máxima de la misma. La

escorrentía suele ser más rápida en las cuencas con pendiente, lo que provoca caudales más elevados y mayor poder erosivo.

2.1.6. Criterios para el trazo del Parteaguas.

- Seleccionar los puntos más elevados del entorno físico de la cuenca.
- Definición del sistema de drenaje superficial y el cauce más largo.
- Determinación del punto de interés.
- La línea divisoria corta ortogonalmente a las curvas de nivel.
- Cuando la divisoria aumenta su altitud esta corta a la curva de nivel por su parte convexa.
- La línea divisoria nunca debe cortar a un arroyo, río, excepto en el punto de interés.

2.1.7. Parámetros físicos de la cuenca.

2.1.7.1. Delimitación de la cuenca. Consiste en la identificación de los causes que contribuyen al drenaje particular de la microcuenca en relación al punto de interés; y al trazo del adecuado parteaguas en el cual se detalla todo su perímetro.

2.1.7.2. Determinación del drenaje de la cuenca. El drenaje es la mayor o menor facilidad que presenta una cuenca hidrográfica para evacuar las aguas provenientes de fuertes lluvias.

2.1.7.3. Área de la cuenca (A). Es la medida de la superficie de la cuenca expresada en kilómetros cuadrados. Los instrumentos que se utilizan para medir el área de una cuenca son:

- Planímetro.
- Planímetro analógico.

- Digitalización.

2.1.7.4. Longitud perimetral de la cuenca (Lp). Es la medida de la longitud del contorno o de la línea parteaguas de la cuenca, expresada en kilómetros (Km). Los instrumentos más utilizados para determinar el perímetro de una cuenca son:

- Curvímetro.
- Digitalización.

2.1.7.5. Densidad de drenaje o longitud de corriente (Dd). Se define como la longitud de la cuenca por unidad de área, se calcula mediante la siguiente formula:

$$D_d = \frac{L_p}{A}$$

Donde:

Lp = longitud de la cuenca

A = área de la cuenca

2.1.7.6. Longitud del cauce principal (Lc). Es la longitud del canal principal natural o artificial más largo dentro de la cuenca, expresado en kilómetros (Km).

2.1.7.7. Desnivel de la cuenca (H). La elevación media es la dirección promedio de la cuenca con respecto al nivel del mar expresado en metros (mts.), es de interés conocerla ya que tiene relación con la temperatura y la precipitación.

H = Elevación mayor – Elevación menor

2.1.7.8. Longitud de planta de la cuenca (Lplanta). Mediante trigonometría, utilizando la longitud del cauce principal y el desnivel de la cuenca, se puede determinar la longitud de planta de la cuenca.

2.1.8. Cálculo de la pendiente media de la cuenca (*Pm*).

2.1.8.1. Pendiente media: Es una de las características hidrológicas más importantes de la cuenca ya que se rige el drenaje, en cuencas pequeñas para drenaje superficial puede ser un factor dominante en la determinación del hidrograma.

2.1.8.2. Enunciado: La pendiente media es igual al desnivel entre los extremos de la corriente dividida entre su longitud medida en planta.

$$Pm = \frac{H}{L_{planta}}$$

Donde:

H = Elevación media de la cuenca en m.s.n.m.

L_{planta} = Longitud de la cuenca medida en planta expresada en Km.

2.1.9. Características de la forma de la cuenca

La forma de la cuenca hidrológica afecta a los hidrogramas de esorrentía y las tasas de flujo máximo, debido a ellos es importante conocer las siguientes características:

2.1.9.1. Factor de forma (Kf). Este factor relaciona la longitud del eje central con el ancho medio, comparando dos o más cuencas que poseen características físicas iguales, tendrá mayor drenaje aquella que posea el factor de forma más elevado. El factor de forma se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Kf = \frac{Bm}{Lc} = \frac{A/Lc}{Lc}$$

Donde:

Kf = factor de forma

Bm = es el ancho promedio de la cuenca

A = área de la cuenca en Km²

L_c = longitud del cauce principal de la cuenca en Km.

2.1.9.2. Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad (K_c). El coeficiente de compacidad nos indica el grado de redondez o alargamiento de la cuenca. Es adimensional y sus valores son mayores o iguales a uno y se relaciona únicamente con la forma de la cuenca. Si el valor de K_c esta entre 0 y 1 ($0 \leq K_c < 1$) la cuenca tiende a ser redonda y por el contrario si la cuenca tiende a ser mayor a 1 ($K_c > 1$) la cuenca tiende a ser alargada. Al relacionar dos o más cuencas cuyos factores de capacidad sean iguales o aproximadamente iguales, se puede pensar que ambos tienen características de forma igualmente irregulares.

$$K_c = \frac{L_p}{\sqrt{A}} \times 0.28$$

Donde:

L_p = perímetro de la cuenca en Km

A = área de la cuenca en Km^2

2.2. Precipitación – Escorrentía Superficial

2.2.1. Precipitación.

- La precipitación se define como la deposición de gotas de agua y partículas de hielo que se forman en la atmosfera y regresan a la superficie de la tierra atraídas por la fuerza gravitacional.
- La precipitación es un fenómeno de tipo discontinuo que constituye la materia prima del ciclo hidrológico. Su distribución tanto en el espacio como en el tiempo es sumamente variable.
- La precipitación es toda forma de humedad que originándose en las nubes llega hasta el suelo.

2.2.2. Clasificación de la precipitación.

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la participación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, sus mediaciones y análisis forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua.

Atendiendo al factor que provoca la elevación de aire en la atmosfera, la precipitación se clasifica en:

2.2.2.1. Convectiva. Son propias de las regiones tropicales, donde las mañanas son muy calurosas, el viento calmo y hay predominancia del movimiento vertical del aire (cumulus numbus). Es una lluvia intensa de corta duración, generalmente viene acompañada de truenos y rayos.

2.2.2.2. Orográfica o lluvia de relieve. Son propias de la zona montañosa por el enfriamiento y consiguiente condensación de vapor de agua en las masas de aire que al chocar con una ladera asciende a ella.

2.2.2.3. Ciclónica. Es un tipo de lluvia causada por el contacto de masas de aire con diferentes temperaturas y humedad. Están asociadas con el paso de ciclones o zonas de baja presión.

El estudio de las precipitaciones es básico dentro de cualquier estudio hidrológico regional, para cuantificar los recursos hídricos, puesto que constituyen la principal entrada de agua a una cuenca. También es fundamental en la previsión de avenidas, diseño de obras públicas, estudios de erosión, etc.

Figura 7

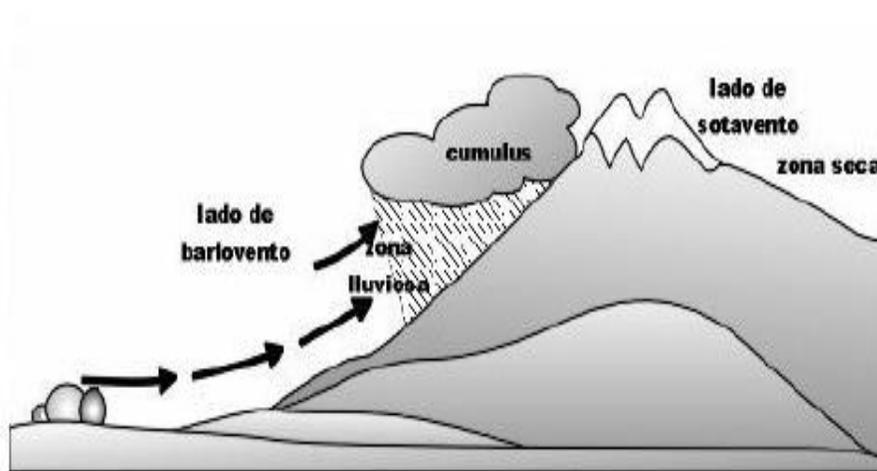
Tipos de Precipitación.



Precipitación ciclónica

Figura 8

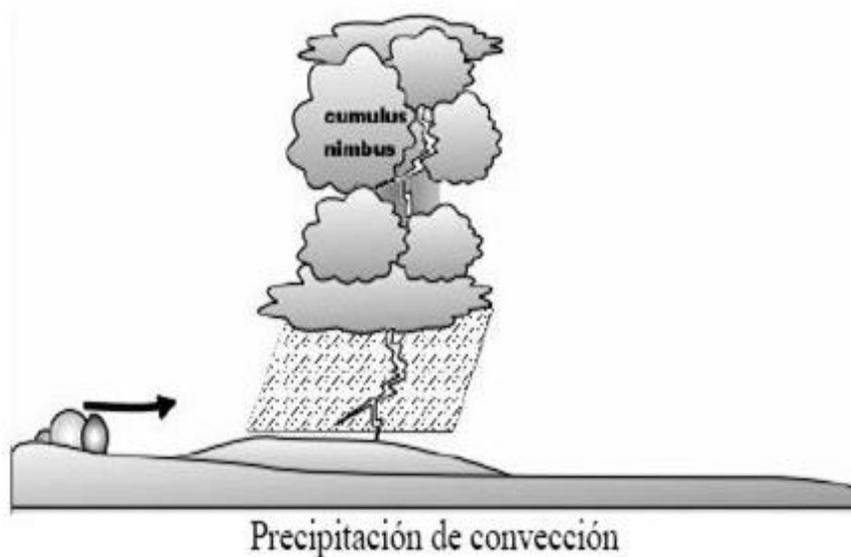
Tipos de Precipitación.



Precipitación orográfica

Figura 9

Tipos de Precipitación.



2.2.3. Métodos para medir la cantidad de precipitación.

La precipitación se mide en términos de altura de lámina de agua y se expresa comúnmente en milímetros. Indica la altura de agua que se acumularía en una superficie horizontal si la precipitación permaneciera donde cayó. Los aparatos de medición se clasifican de acuerdo con el registro de las precipitaciones en: pluviómetro y pluviógrafos.

2.2.3.1. Pluviómetro. Consiste en un recipiente cilíndrico de lámina de aproximadamente 20 cms de diámetro por 60 cms de alto. Y es un instrumento especializado para medir la cantidad de lluvia en un punto de interés.

2.2.3.2. Pluviógrafo. Registra altura de lluvia en función del tiempo, lo cual permite determinar la intensidad de la lluvia, dato importante para el diseño de estructuras hidráulicas.

2.2.4. Escorrentía Superficial.

Es el fenómeno más importante desde el punto de vista de la ingeniería y consiste en la ocurrencia y el transporte de agua en la superficie terrestre. La mayoría de los estudios hidrológicos están ligados al aprovechamiento del agua superficial y a la protección contra los fenómenos provocados por su movimiento.

De la precipitación que alcanza el suelo, parte queda retenida ya sea en depresiones o como película entorno a partículas sólidas. Del excedente de agua retenida, parte se filtra y parte escurre superficialmente. Se define como exceso de precipitación la precipitación total caída al suelo menos la retenida e infiltrada. Puede ocurrir que el agua infiltrada venga posteriormente, a aflorar en la superficie como fuente de una nueva escorrentía superficial.

La escorrentía superficial comprende el exceso de la precipitación que ocurre después de una lluvia intensa y se mueve libremente por la superficie del terreno y la escorrentía de una corriente de agua, que puede ser alimentada tanto por el exceso de precipitación como por las aguas subterráneas.

2.2.5. Factores que influyen en la escorrentía superficial.

Estos factores pueden ser de naturaleza climática (relacionada con la precipitación), de naturaleza fisiográfica (ligados a las características físicas de la cuenca) y de naturaleza humana (relacionada con la intervención humana).

2.2.5.1. Factores climáticos

- ✓ *Intensidad de precipitación.* Cuanto mayor es la intensidad de precipitación más rápido el suelo colma su capacidad de infiltración y provoca un exceso de precipitación que escurrirá superficialmente.

- ✓ *Duración de precipitación.* La duración de la precipitación es directamente proporcional a la escorrentía superficial, para las lluvias de intensidad constante habrá mayor oportunidad de escorrentía superficial cuanto mayor haya sido su duración.
- ✓ *Precipitación antecedente.* Una precipitación que ocurre cuando el suelo este húmedo debido a una lluvia anterior, tendrá mayor facilidad de convertirse en escorrentía superficial.

2.2.5.2. Factores fisiográficos.

- ✓ *Área.* La extensión del área está directamente relacionada con la mayor o menor cantidad de agua de escorrentía superficial que la cuenca puede generar.
- ✓ *Permeabilidad.* Influye directamente en la capacidad de infiltración. Cuanto más permeable sea el suelo, mayor será la cantidad de agua que puede absorber, disminuyéndose así la ocurrencia de exceso de precipitación.

2.2.5.3. Factores humanos.

- ✓ *Obras hidráulicas construidas en la cuenca.* Por ejemplo, en el caso de una presa que al acumular agua en un embalse reduce los caudales máximos de la escorrentía superficial y retarda su prolongación.
- ✓ *Rectificación de ríos.* Se puede rectificar un río y esto aumenta la velocidad de la escorrentía superficial en el tramo rectificado.

2.2.6. Variables que caracterizan la escorrentía superficial.

2.2.6.1. Caudal Q. Definido como de volumen de escorrentía superficial por unidad de tiempo ($Q = V/t$), es la principal variable que caracteriza la escorrentía superficial y se expresa en m^3/s o l/s .

- ✓ *Caudal específico (q)*. Se define como el caudal Q dividido por el área de drenaje A de la cuenca, se expresa en $\text{m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$ ó $\text{l}/\text{s}/\text{Km}^2$ sirve como elemento comparativo entre cuencas, $q = Q/A$.
- ✓ *Caudales máximos, medios y mínimos*. Es común tener como datos que caracterizan a una cuenca los caudales máximos, medios y mínimos en intervalos de tiempo determinados, como hora, día, mes y año.

2.2.6.2. Coeficiente de escorrentía superficial. Es la relación entre el volumen de agua de escorrentía superficial total y el volumen total de agua precipitado, en un intervalo de tiempo determinado.

2.2.6.3. Tiempo de concentración (tc). Es el tiempo que la lluvia que cae en el punto más distante de la corriente de agua de una cuenca toma para llegar a una sección determinada de dicha corriente. El tiempo de concentración mide el tiempo que se necesita para que toda la cuenca contribuya con escorrentía superficial en una sección considerada. Se mide en minutos u horas.

2.2.6.4. Periodo de retorno (T). Es el periodo de tiempo promedio en años en que un determinado evento (en este caso caudal) es igualado o superado por lo menos una vez.

2.2.6.5. Nivel de agua (h). Es una de las medidas más fáciles de determinar sobre una corriente de agua, se expresa en metro o centímetro y se refiere a la altura alcanzada por el nivel de agua en relación con un nivel de referencia.

2.2.7. Análisis probabilístico de la precipitación.

Los datos de lluvia de varias tormentas son analizados a través de un estudio conocido como “Análisis de intensidad, duración y frecuencia de lluvia (I-D-F)”.

- ✓ Intensidad: cantidad de lluvia medida durante un periodo de tiempo determinado (ej. 15 min, 30 min, 1 hora, 24 horas).
- ✓ Duración: tiempo establecido del evento para el análisis de daos de lluvia.
- ✓ Frecuencia: recurrencia con que ocurren los eventos de lluvia de la misma magnitud.

2.2.8. Estudios Hidrológicos.

2.2.8.1. Propósitos de los estudios geológicos. La ingeniería hidrológica tiene como objetivo el desarrollo de proyectos que permitan la construcción de obras que hidráulicamente proporcionen alta funcionalidad al menor costo. Por lo tanto, al proyectar una obra hidráulica de gran envergadura, se requiere de la estimación del caudal en avenidas máximas extraordinarias, que llegaran a dicha estructura en un periodo determinado, principalmente con el objeto de determinar el nivel de aguas que pueda alcanzar dicha avenida.

- ✓ Factores que incluye el estudio hidrológico. El análisis que comprende el estudio hidrológico se realiza basándose en la investigación de los factores que afectan el escurrimiento del agua, entre los cuales están:
 - Cantidad y tipo de la precipitación.
 - Intensidad de la precipitación.
 - Tamaño de la cuenca.
 - Pendiente a lo largo de la cuenca.
 - Permeabilidad de los suelos y rocas.
 - Condiciones de saturación.
 - Cantidad y tipo de vegetación.

2.2.8.2. Métodos para la determinación del caudal de diseño. Los aspectos ya mencionados, junto al acceso de los datos disponibles, dirigirán el método a seleccionar para calcular el caudal. Existen tres métodos para tal deducción, estos son:

- Método Empírico.
- Método Estadístico.
- Método Hidrometeorológico.

Para la determinación de los métodos anteriores, se requiere de algunos conceptos básicos sobre cuencas, con el propósito de lograr una mayor comprensión de los mismos.

2.2.8.3. Tiempo de concentración. La determinación del valor del tiempo de concentración ha sido motivo de estudio de muchas instituciones y autores. A continuación, se presentan algunas fórmulas:

Formula de Pickering, publicada en el folleto “California Highways and Public Works”

$$T_c = (0.871L^3/H)^{0.385}$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración en horas.

L: longitud del curso de agua más largo de la cuenca en Km.

H: diferencia de elevación en mts.

2.2.8.4. Formula empírica de Kirpish.

$$T_c = 0.00013(2.5L^{0.77}/s^{0.0385})$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración en horas.

L: longitud del curso de agua más largo de la cuenca en Km.

S: pendiente promedio de la cuenca en mts/1000 mts.

2.2.8.5. **Formula de U.S. corps Engineering.**

$$T_c = 0.3(L/S^{1/4})^{0.76}$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración en minutos.

L: longitud del curso de agua más largo de la cuenca en Km.

S: pendiente promedio de la cuenca en mts/mts.

Formula de Giandotti.

$$T_c = \sqrt{A} + 1.5Lc/0.85\sqrt{Hm}$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración en minutos.

Lc: longitud del curso de agua más largo de la cuenca en Km.

A: área de recogimiento de la cuenca en Km²

Hm: elevación media en mts calculada mediante la expresión $(H_{max} + H_{min}) / 2$

2.2.8.6. Periodo de diseño. Debido a que las curvas de intensidad, duración y frecuencia (I-D-F) están calculadas para lluvias normales de 24 horas de duración máxima y la distribución de la frecuencia de las tormentas es diferente a la distribución de lluvias convectivas, se recomienda usar periodos de retorno entre 25 y 50 años, para el diseño de obras de paso.

2.2.9. **Métodos Empíricos.**

Están basados en la experiencia del proyectista y en general, requieren del conocimiento del tamaño de la cuenca considerada; son procedimientos fundamentados en información de orden general obtenidas de corrientes de agua estudiadas anteriormente, ya sea de la misma

cuenca o de otras; solo son aplicables a cuencas cuyas características son similares a las que sirvieron de base para deducirlas. Las ventajas de este método es que es fácil y rápida aplicación, entre ellas están:

Avenidas Históricas: su aplicación consta de 3 pasos:

1. Determinación de la altura de aguas máximas alcanzadas por la corriente.
2. Estimación de la avenida máxima observada.
3. Estimación de la avenida máxima posible.

Curvas Envoltentes: se trazan en un gráfico de caudales de avenidas máximas calculadas en función del área de la cuenca que lo producen. Se obtienen puntos que no pasan cierta zona de gráfico, lo cual forma la curva envolvente.

Formulas Empíricas: surgen de la necesidad de estimar avenidas de ríos, donde se obtiene el número de datos suficientes para efectuar un cálculo de confianza, con un margen de seguridad. Las fórmulas empíricas, se dividen en función de la cantidad y tipo de factores que se toman en consideración, entre ellas se mencionan:

- 1) **Formula de Burkli-Ziegler.** Se requiere que en la cuenca donde se ha de aplicar esta fórmula, exista por lo menos una estación meteorológica.
- 2) **Formula de Dickens.** Esta fórmula es aplicable únicamente para áreas que van desde 2.5 hasta 250 Km²

2.2.10. Métodos Estadísticos.

Los métodos estadísticos hacen uso de datos de precipitaciones – escurrimientos que se han registrado durante un largo periodo y se basan en los caudales máximos anuales del cauce en estudio.

Estos métodos consideran que el caudal máximo anual es una variable aleatoria y tienen una cierta distribución y se basan en ciertas leyes tales como: ley de Gumbel, ley de Nash, ley de Lebediev, etc.

La aplicación no es recomendable en el país, específicamente en zonas urbanas, ya que no se cuenta con un sistema de muestreo para caudales drenados en áreas urbanas.

2.2.11. Métodos Hidrometeorológicos.

Estos métodos basan su estudio en la relación lluvia-escorrentía, requieren de datos de precipitación, así como de algunas características de las cuencas de estudio. Su aplicación está limitada a cuencas pequeñas, ya que han sido desarrollados para áreas de 50 km² como máximo. Sin embargo cada método en particular presenta sus limitantes referentes a esta investigación.

Dentro del método Hidrometeorológico más aplicados se encuentran:

- Método Racional.
- Hidrograma Unitario.
- Hidrograma Unitario Triangular Equivalente.
- Método de las Isócronas.

2.2.11.1. Método Racional. Consiste únicamente en la aplicación de una fórmula, la cual expresa que la descarga es igual a un porcentaje de la precipitación multiplicada por el área de la cuenca. La duración mínima de la lluvia es el tiempo de concentración (T_c). Esta es la base del método o fórmula racional. Se enuncia así:

$$Q = KCiA$$

Donde:

Q = caudal en m³/seg

K = constante de conversión de unidades.

C = coeficiente de escorrentía.

I = intensidad de lluvia para diseño en mm/min

A = área de drenaje en m^2

Este método se basa en las siguientes hipótesis:

1. La proporción de escurrimiento resulta de cualquier intensidad de lluvia, es un máximo cuando esa intensidad de lluvia dura al menos tanto como el tiempo de concentración.
2. El máximo escurrimiento resulta de cualquier intensidad de lluvia con duración igual o mayor al tiempo de concentración, es una fracción de esa precipitación, esto es, se supone una relación lineal Q e I , y $Q = 0$ cuando $I = 0$.
3. La frecuencia de la máxima descarga de datos es la misma que de la intensidad de lluvia para el tiempo de concentración dado.
4. La relación entre máxima descarga y tamaño del área de drenaje es la misma que la relación entre duración e intensidad de precipitación.
5. El coeficiente de escorrentía es el mismo para lluvias de diversas frecuencias.
6. El coeficiente de escorrentía es mismo para las lluvias en una cuenca dada.

Este método no toma en cuenta el efecto de almacenamiento de la cuenca, pues supone que la descarga es igual a la precipitación fluvial menos toda la retención de la cuenca. Tampoco considera variaciones de intensidad de lluvia en el área, durante todo el tiempo de concentración. Estas suposiciones hacen particularmente susceptibles de errores los cálculos cuando el tamaño de área de drenaje es grande.

Con valores correctos de precipitación fluvial y para un coeficiente de escurrimiento dado, la fórmula de relación siempre sobreestima el escurrimiento con errores apreciables al

aumentar el tamaño de la cuenca. Por consiguiente, esta fórmula es confiable a cuencas menores de 2 km².

El valor del coeficiente de escorrentía depende en gran medida a las características que rigen la cantidad de velocidad de escurrimiento de la cuenca. Cuando el tipo de superficie que cubre el agua es muy variado, el valor de C se encuentra por ponderación.

2.2.11.2. Hidrograma Unitario. Un hidrograma puede representarse con una gráfica como la observada en la figura, la cual representa el escurrimiento producido por una sola tormenta. Aunque la forma de los hidrogramas producidos por tormentas particulares varia no solo de una cuenca a otra, sino también de tormenta a tormenta, es posible distinguir de la figura 5 los siguientes aspectos:

A: punto de levantamiento: en este punto, el agua proveniente de la tormenta analizada comienza a llegar a la salida de la cuenca y se produce inmediatamente después de iniciada la tormenta, durante esta o incluso cuando ha transcurrido algún tiempo que dejó de llover y depende de varios factores, entre los que se puede mencionar: el tamaño de la cuenca y su intensidad de drenaje.

B: pico de la tormenta: es el caudal máximo producido por la tormenta. Con frecuencia es el punto más importante de un hidrograma para fines de diseño.

C: punto de inflexión: en este punto es aproximadamente cuando se termina el flujo sobre el terreno y de aquí en adelante, el excedente del agua en la cuenca escurre de forma superficial o subterránea.

D: final del escurrimiento: de este punto en adelante el escurrimiento es solo de origen subterráneo. Normalmente se acepta como el punto de mayor curvatura de la curva de recesión.

T_p : tiempo de pico: es el tiempo que transcurre, entre el punto de levantamiento (A) y el punto pico del hidrograma (B).

T_b : tiempo base: es el tiempo que transcurre hasta el punto final del escurrimiento directo.

Rama ascendente: es la parte del hidrograma delimitada por el punto de levantamiento (A) y el pico de la formula (B).

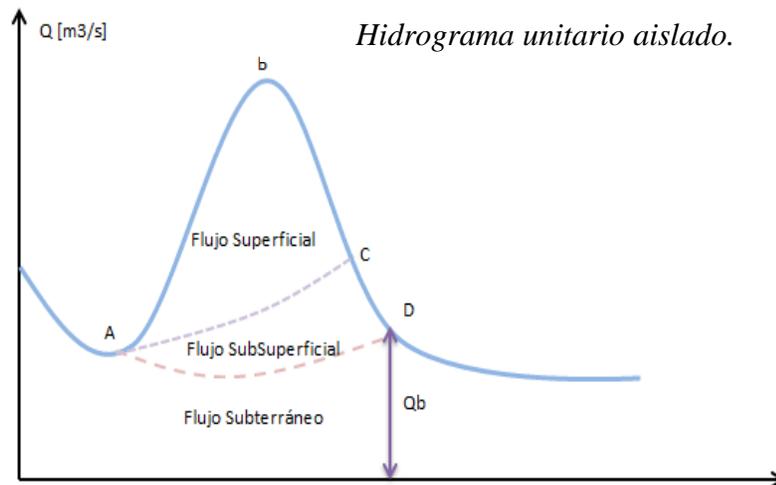
Rama descendente o curva de recesión: es la parte del hidrograma que va desde el pico de la tormenta (B) hasta el final del escurrimiento directo (D).

Este método considera que, si dos lluvias idénticas caen sobre una cuenca de drenaje que tuviera condiciones idénticas antes de la precipitación, los hidrogramas de escurrimiento derivados de dicha lluvia serían los mismos. Esto constituye la base del método.

El primer paso para la derivación de los datos es hacer la separación del escurrimiento del agua del subsuelo, del escurrimiento directo. Se determina el volumen del escurrimiento y las ordenadas del hidrograma se encuentran dividiendo las ordenadas del escurrimiento directo en pulgadas. Este método no es recomendable para cuencas con áreas mayores de $5,000 \text{ km}^2$.

Figura 10

Hidrograma unitario aislado.



2.2.11.3. Hidrograma Unitario Triangular Equiválete. Un hidrograma unitario sintético es un hidrograma unitario estimado siguiendo una metodología establecida, sin necesidad del análisis de datos de precipitación – esorrentía.

El desarrollo de hidrogramas unitarios sintéticos se basa en el siguiente principio: si el volumen del hidrograma de esorrentía superficial es conocido (volumen es igual al área de la hoya hidrográfica multiplicado por una unidad de profundidad de esorrentía superficial), el caudal pico puede ser calculado suponiendo una cierta forma del hidrograma unitario.

Existen muchos hidrogramas unitarios sintéticos, pero el más utilizado en nuestro medio es el hidrograma triangular, el cual presenta la posibilidad de mostrar un hidrograma como un triángulo, en donde las curvas de ascenso y descenso del hidrograma se convierten en líneas rectas, las cuales, en su punto de convergencia, representan al caudal máximo.

Si se supone una figura triangular (figura 6), el volumen es igual a:

$$V = \frac{Q_p t_b}{2} = \text{Acuena} \times \text{Llef}$$

Donde:

V: volumen bajo el hidrograma unitario triangular.

Q_p: caudal pico.

t_b: tiempo base del hidrograma triangular.

A: área de drenaje de la hoya hidrográfica.

Llef: lluvia efectiva, considerada como la unidad de profundidad de esorrentía.

De tal manera se define la lluvia efectiva como:

$$\text{Llef} = D \times i \times c \times 0.90$$

Donde:

D: duración de la tormenta.

I: intensidad de lluvia.

C: coeficiente de escorrentía.

Figura 11

Representación de un hidrograma unitario triangular.

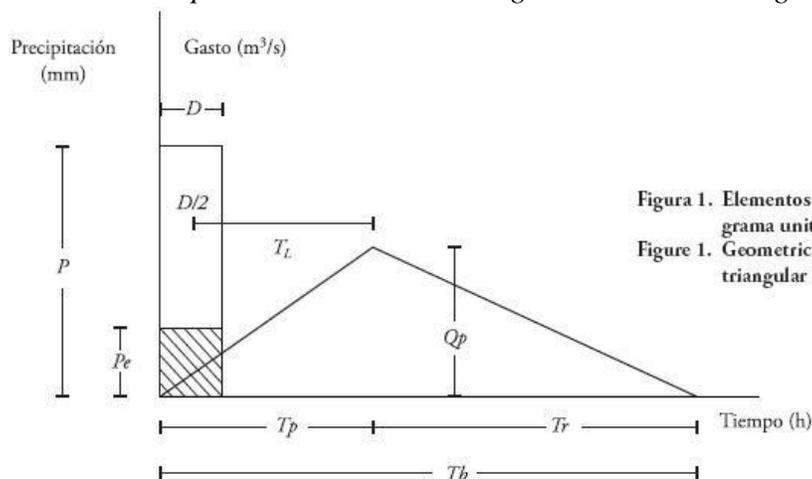


Figura 1. Elementos geométricos del hidrograma unitario triangular (HUT).
Figure 1. Geometrical elements of the triangular unit hydrograph (TUH).

Debido a que los datos de la intensidad de lluvia son puntuales y para que la lluvia efectiva o lámina sea distribuida uniformemente sobre toda la cuenca, entonces su cálculo será afectado por el factor 0.90, que es un factor previamente determinado para ser usado en cuencas características de nuestro medio.

Para la aplicación de este método se obtienen hidrogramas originados por la precipitación ocurrida en cada uno de los hidrogramas considerados, en forma independiente de dibujan en un sistema de coordenadas, en el que las abscisas representan el tiempo y las ordenadas el gasto, sumando las ordenadas en diferentes puntos y uniendo los puntos resultantes de estas sumas, obtenemos el hidrograma provocado por las lluvias de diseño.

De la geometría del hidrograma unitario se determinan las siguientes ecuaciones:

Caudal máximo (Q_p).

$$Q_p = 2V/t_b$$

Donde:

Q_p : descarga máxima en m^3/seg

V : volumen de escurrimiento en m^3

t_b : tiempo base en horas.

Tiempo base (t_b)

$$t_b = 2.67 t_p$$

Donde:

t_p = tiempo pico en horas.

Tiempo pico (t_p)

$$t_p = D/2 + 0.6T_c$$

Donde:

D : duración en minutos.

T_c : tiempo de concentración en horas.

2.2.12. Método de las Isocronas.

Es al cálculo y aplicación del caudal en áreas que quedan definidas por las curvas que utilizan el mismo tiempo para recorrer un cauce. Los principios en los que se rigen son:

1. Cada isocrona se comporta como una unidad homogénea, es decir, que cada isocrona es aplicable la ecuación racional.
2. La sumatoria de los caudales parciales por isocronas, es igual al caudal total.

Dentro de las condiciones de aplicación de la formula racional se tiene:

- No es recomendable en áreas de isocronas mayores de $2.0 km^2$.

- Aplicable para tiempos de concentración mayores de 5 min.

Además de los métodos ya descritos (empíricos, estadísticos e Hidrometeorológicos), existen también métodos de campo para estimar el caudal en los cuales se aprovechan estrechamientos, cambios de pendientes, etc.

2.3. Riesgo, Amenaza y Vulnerabilidad

2.3.1. Riesgo

Es la probabilidad que una amenaza produzca daños al actuar sobre una población vulnerable. Según la Estrategia Internacional de Reducción de Riesgos de Desastres (EIRD), se entiende que Riesgo: “es una función de la amenaza (un ciclón, un terremoto, una inundación, o un incendio, por ejemplo), la exposición de la población y sus bienes a la amenaza, y de la situación de vulnerabilidad a la que se expone la población y sus activos”.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

2.3.1.1. Factores De Riesgo. Se consideran como factores de riesgo la amenaza y la vulnerabilidad. Para que suceda un evento que pueda producir un desastre debe haber una amenaza, que es un fenómeno de origen natural, socio natural, antrópico no intencional y tecnológico que cause daño en un momento y lugar determinado, y condiciones desfavorables en una comunidad, las cuales se denominan vulnerabilidades (Figura 12).

2.3.2. Amenaza

Se entiende como amenaza el peligro latente de que un evento físico de origen natural, causado o inducido por la acción humana de manera accidental se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones o impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Las amenazas se clasifican generalmente según el origen. En la figura 13 se presenta la clasificación de las amenazas.

Figura 12

Los tres conceptos fundamentales en la gestión del riesgo: Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo.

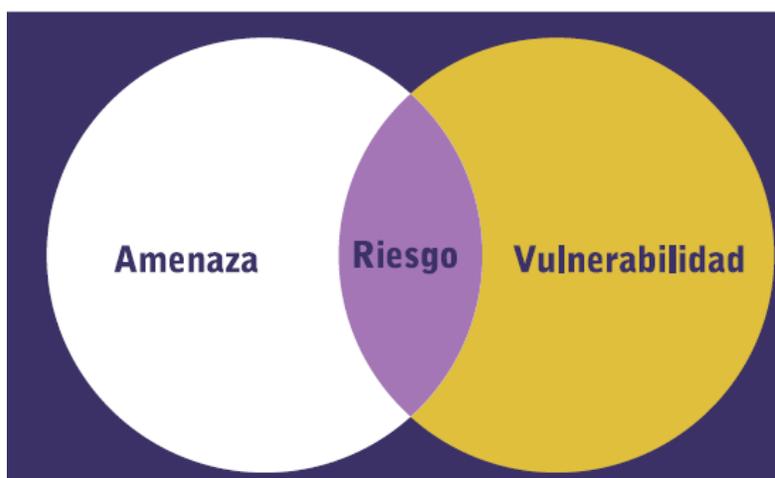


Figura 13

Clasificación de las amenazas según su origen.



2.3.2.1. Análisis de amenazas. La investigación de cada amenaza requiere contar con un grupo de actores, información y métodos de recolección y procesamiento de datos específicos. Sin embargo, para cada una de las amenazas priorizadas es posible tener en cuenta los siguientes principios:

Investigar las características, tipo e intensidad de la amenaza, así como el territorio afectado.

Considerar tanto los eventos del pasado como la probabilidad de una nueva ocurrencia, investigando los procesos generadores de amenazas socio-naturales, sobre todo aquellas asociadas a procesos de desarrollo (por ejemplo, erosión acelerada por prácticas agrícolas inadecuadas).

Combinar la información científica disponible con los conocimientos y las experiencias vividas por la sociedad expuesta, incluyendo población, instituciones públicas, sector privado y otros.

Figura 14

Variables para realizar el análisis de las amenazas.



- Frecuencia. La frecuencia de ocurrencia de las amenazas se califica como alta (3), media (2) y baja (1), según el número de veces que el evento ha ocurrido en la zona de estudio.

Tabla 1*Frecuencia.*

Frecuencia		
Descripción	Valor	Calificación
Evento que se presenta más de una vez en el año o por lo menos una vez en un periodo de uno a tres años	3	ALTA
Evento que se presenta por lo menos una vez en un período de tiempo entre 3 y 5 años.	2	MEDIA
Evento que se presenta al menos una vez en un período de tiempo entre 5 a 20 años	1	BAJA

- Intensidad. El término hace referencia a la medida cuantitativa y cualitativa de la severidad de un fenómeno en un lugar específico, se calificó como alta (3), media (2) y baja (1). A continuación, se presenta la tabla 2 para determinar el nivel de intensidad.
- Territorio afectado. El territorio es el elemento físico compuesto por las porciones de tierra, los ríos, los mares, golfos, puertos, canales, bahías, entre otros, que se encuentran dentro del departamento, los cuales presentan diferentes afectaciones frente a la ocurrencia de fenómenos amenazantes. En la tabla 3 se presenta la descripción de los niveles de afectación en el territorio

Tabla 2*Intensidad*

Intensidad		
Descripción	Valor	Calificación
<p>Numerosas personas fallecidas, gran cantidad de personas lesionadas, afectación de grandes extensiones del territorio, afectaciones graves en los recursos naturales, suspensión de servicios públicos básicos y de actividades económicas durante varios meses, pérdidas económicas considerables, graves afectaciones en la infraestructura departamental y un gran número de viviendas destruidas.</p>	3	ALTA
<p>Pocas personas fallecidas, varias personas lesionadas de mínima gravedad, afectación moderada del territorio, afectación moderada de los recursos naturales, afectaciones en las redes de servicios públicos, suspensión temporal de actividades económicas, afectación moderada en la infraestructura departamental, pocas viviendas destruidas y varias viviendas averiadas.</p>	2	MEDIA
<p>Sin personas fallecidas, muy pocas personas lesionadas de mínima gravedad, mínima afectación en el territorio, sin afectación en las redes de servicios públicos, no hay interrupción en las actividades económicas, sin afectación en infraestructura departamental, no hay destrucción de viviendas, ni viviendas averiadas.</p>	1	BAJA

Tabla 3*Territorio Afectado.*

Territorio afectado		
Descripción	Valor	Calificación
Más del 80% de su territorio se encuentra afectado	3	ALTA
Entre el 50% y 80% del territorio presenta afectación	2	MEDIA
Menos del 50% del territorio presenta algún tipo de afectación	1	BAJA

2.3.2.2. Evaluación de la Amenaza. La evaluación de la amenaza se realiza a partir de la estimación de la intensidad, la frecuencia y el territorio afectado, esta estimación tiene en cuenta una serie de variables y características que influyen directamente sobre cada ítem, esta evaluación es necesaria hacerla para cada amenaza propuesta.

La evaluación de la amenaza total se realiza de la siguiente forma:

$$\text{Amenaza (A)} = \text{intensidad (I)} + \text{frecuencia (f)} + \text{Territorio afectado (T)}$$

En la siguiente tabla 4, se observan los intervalos de calificación de las amenazas:

Tabla 4*Intervalos de calificación de amenaza.*

INTERVALOS	CALIFICACIÓN DE LA AMENAZA
1-3	BAJA
4-6	MEDIA
7-9	ALTA

2.4. VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad, entendida como debilidad frente a las amenazas o como “incapacidad de resistencia” o como “incapacidad de recuperación”, no depende solo del carácter de la

amenaza sino también de las condiciones del entorno, definidas como un conjunto de factores.

En este sentido la vulnerabilidad es global.

Algunos autores definen el término vulnerabilidad como:

Es el grado de pérdida (de 0 a 100% en vidas humanas, daños a la propiedad o interrupción de una actividad económica) debido a un evento en particular para un período y localidad determinados. Downing (1999)

Es el conjunto de factores y variables que afectan la capacidad de una comunidad para actuar permanente, reaccionar y recuperarse de cualquier crisis seria. Gustavo Wilches Chaux (Universidad de Harvard)

La vulnerabilidad representa la interfaz entre la exposición a amenazas físicas para el bienestar humano y la capacidad de las personas y comunidades para controlar tales amenazas. Clark (1998)

En resumen: “La vulnerabilidad es el grado de pérdida de un conjunto dado de elementos, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno; y que estos pueden ser afectados dentro de las áreas de ocurrencia de la amenaza”.

2.4.1. Tipos de Vulnerabilidad.

Existen diferentes tipos de vulnerabilidad, entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes:

- *Vulnerabilidad Física*: Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

- *Vulnerabilidad Económica:* Constituye el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios y empleo a salariado, entre otros), que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre
- Está determinada, fundamentalmente, por el nivel de ingreso o la capacidad para satisfacer las necesidades básicas por parte de la población, la misma que puede observarse en un determinado lugar, con la información estadística disponible en los mapas de pobreza que han elaborado las instituciones públicas.
- *Vulnerabilidad Social:* Se refiere a un conjunto de relaciones, comportamientos, creencias, formas de organización (institucional y comunitaria) y manera de actuar de las personas y las comunidades que las coloca en condiciones de mayor o menor exposición.
- *Vulnerabilidad Política e Institucional;* Define el grado de autonomía y el nivel de decisión política que pueden tener las instituciones públicas existentes en una comunidad, para una mejor gestión de los desastres. La misma que está ligada con el fortalecimiento y la capacidad institucional para cumplir en forma eficiente con sus funciones, entre los cuales está el de prevención y atención de desastres.
- *Vulnerabilidad Ambiental;* Es aquella que se relaciona con la manera cómo una comunidad determinada “utiliza” los elementos de su entorno, debilitándose a sí misma y debilitando a los ecosistemas en su capacidad de absorber sin traumatismo los fenómenos de la naturaleza.

2.4.2. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

Un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso.

2.4.2.1. Objetivos básicos de un análisis de vulnerabilidad

- ✓ El análisis de la vulnerabilidad, en los términos anteriores, cumple cinco objetivos básicos:
- ✓ Identificar y cuantificar las amenazas que puedan afectar el sistema: tanto las naturales, como las provocadas por el hombre.
- ✓ Estimar la susceptibilidad de daño de aquellos componentes del sistema valorados como fundamentales para asegurar el suministro de los servicios básicos en caso de desastres.
- ✓ Definir las medidas a incluir en un “plan de mitigación”, tales como: obras de reforzamiento, mejoramiento de cuencas, todos ellos encaminados a disminuir la vulnerabilidad física de los componentes.
- ✓ Identificar medidas y procedimientos para elaborar un “plan de emergencia” de acuerdo con las debilidades identificadas, lo cual facilitará la movilización de la empresa para suplir el servicio en condiciones de emergencia.
- ✓ Evaluar la efectividad de los planes de mitigación y emergencia, e implementar actividades de capacitación, tales como: simulacros, seminarios y talleres.

2.4.2.2. Niveles del análisis de vulnerabilidad. El análisis de vulnerabilidad se efectúa de acuerdo a los niveles siguientes:

- *Primer nivel o análisis detallado:* Este primer nivel se utiliza para determinar las medidas de mitigación y de emergencia que deben implementarse para disminuir la vulnerabilidad del sistema, considerando sus componentes operacionales, físicos y administrativos. En este nivel se identifican además los estudios de mayor complejidad que deben efectuarse y que corresponden al segundo nivel.
- *Segundo nivel o análisis especializado:* Este segundo nivel implica estudios especializados de vulnerabilidad, tales como: estudios de análisis estructural de represas, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento, tuberías de grandes diámetros, estabilidad de taludes y de suelos, estudios hidrológicos de avenidas, control de sedimentos y manejo de cuencas, entre otros.
- *Tercer nivel o análisis de evaluación:* El análisis de vulnerabilidad en el tercer nivel presupone la vigencia de un plan de mitigación y de un plan de emergencia y se efectúa luego del impacto de una amenaza y luego de la realización de simulacros, talleres y seminarios de análisis de vulnerabilidad

2.4.3. Factores y variables que intervienen en el análisis de la vulnerabilidad.

Para un análisis detallado es necesario describir numerosos factores a partir de las vulnerabilidades parciales, las cuales se han reunido y clasificado para permitir darse cuenta de la real complejidad que esta presenta.

2.4.4. Vulnerabilidad Social

- ✓ *Factor Educativo:* Se refiere al grado de instrucción de un grupo poblacional y sus niveles de formación y capacitación formal y no formal, con respecto al conocimiento de la ocurrencia y prevención de un desastre.

- ✓ Entre las variables que se pueden considerar dentro del factor educativo se pueden mencionar: Nivel educativo, Programas de educación ambiental, Prevención de desastres, Acceso a información de amenaza.
- ✓ *Factor Poblacional:* Hace referencia a la composición y distribución de la población localizada en un territorio afectado por una amenaza en la que se puede identificar su capacidad y nivel de reacción ante la ocurrencia de un desastre.
- ✓ Entre las variables que se pueden considerar dentro del factor poblacional se pueden mencionar: Densidad poblacional, Distribución por área, Población, Crecimiento poblacional.
- ✓ *Factor Organizativo:* Da cuenta de la estructura social de los diferentes grupos de población, tanto a nivel formal como informal, que determina la capacidad de respuesta de las diferentes fuerzas sociales ante la ocurrencia de un evento.
- ✓ Entre las variables que se pueden considerar dentro del factor organizativo se pueden mencionar: Organizaciones Comunitarias, Capacidad de recuperación, Capacidad de respuesta de emergencia, Capacidad de evacuación, Registro de desastres pasados.
- ✓ *Factor Cultural:* Se refiere a los niveles de identidad que una comunidad puede tener de sí misma, de sus tradiciones y de los propósitos y bases que se manifiestan en su vida cotidiana y en el entorno en que habita y que influyen en su capacidad para prevenir y enfrentar los efectos de un evento natural o tecnológico.
- ✓ Entre las variables del factor cultural se pueden mencionar: Clase social, Manejo de basuras.

2.4.5. *Vulnerabilidad Económica*

- ✓ *Factor Ingreso:* Hace referencia a la estructura del ingreso de las familias de asentamiento amenazado potencialmente y a la posibilidad económica para prevenir o enfrentar los efectos de un fenómeno.
- ✓ Entre las variables que se consideran dentro de este factor tenemos: Ingresos familiares, Ingreso per-capita promedio, Recursos,
- ✓ *Factor Empleo:* Estructura de empleo que caracteriza a una comunidad y las posibilidades de acceso a fuentes de trabajo.
- ✓ Entre las variables de este factor se pueden mencionar: Tasa global de participación, Índice de desempleo, Oportunidades de ingreso.
- ✓ *Factor Vivienda:* En este factor se hace referencia a los usos de tierra predominantes en una comunidad, así como las características de la tenencia de las viviendas por parte de sus habitantes.
- ✓ Entre las variables de este factor se consideran: Usos de la tierra, Tendencia de la vivienda.
- ✓ *Factor de índice de desarrollo social:* Hace referencia a las condiciones de desarrollo social de un grupo humano en particular para lo cual se pretende relacionar aspectos tales como las condiciones de salud, educación, estratificación socio económico y el índice de desempleo.
- ✓ Entre las variables a ser consideradas dentro del factor índice de desarrollo social se pueden mencionar: PIB, Inversiones en la salud educación, entre otros.

2.4.6. Vulnerabilidad Física

- ✓ *Factor Tipología y categoría de edificaciones:* Hace referencia a las condiciones actuales que presenta un asentamiento en términos de las características físicas de las viviendas y demás edificaciones, que expresan su nivel de resistencia
- ✓ Entre las variables a considerar en este factor se tienen: Tipo de diseño, Ubicación de la edificación, Tipo de construcción, Sistemas constructivos.
- ✓ *Factor Infraestructura de servicios públicos:* Se refiere a los procedimientos técnicos o tecnológicos que se han considerado para acceder a los servicios básicos como acueducto, alcantarillado, energía y telecomunicaciones, para identificar su nivel de resistencia de dicha infraestructura y sus posibilidades de afectación frente a ocurrencia de algún evento. Tales como: sistemas constructivos y materiales de construcción del alcantarillado, acueducto, energía y telecomunicaciones.
- ✓ *Factor Infraestructura vial:* Pretende identificar las características que presenta el sistema vial de un sector en cuanto a los aspectos de diseño, construcción, obras complementarias y las condiciones del terreno al fin de conocer su resistencia y capacidad de afectación en el caso tal de que ocurra un fenómeno.
- ✓ Entre las variables a considerar se pueden mencionar: Pendiente del terreno, Tipo de suelo, diseño de la infraestructura vial, obras complementarias.
- ✓ *Factor Distribución urbanística:* Se refiere a la forma que se encuentra distribuido el espacio urbano, las calles, la disposición de los accesos y salidas, lo cual permite conocer el nivel de agilidad de la circulación en caso de un desastre.

- ✓ Entre las variables a considerar se tiene: Volumen de tránsito, Forma de la malla urbana.

2.4.7. Vulnerabilidad Institucional

- ✓ *Factor equipamiento Institucional:* Hace referencia a toda la infraestructura física con que cuentan las instituciones para desarrollar sus programas, que permite evidenciar su nivel de intervención y la manera como este equipamiento contribuye positiva o negativamente en la definición de los niveles de vulnerabilidad de una comunidad. Tales como: localización, estado actual, cobertura, asignación de recursos por parte del estado, ubicación de las instituciones.
- ✓ *Factor Normativa:* Pretende identificar el estado actual en la legislación básica necesaria para la ejecución de políticas de prevención y atención de desastres y sus niveles de aplicación en el área de estudio. Tales como: normas y tipos de normas, formas de aplicación y control, gobernabilidad, reforma agraria, políticas de prevención y mitigación.
- ✓ *Factor Político administrativo:* Corresponde a los niveles de autonomía de una región y de sus instituciones, para relacionarse con su medio físico y su contexto socio- económico. También hace fortaleza las debilidades político-administrativas para responder ante la ocurrencia de un fenómeno. Entre las variables a considerar en este factor se tienen: Programa de prevención y atención de desastres, Organización nacional de prevención y atención, planes de reducción de riesgo.

2.4.8. *Vulnerabilidad Ambiental*

- ✓ *Factor Natural*: Se refiere a la ocurrencia de un fenómeno natural que puede afectar a una población. Entre las variables a considerar se tiene: Tipo de desastre y Magnitud.
- ✓ *Factor Ecológico*: Se refiere al estado de la naturaleza que ha sido afectada por la actividad humana dentro del área de la zona de estudio. Entre las variables a considerar se tienen: Deforestación.
- ✓ *Factor Temporal*: Se refiere al tiempo en el que presenta un evento en el área de estudio. Entre las variables a considera se tienen: El tiempo, Momento en que se presenta el evento.

2.5. **Tipos de inundaciones en El Salvador.**

El tipo de inundación que se genera en un territorio específico depende del tamaño de la cuenca de recogimiento y su capacidad de respuesta, y del tipo de evento hidrometeorológico que lo genera. En El Salvador se distinguen los siguientes tipos:

- a) *Inundaciones en cuenca baja de ríos medianos y grandes*: Ocasionada por temporales, eventos hidrometeorológicos como Huracanes, principalmente en los meses de septiembre y octubre.
- b) *Inundaciones en cuencas de respuesta rápida*: Ocasionadas por precipitaciones altamente convectivas, intensas y localizadas, de 2 a 3 horas de duración, con ocurrencia principalmente en los meses de mayo y junio
- c) *Inundaciones en cuencas urbanas*: También ocasionadas por precipitaciones altamente convectivas, la problemática es generada por deficiencias y limitaciones en el sistema de drenaje urbano, obras sin control en cauces de ríos y quebradas,

basura en las quebradas y por supuesto, incremento de escorrentía por la impermeabilización de la cuenca alta.

2.5.1. Tipos de inundaciones urbanas.

Las inundaciones urbanas pueden ser ocasionadas por:

- a) *Drenaje urbano*: la urbanización aumenta los caudales naturales debido a impermeabilización y la canalización del escurrimiento superficial. Aumenta la frecuencia y la magnitud de las inundaciones. Ejemplo, colapso del drenaje del Arenal Montserrat que inunda las zonas aledañas.
- b) *Inundación Ribereña*: Inundaciones ocasionadas por la ocupación del cauce natural del río y de su planicie natural de inundación, esta zona es ocupada por la población durante períodos secos y durante las épocas lluviosas o los años húmedos, se ven inundados.
- c) *Intervenciones en el Drenaje*: Construcciones de obras en el cauce del río, tales como muros, diques, obras de paso que no han sido adecuadamente diseñadas. Ejemplo: Inundaciones de la Colonia Costa Rica por la construcción de muros en el cauce del río ISNA.
- d) *Flujos de lodo por desprendimiento en zonas más altas*. Ejemplo: Flujo de lodo que afecto viviendas en Caserío Istmapa y Colonia Los Ángeles.

2.5.2. Componentes de un sistema de Drenaje Urbano.

El drenaje urbano puede explicarse como compuesto de dos subsistemas: el macro y el micro drenaje, también denominado respectivamente sistema mayor y menor.

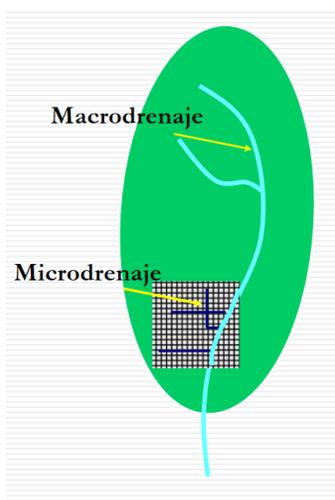
El subsistema de macro drenaje incluye todos los cursos del escurrimiento definidos por las depresiones topográficas naturales de la cuenca, aun siendo efímeros. Por lo general drena

áreas mayores a 5 km², dependiendo del tamaño de la ciudad y relieve de la región. Una característica fundamental de este componente es que siempre existe, aun cuando no se ejecutan obras específicas de drenaje. Este subsistema debe ser capaz de eliminar o reducir los daños provocados por lluvias excepcionales, convenientemente hasta del orden de 50 o 100 años de tiempo de recurrencia. Aunque en El Salvador, el periodo de retorno en el cual el macro drenaje colapsa es más reducido, aproximadamente 5 a 10 años.

El subsistema de micro drenaje abarca todas las obras de drenaje realizadas en áreas donde el escurrimiento natural no es bien definido y, por lo tanto, termina siendo determinado por la ocupación del suelo. En un área urbana el micro drenaje responde al trazado de las calles e incluye el sistema de cordón-cuneta o alcantarilla, las bocas de tormentas y los sistemas de conducción subterránea hasta el macro drenaje. Este subsistema debe estar proyectado para operar sin inconvenientes ante tormentas con períodos de retorno entre 2 y 10 años, dependiendo del tipo de ocupación del sector. En El Salvador, este drenaje colapsa con precipitaciones anuales.

Figura 15

Componentes de un sistema de drenaje



2.5.3. Problemática de Inundaciones

2.5.3.1. Inundaciones Ligadas al Proceso de Urbanización. Desde el punto de vista hídrico la urbanización significa la impermeabilización progresiva del suelo de la cuenca hidrográfica, con los siguientes efectos directos sobre el drenaje pluvial de la región:

- a) aumento de caudales con relación al estado natural;
- b) aceleración de las ondas de crecidas (reducción de los tiempos de escurrimiento);
- c) aumento del volumen escurrido.

En la medida que la urbanización se expande se intensifica este proceso, con necesidad de ampliar sistemáticamente la capacidad del sistema de drenaje. La literatura especializada cita algunos valores que permiten dimensionar la magnitud de este impacto. Para una cuenca de 260 has Leopold (1968) estimó que su urbanización total junto a la ejecución de conductos de drenaje puede aumentar el caudal pico hasta seis veces en relación a la situación natural. Tucci (1994) analizó la variación del coeficiente de escurrimiento entre áreas rurales y urbanas, concluyendo que para sectores con urbanización media esta variación puede llegar a valores del orden del 200 %.

La problemática de controles y normativas en las nuevas construcciones se evidencia cuando una nueva lotificación es proyectada, usualmente los municipios solamente exigen que el proyecto de drenaje pluvial asegure el drenaje eficiente del sector, sin considerar el impacto del aumento del caudal máximo hacia aguas abajo. Una característica causante del descontrol observado en la mayoría de las ciudades es que quien impermeabiliza no sufre las consecuencias; los efectos hidrológicos solo se verifican hacia aguas abajo.

En muchas ciudades se verifica un proceso de urbanización de las cuencas desde aguas abajo hacia aguas arriba. Como consecuencia, la combinación de impactos de los nuevos loteos

produce aumento de la ocurrencia de crecidas e inundaciones hacia sectores de la población antes no afectados. Este proceso ocurre a través de la sobrecarga de la red de conductos subterráneos y/o cursos de mayor porte.

2.5.3.2. Habilitación de lotes inundables. En nuestra ciudad, es muy común este tipo de inundaciones, cuando por falta de restricciones y normativas, se han desarrollado asentamientos informales en las áreas de crecidas extraordinaria –y algunas veces –ordinaria del río. Durante el periodo de tiempo que el río no crece mucho, estas comunidades están a salvo, pero cuando se tiene una crecida de mayor magnitud, la pérdida y danos que sufren estas comunidades son casi totales, porque en algunos casos, estas comunidades informales han sido ya formalizadas y el tipo de vivienda construida es de mayor calidad.

Existen comunidades en las que sus calles son el cauce principal del río, es imposible que esta comunidad no se inunde, no es factible resolver el problema si la comunidad se encuentra en al cauce principal del río.

2.5.3.3. Problemática Multicausal. Como puede verse, la problemática de inundaciones en San Salvador, como en otras ciudades, está ligada a una serie de procesos, los cuales tienen su origen precisamente en la falta de ordenamiento territorial y en la falta de planificación de la ciudad; hay algunos problemas que básicamente se deben a falta de normativa o de un adecuado diseño de las obras de paso y de drenaje.

Una problemática compleja y multicausal, debe tener un enfoque de solución, también amplio y considerando la problemática de las inundaciones, como parte de un Plan de Gestión Integrada del Drenaje Urbano.

2.5.3.4. Principios de gestión integrada de drenaje urbano. El principio de Gestión Integrada de Recursos Hídricos ha sido la base aceptada desde la Conferencia de Dublín para maximizar el uso de los recursos hídricos sin comprometer su sostenibilidad o causar pérdidas y danos en su uso.

El proceso de Gestión Integrada de Inundaciones⁶ integra el desarrollo de los recursos hídricos y terrestres de una cuenca dentro del contexto de Gestión Integrada de Recursos Hídricos y pretende maximizar los beneficios netos de las planicies de inundación a la vez que se intenta minimizar las pérdidas y danos por efectos de las crecidas.

En el caso de las inundaciones urbanas la planificación deberá basarse en buscar el bienestar de la población y la conservación del medio ambiente, para lo cual debe elaborarse un Plan director de Drenaje Urbano.

De Bertoni: ASCE (1992) y Tucci (1994) enumeraron diversos principios sobre los cuales debe asentarse la formulación de este plan:

Ningún usuario urbano debe ampliar la crecida natural: las crecidas naturales no pueden ser aumentadas por los que ocupan la cuenca, sea un simple loteo u otras obras derivadas del ambiente urbano. Esto se aplica al relleno de zonas bajas, a la impermeabilización de la superficie, a la construcción de calles y avenidas, etc.

- a) *Los impactos hidrológicos de la urbanización no deben ser transferidos:* las obras y medidas a implementar no pueden reducir el impacto de un área en detrimento de otra(s). Caso que ello ocurra se deben prever medidas compensatorias.
- b) *Las aguas pluviales requieren espacio:* una vez que el agua de lluvia alcanza el suelo la misma escurrirá, exista o no un sistema de drenaje adecuado. Siempre que se elimine el almacenamiento natural sin que se adopten medidas compensatorias, el volumen

eliminado será ocupado en otro lugar. Canales y conductos desplazan la necesidad de espacio y deben ser proyectados teniendo presente este hecho. En otras palabras, el problema de drenaje urbano es, esencialmente, un problema de asignación de espacio, por lo que es indispensable preservar áreas o sectores para el manejo de las aguas.

- c) *Las áreas bajas aledañas a los cursos de agua, delineadas por el escurrimiento, son parte de los cursos:* toda ocupación que se realice en estas áreas originará posteriormente la adopción de medidas compensatorias onerosas. La preservación de estas áreas de inundación natural es invariablemente la solución más barata para los problemas de inundación. Adicionalmente ofrece otras ventajas colaterales dentro del espacio urbano como creación de áreas verdes, oportunidades de recreación, preservación de los ecosistemas, etc.
- d) *La solución de los problemas debe involucrar la adopción de medidas estructurales y no estructurales:* las medidas estructurales implican la alteración del medio físico a través de obras de conducción y regulación. Las medidas no estructurales presuponen una convivencia razonable de la población con los problemas.
- e) *El subsistema de drenaje es parte de un ambiente urbano complejo:* el subsistema de drenaje no debe ser un fin en sí mismo, sino un medio que posibilite la mejora del ambiente urbano de forma más amplia. Debe ser articulado con los otros subsistemas urbanos.
- f) La calidad y cantidad del agua constituyen variables del mismo problema: deben ser consideradas en conjunto
- g) *Todo estudio de drenaje urbano debe ser analizado en el contexto integral de las cuencas hidrográficas involucradas:* es necesario eliminar las barreras existentes entre el estudio

de los problemas del drenaje urbano (a cargo de las municipalidades) y el análisis del drenaje regional (a cargo de organismos provinciales o nacionales).

2.5.4. Plan de Gestión Integrada de Drenaje Urbano.

El Plan debe desarrollarse sobre la base del espacio urbano, las condiciones hidrológicas, la red hidráulica, y las condiciones medioambientales para reducir los riesgos de crecidas. Los fines principales suelen ser:

- a) Regulación del uso de zonas de planicies de inundación mediante legislación y otras medidas no estructurales.
- b) Las medidas de prevención y litigación de las consecuencias de crecidas de baja frecuencia.
- c) La mejora de la calidad de agua del drenaje urbano.

El Plan incluye:

- a) Medidas Estructurales
- b) Medidas No Estructurales: Incluidas en la legislación del país y en la normativa de construcción urbana

2.5.4.1. Medidas Estructurales. Las medidas estructurales se relacionan con la ejecución de obras tanto en la cuenca hidrográfica como sobre los cursos de agua que actúan de colectores principales del sistema de drenaje urbano. Se incluyen dentro de estas medidas las obras que objetivan:

- a) Acelerar el escurrimiento: drenaje a través de sistemas de conducciones subterráneas, canalizaciones, diques laterales de contención, disminución de la rugosidad, cortes de meandros, aumentos de pendiente, etc.
- b) Desviar el escurrimiento: canales o conductos de desvío (alivio) para aguas máximas.

- c) Retardar el escurrimiento: reservorios de retención o de retardo a nivel domiciliario, en sistemas de conductos o a nivel del macro drenaje urbano (atenuadores de crecidas).

Pero drenar lo más rápido posible la lluvia en exceso hacia aguas abajo a través de redes de tuberías y zanjas producen un aumento del caudal aguas abajo, con una consecuencia directa de inundaciones y contaminación. Esta política utiliza la canalización del escurrimiento, transportando el escurrimiento para aguas abajo e las inundaciones. La población pierde dos veces: costo es mayor y aumentan las inundaciones y su frecuencia, los canales y conductos tiene costos hasta 10 veces mayores que el costo del control en la fuente.

Por otro lado, ha sido comprobado experimentalmente las ventajas comparativas de realizar el control “en la fuente” a través obras que retrasen y disminuyan el pico de la crecida, tales como: Pavimentos permeables, Trincheras y planos de infiltración y obras de detención sin ligación con el drenaje pluvial.

El control del aumento del volumen escurrido en áreas urbanizadas también ha sido objeto de estudios mediante el aumento del porcentaje de superficies filtrantes y la ejecución de conductos subterráneos de drenaje que permiten una filtración controlada. Entre las superficies filtrantes se incluyen áreas de parqueos y pavimentos porosos. A excepción de las áreas con pastos, la efectividad de estas soluciones depende del grado de porosidad de las cavidades artificiales a través del tiempo. Se ha verificado que por lo general los sedimentos obstruyen substancialmente los poros o huecos, reduciendo considerablemente el pasaje de agua.

2.5.4.2. Medidas No Estructurales. Las medidas no estructurales, por su parte, presuponen una convivencia razonable de la población con los problemas derivados de los procesos naturales y así intentan compatibilizar los costos de obras a ejecutarse con los recursos realmente disponibles:

- a) Regular el uso del suelo en las planicies de inundación: Restringe uso de zonas propensas a sufrir inundaciones para nuevas urbanizaciones y planifica nuevas zonas de ocupación de la ciudad por medio de incentivos fiscales.
- b) Controlar el impacto de la urbanización sobre el drenaje: Por ej. Normativa que mantenga el caudal máximo del nuevo desarrollo urbanístico igual o por debajo del existente cuando no había urbanización limitando las superficies impermeables.
- c) Zonificación de Áreas Inundables: Pautas de zonificación en función del periodo de retorno que inunda las zonas y el tipo e importancia de la construcción (Ej. Escuelas, Unidades de Salud, Puestos de Socorro, Hospitales, definitivamente deben estar fuera del área de inundación).
- d) Sistemas de Alerta Temprana: que permitan avisar con el suficiente tiempo para evacuar a las comunidades en peligro de inundación. Aunque en zonas urbanas, los SAT's son más complicados de implementar, ya que las crecidas se dan en una forma casi instantánea.

2.5.5. *Sistemas urbanos de drenaje Sostenible (SUDS)*

El objetivo de un sistema SUDS es minimizar el impacto de la escorrentía generada, tanto en cantidad como en calidad y maximizar las oportunidades de servicio y biodiversidad, tratando de simular el drenaje natural del lugar con anterioridad al desarrollo urbanístico.

Pozos de Infiltración: Son excavaciones verticales, normalmente cilíndricas, aunque también pueden ser prismáticas, rellenas con un material poroso o huecos, que permiten infiltrar las aguas lluvias directamente al suelo o en espacios reducidos.

Superficie Permeable: Son superficies que dejan pasar el agua, permitiendo que ésta se infiltre por el terreno o bien sea captada y retenida en capas subsuperficiales para su posterior reutilización o evacuación. Puede ser de diferente naturaleza, algunas de las más típicas son:

Césped o grava con refuerzo.

Adoquines con ranuras.

Adoquines porosos.

Mezcla bituminosa porosa.

Hormigón poroso.

El diseño de pavimentos permeables puede estar enfocado para uso peatonal (en el caso aceras peatonales y de bicicletas) y para el uso vehicular (No es comestable de utilizar en carreteras con tráfico elevado y tiene poca aplicación para zonas con tráfico de vehículos pesados y/o velocidades elevadas de circulación).

Bermas.

Franjas filtrantes: Son áreas planas regadas cubiertas de césped denso o de otra cobertura atrayente que permita la infiltración, como gravilla o piedrecilla de playa. Para favorecer la infiltración requieren de un flujo parejo y de poca altura sobre toda la superficie.

Están diseñadas para hacer escurrir el agua en forma de flujo superficial como lámina continua, desde un extremo del plano hacia el extremo más bajo y no de manera concentrada como ocurre con las canalizaciones (zanjas, soleras, canaletas, etc.). Estas franjas no son otra

cosa que una forma de organizar los jardines y áreas verdes pequeñas de manera de favorecer el escurrimiento uniforme en láminas y promover la infiltración de las aguas lluvias en el lugar.

Se pueden usar en áreas comerciales y residenciales, incorporándolas a la planificación del drenaje de terrenos, calles y barrios, como un elemento de desconexión de áreas impermeables.

Áreas de biorretención: Son sistemas diseñados principalmente para el control de la calidad del agua antes de su vertido al medio ya que su capacidad para el control de caudales es más limitada. Uno de los usos típicos de estos es la gestión de la escorrentía en zonas residenciales y comerciales, entre las ventajas se tiene la reducción de la escorrentía, la eliminación de sedimentos finos, metales pesados, bacterias, nutrientes y materia orgánica, una de las limitaciones es que no son apropiados en zonas con pendientes superiores al 15%, en flujos concentrados pueden necesitar una consideración espacial en el diseño.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. UBICACIÓN

Figura 16

Intersección de la Calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt

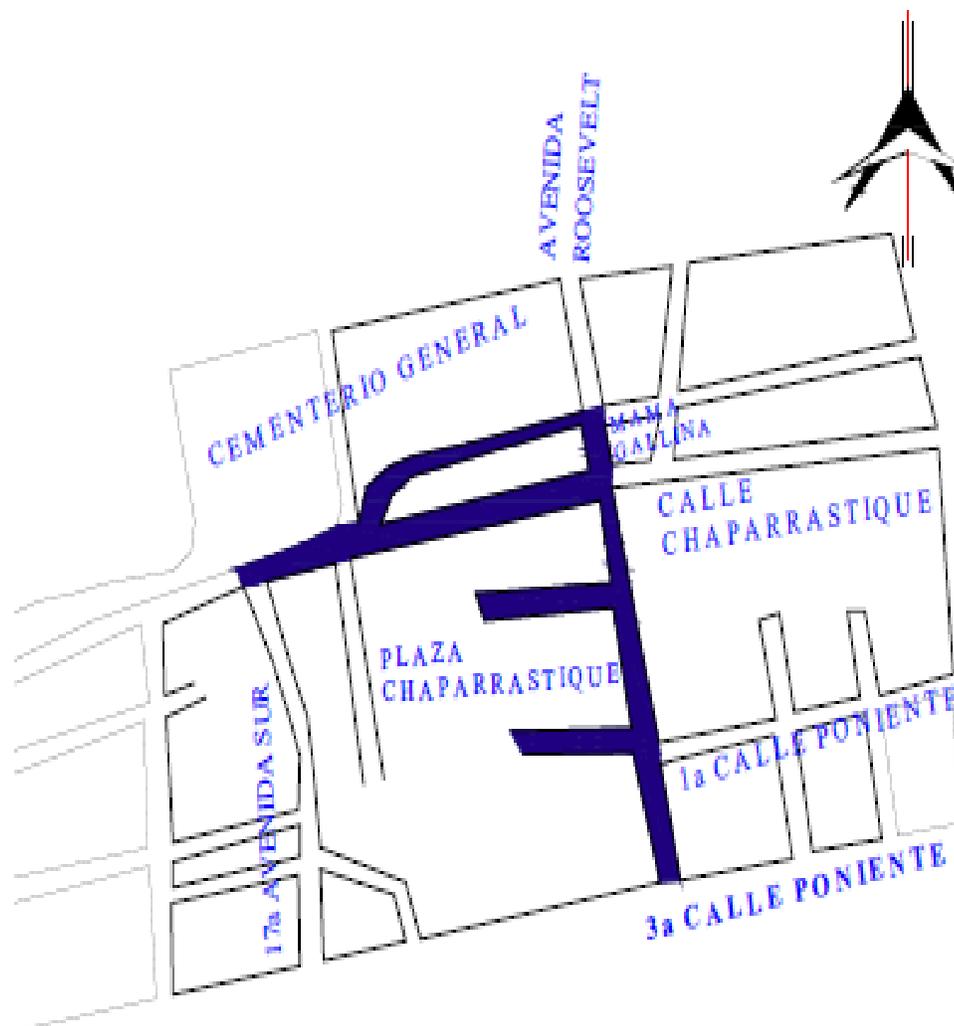
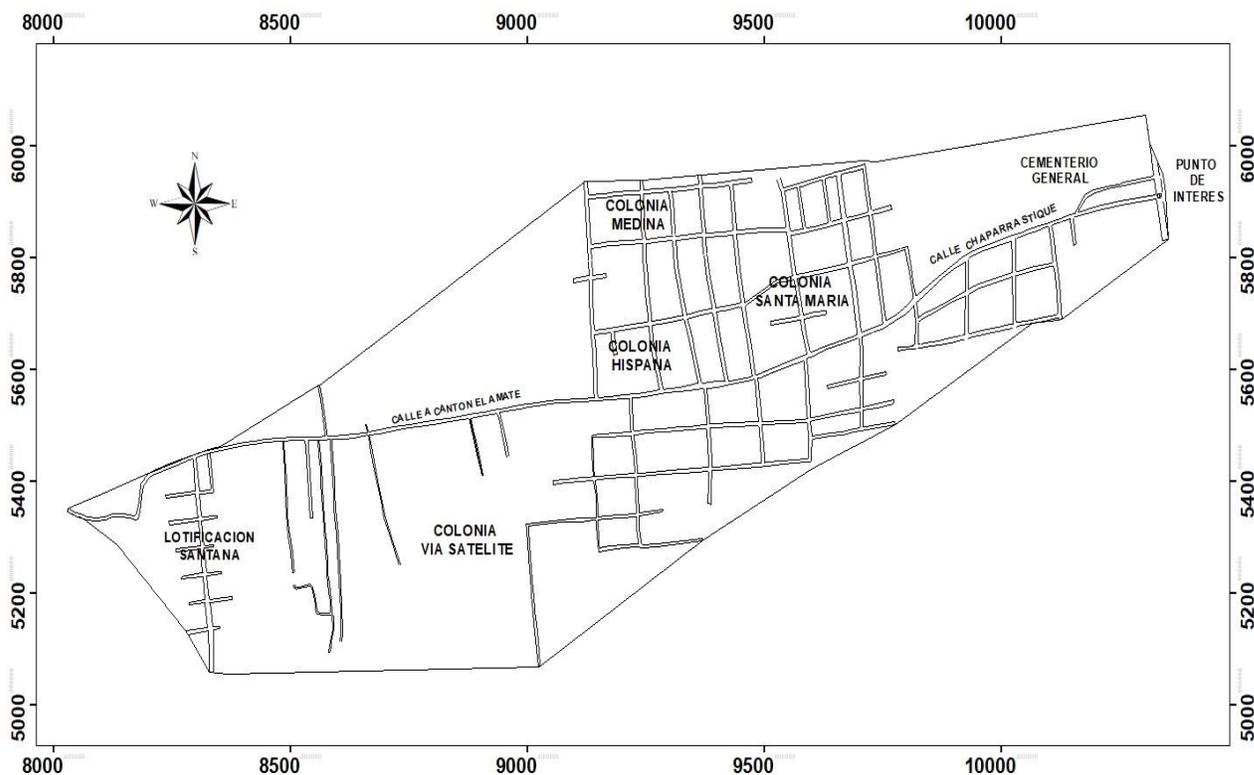


Figura 17*Microcuenca El Amate.*

3.2. TIPO DE INVESTIGACION

Es una investigación de tipo exploratoria con un enfoque cuantitativo que permita determinar los parámetros y características de la microcuenca El Amate con el fin de calcular los volúmenes de escorrentía que bajan por la zona para poder generar mapas de riesgos y vulnerabilidad en la zona.

3.3. UNIDADES DE ANALISIS

En la presente investigación la unidad de análisis será la microcuenca hidrográfica El Amate.

3.4. VARIABLES Y MEDICIONES

3.4.1. DEFINICIONES DE VARIABLE

- **Climatología:** Ciencia que estudia el clima, sus variedades y sus cambios y las causas de estos.
- **Meteorología:** Parte de la física que estudia los fenómenos de la atmósfera, la climatología, el viento, la lluvia, los rayos, etc.
- **Hidrología:** Estudio de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua continental y marítima, su distribución y circulación en la superficie de la Tierra, en el suelo y en la atmósfera.
- **Cobertura vegetal:** La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos.
- **Uso del suelo:** El uso del suelo abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en terreno agrícola: campos cultivables, pastizales; o asentamientos humanos.
- **Parámetros Físicos de la cuenca:** Es toda la información cuantificable que se poseen de las cuencas, logrando estimar la dimensión de las mismas.
- **Precipitación:** La precipitación es la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre. La precipitación forma parte del ciclo del agua que mantiene el equilibrio y sustento de todos los ecosistemas.

- **Escorrentía superficial:** La escorrentía superficial describe el flujo del agua, lluvia, nieve, u otras fuentes, sobre la tierra, y es un componente principal del ciclo del agua.
- **Vulnerabilidad:** La vulnerabilidad corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida.

3.4.2. INDICADORES

Climatología:

- Elevación media
- Clima
- Temperatura mínima promedio
- Temperatura máxima promedio
- Rumbo del viento

Meteorología:

- Precipitación anual promedio
- Meses lluviosos
- Meses sin lluvia

Hidrología:

- Ciclo hidrológico
- Distribución del agua
- Drenaje de la zona
- Estudio hidrológico
- a) Método empírico
- b) Método estadístico

c) Método Hidrometeorológico

Cobertura vegetal:

- % de cobertura vegetal

Uso del suelo:

- Clasificación del uso del suelo

Parámetros Físicos de la cuenca:

- Delimitación de la cuenca
- Determinación del drenaje de la cuenca
- Área de la cuenca
- Longitud perimetral de la cuenca
- Densidad de drenaje o longitud de corriente
- Longitud del cauce principal
- Desnivel de la cuenca
- Longitud de planta de la cuenca
- Cálculo de la pendiente media de la cuenca

Características de la forma de la cuenca:

- Factor de forma
- Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad

Precipitación:

- Clasificación de la precipitación
- Métodos para medir la cantidad de precipitación
- Análisis probabilístico de la precipitación
- Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia I-D-F

Escorrentía superficial:

Factores que influyen en la escorrentía superficial

- Factores climáticos
- Factores fisiográficos
- Factores humanos

Variables que caracterizan la escorrentía superficial

- Caudal
- Coeficiente de escorrentía superficial
- Tiempo de concentración
- Periodo de retorno
- Nivel de agua

Vulnerabilidad:

- Amenazas
- Riesgo

3.4.3. INSTRUMENTOS DE MEDICION**Instrumentos físicos:**

- Estación Total
- Vehículo aéreo no tripulado (dron)
- Pluviómetro
- Cinta métrica

Instrumentos digitales

- a) -AutoCAD civil 3d
- b) ArcGis

c) HEC-RAS

3.4.4. TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS

Etapa 1: Reconocimiento

La investigación se iniciará con la recopilación de información ya existente de los diferentes estudios realizados en la zona por las instituciones como la Alcaldía Municipal de San Miguel, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Se conocerá la ubicación geográfica de la zona a estudiar por medio de las coordenadas de un GPS.

Para realizar el estudio Hidrológico se solicitará información a las estaciones meteorológicas de la zona acerca de las precipitaciones de los últimos años en San Miguel.

Etapa 2: Levantamiento Topográfico

Se realizará el levantamiento topográfico usando estación total, con el cual se pretende obtener un modelo tridimensional de la microcuenca El Amate.

Etapa 3: Estudio de la Microcuenca.

Para el estudio de la microcuenca se delimitará, se trazarán líneas divisorias, también se determinará el área, el perímetro, las pendientes, la dirección de la corriente de agua, todo esto con la ayuda de softwares que nos permitirán un mejor manejo de la información.

Etapa 4: Fotografías Aéreas

Se realizará a serie de fotografías aéreas mediante la utilización de un dron con el fin de crear mapas de alta calidad así tener una mejor visión a la hora de su estudio.

Etapa 5: Estudio Hidrológico

Teniendo toda la información necesaria como los registros de lluvias y la intensidad de estas en los últimos años, de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona, se realizará el estudio hídrico por el método racional.

Etapa 6: Modelamiento Hidráulico

El modelamiento hídrico lo realizaremos con la ayuda de los softwares HER-RAS, AutoCAD civil 3d, ArcGIS.

Etapa 7: Mapas de Riesgo y Vulnerabilidad

Una vez teniendo toda la información anterior se realizará como objeto final un mapa donde se muestren las zonas de alto riesgo y las que son más vulnerable a las inundaciones.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS

Etapa de Pre-Campo.

Análisis bibliográfico o documental: Consulta y análisis de bibliografías especializada, garantizando el conocimiento de los antecedentes y estado actual de la temática e identificando información que puede ser útil al trabajo que se va a desarrollar. Se recopilará la información relacionada con las zonas que históricamente se han inundado en el territorio bajo estudio, con la delimitación cartográfica del límite histórico de inundación.

Etapa de Campo.

Se deben realizar la recopilación de información que no se encuentre disponible (cartográfica, numérica y literal). Además, se realizarán verificación de campo o validaciones de los resultados.

Etapa de Post-Campo

La información recopilada (cartográfica, numérica y literal) en las dos etapas anteriores se analizará y procesará con el grupo de trabajo, así como en sus resultados y las recomendaciones.

Empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG): Se emplearán los SIG como una herramienta necesaria para llevar toda la información disponible a formato digital, con una base de datos geospaciales asignada para cada capa temática tratada, garantizando con esto una mayor precisión cartográfica a la hora de realizar los análisis.

Se analizará y procesará la información obtenida de la caracterización de la cuenca hidrográfica mediante software especializado.

3.6. METODOLOGÍA DE VULNERABILIDAD EN CUENCAS URBANAS.

3.6.1. GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

La metodología a utilizar en la presente investigación que lleva como título "Análisis de vulnerabilidad por inundación tomando como punto de interés la intersección de la final calle Chaparrastique con la avenida Roosevelt", está basada en una serie de metodologías que fueron utilizadas en otras investigaciones de este mismo tipo, entre las cuales tenemos:

Se estudió y analizó la investigación que lleva como título; "Estudio de vulnerabilidad por el fenómeno de inundación del barrio ciudadela El Recreo Bosa en la Ciudad de Bogotá"⁴, utilizan la metodología propuesta por la "Guía metodológica para la elaboración de planes

⁴ (Ramírez Zea 2016) Estudio de vulnerabilidad por el fenómeno de inundación del barrio ciudadela El Recreo Bosa en la Ciudad de Bogotá

departamentales para la gestión de riesgo”; en la cual describen los pasos para identificar y ponderar la amenaza en compañía de la relación con los factores que influyen las diferentes tipos de vulnerabilidad Social, Física, Económica, Institucional y ambiental; ya que no se puede realizar un análisis de vulnerabilidad si hacer otro de amenaza y viceversa. De esta metodología se tomó para el presente estudio los parámetros para evaluar la amenaza ante inundaciones en la zona de estudio ya que este es un factor muy importante al momento de realizar análisis de vulnerabilidad.

“La Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad en regiones propensas a deslizamiento en El Salvador”⁵; esta metodología está basada en una serie de metodologías que evalúan la vulnerabilidad antes diferentes desastres naturales donde se incluye las inundaciones urbanas; en esta metodología está basada en: “La metodología para determinar los municipios y áreas con mayor Vulnerabilidad frente a desastres naturales”, “Análisis de riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra en la microcuenca “Arenal de Montserrat” y “Método para identificar, evaluar y zonificar los niveles de vulnerabilidad para los movimientos de masa, inundaciones y sismo”. De esta metodología se tomaron los tipos de vulnerabilidad, factores y variables a tomar en cuenta en dicho estudio ya que estos son muy importantes para la evaluación de la vulnerabilidad en una población. También se tomó el procedimiento para determinar la población a encuestar en la que se incluyen los formatos y fichas consolidadas para la recolección y procesamiento de la información recolectada en campo, se explica que estas

5 (Nieto Rodríguez 2007) Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad en regiones propensas a deslizamiento en El Salvador

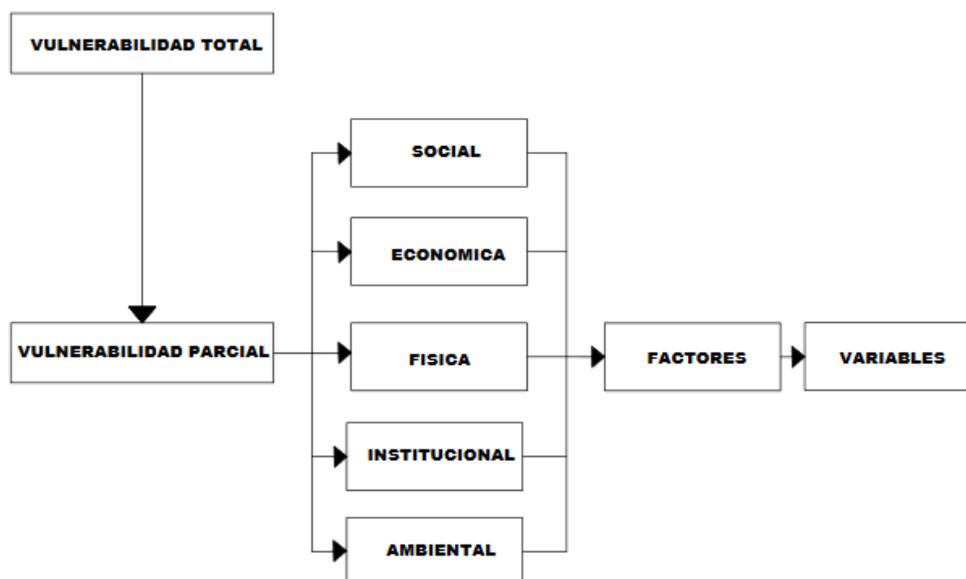
fueron tomadas del “Modelo de fichas y levantamientos de datos” el cual fue un diplomado que impartió la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en el año 2002.

3.6.2. CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y VALORIZACIÓN DE SUS FACTORES

En principio, será necesario establecer los tipos de vulnerabilidad, factores y variables que serán considerados en esta metodología, de acuerdo a las condiciones de nuestro país y al aporte de éstas en la determinación de la vulnerabilidad total de una región específica. La interrelación de los diferentes tipos de vulnerabilidad permitirá establecer la vulnerabilidad general y así, conocer el nivel de exposición de una comunidad (ver figura 18).

Figura 18

Esquema general para la obtención de la vulnerabilidad en una comunidad.



3.6.2.1. Vulnerabilidad Social. Dentro de este tipo de vulnerabilidad se tomarán en cuenta los factores educativo, poblacional, organizativo y cultural; junto a sus variables correspondientes:

Tabla 5

Factores y Variables de la vulnerabilidad social.

	FACTORES	VARIABLES
VULNERABILIDAD SOCIAL	<i>Educativo</i>	✓ Alfabetización.
		✓ Nivel educativo.
		✓ Prevención de desastres.
	<i>Poblacional</i>	✓
		✓ Edad.
		✓ Habitantes por vivienda.
	<i>Organizativo</i>	✓
		✓ Organizaciones comunitarias.
		✓ Capacidad de respuesta.
	<i>Cultural</i>	✓ Registro de desastres pasados.
		✓ Clase social-

Definición De Variables

Alfabetización: Se define como la habilidad mínima de leer y escribir una lengua (español), así como también la forma de entender o concebir el uso de la lectura y la escritura en la vida diaria.

Nivel Educativo: Comprende cada una de las diferentes etapas que componen el sistema educativo formal y que corresponden a los diversos grados de desarrollo personal de las y los estudiantes.

prevención de desastres: Nivel de conocimiento que las personas tengan acerca de la prevención de desastres. Se considera que una persona: “Conoce “cuando oficialmente alguna institución le ha brindado charlas acerca del tema. “Ha escuchado “cuando recibe algún tipo de información por medios de comunicación de cualquier tipo (pueden ser: panfletos, televisión, radio, entre otros). “No conoce “cuando en la zona no existe ningún tipo de información acerca de prevención de desastres.

Edad: Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.

Habitantes por vivienda: Número de personas que habitan una vivienda.

Organizaciones comunitarias: Se refiere a la existencia de juntas vecinales, ya sean formales (reconocidas por el gobierno local y los habitantes) o informales (reconocidas solamente por los habitantes). Nos referimos a que una organización está: “Activa” cuando se tiene conocimiento de la existencia de ella por medio de la realización de actividades en beneficio de la localidad. “inactiva” cuando se tiene conocimiento de la existencia de ella, pero no realizar ninguna actividad en beneficio de la localidad. “No existe” cuando no existe ninguna junta vecinal ya sea formal o informal.

Capacidad de respuesta: Se refiere a la organización de las capacidades y de los recursos que se tienen para hacer frente a cualquier tipo de amenaza contra la vida y el bienestar de los individuos. Nos referimos a: “*Si existe*” cuando la junta directiva junto al gobierno de la localidad posee las capacidades y recursos para afrontar una emergencia. “*En proceso*” cuando la junta directiva junto al gobierno de la localidad está recopilando información para prepararse ante una amenaza. “*No existe*” cuando la junta directiva no posee la capacidad de respuesta adecuada para afrontar una emergencia.

Registros de desastres pasados: Si la junta directiva o el gobierno de la localidad tienen registrada información general de desastres ocurridos.

Clase social: Percepción que tiene la sociedad de un individuo o grupo humano considerando criterios económicos. Se considera que es: “*Alta*” cuando son comerciantes de grandes empresas, hacendados y de cargos políticos y habitan en zonas de alto prestigio. “*Media*” cuando son empleados profesionales con un trabajo formal que viven en zonas residenciales y colonias “*Baja*” empleados no profesionales, jornaleros y domésticos.

Tabla 6

Valores estandarizados para los rangos de cada variable que conforma el nivel de vulnerabilidad social.

FACTOR	VARIABLE	RANGO	VALOR ESTANDARIZADO
EDUCATIVO	Alfabetización	No sabe leer y escribir	Alta
		Sabe solo leer o escribir	Media
		Sabe leer y escribir	Baja
		<3° grado	Alta
		3° grado a bachillerato	Media
	Nivel Educativo	Bachillerato a universidad	Baja
	Prevención de desastres	No conoce	Alta
		Ha escuchado	Media
		Conoce	Baja
	Edad	≤ 9 a ≥ 60 años	Alta
10 a 19 años		Media	
20 a 59 años		Baja	
>10		Alta	
5 – 10		Media	
POBLACIONAL	Habitantes por familia	< 5	Baja
		No existe	Alta
	Organizaciones comunitarias	Inactiva	Media
		Activa	Baja
		No existe	Alta
ORGANIZATIVO	Capacidad de respuesta	En proceso	Media
		Si existe	Baja
	Registro de desastres pasados	No existe	Alta
		Si existe	Baja
CULTURAL	Clase social	Baja	Alta
		Media	Media
		Alta	Baja

3.6.2.2. Vulnerabilidad Económica. En esta vulnerabilidad tienen influencia aquellos factores relacionados con la situación económica de la población analizada. Estos factores son: ingresos familiares, empleo y vivienda.

Tabla 7

Factores y variables de la vulnerabilidad económica.

	FACTORES	VARIABLES
VULNERABILIDAD ECONOMICA	<i>Ingreso</i>	Ingresos Familiares
	<i>Empleo</i>	Trabajo
	<i>Vivienda</i>	Tenencia de la vivienda

Definición de variables

Ingresos Familiares: Suma de todos los sueldos, salarios, ganancias, y otras formas de ingreso de una familia. En nuestro país el salario mínimo es de \$300 para el sector comercio y la industria, \$294 para la maquila y \$250 para el agro¹, y según el último UHPM 2019, para el área urbana el costo de la CBA para un hogar tipo promedio de 3.38 miembros fue de \$181.17 y de la CBA ampliada fue de \$362.34; por lo que el factor se evaluara en tres rangos: “< \$250” se refiere así, por ser el salario mínimo en la lista de los sectores económicos del país. “\$250 - \$700” rango en el cual las familias tienen un ingreso mayor al salario mínimo pero menor que \$700. “>\$700” salario mínimo necesario para solventar el costo de la canasta básica.

Trabajo: Se refiere al tipo de trabajo que tiene un individuo. Se considerará de la siguiente manera: “*Trabajo informal*” cuando el salario no es constante y no recibe prestaciones de ley. Se tomarán en cuenta negocios pequeños, ventas ambulantes, y otros similares. “*Trabajo formal*” cuando tiene un salario base más prestaciones de ley. Se tomarán también en cuenta:

servicios profesionales, negocios que declaren sus respectivos impuestos y otros similares. “No trabajan” cuando no poseen trabajo alguno y viven de remesas familiares.

Tenencia de la vivienda: Es la clase de derecho que tienen las personas sobre el inmueble que habitan. Consideraremos para su evaluación, lo siguiente: “Arrendatario” cuando la persona paga mensualmente por el inmueble que habita. “Propietario” cuando posea las escrituras de legalización de la propiedad que habita.

Tabla 8

Valores estandarizados para los rangos de cada variable que conforma el nivel de vulnerabilidad económica.

FACTOR	VARIABLE	RANGO	VALOR ESTANDARIZADO
		< \$250 por familia al mes	Alta
		\$250-\$700 por familia al mes	Media
INGRESO	Ingresos familiares	>\$700 por familia al mes	Baja
		No trabajan	Alta
EMPLEO	Trabajo	Trabajo informal	Media
		Trabajo formal	Baja
VIVIENDA	Tenencia de la vivienda	Arrendatario	Alta
		Propietario	Baja

3.6.2.3. Vulnerabilidad Física. Los factores que inciden en la vulnerabilidad física son la tipología y categoría de edificaciones, infraestructura de servicios públicos, infraestructura vial y distribución urbanística.

Tabla 9

Factores y variables de la vulnerabilidad física.

	FACTOR	VARIABLE
VULNERABILIDAD FÍSICA	Tipología y categoría de edificaciones	- Diseño y construcción - Materiales de construcción - Acueducto
	Infraestructura de servicios públicos	- Alcantarillado - Energía eléctrica - Telecomunicaciones
	Infraestructura vial	- Tipo de transporte y su accesibilidad - Estado de vía de acceso
	Distribución urbanística	- Volumen de tránsito - Forma de la malla urbana

Definición De Variables

Diseño y construcción: Se refiere a la utilización de la normativa requerida para el diseño y construcción de la vivienda. Decimos que: “Normalizado” cuando el diseño y la construcción se han basado en las normativas respectivas. “No normalizado” cuando los mismos habitantes de la zona a estudiar han construido o diseñado ya sea con o sin supervisión de un albañil.

Materiales de construcción: Son todos los elementos o cuerpos que integran las obras de construcción, en este caso se tomarán en cuenta los materiales de “Paredes” estos pueden ser Bahareque y adobe, lamina o plásticos, Mixto y concreto reforzado; “Piso” Ladrillo cerámico, ladrillo de cemento, ladrillo de barro, cemento; “Techo” Lámina metálica, Lámina de asbesto o fibra de cemento, Teja de barro o cemento.

Acueducto, Alcantarillado, Energía Eléctrica y Telecomunicaciones: Consideramos que estas variables se evaluarán conforme a los criterios siguientes: “Normalizado” cuando para los servicios públicos como el acueducto y alcantarillado son instalados por ANDA, la energía eléctrica por CAESS, CEL, DELSUR o similares y Telecomunicaciones por TELECOM, TELEFONICA, entre otras; las compañías que otorgan e instalan la energía eléctrica y las telecomunicaciones deben estar certificadas por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET). “No Normalizado” cuando los servicios públicos se han instalado por cuenta del habitante de la edificación y sin permiso de las instituciones encargadas. También, entran las instalaciones realizadas por compañías que no están certificadas por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET).

Tipo de transporte y su accesibilidad: Se verificará si tiene acceso el transporte público y privado en la zona de estudio.

Estado de vía de acceso: Se referirá a las condiciones siguientes: “Muy dañado” Una condición deteriorada que requiere obras de rehabilitación para restaurar la carretera a una condición de buen estado. “Dañado” Una condición equivalente a la que es atribuible a una carretera con poca deterioración pero que requiere mantenimiento rutinario en forma inmediata. “En buen estado” Una condición que corresponde a una carretera recién abierta al tránsito con poco desgaste que requerirá mantenimiento rutinario en el futuro próximo.

Volumen de tránsito: Será tomado de acuerdo con su nivel de servicio según los criterios establecidos en la SIECA que se describen de la siguiente manera:

A: Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación.

B: Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito.

C: Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad.

D: Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar.

E: Flujo inestable suceden pequeños embotellamientos.

F: Flujo Forzado, condiciones de “pare y siga”, congestión de tránsito.

De acuerdo con estos niveles consideraremos: “Alto” cuando exista un nivel de servicio E y F. “Medio” cuando exista un nivel de servicio C y D. “Bajo” cuando exista un nivel de servicio A y B.

Forma de la malla urbana: Forma geométrica en que están distribuidas las calles primarias y secundarias en una zona determinada. Se considerará que: “No existe malla” cuando en la zona de estudio no existe malla o existe una sola calle alrededor de dicha zona. “Forma de Hoja” cuando las calles existentes en la zona de estudio tienen una sola salida. “Cuadrícula” cuando las calles existentes en la zona se comunican unas con otras.

Tabla 10

Valores estandarizados para los rangos de cada variable que conforma el nivel de vulnerabilidad física.

FACTOR	VARIABLE	RANGO	VALOR ESTANDARIZADO
TIPOLOGÍA Y CATEGORÍA DE EDIFICACIONES	Diseño y construcción	No normalizado	Alta
		Normalizado	Baja
	Materiales de construcción	Bahareque y adobe	Alta
		Lamina o plástico	Media
		Mixto y concreto reforzado	Baja
INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS	Alcantarillado	No normalizado	Alta
		Normalizado	Baja
	Energía eléctrica	No normalizado	Alta
		Normalizado	Baja
	Telecomunicaciones	No normalizado	Alta
		Normalizado	Baja
DISTRIBUCIÓN URBANÍSTICA	Volumen de tránsito	Alta	Alta
		Media	Media
		Baja	Baja
	Forma de la malla urbana	No existe malla	Alta
		Forma de hoja	Media
	Tipo de transporte y su accesibilidad	Cuadrícula	Baja
		Transporte público no accesible	Alta
		Transporte público accesible	Media
INFRAESTRUCTURA VIAL	Estado de vía de acceso	Transporte privado	Baja
		Muy dañada	Alta
		Dañada	Media
		En buen estado	Baja

3.6.2.4. Vulnerabilidad Institucional. Los factores que se toman en cuenta para la determinación de esta vulnerabilidad son equipamiento institucional y político-administrativo.

Tabla 11

Factores y variables de la vulnerabilidad institucional.

	FACTOR	VARIABLE
VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL	Equipamiento institucional	- Instituciones de albergue.
		- Cobertura de equipamiento institucional.
	Político administrativo	- Cooperación con recursos por parte del estado y/o instituciones.
		- Programa de prevención y atención de desastre.
		- Organización de prevención y atención a desastres.

Definición De Variables

Instituciones de albergue: Se considerará que: “Si existen” cuando el gobierno local tiene a su disposición establecimientos adecuados para que en caso de desastre los afectados puedan acudir a ellas. “No existen” cuando no exista ninguna institución de albergue

Cobertura de equipo institucional: Se entenderá como la capacidad que tiene el gobierno local de albergar a los distritos que se encuentran dentro de su jurisdicción en caso de desastres.

Se considerará: “Alto” cuando el gobierno local tiene la capacidad para albergar los distritos que se encuentran dentro de su jurisdicción. “Media” cuando la capacidad que tiene el gobierno local de albergar es del 50% de los distritos que se encuentran dentro de su jurisdicción. “Baja” cuando la capacidad que tiene el gobierno local para albergar es menor al 50% de los distritos establecidos dentro de su jurisdicción.

Programas de prevención y atención de desastres: Se considerará que: “Si existe” cuando en el gobierno local tienen elaborados programas de prevención y atención de desastres. “No existe” cuando no hay elaborado ningún tipo de programa para la prevención y atención de desastres.

Organización de prevención y atención de desastres: Se considerará que: “Si existe” cuando el gobierno local ha establecido una dependencia dentro de sus departamentos para la organización de prevención y atención de desastres. “No existe” cuando no hay una organización encargada de prevenir y atender los desastres producidos por un evento natural.

Tabla 12

Valores estandarizados para los rangos de cada variable que conforma el nivel de vulnerabilidad institucional.

FACTOR	VARIABLE	RANGO	VALOR ESTANDARIZADO
	Instituciones de albergue.	No existe	Alta
		Si existe	Baja
	Cobertura de equipamiento	Baja	Alta
		Media	Media
	institucional. (no)	Alta	Baja
EQUIPAMIENTO INSTITUCIONAL	Cooperación con recursos por parte del estado y/o instituciones	No existe	Alta
		Si existe	Baja
	Programa de prevención y atención de desastre.	No existe	Alta
		Si existe	Baja
POLÍTICO – ADMINISTRATIVO	Organización de prevención y atención a desastres.	No existe	Alta
		Si existe	Baja

3.6.2.5. Vulnerabilidad Ambiental. En esta vulnerabilidad los factores influyentes son los ecológicos.

Tabla 13

Factores y variables de la vulnerabilidad ambiental.

VULNERABILIDAD	FACTOR	VARIABLES
AMBIENTAL	Ecológico	Deforestación

Definición De Variables.

Deforestación: Es la destrucción de la cubierta forestal con el fin de generar espacio adicional para la agricultura, ganadería, minera o para crear centros urbanos e infraestructura vial y eléctrica.

Tabla 14

Valores estandarizados para los rangos de cada variable que conforma el nivel de vulnerabilidad ambiental.

FACTOR	VARIABLE	RANGO	VALOR ESTANDARIZADO
ECOLÓGICO	Deforestación	Si existe	Alta
		No existe	Baja

3.7. PROCESO METODOLOGICO

A continuación, se plantea un proceso metodológico para la evaluación de la vulnerabilidad de una población, que consta de las siguientes etapas:

- ✓ Determinación de la zona a ser evaluada.
- ✓ Recopilación y revisión de la información general de la zona de estudio.
- ✓ Levantamiento de la información en campo.
- ✓ Procesamiento de la información.
- ✓ Resultados y análisis de la evaluación.

3.7.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA A SER EVALUADA.

En esta etapa se delimitará la zona donde se pretende realizar la evaluación de vulnerabilidad a inundaciones, en la cual deberá existir la amenaza de ocurrencia de un evento (inundaciones) que pueda afectar directamente a los habitantes de dicha zona y/o sus bienes materiales, e impida la continuidad de sus actividades sociales, económicas, entre otras.

3.7.2. RECOPIACIÓN Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se recopilará información ya existente de los diferentes estudios realizados en la zona por las instituciones como la Alcaldía Municipal de San Miguel, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Así como también de las visitas de campo que se realizaran en la zona de estudio. Además, se recopilarán algunos recursos como: topografía de la zona, tipo y usos de suelos, cartografía, infraestructura, entre otros, esto dependerá de la existencia y tipo de información disponible.

3.7.3. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN CAMPO

Para determinar la población a encuestar se hará mediante el método que proponen en la tesis denominada “Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad en regiones propensas a deslizamiento en El salvador”; ya que esta tesis en general se basa en metodologías del análisis de vulnerabilidad frente a desastres naturales, entre ellos se incluyen las inundaciones, y ellos proponen lo siguiente para el muestreo de la población:

3.7.4. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN A ENCUESTAR.

Para la evaluación de la vulnerabilidad frente a desastres naturales, en este caso a “la vulnerabilidad a inundaciones” en la zona de estudio, es necesario tomar una muestra representativa de la población a analizar, esta muestra deberá garantizar que los datos aportados por cada una de las familias dentro de la muestra representen a la población total de la zona estudiada.

Gilberto Bonilla⁶ presenta la estimación de una proporción poblacional a partir del muestreo aleatorio simple, donde lo define como un procedimiento de selección de una muestra para el cual todos y cada uno de los elementos de la población tiene igual probabilidad de ser incluidos en ella.

Según el Ing. Mario Antonio Bermúdez Márquez⁷ la muestra a determinar deberá obtenerse en base al número de viviendas de la zona, debido a que está basado por unidad

⁶ Autor del libro Estadística II “métodos prácticos de inferencia estadística”, segunda edición, 1992.

⁷ Docente de la facultad de agronomía de la Universidad de El Salvador con Diplomado en Estadística.

familiar y dicho número puede ser obtenido fácilmente y con exactitud. Las fórmulas empleadas para estimar una proporción poblacional a partir del muestreo aleatorio simple cuando las condiciones de la zona a encuestar son homogéneas, son las siguientes:

Poblaciones infinitas:

Si no se conoce el número de viviendas de la zona a encuestar utilizamos la fórmula que se muestra a continuación:

$$n = \frac{P \cdot Q}{E^2}$$

Ecuación 1. Muestra a tomar para poblaciones infinitas

Donde:

n: Muestra para una población infinita. Adimensional.

P: Proporción poblacional de la ocurrencia de un evento. Expresada en decimales.

Q: Diferencia de la unidad menos la proporción poblacional de la ocurrencia de un evento. Expresada en decimales.

E: Error muestral especificado en forma de proporción. Expresada en decimales.

Poblaciones Finitas:

Si se conoce el número de viviendas de la zona, se procede, con el resultado de la ecuación 1 para poblaciones infinitas, a encontrar el número de viviendas a encuesta de la siguiente manera:

$$n' = \frac{n}{1 + \left(\frac{n}{N}\right)}$$

Ecuación 2. Muestra a tomar para poblaciones finitas.

Donde:

n': Muestra de para una población finita. Expresada en viviendas (viv.).

n: Muestra para una población infinita. Adimensional

N: Número de viviendas de la zona a estudiar. Expresada en viviendas (viv.)

Si en el momento de estimar la proporción de población no se tiene información suficiente de la zona de estudio (número de hombres y mujeres, % de pobreza, situación económica, entre otros), es necesario garantizar el máximo número de viviendas a encuestar, por lo que consideraremos lo siguiente:

Se utilizará un error muestral $E = 5\%$.

Se ocupará para $P = 0.5$, por lo tanto, $Q = 1 - P = 0.5$.

Se verificará si el resultado de las viviendas a encuestar es mayor o igual al 40% del total de las viviendas.

Ejecución de encuestas utilizando los formatos de recolección de datos:

Para esta etapa será necesario realizar visitas de campo para recopilar la información que se utilizará para el análisis de la vulnerabilidad. Para ello es preciso hacer uso de diversos formatos de recolección de datos que contendrán cada uno de los factores y variables pertenecientes a cada tipo de vulnerabilidad. Cada una de las variables será dividida en diferentes rangos, dependiendo de la forma en la que se pueda medir ya sea cualitativa o cuantitativamente, a las cuales posteriormente se le asignará un valor estandarizado por nivel de vulnerabilidad ya sea alta, media o baja.

En los formatos de recolección de datos es necesarios que el encuestador coloque la información general de las entrevistas, tales como: lugar, No. de habitantes de la comunidad, No. de viviendas de la comunidad, Numero de hoja, fecha en que se realiza la encuesta, y el nombre de quien realiza la encuesta, así mismo es de importancia adicionar observaciones que contribuyan a la evaluación de cada una de las variables.

También es necesario llevar un registro fotográfico y algunas observaciones adicionales para realizar un informe que complemente los resultados de la investigación.

3.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.8.1. *Elaboración de fichas consolidadas para determinar la vulnerabilidad por factor:*

Con la información levantada se procede a elaborar fichas consolidadas, así:

Cada uno de los rangos que han sido utilizados para cada variable representan el nivel de vulnerabilidad en el que se encuentran los habitantes de la vivienda encuestada, por lo que para las fichas consolidadas estos rangos se sustituyen por su respectivo nivel de vulnerabilidad, ya sea “A” para alta vulnerabilidad, “M” para media vulnerabilidad y “B” para baja vulnerabilidad.

- ✓ Se sumarán los valores de cada nivel y luego los totales de cada uno de ellos en una variable para obtener el 100% de la misma, y con esto calcular los porcentajes representados en cada nivel de vulnerabilidad. De la misma manera se determinarán los porcentajes para las demás variables.
- ✓ A partir de los porcentajes obtenidos anteriormente se puede establecer el nivel de vulnerabilidad por variable, comparando los valores de dichos porcentajes, siendo el mayor valor el que determina su nivel de vulnerabilidad. De la misma forma serán establecidos los niveles de vulnerabilidad para las otras variables.
- ✓ Se determinará el nivel de vulnerabilidad de un factor al sumar los porcentajes correspondientes al mismo nivel de vulnerabilidad de cada variable, luego, se comparan los resultados y se escoge el nivel donde el valor es mayor. El cálculo del nivel de vulnerabilidad por factor se realiza de igual manera para los demás factores en cada uno de los tipos de vulnerabilidad.

Al igual que en las fichas de recolección de datos es necesario que las fichas consolidadas cuenten con la información general de la zona en estudio y aquellas observaciones que contribuyan a la evaluación de la vulnerabilidad.

3.8.2. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR TIPO O PARCIAL.

Se asignan valores para cada nivel de vulnerabilidad por factor, como se muestra a continuación (tabla 15):

Tabla 15

Tabla de ponderación para los diferentes niveles de vulnerabilidad por factor.

Nivel de vulnerabilidad	Ponderación para cada factor
Alta	3
Media	2
Baja	1

Se suman los valores de nivel de vulnerabilidad para los factores que comprenden un tipo de vulnerabilidad, se divide entre el número de factores de dicho tipo, y según la tabla 12 se determina el nivel de vulnerabilidad que presenta la población en ese tipo, de igual manera se calcula para los demás tipos.

Los resultados obtenidos de las vulnerabilidades parciales serán expresados con una cifra decimal; estableciéndose los diferentes rangos basados en el redondeo de cifras (ver tabla 12). Por ejemplo, para el nivel de alta vulnerabilidad con una ponderación de 3, los valores mayores de 2.5 se aproximan a 3, según el redondeo de cifras.

Tabla 16

Tabla de rangos de los promedios para estimar los niveles de vulnerabilidad parciales.

<i>Rangos de los promedios para las vulnerabilidades</i>	<i>Ponderación para cada nivel</i>	<i>Nivel de vulnerabilidad</i>
$2.5 \leq y < 3$	3	Alta
$1.5 < y < 2.5$	2	Media
$1 \leq y < 1.5$	1	Baja

Donde: v = nivel de vulnerabilidad

3.8.3. CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD TOTAL

Para el cálculo de la vulnerabilidad total se deberán sumar los niveles de vulnerabilidad por cada factor y dividir entre el número total de ellos. Según la tabla 13 se determina el nivel de vulnerabilidad total que presenta la zona de estudio.

Tabla 17

Tabla de rangos de los promedios para estimar el nivel de vulnerabilidad total.

<i>Nivel de vulnerabilidad</i>	<i>Rangos de los promedios para las vulnerabilidades</i>
Alta	$2.5 \leq y < 3$
Media	$1.5 < y < 2.5$
Baja	$1 \leq y < 1.5$

Donde: v = nivel de vulnerabilidad

3.9. APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA GENERACIÓN DE MAPAS DE RIESGO PROPUESTA POR EL INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA IMTA (2015)

Para elaborar un mapa de riesgo por inundaciones, en zonas urbanas es necesario determinar los siguientes mapas:

3.9.1. Mapa de peligro:

Cuando se debe a un escurrimiento de lluvias dentro de una zona urbana, después de saturarse el suelo, su agua excedente dura horas o días, se le denomina inundación pluvial. Existen otros fenómenos que pueden provocar una inundación, como las mareas altas, que derivan que el nivel medio del mar sea rebasado, provocando inundaciones.

Criterio para determinar la peligrosidad: Se basa en dos parámetros fundamentales que son el tirante o profundidad de agua y, el otro parámetro es la velocidad a la que se mueve el líquido sobre un determinado espacio, que en este caso es la capa de rodadura.

Para fines de aplicación de la metodología, se obtienen las lluvias de proyecto, que corresponden a 5, 10 y 25 años de periodo de retorno. En cuanto a la configuración del terreno, se determina con la planimetría de la ciudad, el levantamiento topográfico de la misma y los usos de suelo. Con esta información es posible caracterizar y determinar la configuración de las subcuencas y microcuencas de toda la zona urbana analizada, y se construye el modelo de simulación hidráulico. Con base en las lluvias de proyecto se determinan para cada periodo de retorno los tirantes y velocidades a nivel calle. En el análisis es posible considerar la infraestructura pluvial urbana existente, así como arroyos y ríos.

Tabla 18*Criterios de peligro de acuerdo con el IMTA.*

Nivel de peligro	Altura del tirante (m)	Volcamiento (m ² /s)	Deslizamiento (m ³ /s ²)
Nulo	$h < 0.3$	$vh < 0.3$	$v^2h < 0.3$
Bajo	$0.3 \geq h < 0.5$	$0.3 \geq vh < 0.5$	$0.3 \geq v^2h < 0.5$
Medio	$0.5 \geq h < 1.5$	$0.5 \geq vh < 1.5$	$0.5 \geq v^2h < 1.23$
Alto	$h \geq 1.5$	$vh \geq 1.5$	$v^2h \geq 1.23$

Donde; V: Velocidad y h: Altura del tirante.

3.9.2. Mapas de vulnerabilidad propuesto por Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) 2015

De acuerdo con la clasificación de vulnerabilidad del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) 2006, ésta se hace en campo y se verifica casa por casa, lo que resulta en un trabajo oneroso; así como los tiempos de ejecución, que pueden ser semanas, en función de la extensión de la zona en estudio. En la propuesta metodológica de este artículo, la vulnerabilidad de las casas se calcula en nivel de manzana.

En la tabla 17, se establecen cuatro rangos de clasificación, donde se considera un costo de menaje de las viviendas, que va desde \$12,500.00 hasta \$300,000.00 (pesos mexicanos).

Tabla 19*Vulnerabilidad por tipo de vivienda.*

Construcción de viviendas en la manzana	Clasificación de vulnerabilidad de viviendas (Cenapred, 2007)	Clasificación de la vulnerabilidad, considerando la información contenida en el AGEB del INEGI	Vulnerabilidad	Costo del menaje
Tipo I	Este tipo de vivienda corresponde a los hogares más humildes. Por lo general consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. El menaje es el mínimo indispensable	Para este rubro se consideró como indicador la relación entre el número de viviendas particulares habitadas con un solo cuarto entre el total de viviendas localizadas en la manzana	Alta	\$12 500.00
Tipo II	Corresponde a hogares que pueden ser calificados como de clase baja, donde la vivienda se describiría como de autoconstrucción o construida con material de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Las habitaciones cuentan con muebles propios El tercer tipo de vivienda también lo califica como clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones	Para este tipo se consideró la relación de viviendas particulares habitadas con dos cuartos entre el total de viviendas	Media	\$50 000.00
Tipo III	Se identifica como típica de la clase media. Puede ser equiparada con una vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje corresponde al de una casa típica de una familia de profesionales que ejerce una carrera y vive sin complicaciones económicas	En este caso se considera la relación entre viviendas particulares habitadas con tres cuartos o más entre el total de viviendas. Si el valor es mayor que 0.5, se evalúa entonces la relación entre la población económicamente activa entre la población total, que debe ser menor a 0.4. Se deberán descartar las manzanas que caen en los tipos I y II	Baja	Menaje para casa de dos pisos: \$150 500.00 Para el daño en menaje se considera la mitad de este costo, pues las casas se consideran de dos pisos
Tipo IV	Corresponde al tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos, que incrementan de forma sustancial su valor. El menaje está constituido por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad. La familia la integran profesionales que ejercen una carrera y viven sin complicaciones económicas	Se considera la relación entre viviendas particulares habitadas con tres cuartos o más entre el total de viviendas. Si el valor es mayor que 0.5, se evalúa entonces la relación entre la población económicamente activa entre la población total, que debe ser mayor de 0.4. Se deberán descartar las manzanas que están en los tipos anteriores	Muy baja	Menaje para casa de dos pisos: \$300 000.00 Para el daño se considera la mitad de este costo, pues las casas se consideran de dos pisos

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1. Descripción del área de Estudio.

El área de estudio está enfocada en la zona poniente de la Ciudad de San Miguel, departamento de San Miguel El Salvador, la cual fue fundada el 8 de mayo de 1,530 por el capitán Don Luis de Moscoso.

El municipio de San Miguel se encuentra limitado por: al norte por el cantón El Sitio, El Zamorán; al oriente por el cantón Hato Nuevo, Las Delicias; al sur por El Papalón y El Jute, Las Lomitas y al poniente por los cantones Jalacatal, EL Amate, San Andrés y El Volcán.

La ciudad de San Miguel está situada en la subcuenca del Río Grande de San Miguel, la cual abarca una superficie aproximada de 2,050 Km². La ciudad se ubica al noreste del volcán Chaparrastique y a 132.5 Km al oriente de la ciudad de San Salvador.

La Ciudad de San Miguel se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 88°01'10'' de longitud y 13°37'02'' de latitud. El municipio mide 593.98 Km² y su perímetro de 105 Km., contando este con un área rural de 579.12 Km² y un área urbana de 14.86 Km². Y una población de 274,119 habitantes (según DIGESTYC) 2013 y una densidad poblacional de 416.03 habitantes Km².

4.1.2. Clima.

La Ciudad San Miguel se encuentra ubicada en la zona climática salvadoreña de sabana tropical caliente o tierra caliente y se caracteriza por su clima cálido propio de la altura a la que se encuentra y por el ecosistema alrededor de la ciudad. Se le considera una de las ciudades más calurosas del istmo Centroamericano, alcanzado temperaturas máximas extremas en los meses de

marzo, abril. En cuanto a las precipitaciones, el mayor promedio mensual en milímetros ocurre durante los meses de junio y septiembre.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de promedios mensuales de las variables más importantes, de acuerdo con el informe climatológico de La Estación de El Papalón (UES-San Miguel).

Figura 19

Cuadro resumen de variables climatológicas más importantes.

ESTACION:		EL PAPALON				LATITUD NORTE:				13° 26.6'		
INDICE:		M-16				LONGITUD OESTE:				88° 07.4'		
DEPARTAMENTO:		SAN MIGUEL				ELEVACION :				80 msndm		
Año\Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación (mm)	1.2	0.7	3.8	28.8	175.4	257.7	202.2	240.8	313.7	203	51.5	5
Temp. Promedio (°C)	27.3	28.1	29.1	29.8	29.0	27.9	28.0	27.8	26.8	26.8	26.8	26.9
Temp. Máx. Promedio (°C)	36.7	37.6	38.2	38.3	36.0	34.1	34.8	34.5	33.2	33.3	34.1	35.6
Temp. Mín. Promedio (°C)	17.7	18.3	20.1	22.1	23.0	22.5	21.8	21.9	22.0	21.6	20.0	18.2
Temp. Máx.Abs.. Promedio (°C)	38.4	39.6	40.4	40.8	39.6	36.7	36.8	36.9	35.4	35.0	36.1	37.2
Temp. Mín.Abs. Promedio (°C)	14.8	15.5	17.1	19.2	20.7	20.8	19.9	20.1	20.5	19.6	17.3	15.4
Luz Solar hr/día	9.1	9.5	9.5	8.7	7.5	7.3	8.5	8.3	6.9	7.6	8.2	8.8
Humedad Relativa (%)	59	56	57	60	70	76	73	75	81	79	73	64
Evapotranspiración Potencial (mm)	158	160	198	201	192	168	180	176	150	148	141	146
Viento Veloc. Media Escala Beaufort	1.5	1.6	1.5	1.5	1.3	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.4

4.1.3. Economía de la zona.

El comercio en la ciudad de San Miguel en los últimos años ha tenido un gran auge lo cual ha permitido el surgimiento de centros comerciales (Metrocentro, El Encuentro El sitio, El Encuentro y otros), los cuales son valiosas fuentes de empleo, por otro lado, el comercio que se lleva a cabo en el mercado municipal.

Además de esto también está el ingenio Chaparrastique, el cual procesa la caña de azúcar para producir los diferentes tipos de comercialización de azúcar, el cual genera muchos empleos.

En el área de estudio limitada para esta investigación, se encuentra en un área muy concurrida comercialmente como lo es la Avenida Roosevelt; en algunas locales comerciales de

la zona como Gioconda Salón el personal encargado del establecimiento comentan que cuando llueve el agua lluvia ingresa al local, lo cual ha generado daños en los muebles por lo cual solo han sufrido pérdidas económicas en la reparación de dichos muebles. En el local de TecnoCell de igual manera los encargados del local manifiestan que en la época de invierno han encontrado el local inundando de manera leve es decir que solo encontraron agua acumulada en el local sin que esta afectara los productos que se venden en el local, en los demás locales de zona de igual manera los locales comerciales no han tenido pérdidas económicas debido a la inundación de sus locales.

En el caso de local comercial Anezitia Floristería, tuvieron pérdidas económicas debido a las inundaciones del pasado invierno, las pérdidas económicas rondan los \$3000.00 dólares, manifiestan que fue la primera vez que sufren pérdidas económicas por inundaciones en su local y la primera vez que su local se inundaba, debido a esto colocaron un bloque entre un poste de luz y la pared para que el agua se desvíe, así como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 20

Bloqueo del paso del flujo del agua.



4.1.4. DRENAJE

La Calle Chaparrastique cuenta con un drenaje superficial en todo el tramo longitudinal, por lo que las aguas lluvias drenan en los tragantes que están ubicados en la intersección de la calle Chaparrastique con la avenida Roosevelt (ver imagen A), se sabe que estos tragantes fueron remodelados en 2017-2018 como parte del proyecto “Mejoramiento de la carretera CA01E: Avenida Roosevelt tramo I”.

Figura 21

Tragantes de agua lluvia de lado derecho de la vía en la final Calle Chaparrastique.



En la Fase III de pavimentación de la Calle Chaparrastique⁸, se incluyeron obras de drenaje como la construcción de badén y cunetas, a continuación, se presenta en la actualidad el drenaje de la parte alta, media y baja de la microcuenca El Amate.

⁸ <https://www.mop.gob.sv/mop-ejecuta-fase-iii-de-pavimentacion-calle-chaparrastique-san-miguel/>

Figura 22

Obras de drenaje pluvial en la parte alta de la microcuenca El Amate.

**Figura 23**

Obras de drenaje pluvial en la parte alta-media microcuenca El Amate.



Figura 24

Obras de drenaje pluvial en la parte media de la microcuenca El Amate.

**Figura 25**

Obras de drenaje pluvial en la parte baja de la microcuenca El Amate.



Figura 26

Tragantes en la final Calle Chaparrastique con intersección con la Av. Roosevelt.



El estado actual de las obras de drenaje pluvial es de regular a bueno, en las cunetas se acumula basura y el agua se estacan, en la intersección de la 23^a Avenida sur con la calle Chaparrastique se observa como el agua que transita por la cuneta se queda estancada y genera ‘charco’ entre la cuneta y la calzada de concreto, como se muestra a continuación:

Figura 27

Vista antes de llegar a la intersección de la 23^a Avenida sur con la Calle Chaparrastique.

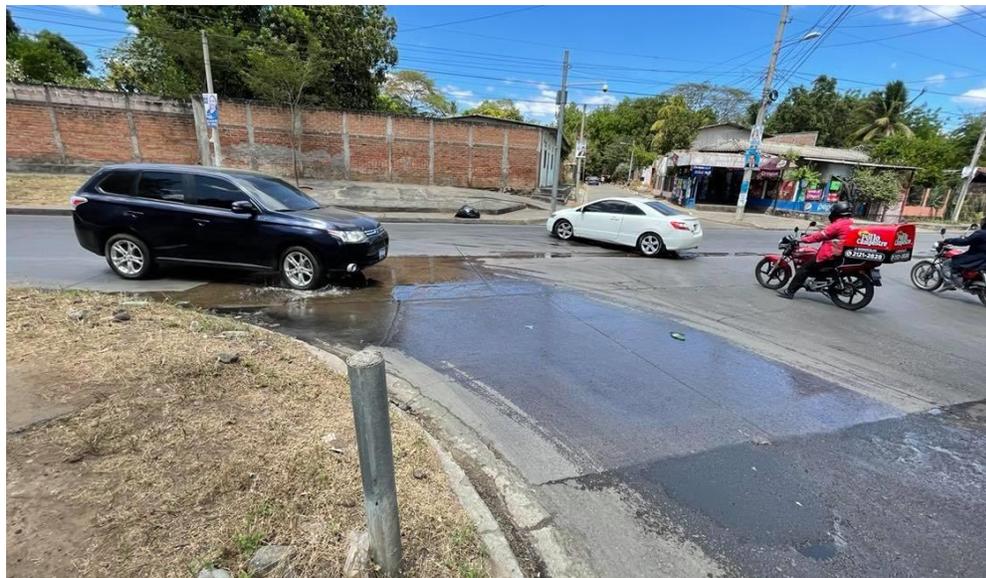


Figura 28

Acumulación de agua en la intersección 23^a Av. Sur con la Calle Chaparrastique.

**Figura 29**

Vehículos transitando en la intersección de la 23^a Av. Sur con la Calle Chaparrastique.



El estancamiento de agua en las esquinas de las intersecciones a la calle Chaparrastique se presenta en todas las intersecciones, y en las cunetas el agua estancada es más predominante en la parte baja de la microcuenca El Amate, así como se describió en el apartado del análisis de vulnerabilidad, a continuación, se presentan imágenes graficas de las mismas:

Figura 30

Estancamiento de agua.



Una de las causas principales por la cual se dan las inundaciones en la calle Chaparrastique es debido a que las canaletas donde debe fluir el agua lluvia están obstaculizadas por desechos sólidos (ver imagen), tierra acumulada y vegetación obstruyendo el paso fluido del agua.

Figura 31

Basura que se observa en la acera y cunetas.



Figura 32

Vegetación que se observa en las cunetas.



4.1.5. REGISTRO DE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

Del año 1954 hasta el año 2003⁹ se han reportado inundaciones en el departamento de San Miguel la gran mayoría provocada por el desbordamiento del Río Grande de San Miguel. En el año 1969 se reportan inundaciones causadas por el huracán Francelia, con una lectura de precipitación de 167.66 mm, así como en el año 1974 el huracán FIFI provocó inundaciones y se reportó una lectura de precipitación de 232.1 mm, otros huracanes que reportan inundaciones son el huracán Gilberto en 1988(221.6 mm), el huracán Cesar en el 1996(125.6 mm) y el 1998 por el huracán Mitch (167.4 mm).

Septiembre 2004: Torrente de agua y arena que baja del volcán Chaparrastique, cubría parte de la avenida Roosevelt en San Miguel. Colapso del sistema de drenaje de aguas lluvias. Inundación en varias calles y avenidas de la ciudad de San Miguel.

Mayo 2005: Inundaciones en urbanización Jardines del río por desbordamiento del río grande de San Miguel, lluvias generadas por el huracán Adrián.

Octubre 2005: Depresión Tropical provoca fuertes lluvias generalizadas, ocasionando el desbordamiento de varios ríos en diferentes Departamentos del País. La lluvia promedio registrada en todo el País fue de 64 mm. Con máximos aislados de: 320 mm en los Naranjos. Río Acelhuate, Lago de Ilopango. Río Colon. Río Jiboa.

Abril 2006: Inundaciones ubicadas al final de la 2.^a avenida sur del Barrio Concepción, en San Miguel.

De **agosto de 2007** a **septiembre de 2012** se reportan inundaciones por el desbordamiento del río grande de San Miguel, así como a finales de Mayo de 2010 el país se vio afectado por la tormenta **tropical Agatha**, las mayores precipitaciones se registraron los días

⁹ Registro Histórico de Inundaciones (<http://mapas.snet.gob.sv/hidrologia/select.php?dpt=12>)

29 y 30 de mayo, con un registro máximo acumulado de 483 mm en 24 horas. Así también en junio de 2010 el país se vio afectado por la tormenta **tropical Alex** que luego fue categorizado como huracán Alex, con acumulados máximos de hasta 163 mm.

Junio 2013: En el departamento de San Miguel se registraron calles inundadas por escasa capacidad del sistema de drenaje urbano y la estación San Miguel reporta 23.8 mm de precipitación.

Septiembre de 2014: Inundaciones urbanas en San Miguel (Av. Roosevelt), inundación por superación de capacidad de drenaje pluvial en Prados de San Miguel.

Septiembre de 2014: Las precipitaciones en la zona de San Miguel, provocaron inundaciones urbanas en la ciudad migueleña al superar la capacidad hidráulica del sistema de drenaje. Ocurrió los días **6 de septiembre, 8 de septiembre y 24 de septiembre.**

Junio de 2015: Inundaciones urbanas en el municipio de San Miguel debido a la intensidad de la lluvia registrada.

Octubre de 2015: Se reportan afectaciones por inundaciones urbanas en los departamentos de San Miguel, La Paz y San Salvador, donde la escorrentía superficial generada por las lluvias supera la capacidad de drenaje de los sistemas de drenaje pluvial, generando inundaciones de corta permanencia, que dificultaron la circulación en calles y avenidas.

Julio 2016: Se registra el colapso del drenaje pluvial en la ciudad de San Miguel inundando algunas calles.

Julio 2017: Se reporta inundaciones urbanas debidas al colapso del drenaje pluvial en la ciudad de San Miguel.

Mayo 2018: Lluvias intensas en horas de la tarde, ocasionaron inundación urbana en el municipio de San Miguel debido a la obstrucción de la red de drenajes.

Junio 2018: San Miguel reporta inundaciones urbanas por fuertes lluvias en el área urbana.

Agosto 2018: Debido a las lluvias registradas entre el 08 y el 09 de agosto, se reportan inundaciones urbanas en la ciudad de San Miguel, debido al colapso de la red de drenaje y lluvias intensas.

Septiembre 2018: Se reportaron lluvias intensas que ocasionaron inundaciones en Apopa: Av. Quirino. Colonia San Francisco, Agua Zarca y San Sebastián. En Ciudad de San Miguel, Av. Roosevelt, se registro lluvia intensa localizada específicamente en el área urbana.

Octubre 2018: Lluvias intensas muy localizadas provocaron inundaciones urbanas en diferentes puntos, principalmente en calles, en el municipio de San Miguel.

Mayo 2019: Calles inundadas en Ciudad de San Miguel. Av. Roosevelt y alrededores.

Junio 2019: Reportan por redes sociales inundaciones urbanas en San Miguel, sobre la avenida Roosevelt y en el hospital San Juan de Dios.

Julio 2019: Protección civil reporta inundaciones en zona urbana de ciudad de San Miguel, en diferentes puntos de la avenida Roosevelt y alrededores.

Septiembre 2019: Inundaciones urbanas leves en Ciudad de San Miguel.

Octubre 2019: Inundaciones urbanas en ciudad de San Miguel.

La última inundación un gran de impacto tuvo lugar el 4 de octubre de 2020, en la red social Twitter varias usuarias reportaban imágenes y videos de la inundación avenida Roosevelt y periódicos como Diario El Mundo colocaban en sus titulares, “Protección Civil reportó la tarde de este domingo que la obstrucción de los tragantes en San Miguel, debido a la acumulación de basura, generaron inundaciones en centro de ese municipio.”

Figura 33

Inundación del día 4 de octubre de 2020.



4.1.6. *Materiales de la Calle Chaparrastique a Calle Cantón El Amate.*

De la cota 0+000 a 1+180, el material de la calle es de pavimento Asfáltico.

De la cota 1+181 a 1+880, el material de la calle es de pavimento de concreto.

De la cota 1+881 a 2+438, el material de la calle es de pavimento asfáltico.

4.1.7. *Uso del suelo,*

En la zona de la microcuenca El Amate, el tipo de suelo correspondiente al grupo de los andisoles; los cuales se caracterizan por tener una alta capacidad de retención de la humedad y se reconocen por: tener una sensación de talco al tacto, apariencia bastante fina y son bastante porosos.

En cuanto a la vegetación es mayor en la parte alta y media de la microcuenca El Amate que en la parte baja de la misma, esto debido al crecimiento residencial que ha tenido la zona a lo largo de los años. En el caso de la lotificación Santana se observa varios terrenos donde los pobladores los utilizan para la siembra de maíz.

En cuanto al uso del suelo se distinguen los siguientes: Uso habitacional; en toda la microcuenca encontramos lotificaciones aledañas a la Calle Chaparrastique o Calle Cantón El Amate, así como también colonias como la Hispana, Santa María entre otras.

4.2. Levantamiento topográfico

Se realizó la toma de datos del área en estudio a través de un levantamiento topográfico por medio de estación total, definiendo de esta manera la planimetría y altimetría del terreno, para posteriormente exportar los puntos y procesar la información en civil 3d y Hec Ras.

4.3. Uso de civil 3D

Se importaron los puntos obtenidos del levantamiento topográfico medidos con estación total, con el objetivo de obtener la superficie del terreno y describir las pendientes y direcciones del agua, estas características son necesarias para delimitar las áreas que pertenecen a la cuenca y transmiten agua al punto de interés, de esta manera se podrá delimitar el parteaguas.

4.4. División de lotes, calles y aceras.

Esta división se obtuvo georreferenciando los puntos obtenidos en el levantamiento topográfico con la imagen satelital de civil 3d para poder realizar el cálculo del área de calles, aceras, jardines y techos

4.5. Creación del perfil de la calle amate

El alineamiento vertical se utilizará para obtener las secciones del terreno natural con las elevaciones de cada estacionamiento, es de vital importancia porque permite conocer con la simulación hidráulica las zonas y los puntos que están propensos a inundación.

4.6. Creación del parteaguas

El parteaguas es un elemento fundamental para el análisis de una cuenca, establece en qué dirección va a escurrir el agua generada por la lluvia. En la figura se observa que a través de la herramienta de AutoCAD Civil 3D “gota de agua” en herramientas de superficie se delimito las corrientes de agua que convergen en la calle de interés, al obtener estas corrientes se define el parteaguas de la cuenca.

El parteaguas se utiliza para determinar el área que afectara la zona de estudio para el cálculo de caudales y la simulación hidrológica en el software HEC RAS, además permitirá la caracterización de la cuenca de estudio a través del área, perímetro, altura máxima, altura mínima, etc.

4.7. Caracterización de la cuenca

La caracterización de la cuenca hidrográfica en la investigación incluye las características físicas de la cuenca en estudio y mediante estas características poder describir su comportamiento y las problemáticas que presenta una tormenta.

En la caracterización de la cuenca se describen parámetros como el área, perímetro, cotas máximas y mínimas, curva hipsométrica, frecuencia de altitudes, pendiente promedio, longitud del curso principal, tiempo de concentración, pendiente del cauce principal

4.7.1. Área

Se define como la superficie en proyección horizontal delimitada por el parteaguas, medida a través de la superficie creada en CIVIL 3D con el levantamiento topográfico en campo.

$$A = 509826.17 \text{ m}^2$$

4.7.2. Perímetro

Es la longitud del contorno del área de la cuenca delimitado por su parteaguas, medido a través de la superficie creada en CIVIL 3D.

$$P = 5640.30 \text{ m}$$

Cotas máximas y mínimos

$$Z_{max} = 103.69 \text{ m}$$

$$Z_{min} = 56.01 \text{ m}$$

4.7.3. Curva hipsométrica

Para el cálculo de la elevación media de la cuenca se escoge el método de la curva hipsométrica.

Es la representación gráfica del relieve de una cuenca y representa el estudio de la variación de la elevación de los varios terrenos de la cuenca con referencia al nivel medio del mar. Esta variación puede ser indicada por medio de un gráfico que muestre el porcentaje de área de drenaje acumulada que existe por encima o por debajo de varias elevaciones.

Dicho grafico se puede determinar planimetrando las áreas entre curvas de nivel. La curva hipsométrica relaciona el valor de la cota en las ordenadas con el porcentaje de área acumulada en las abscisas.

Para su construcción se grafican con excepción de los valores máximos y mínimos de cota encontradas, los valores medios de cota de cada intervalo de clase contra su correspondiente

área acumulada, el valor de la cota mayor encontrado será el 0% del porcentaje de área acumulada y al valor mínimo le corresponde el 100% del área acumulada.

La elevación media por este método es la ordenada que corresponde al 50% de las áreas acumuladas.

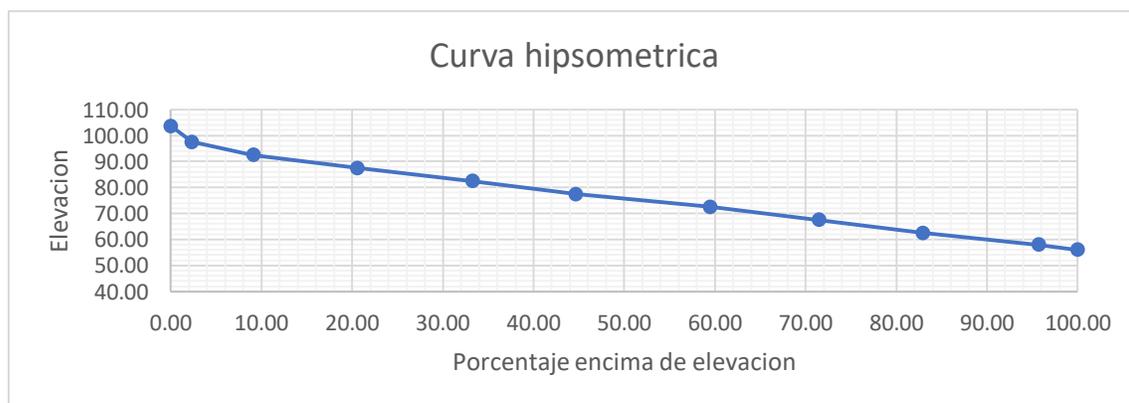
Tabla 20

Elevación Media.

Curvas de nivel (m)	Área (m ²)
56.012 – 60	22025.14
60 – 65	65231.56
65 – 70	58383.44
70 – 75	61377.75
75 – 80	75367.37
80 – 85	58109.11
85 – 90	64890.91
90 – 95	58592.11
95 – 100	34564.17
100 – 103.693	11691.63

Tabla 21*Áreas Acumuladas.*

Altitud	Áreas	Áreas acumuladas	Áreas por encima de la altitud	% total	% total por encima de la altitud
56.01	0	0	510233.19	0.00	100.00
58.01	22025.14	22025.14	488208.05	4.32	95.68
62.5	65231.56	87256.7	422976.49	12.78	82.90
67.5	58383.44	145640.14	364593.05	11.44	71.46
72.5	61377.75	207017.89	303215.3	12.03	59.43
77.5	75367.37	282385.26	227847.93	14.77	44.66
82.5	58109.11	340494.37	169738.82	11.39	33.27
87.5	64890.91	405385.28	104847.91	12.72	20.55
92.5	58592.11	463977.39	46255.8	11.48	9.07
97.5	34564.17	498541.56	11691.63	6.77	2.29
103.693	11691.63	510233.19	0	2.29	0.00

Figura 34*Curva Hipsométrica.*

4.7.4. Frecuencia de altitudes

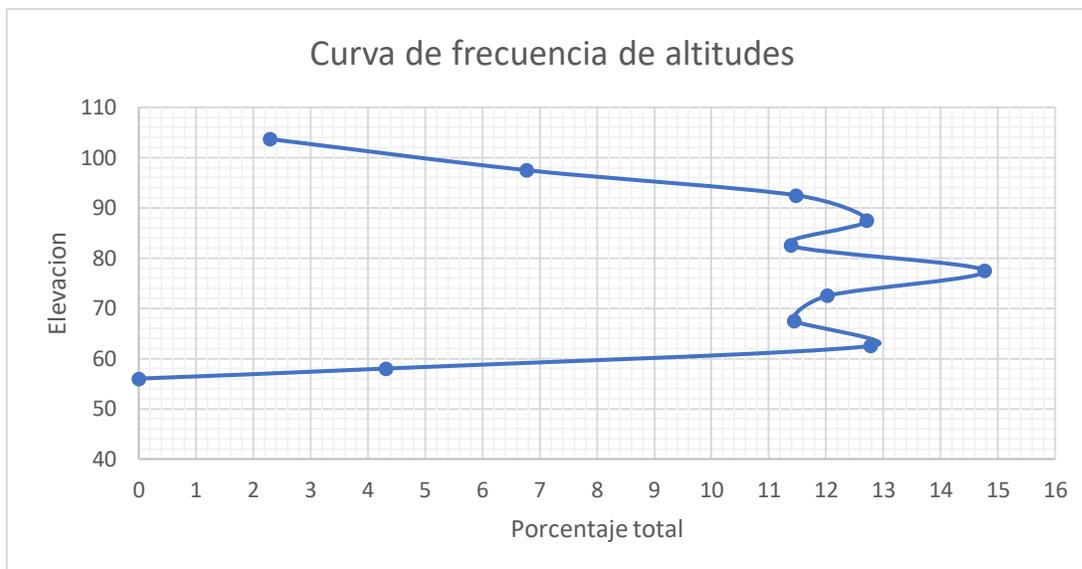
Altitud media, más frecuente, altitud de frecuencia media

Para su cálculo se necesita la curva de frecuencia de altitudes que representa gráficamente la distribución en porcentajes de las superficies ocupadas por diferentes altitudes a partir de los datos obtenidos en la curva hipsométrica.

Tabla 22

Frecuencia de Altitudes.

Altitud	Áreas	% total
56.01	0	0.00
58.01	22025.14	4.32
62.5	65231.56	12.78
67.5	58383.44	11.44
72.5	61377.75	12.03
77.5	75367.37	14.77
82.5	58109.11	11.39
87.5	64890.91	12.72
92.5	58592.11	11.48
97.5	34564.17	6.77
103.693	11691.63	2.29

Figura 35*Curva de Frecuencia de altitudes.*

Altitud media: Altura media de la curva hipsométrica.

$$h_m = \frac{56.012 \text{ m} + 103.693 \text{ m}}{2}$$

$$h_m = 79.85 \text{ m}$$

Altitud más frecuente: Altura con mayor porcentaje total de la curva de frecuencia de altitudes.

$$h_f = 78 \text{ m}$$

Altitud de frecuencia media: Altura del punto de abscisa media de la curva hipsométrica.

$$h_{fm} = 75 \text{ m}$$

4.7.5. *Pendiente promedio*

Esta característica controla en buena parte la velocidad con que se da la esorrentía superficial y afecta por lo tanto el tiempo que lleva al agua de la lluvia para concentrarse en los lechos pluviales que constituyen la red de drenaje natural de la cuenca.

Para determinar la pendiente ponderada de una cuenca hidrográfica tiene como punto de partida sus curvas de nivel. Es decir que, midiendo la longitud total de todas las curvas de nivel, el área de drenaje y la diferencia consecutiva de cota entre curvas de nivel, se puede hallar la pendiente promedio ponderada de una cuenca determinada.

Figura 36

Pendiente Promedio.

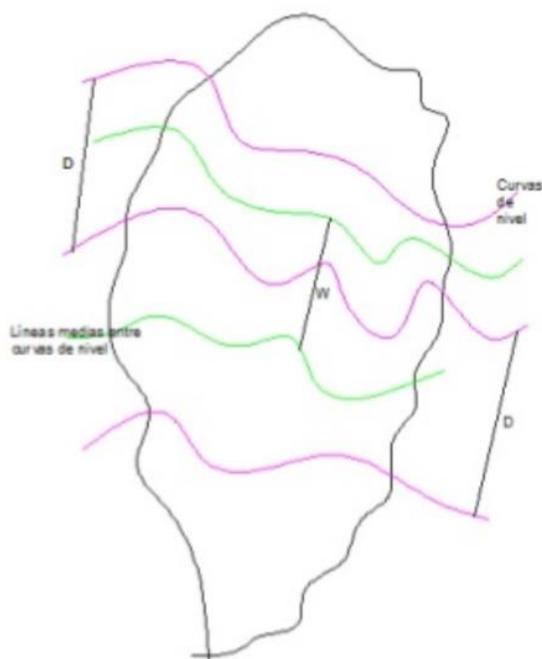


Tabla 23*Pendiente Promedio.*

Curvas de nivel (m)	Longitud de curva (m)	Líneas medias entre curvas	Desnivel	
			entre líneas medias (m)	D x L
56.012	24.82	56.012 – 57.50	1.488	36.93
60	194.64	57.50 – 62.50	5	973.20
65	433.57	62.50 – 67.50	5	2167.85
70	249.37	67.50 – 72.50	5	1246.85
75	406.82	72.50 – 77.50	5	2034.10
80	456.84	77.50 – 82.50	5	2284.20
85	428.50	82.50 – 87.50	5	2142.50
90	440.79	87.50 – 92.50	5	2203.95
95	206.15	92.50 – 97.50	5	1030.75
100	364.70	97.50 – 102.50	5	1823.50
103.693	28.86	102.50 – 103.693	1.193	34.43
Total				15978.26

$$S_m = \frac{\sum D_i L_i}{A}$$

$$S_m = \frac{15978.26}{509826.17}$$

$$S_m = 0.0313$$

$$S_m = 3.13\%$$

4.7.6. Longitud del curso principal

Se asocia a la longitud de la corriente que pasa por la salida de la cuenca o punto de interés

$$L = 2437.81 \text{ m}$$

4.7.7. Tiempo de concentración

Se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de interés. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante, el punto hidrológicamente más alejado es aquel desde el que el agua de escorrentía emplea más tiempo en llegar a la salida.

Se propone el método de Kirpich debido a la simplicidad de los datos en su cálculo que considera la longitud del cauce principal y su pendiente promedio:

$$T = 0.02 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$T = 0.02 (2437.81)^{0.77} (0.0313)^{-0.385}$$

$$T = 30.78 \text{ minutos}$$

4.7.8. Pendiente del cauce principal

Uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta es la pendiente del cauce principal, debido a que esta pendiente varía a lo largo del cauce, es necesario definir una pendiente media.

Se propone el método de la pendiente uniforme, en este método se relaciona el desnivel que hay entre los extremos del cauce y la proyección horizontal de su longitud

Se hará uso del alineamiento vertical del cauce principal para obtener la proyección horizontal.

$$S = \frac{H}{L}$$

$$S = \frac{103.693 - 56.012}{2437.81}$$

$$S = 0.0195$$

$$S = 1.95\%$$

4.7.9. Coeficiente de escorrentía

Tabla 24

Coeficiente de escorrentía.

Coeficiente de escorrentía (C)				
Superficie	Periodo de Retorno (años)			
	2	5	10	25
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88
Zonas verdes	0.25	0.28	0.30	0.34

4.7.10. Intensidad de lluvia

Tabla 25

Tabla de Intensidad de lluvia.

Intensidades de lluvia (I)		
Periodo de Retorno (años)	Intensidad mm/min	
	(60 min)	mm/h
2	0.84	50.4
5	1.11	66.6
10	1.29	77.4
25	1.52	91.2

4.7.11. Área de análisis

Tabla 26

Porcentaje de área de análisis.

Área de análisis (A)			
Superficie	Área (m ²)	Área	Área
		(km ²)	(ha)
Techo	183981.75	0.18	18.40
Jardín	793421.30	0.79	79.34
Calles	137986.31	0.14	13.80
Aceras	34496.58	0.03	3.45

Tabla 27*Área de Análisis.*

Área de análisis (A)			
Superficie	Área (m ²)	Área (km ²)	Área (ha)
Techo	249029.87	0.25	24.90
Jardín	166019.91	0.17	16.60
Calles	52207.89	0.05	5.22
Aceras	42568.51	0.04	4.26

4.7.12. Cálculo de caudales.

$$Q = \frac{CIA}{3600}$$

Techo: 5 años

$$Q = \frac{(0.80)(66.6 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(249029.87 m^2)}{3600}$$

$$Q = 3.69 \frac{m^3}{s}$$

Techo: 10 años

$$Q = \frac{(0.83)(77.4 \frac{mm}{h})(249029.87 m^2)}{3600}$$

$$Q = 4.44 \frac{m^3}{s}$$

Techo: 25 años

$$Q = \frac{(0.88)(91.2 \frac{mm}{h})(249029.87 m^2)}{3600}$$

$$Q = 5.55 \frac{m^3}{s}$$

Jardín: 5 años

$$Q = \frac{(0.80)(66.6 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(166019.91 m^2)}{3600}$$

$$Q = 2.46 \frac{m^3}{s}$$

Jardín: 10 años

$$Q = \frac{(0.83)(77.4 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(166019.91 m^2)}{3600}$$

$$Q = 2.96 \frac{m^3}{s}$$

Jardín: 25 años

$$Q = \frac{(0.88)(91.2 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(166019.91 m^2)}{3600}$$

$$Q = 3.70 \frac{m^3}{s}$$

Calle: 5 años

$$Q = \frac{(0.77)(66.6 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(52207.89 m^2)}{3600}$$

$$Q = 0.74 \frac{m^3}{s}$$

Calle: 10 años

$$Q = \frac{(0.81)(77.4 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(52207.89 m^2)}{3600}$$

$$Q = 0.91 \frac{m^3}{s}$$

Calle: 25 años

$$Q = \frac{(0.86)(91.2 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(52207.89 m^2)}{3600}$$

$$Q = 1.14 \frac{m^3}{s}$$

Aceras: 5 años

$$Q = \frac{(0.77)(66.6 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(42568.51 m^2)}{3600}$$

$$Q = 0.61 \frac{m^3}{s}$$

Aceras: 10 años

$$Q = \frac{(0.81)(77.4 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(42568.51 m^2)}{3600}$$

$$Q = 0.74 \frac{m^3}{s}$$

Aceras: 25 años

$$Q = \frac{(0.86)(91.2 \frac{mm}{h} \times \frac{1 m}{1000 mm})(42568.51 m^2)}{3600}$$

$$Q = 0.93 \frac{m^3}{s}$$

Tabla 28*Periodo de retorno.*

Periodo de retorno	Caudales (m ³ /s)		
	5	10	25
Techo	3.69	4.44	5.55
Jardín	2.46	2.96	3.7
Calles	0.74	0.91	1.14
Aceras	0.61	0.74	0.93
Total	12.5	19.05	36.32
Cada 20 m	0.102	0.155	0.295

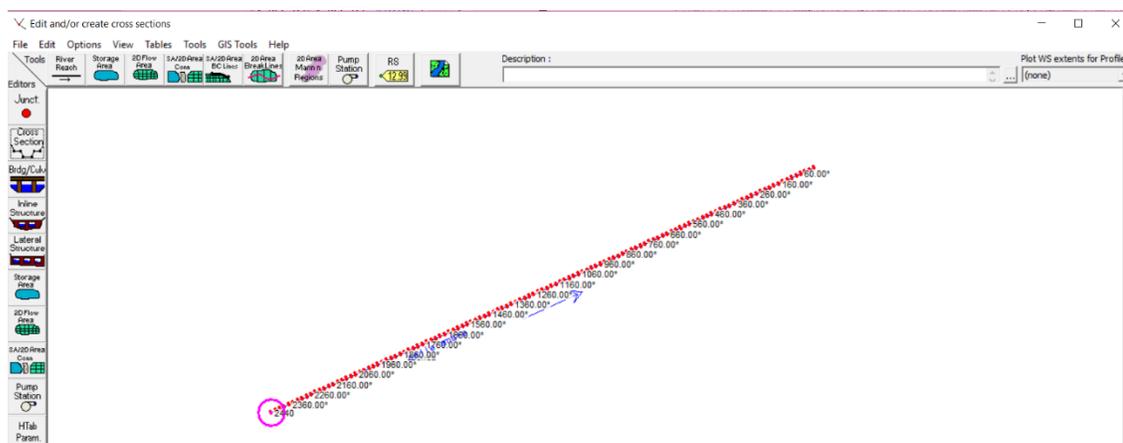
4.8. Uso de HEC RAS

Se establece inicialmente el sistema de unidad con el que se trabara el proyecto, se define el sistema métrico. Previamente se crea una carpeta para el proyecto, ya que a medida que se introducen los datos se crean archivos y se guardan los parámetros hidráulicos de la cuenca.

4.8.1. Crear datos geométricos

Se crearon los datos geométricos del cauce principal a partir de los estacionamientos obtenidos en el alineamiento horizontal de CIVIL 3D. Para comenzar a trabajar se creó el esquema del rio o cauce de tramo a tramo activando la herramienta “River Reach” en el campo de edición geométrica.

La geometría que se obtiene en el alineamiento horizontal de CIVIL 3D presenta curvas y quiebres, para fines prácticos se dibuja un tramo recto debido a que el programa calcula siempre el flujo en 1-D.

Figura 37*Programa HEC-RAS.*

4.8.2. Crear datos de secciones transversales

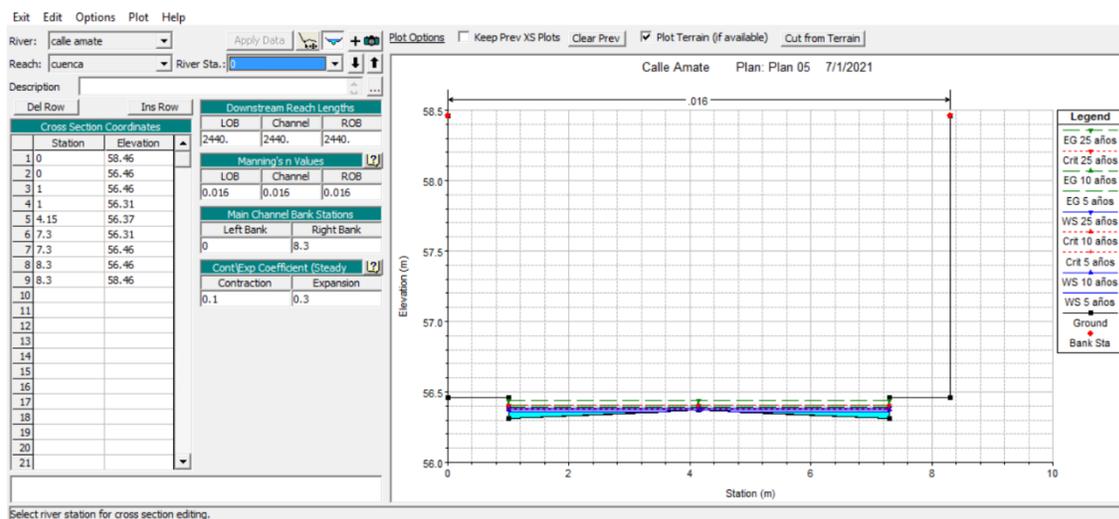
Para su creación se utiliza la herramienta “Cross Section” donde se determinó los límites del área de estudio, ancho de la calle, altura y demás datos geométricos de la sección con el fin de evitar que los datos sean uniformes con alturas o elevaciones iguales y los resultados sean de acuerdo a la realidad al describir detalladamente cada estacionamiento.

Para introducir la primera sección transversal se seleccionó “Options/add a new Cross Section” y se introduce el indicador de la sección que de manera práctica se escribe como el estacionamiento correspondiente.

Para construir la sección transversal se introducen los puntos que la describen en las celdas, “Station” para las abscisas y “Elevation” para las ordenadas y finalmente seleccionando “Apply Data” para visualizar la sección en el lado derecho de la ventana.

Figura 38

Secciones Transversales (Programa HEC-RAS).



En las celdas correspondientes a “Manning’s Values” se ingresa el coeficiente de manning de acuerdo al material existente, el canal puede ser de asfalto, concreto o tierra entre otros y se obtienen de tablas.

Se definen las cotas del ancho del rio en la celda correspondiente a “Main Channel Bank Stations” donde se ingresan las coordenadas en el eje horizontal del punto izquierdo y derecho del canal.

Se realiza el mismo procedimiento con las demás secciones para cada estacionamiento que previamente se determinó cada 20 metros, seleccionando la opción “Options/Copy Section” se introduce el siguiente estacionamiento, en la celda correspondiente a “Downstream Reach Lengths” se define la distancia de 20 metros que indica la distancia hasta la sección aguas abajo, creando así una sección idéntica a la anterior la cual debe ajustarse su elevación de acuerdo al perfil y pendiente del canal, se selecciona la opción “Options/Adjust Elevations” y se introduce la cantidad en metros que se desea subir o bajar la sección transversal, esta cota se calcula con la pendiente del cauce principal y la distancia de 20 metros entre cada sección.

Se continua este procedimiento hasta completar todas las secciones transversales de cada estacionamiento del alimentamiento horizontal.

4.8.3. Crear datos del flujo.

Se opta por un estudio de flujo permanente debido a que para canales abiertos las variaciones con respecto al tiempo podrían variar muy poco. Para HEC RAS es necesario definir el periodo de diseño o los años del proyecto, para ellos se incluyen los registros de lluvias con las curvas IDF, con estos datos se estimaron los caudales para los periodos de diseño propuestos de acuerdo al método racional.

Para su creación se utiliza la opción en la ventana principal del software “Edit/Steady Flow Data” donde se define el número de perfiles que corresponden a los periodos de diseño, se define 3 perfiles con diferentes caudales calculados previamente para cada periodo de diseño.

Figura 39

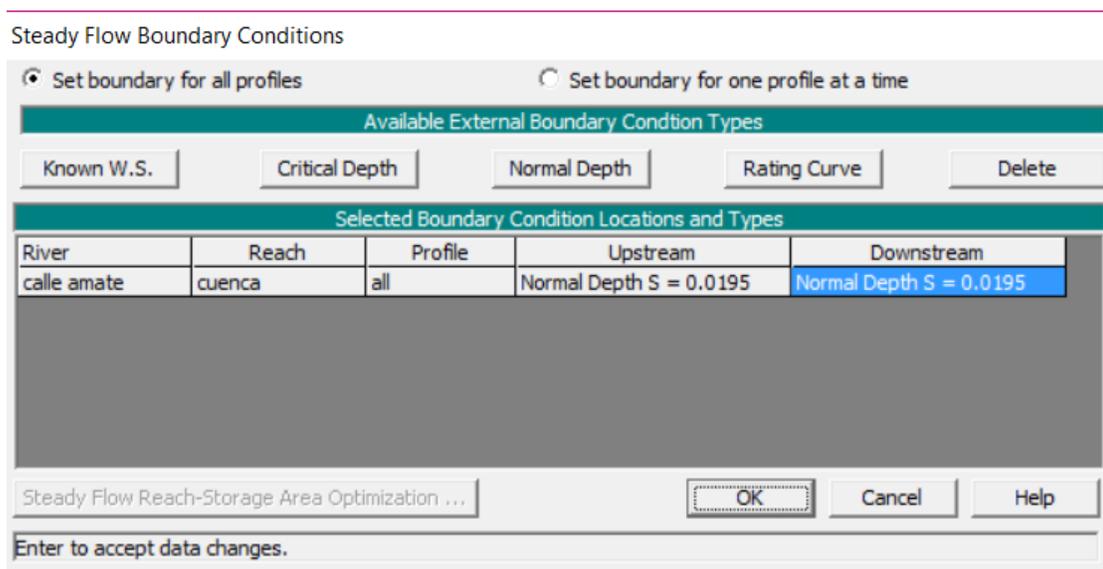
Creación de datos de flujo (Programa HEC-RAS).

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates		
River	Reach	RS	5 años	10 años	25 años
1 calle amate	cuenca	2440	0.102	0.155	0.295
2 calle amate	cuenca	2420.00*	0.102	0.155	0.295
3 calle amate	cuenca	2400.00*	0.102	0.155	0.295
4 calle amate	cuenca	2380.00*	0.102	0.155	0.295
5 calle amate	cuenca	2360.00*	0.102	0.155	0.295
6 calle amate	cuenca	2340.00*	0.102	0.155	0.295
7 calle amate	cuenca	2320.00*	0.102	0.155	0.295
8 calle amate	cuenca	2300.00*	0.102	0.155	0.295

Finalmente se definen las condiciones de contorno en la opción “Reach Boundary Conditions” seleccionando en la ventana “Set boundary for all profiles” de este modo se definen las mismas condiciones para todos los perfiles, a través de la caracterización de la cuenca se obtuvo la pendiente del cauce de manera que se selecciona la condición “Normal Depth” adecuada a situaciones donde el flujo se aproxima al uniforme y se conoce la pendiente del tramo de influencia (1.95%).

Figura 40

Creación de datos de flujo (programa HEC-RAS).



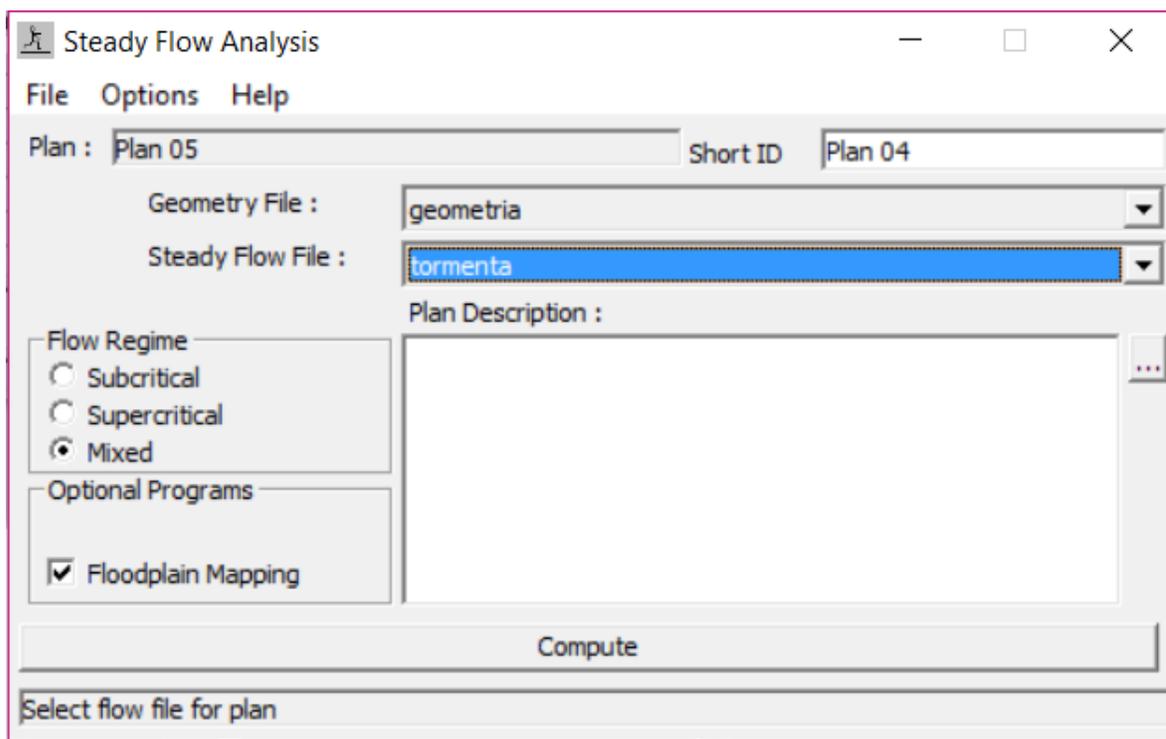
4.8.4. Crear un plan y ejecutar una simulación hidráulica

Una vez definidos todos los parámetros para ser procesador se determina el tipo de régimen de flujo que tiene el canal, en muchos casos se desconoce si son subcríticos o súper críticos, entonces se escoge un régimen mixto de manera que HEC RAS siempre calcularía, aunque entraran sus cálculos en distintas partes con diferentes tipos de régimen del flujo.

Para realizar una simulación hidráulica del cauce es necesario crear un plan que incorpore un fichero de datos de geometría y otro de datos hidráulicos. Para eso se utilizó la opción “Run/Steady Flow Analysis”.

Figura 41

Simulación Hidráulica (Programa HEC-RAS).



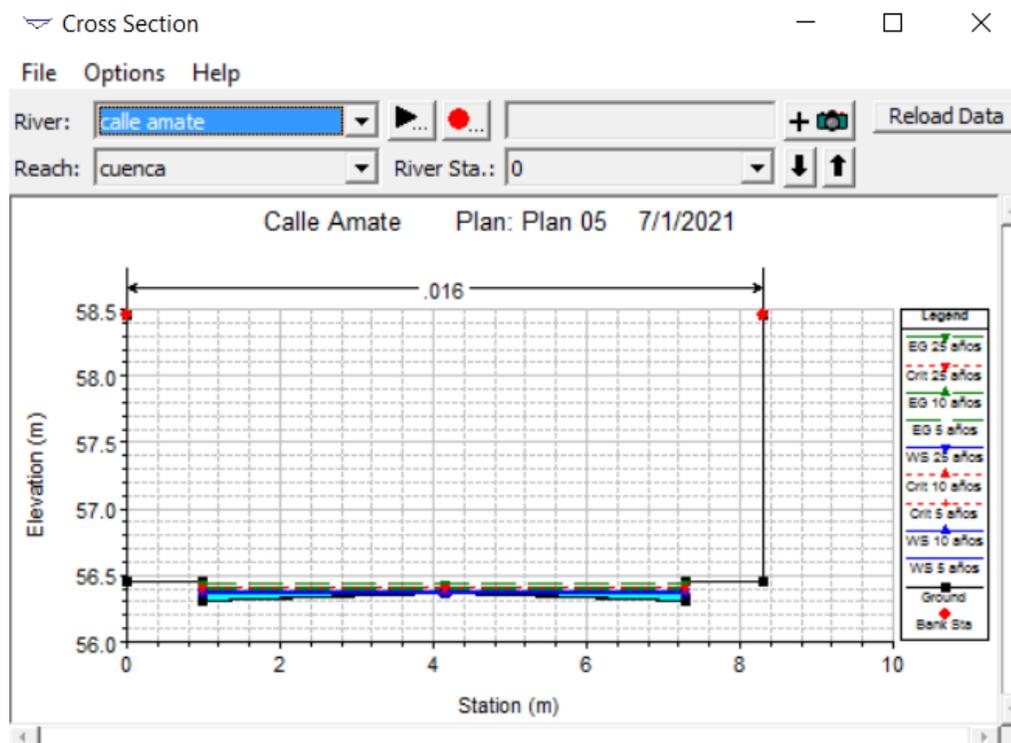
4.8.5. Ver los resultados

Una vez ejecutada la simulación correctamente, se pueden ver los resultados de varias maneras. Dentro del menú “View” en la pantalla principal puede obtenerse las secciones transversales, perfiles de lámina de agua y tablas resumen.

Ejemplo de secciones:

Figura 42

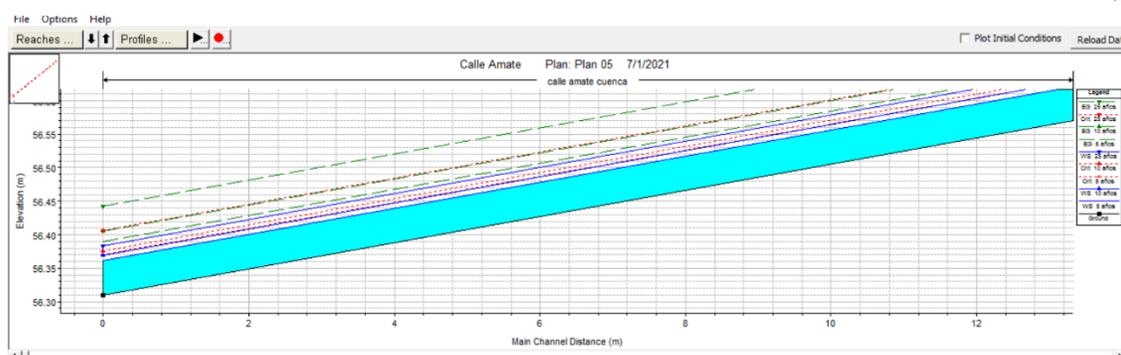
Secciones (Programa HEC-RAS)



Ejemplos, tramo de perfil:

Figura 43

Perfil (Programa HEC-RAS).



4.9. Análisis de la vulnerabilidad.

Con el mapa de vulnerabilidad total se definirá el nivel de vulnerabilidad que presenta la zona de estudio y los factores que tiene más incidencia para luego realizar un informe final donde se detallara lo visto en campo, las condiciones que presenta la zona de estudio entre otros elementos, que nos pueden servir junto al mapa de vulnerabilidad total para dar las conclusiones y recomendaciones necesarias para la zona analizada,

4.9.1. ANÁLISIS DE LA AMENAZA.

La investigación de cada amenaza requiere contar con un grupo de actores, información y métodos de recolección y procesamiento de datos específicos. Sin embargo, para cada una de las amenazas priorizadas es posible tener en cuenta los siguientes principios:

- Investigar las características, tipo e intensidad de la amenaza, así como el territorio afectado. Considerar tanto los eventos del pasado como la probabilidad de una nueva ocurrencia, investigando los procesos generadores de amenazas socio-naturales, sobre todo aquellas asociadas a procesos de desarrollo (por ejemplo, erosión acelerada por prácticas agrícolas inadecuadas).
- Combinar la información científica disponible con los conocimientos y las experiencias vividas por la sociedad expuesta, incluyendo población, instituciones públicas, sector privado y otros.

Figura 44

Variables para realizar el análisis de las amenazas



4.9.1.1. Frecuencia. La frecuencia de ocurrencia de las amenazas se califica como alta (3), media (2) y baja (1), según el número de veces que el evento ha ocurrido en la zona de estudio.

Tabla 29

Frecuencia.

Frecuencia		
Descripción	Valor	Calificación
Evento que se presenta más de una vez en el año o por lo menos una vez en un periodo de uno a tres años	3	ALTA
Evento que se presenta por lo menos una vez en un período de tiempo entre 3 y 5 años.	2	MEDIA
Evento que se presenta al menos una vez en un período de tiempo entre 5 a 20 años	1	BAJA

Tabla 30*Análisis de la frecuencia.*

FRECUENCIA				
AMENAZA	DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN	APRECIACIÓN
Inundación	Evento que se presenta más de una vez en el año o por lo menos una vez en un periodo de uno a tres años	3	ALTA	De acuerdo con los registros históricos de inundaciones del SNET10 en 2019 del mes de mayo a octubre se reportaron siete inundaciones urbanas en la ciudad de san miguel en las cuales recalcan la avenida Roosevelt y sus alrededores, este tipo de inundaciones urbanas son inundaciones pluviales estas se dan debido a la sobrecapacidad del sistema de drenaje.

4.9.1.2. Intensidad. El término hace referencia a la medida cuantitativa y cualitativa de la severidad de un fenómeno en un lugar específico, se calificó como alta (3), media (2) y baja (1). A continuación, se presenta la tabla 2 para determinar el nivel de intensidad.

Tabla 31

Intensidad.

Intensidad		
Descripción	Valor	Calificación
Numerosas personas fallecidas, gran cantidad de personas lesionadas, afectación de grandes extensiones del territorio, afectaciones graves en los recursos naturales, suspensión de servicios públicos básicos y de actividades económicas durante varios meses, pérdidas económicas considerables, graves afectaciones en la infraestructura departamental y un gran número de viviendas destruidas.	3	ALTA
Pocas personas fallecidas, varias personas lesionadas de mínima gravedad, afectación moderada del territorio, afectación moderada de los recursos naturales, afectaciones en las redes de servicios públicos, suspensión temporal de actividades económicas, afectación moderada en la infraestructura departamental, pocas viviendas destruidas y varias viviendas averiadas.	2	MEDIA
Sin personas fallecidas, muy pocas personas lesionadas de mínima gravedad, mínima afectación en el territorio, sin afectación en las redes de servicios públicos, no hay interrupción en las actividades económicas, sin afectación en infraestructura departamental, no hay destrucción de viviendas, ni viviendas averiadas.	1	BAJA

Tabla 32*Análisis de la intensidad.*

INTENSIDAD				
AMENAZA	DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN	APRECIACIÓN
Inundación	Sin personas fallecidas, muy pocas personas lesionadas de mínima gravedad, mínima afectación en el territorio, sin afectación en las redes de servicios públicos, no hay interrupción en las actividades económicas, sin afectación en infraestructura departamental, no hay destrucción de viviendas, ni viviendas averiadas.		BAJA	De los registros de los registros históricos de inundaciones y así como la encuesta realizada en la final calle Chaparrastique; los antecedentes que de conocen de la zona con respecto a las inundaciones y a las afectaciones que se generaran son bajas en los aspectos estructurales y en lo que respecta a los habitantes del lugar, pero las vías se ven afectadas cuando el sistema de drenaje colapsa, por lo cual se toma como una baja intensidad.

4.9.1.3. Territorio afectado. El territorio es el elemento físico compuesto por las porciones de tierra, los ríos, los mares, golfos, puertos, canales, bahías, entre otros, que se encuentran dentro del departamento, los cuales presentan diferentes afectaciones frente a la ocurrencia de fenómenos amenazantes. En la tabla 3 se presenta la descripción de los niveles de afectación en el territorio.

Tabla 33

Territorio Afectado.

Territorio afectado		
Descripción	Valor	Calificación
Más del 80% de su territorio se encuentra afectado	3	ALTA
Entre el 50% y 80% del territorio presenta afectación	2	MEDIA
Menos del 50% del territorio presenta algún tipo de afectación	1	BAJA

Tabla 34*Análisis del territorio afectado.*

TERRITORIO AFECTADO				
AMENA	DESCRIPCIÓN	VALOR	CALIFICACIÓN	APRECIACIÓN
Inundación	Menos del 50% del territorio presenta algún tipo de afectación	1	BAJA	El análisis se realizó en la final calle Chaparrastique y se dividió en tres zonas, de las cuales la zona 1 es la que se ve mayormente afectada por las inundaciones urbanas. ¹¹

4.9.2. *Evaluación de la Amenaza*

La evaluación de la amenaza total se realiza de la siguiente forma:

$$\text{Amenaza (A)} = \text{intensidad (I)} + \text{frecuencia (f)} + \text{Territorio afectado (T)}$$

En la siguiente tabla 4, se observan los intervalos de calificación de las amenazas:

¹¹ Imagen 2: Mapa de Riesgos a Inundaciones en puntos del casco urbano de la ciudad de San Miguel.

Tabla 35*Intervalos de calificación de amenazas.*

INTERVALOS	CALIFICACIÓN DE LA AMENAZA
1-3	BAJA
4-6	MEDIA
7-9	ALTA

Tabla 36*Calificación de la amenaza.*

AMENAZA	
Amenaza	Inundación
Frecuencia	3
Intensidad	1
Territorio Afectado	1
Valor de la amenaza	5
Calificación de la amenaza	Media

Al revisar los resultados de la tabla anterior correspondientes a la calificación de la amenaza, se puede ver que la inundación la Al amenaza es media.

4.10. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Diagnóstico de la encuesta realizada a los habitantes de la final calle Chaparrastique para determinar la vulnerabilidad de la población.

Para determinar el grado de vulnerabilidad de la población que habita en la final calle Chaparrastique de elaboro una encuesta que consta de veinte preguntas las cuales nos permitieron conocer la vulnerabilidad global es decir la vulnerabilidad social, económica, física, institucional y ambiental.

Para la toma de la muestra se tomará en cuenta solo a la población que habita en la final calle Chaparrastique es decir, desde la intersección de la vida avenida Roosevelt hasta la intersección de la calle Chaparrastique con la 23 avenida sur (Ver imagen), este criterio se tomó así ya que en el Plan de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres en la sección mapas (Pag 129) Anexo 3.1: Mapa de Susceptibilidad a inundaciones en el “Mapa de Riesgos a Inundaciones en puntos del casco urbano de la ciudad de San Miguel”, en el punto 2, “2- Calle Chaparrastique y Avenida Roosevelt” (ver imagen 46), el cual coincide con nuestro punto de interés y nos da una pauta que el punto crítico es esté

Figura 45

Ruta de Muestra de Encuestador.



Figura 46

Mapa de riesgo a inundaciones en puntos del casco urbano de la Ciudad de San Miguel.



Así mismo se sabe que es el tramo de la final calle Chaparrastique que intercepta con la avenida Roosevelt es muy transitado por vehículos y por peatones y estos también se ven afectados ante las inundaciones de la zona, según el estudio de Trafico Promedio Diario Anual del MOP en el eje 27 tramo Avenida Roosevelt entre calle Chaparrastique y 1ª Calle Poniente (ver imagen 3) el TPDA es de 35454 vehículos entre livianos y pesados.

Para conocer el número de viviendas en la zona se hizo un estimado mediante la fotogrametría del lugar que se obtuvo antes, se estimó alrededor de 35 vivienda habitacionales y el día que se encuesta a las personas del lugar se contabilizo en campo 40 viviendas habitaciones incluyendo negocios (tiendas, talleres automotrices, comedores, hostales, terrenos sin edificaciones, tortillerías, entre otros), algunas casas estaban habitadas y otras sin habitar, se visitó todos los lugares visitados y en algunos no fue posible pasar la respectiva encuesta ya que no estaba habitado y en otros las personas no estaban dispuestas a realizar dicha encuesta, por

eso la muestra de un total de 40 casas contabilizadas y aplicando el método de poblaciones infinitas se determinó que la muestra será de 20 viviendas encuestadas al azar pero de estas solo fueron posibles encuestar a 12 personas que corresponde a un total de 12 viviendas habitacionales, lo cual si se ve desde punto de vista representa el sesenta por ciento del total de las casas que originalmente se iban hacer encuestadas.

4.10.1. ZONA 1.

Al inicio de la Final Calle Chaparrastique (Ver imagen 47) se puede observar negocios de comida, un lugar de venta de motocicletas, luego podemos seguir caminando y observaremos un peculiar mesón, a simple vista se puede ver que las paredes son de adobe y el techo de teja de barro (ver imágenes zona 1).

Figura 47

Zona 1 e inicio de la final Calle Chaparrastique.



En esta zona tuvimos la oportunidad de encuestar a 5 personas de 5 viviendas habitaciones distintas del mesón, las cuales mencionaron que por lo general cuando se inunda la calle el agua no ingresa a sus viviendas y que solo se inunda la calle y aseguran que sobrepasa en ocasiones la grada al ingreso de las casas, lo peculiar es que todas las viviendas del mesón tiene esta grada de 20 cm, si se sigue caminando nos encontraremos con la Tienda Yahir, al entrar se puede observar que también cuenta con gradas de acceso, desde la tienda Yahir hasta la intersección con la 2ª calle poniente todas las casa son de ladrillo y techos lamina zincalúm y al observar las casas se puede ver que también cuentan con gradas de acceso a las mismas, aquí solo se encuestó una vivienda habitacional de dos niveles, las demás no fue posible ya que no estaban habitadas y en otras las personas no disponían de tiempo para realizar la encuesta.

Del lado izquierdo del inicio de la final calle Chaparrastique, al inicio se puede observar una mini plaza de comedores, más adelante una casa de adobe abandonada y luego un predio baldío después de este predio esta un portón de acceso a la plaza Chaparrastique y más adelante podemos observar más casas habitacionales de las cuales una es una tortillería, al final de calle también hay un predio baldío.

El estado de la calle a simple vista se observa en un estado bueno, salvo que los laterales están en mal estado debido a la acumulación de agua en las cunetas que sale de las viviendas, pero por lo general se observa que es funcional para los vehículos. Esta calle cuenta con un tráfico moderado, pero se genera congestión en las horas pico de tráfico vehicular. Al mismo tiempo es muy transitada por peatones, las aceras del lado derecho (viendo desde el inicio de la final calle Chaparrastique) se encuentran en buen estado, pero las del lado izquierdo hay no e incluso hay secciones en este tramo que no cuenta con acera para peatones.

Imágenes de la zona 1: Tramo Inicio de la final calle Chaparrastique hasta la intersección con la 2ª calle poniente.

Figura 48

Vista del tragante, estado de la calle y Casas de adobe del tramo 1



Figura 49

Estado vial y del drenaje superficial de la final Calle Chaparrastique.



4.10.2. ZONA 2

Figura 50

Zona 2



En este sector de la final calle Chaparrastique se tiene algo muy peculiar, viviendas habitacionales que colindan con el cementerio general de la ciudad, si te sitúas dando la espalda la avenida Roosevelt y viendo en dirección al volcán Chaparrastique, veras al lado derecho cuatro casas habitacionales las que anteriormente se dijo que colindan con el cementerio general.

Estas viviendas generan un gran interés para la presente investigación. La primera casa está construida por dos tipos de materiales la fachada es de lámina y las paredes traseras son de ladrillo, los habitantes de la casa cuentan que llevan viviendo en el lugar más de 20 años y que cuando se inunda la calle la casa no se les ha inundado en ningún temporal, mencionar que esta casa cuenta con un par de gradas para acceder a ella, un factor aún más negativo es que no cuentan con acera es decir el bordillo de la cuneta está pegado a la vivienda lo mismo sucede con las otras tres casa restante de la zona que colindan con el cementerio, si sigue caminado y observando el lado derecho de la calle llegaremos a un sector donde se cuenta con una reducida acera peatonal ya que encima de ella hay algunos árboles pegamos al muro del cementerio general. Del lado izquierdo la calle tenemos viviendas habitacionales construidas con ladrillos y con construcciones de vallas al frente del patio delantero de las viviendas, también están las

oficinas del CENTA San miguel y varias tiendas, así como pupilajes (renta de habitaciones por días), así como terrenos baldíos y vegetación en la zona.

4.10.3. ZONA 3

Figura 51

Zona 3, final Calle Chaparrastique.



Este sector de análisis de la final calle Chaparrastique está determinado entre el tramo de la intersección de la 21^a avenida sur con la calle Chaparrastique y la intersección con la 23^a avenida sur (ver imagen 52). Es una zona donde además de contar con viviendas habitacionales también se encuentran talleres mecánicos, restaurantes y tiendas de productos varios. Cuando se realizaba el levantamiento topográfico con estación total se tomaron fotografías de este sector el día 25 de julio de 2019 en el cual se observada agua con lodo acumulada en la cuneta y desbordamiento en los bordes de la calzada. (ver figuras 52).

Figura 52

Vista del lado izquierdo del inicio del tramo de la intersección de la 21^a Av. Sur con la Calle Chaparrastique y la intersección con la 23^a Av. Sur, el día 25/07/19.



Después de un año el tramo de la intersección de la 21^a avenida sur con la calle Chaparrastique y la intersección con la 23^a avenida sur tiene el mismo aspecto agua acumulada con lodo en la cuneta (ver figuras 53).

Figura 53

Vista del lado izquierdo del inicio del tramo de la intersección de la 21^a Av. Sur con la Calle Chaparrastique y la intersección con la 23^a Av. Sur, el día 10/09/2020

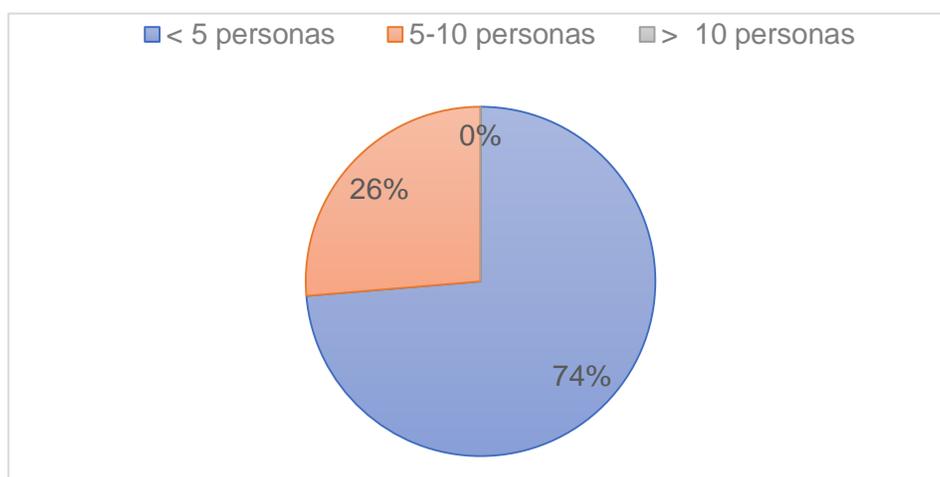


El analizar por separado cada tramo que fue previamente encuestado en la final calle Chaparrastique es de gran importancia para así comprender de una mejor manera la encuesta que se realizó en la zona, ya que algunas viviendas no fue posible encuestarlas ya sea porque no están habitadas, las personas no podían en el momento o no estaban de acuerdo en realizar dicha encuesta. Ahora que se conoce el panorama de la zona se procederá al análisis de cada pregunta realizada en la encuesta.

1. ¿Cuántas personas conforman su hogar?

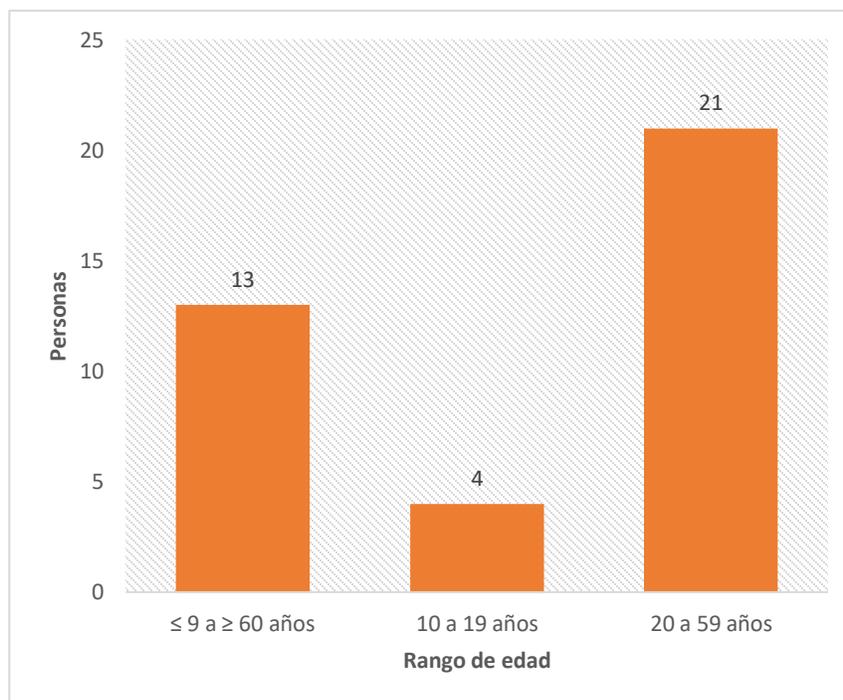
Figura 54

Personas que habitan en las viviendas encuestadas.



En la primera pregunta de la encuesta realizada se pregunta, ¿Cuántas personas conforman su hogar? Gráficamente (ver figura 54) se puede ver que en viviendas encuestadas que estas son habitadas por familias menores a 5 personas en un 73.68 % (28 personas de 38 personas en total) y familias entre 5 a 10 personas en un 26.32 % (10 personas de 38 personas en total), de acuerdo con los parámetros establecidos en esta metodología eso da como resultado una vulnerabilidad baja en el factor poblacional en la variable habitantes por familia.

2. ¿Edad de las personas que conforman su hogar?

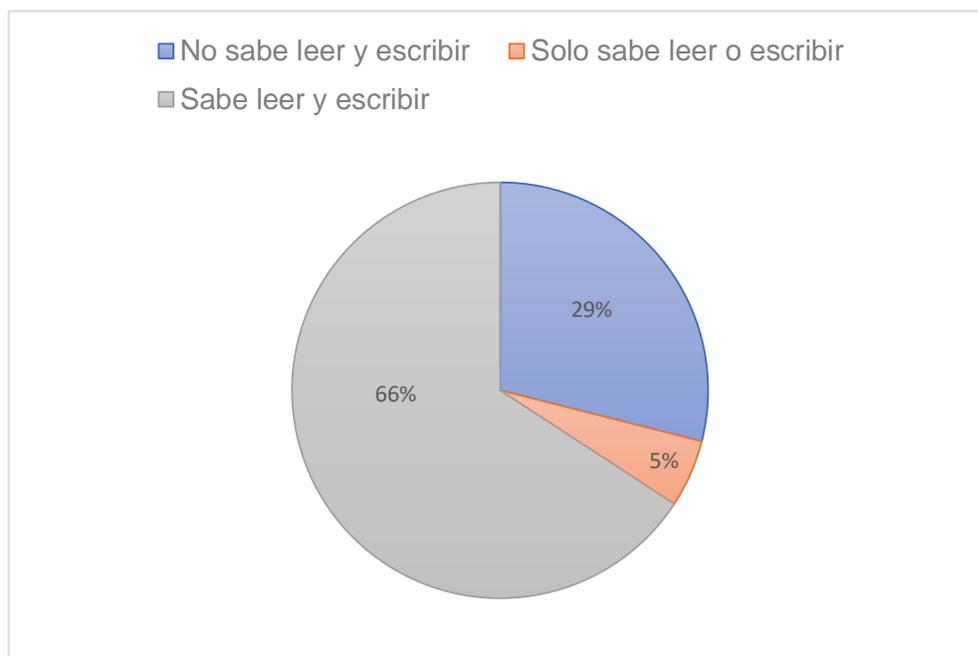
Figura 55*Edad de las personas encuestadas.*

En la siguiente pregunta realizada, ¿Edad de las personas que confirman su hogar? Se observa en el gráfico (ver figura 40) que menores a 9 años y mayores a 60 años del total de casa encuestadas los habitantes de esa edad son 13 personas de 38 personas en total, las personas que se encuentran en el rango de 10 años a 19 años del total de casas encuestas son 4 personas de 38 personas en total y las personas que se encuentran en el rango de 20 años a 59 años del total de las casas encuestadas son 21 personas de 38 personas en total, lo cual resultada con una vulnerabilidad baja en el factor poblacional de la variable edad.

3. ¿En su hogar las personas saben leer y escribir?

Figura 56

Nivel de alfabetización de las personas encuestadas.

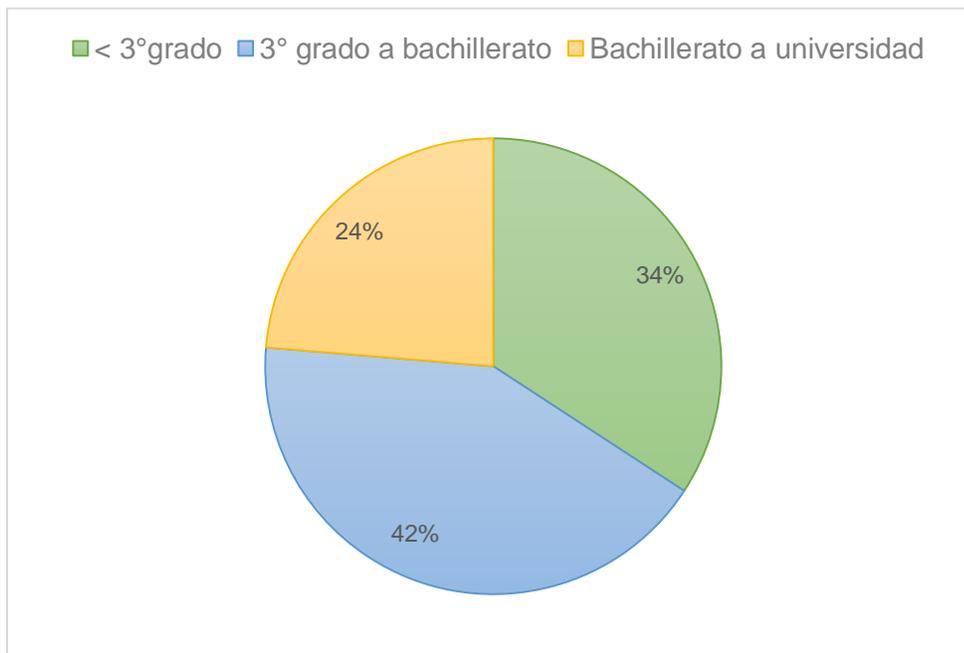


La tercera pregunta de la encuesta realizada es ¿En su hogar las personas saben leer y escribir? Se observa en el gráfico (ver figura 56) que un 68% en los hogares encuestados saben leer y escribir, un 29 % solo saben leer o escribir y tan solo un 5% de las personas en los hogares encuestados no saben leer y escribir, esto da como resultado una vulnerabilidad baja en el factor educativo en la variable alfabetización.

4. ¿Cuál es nivel educativo de las personas que habitan en su hogar?

Figura 57

Nivel Educativo.

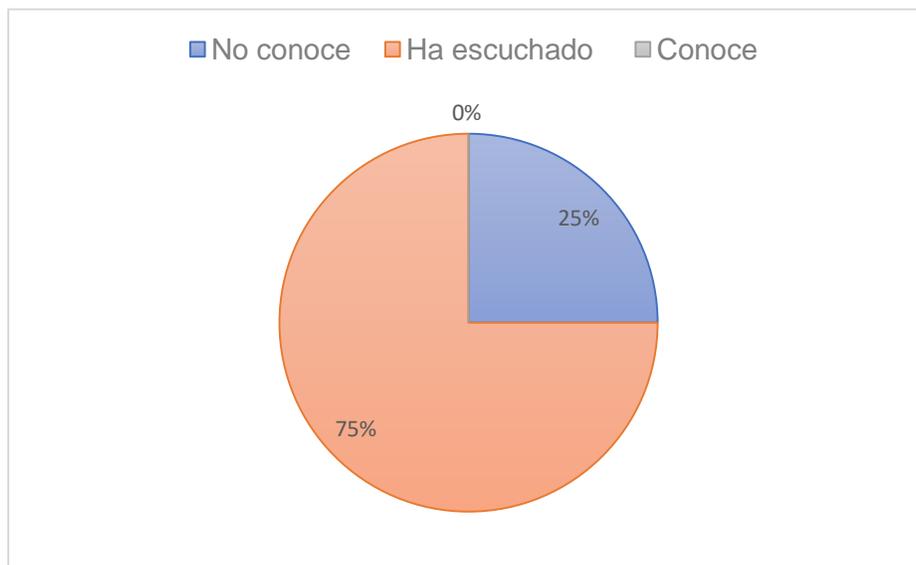


La cuarta pregunta consiste en saber ¿Cuál es el nivel educativo de las personas en su hogar? De los cuales un 24% de los hogares encuestados tienen un nivel educativo entre bachillerato a universidad, bachillerato a universidad, un 34% un nivel educativo menor a 3º grado y un 42% de los hogares encuestados tienen un nivel educativo entre 3º grado a bachillerato, de acuerdo con los parámetros que se establecen en esta metodología la vulnerabilidad en el factor educativo en la variable Nivel Educativo es media.

5. ¿Conoce y/o ha escuchado sobre la prevención de desastres?

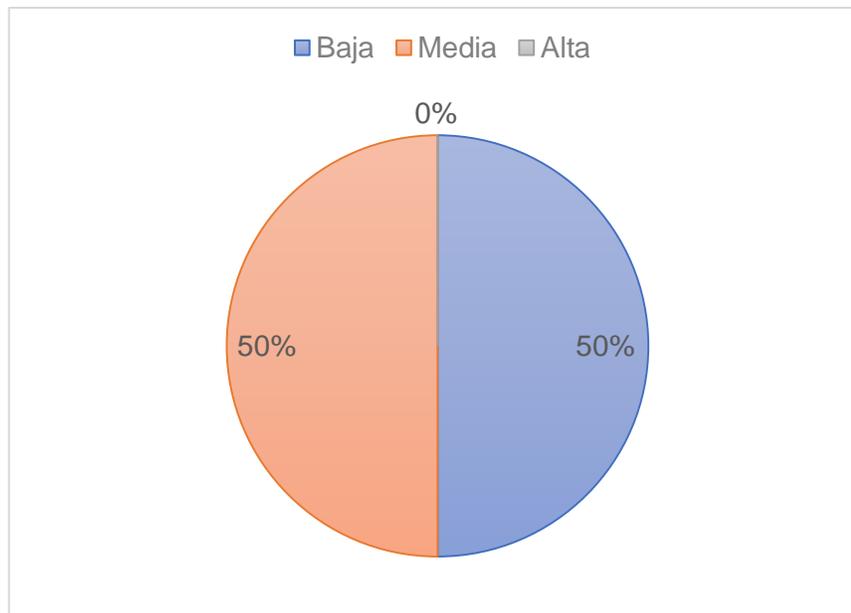
Figura 58

Personas que conocen o han escuchado de prevención de desastres,



En la pregunta, ¿Conoce y/o ha escuchado sobre la prevención de desastres? En la gráfica (ver figura 58) se observa que un 25% no conoce sobre la prevención de desastres y un 75% ha escuchado de la prevención de desastres y un 0% conoce, es necesario recalcar que “escuchar” a “conocer” acerca de un tema es muy diferente pero las personas del lugar tienen una idea sobre la prevención de desastres. De acuerdo con los parámetros establecidos por esta metodología la vulnerabilidad en el factor educativo en la variable prevención de desastres es media.

6. ¿Cuál es su clase social?

Figura 59*Clase social de las personas encuestadas.*

En la pregunta seis se formula la siguiente interrogante, ¿Cuál es su clase social? En el gráfico (ver figura 59) se observa que un 50% de las casas encuestadas presentan una clase social baja y un 50% una clase social media y que ninguna de las casas encuestadas presenta una clase social alta, esta variable tiene relación con los factores de la vulnerabilidad económica que serán analizados más adelante, por lo tanto, la vulnerabilidad para la viable clase social del factor cultura es media.

7. ¿Su barrio cuenta con una organización vecinal?

Figura 60

Organización vecinal.

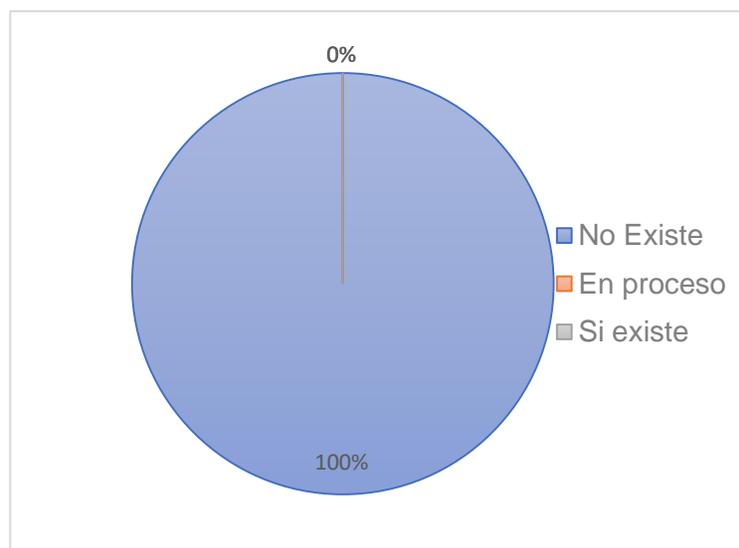


En la pregunta siete de la encuesta realizada es ¿Su barrio cuenta con una organización vecinal? En la cual se observa gráficamente (ver figura 60) que con un 100% de los hogares encuestados contestaron que No existe una organización vecinal en zona. Por lo que la vulnerabilidad para la variable organizaciones comunitarias es Alta.

8. ¿Cuál es la capacidad de respuesta ante las inundaciones de parte de las autoridades en su comunidad?

Figura 61

Capacidad de respuesta ante las inundaciones en la zona.

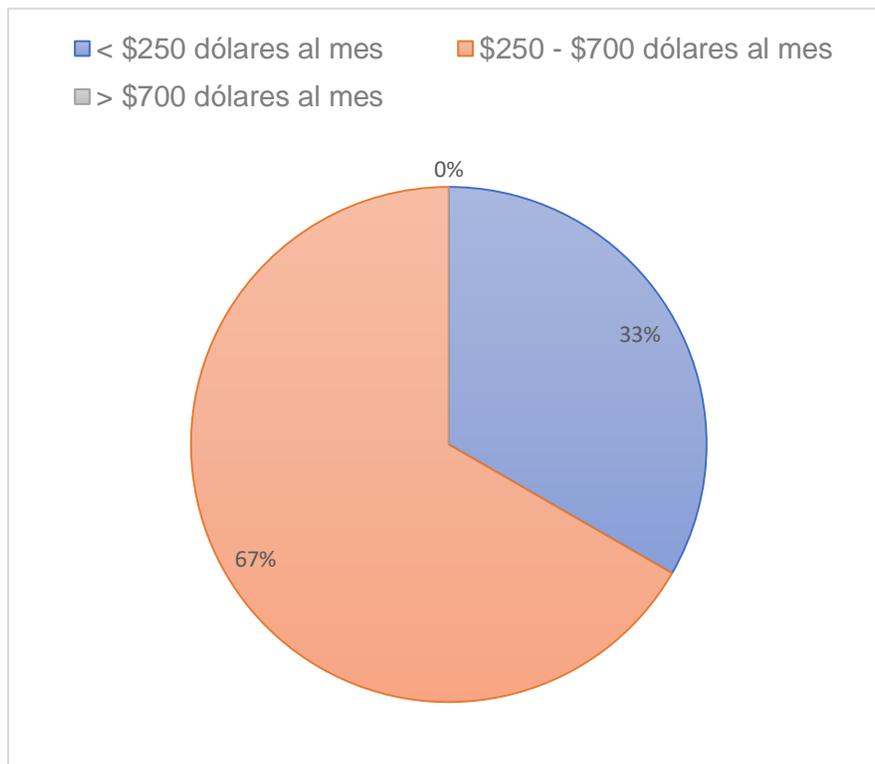


La pregunta ocho es muy similares a la pregunta siete solo que en la pregunta ocho engloba a las autoridades del municipio, la pregunta es la siguiente, ¿Cuál es la capacidad de respuestas ante las inundaciones de parte de las autoridades en su comunidad? En el grafico (ver figura 46) se observa gráficamente que el 100% de los hogares encuestados respondió que No existe una capacidad de respuesta por parte de las autoridades del municipio ante las inundaciones en la zona, lo que la vulnerabilidad para la variable Capacidad de repuesta es Alta.

9. ¿Cuál es el ingreso mensual de su familia?

Figura 62

Ingresos mensuales de las familias.

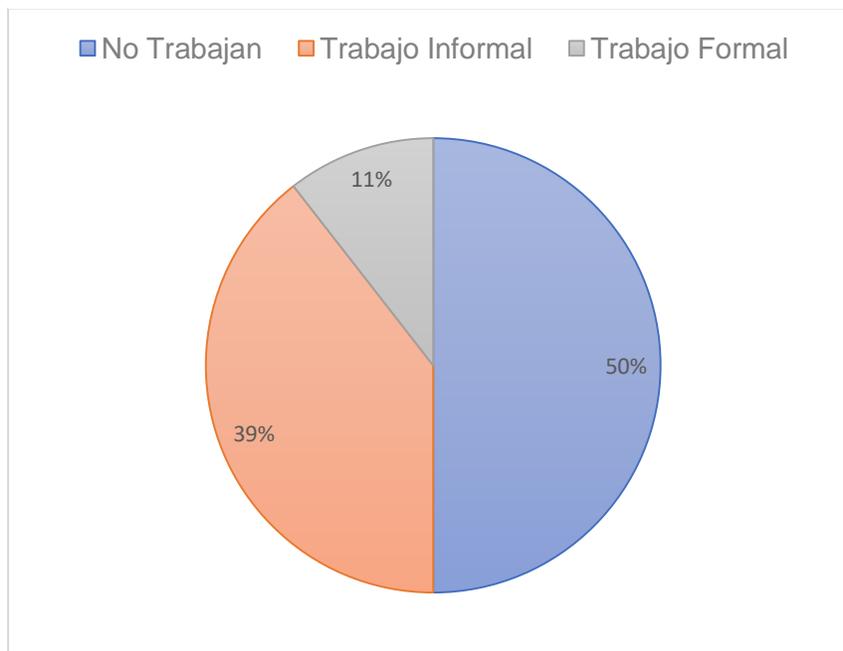


En la pregunta nueve se pregunta acerca de los ingresos mensuales de las familias encuestadas a los que el 33% de los hogares encuestados está en el rango de menos \$250 dólares al mes de ingresos y el 67% los hogares encuestados están en el rango de \$250 a \$700 dólares al mes, lo que la vulnerabilidad para la variable ingresos familiares es media.

10. ¿Cuántos miembros de tu familia tiene un empleo?

Figura 63

Empleo en las familias.

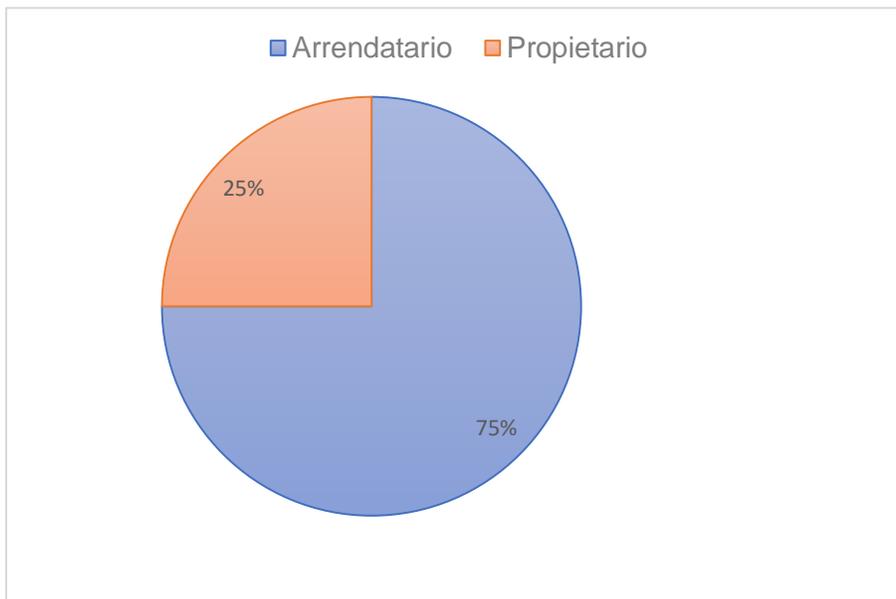


Para la siguiente pregunta ¿Cuántos miembros de tu familia tiene un empleo? En el gráfico (ver figura 48) se observa que el 50% de las personas de los hogares encuestados no trabajan, el 39% tiene un empleo informal y el 11% tiene un empleo formal, las personas que no trabajan en su mayoría son personas que dependen de otros miembros de sus respectivas familias, por lo que la vulnerabilidad para la variable trabajo es media.

11. ¿Es usted propietario de la vivienda?

Figura 64

Propietario de la vivienda.

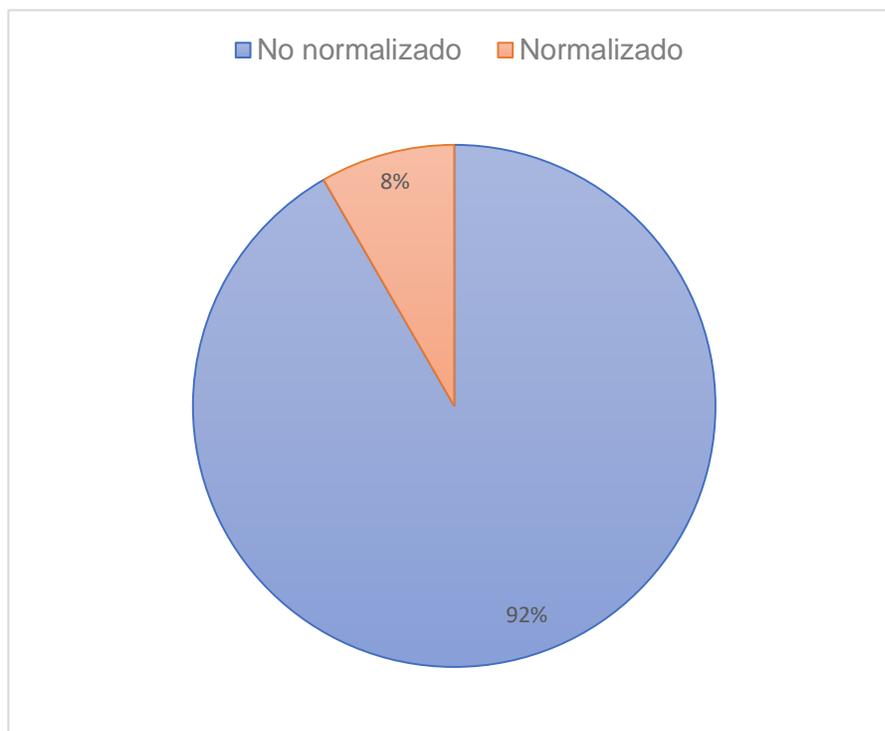


La pregunta once de la encuesta es sobre la tenencia de las viviendas, ¿Es usted propietario de la vivienda? Lo cual el 25% de las personas encuestadas respondieron que son propietarios de sus viviendas y el 75% de las personas encuestadas son arrendatarios de las viviendas en las que viven, lo que la vulnerabilidad de la variable tenencia de la vivienda es alta.

12. ¿Su casa fue diseñada y construida bajo normativa de construcción?

Figura 65

Normativa de construcción para las viviendas.



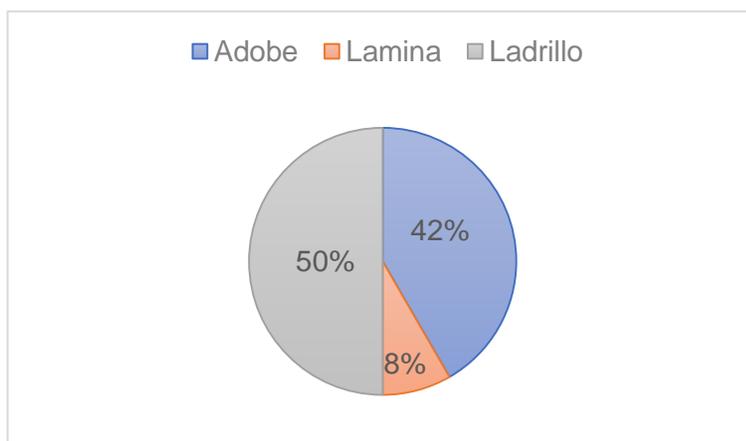
La pregunta doce de la encuesta realizada en la final calle Chaparrastique es acerca del diseño y construcción de las casas de la zona en la cual se pregunta, ¿Su casa fue diseñada y construida bajo normativa de construcción? Y en la gráfica de la figura 12 se observa que el 8% de las viviendas fueron construida mediante normativa constructiva y el 92% fueron construidas sin normativa constructiva por lo que se concluye que la vulnerabilidad para la variable Diseño y Construcción es alta.

13. Materiales de construcción de las paredes, Techos y pisos de su vivienda y estado de estos.

Material de Paredes:

Figura 66

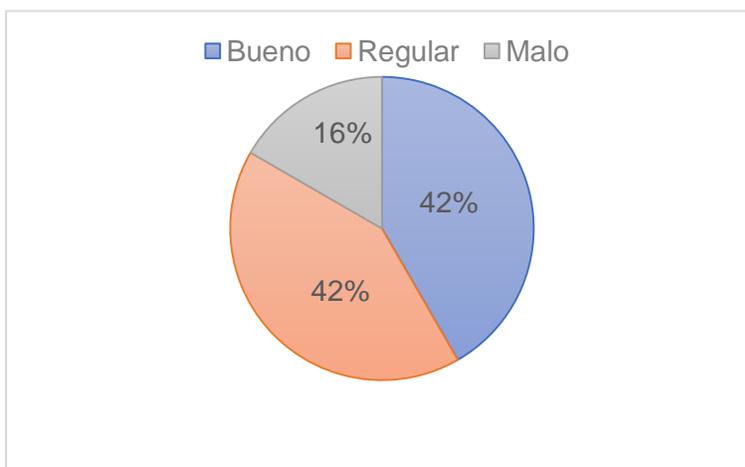
Materiales de Paredes



Estado de Paredes:

Figura 67

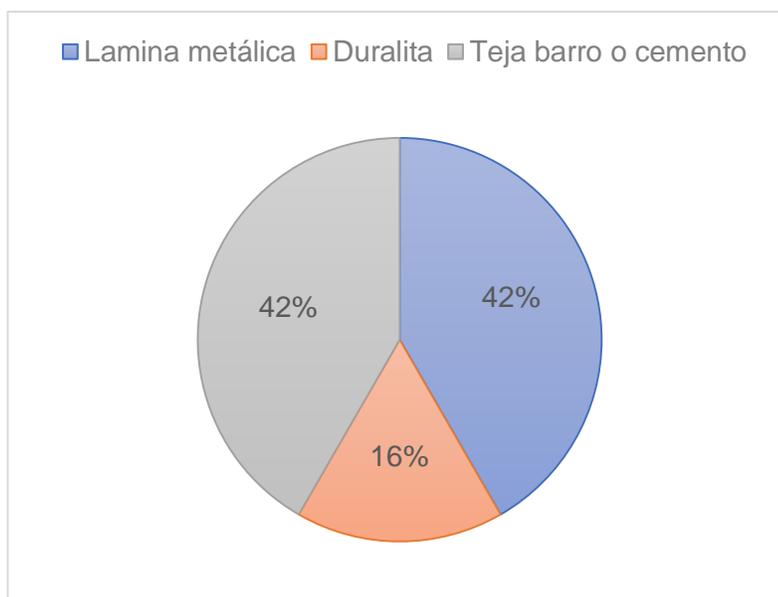
Estado de paredes.



Material del techo:

Figura 68

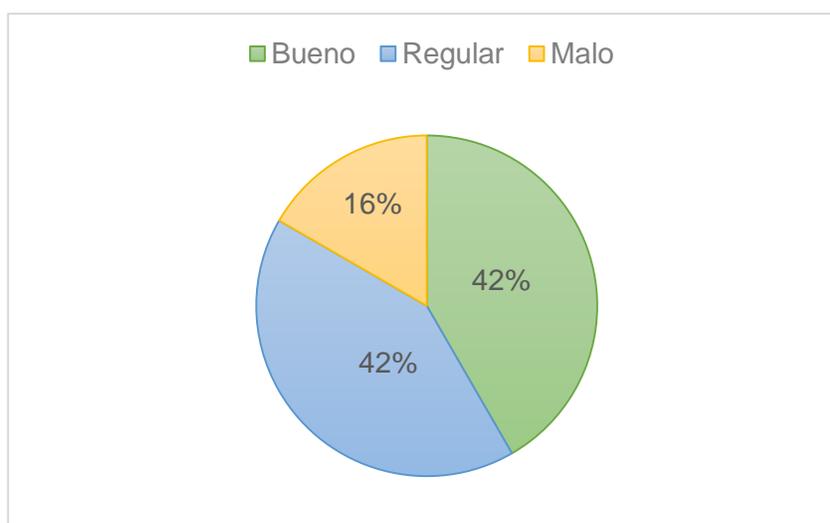
Material de techo.



Estado del techo:

Figura 69

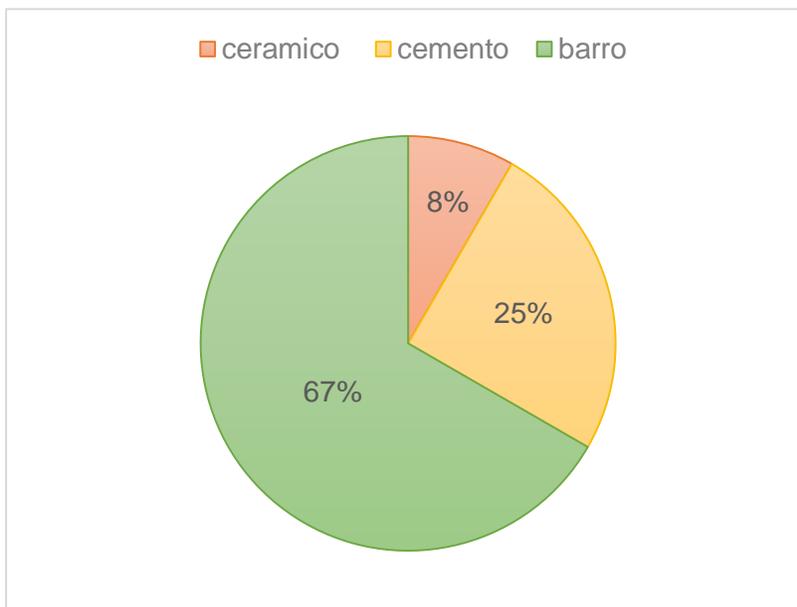
Estado del techo.



Material del piso:

Figura 70

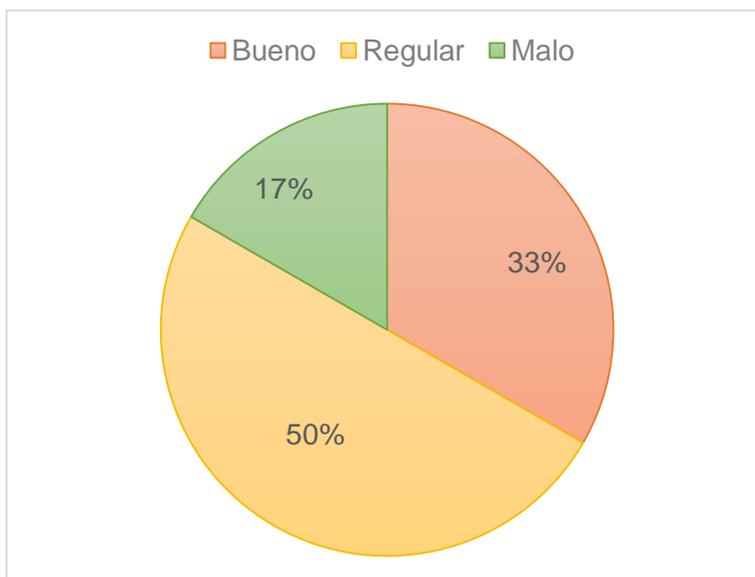
Material del piso.



Estado del piso:

Figura 71

Estado del piso.



La pregunta trece de la cuesta está dirigida a conocer los materiales de las paredes, techos y pisos de las viviendas y el estado de estas, en los gráficos de las figuras 51 a la figura 56 podemos ver gráficamente cada una de las variables como lo son material de paredes y estado de las paredes lo cual el 50% de las paredes son de ladrillo, el 42% son paredes de adobe y el 8% de las paredes son de lámina; así como el estado de las paredes de las cuales el 16% es un estado malos, el 42% es un estado regular y el estado bueno de las paredes es un 42% del total de las viviendas encuestadas.

Así como se observa los datos de las paredes también se tienen los datos del material y estado de los techos de las casas encuestadas de las cuales un 16% es techo de duralita, un 42% el techo de lámina metálica y un 42% techo de teja barro o cemento. El estado de los techos el estado bueno y regular en un 42% para ambas categorías y un 16% de los techos están en un estado malo.

Los materiales del piso de las casas encuestadas el 8% es de piso cerámico, el piso de cemento en un 25% del total de las casas y el 67% es de piso elaborado de material de barro, por otro lado, se tiene el dato del estado de estos materiales los cuales el 17% corresponde a un estado malo de los pisos, el 50% a un estado regular de los pisos y el 33% al estado bueno de los pisos.

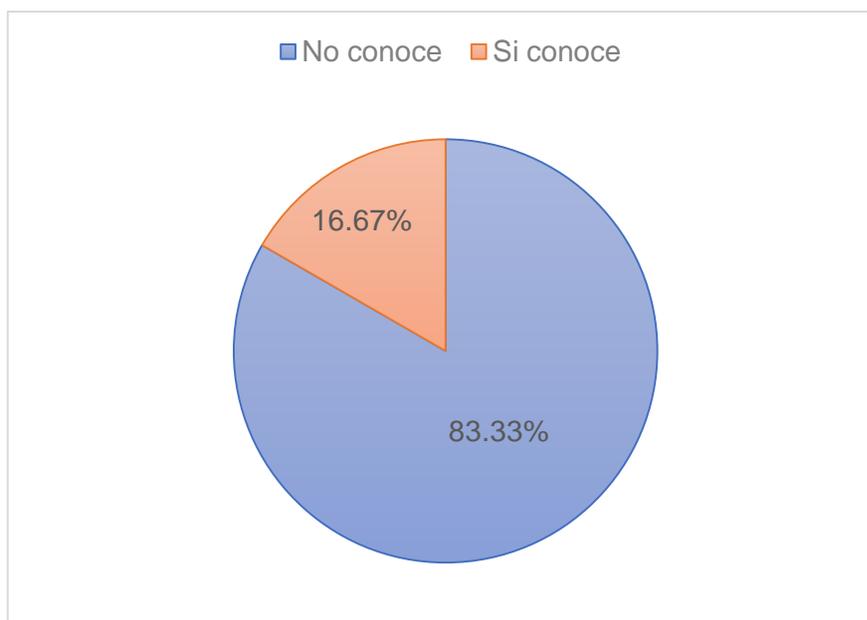
Todos los anteriores datos fueron sacados de las respuestas que dieron las personas encuestadas, de fuentes externas no se encontró ningún registro de la zona con respecto al material de pisos, techos y paredes y el estado de estas.

Teniendo en cuenta el análisis anterior se concluye que la vulnerabilidad para la variable Materiales de construcción es baja.

14. ¿Conoce acerca de la existencia de un centro de albergue en su comunidad?

Figura 72

Conocimiento de las personas sobre los centros de albergues en su comunidad.

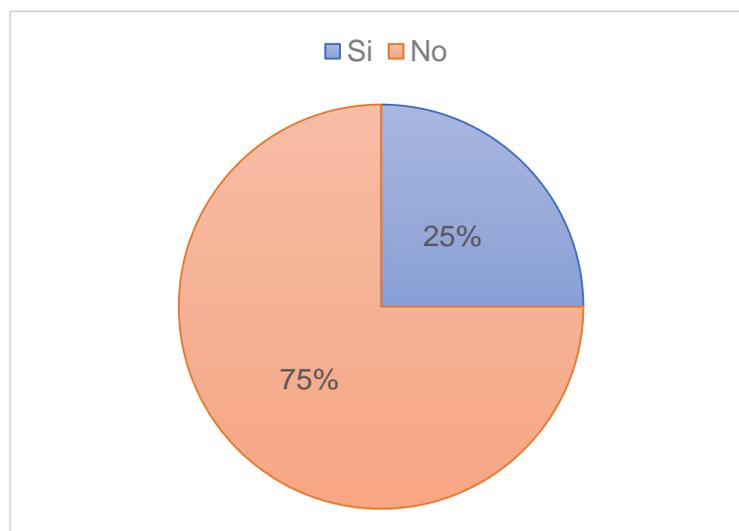


La pregunta catorce se enfoca en conocer si las personas del lugar son conscientes de la existencia de centro de albergues en su comunidad de las cuales el 83.33% No conoce de la existencia de albergues cercanos a su comunidad y el 16.67% sí conoce de la existencia de centros de albergues cercanos a su comunidad, por lo que la vulnerabilidad para la variable Instituciones de albergues es baja.

15. ¿En los últimos 6 años usted o su familia ha sufrido algún daño por inundación en el sector?

Figura 73

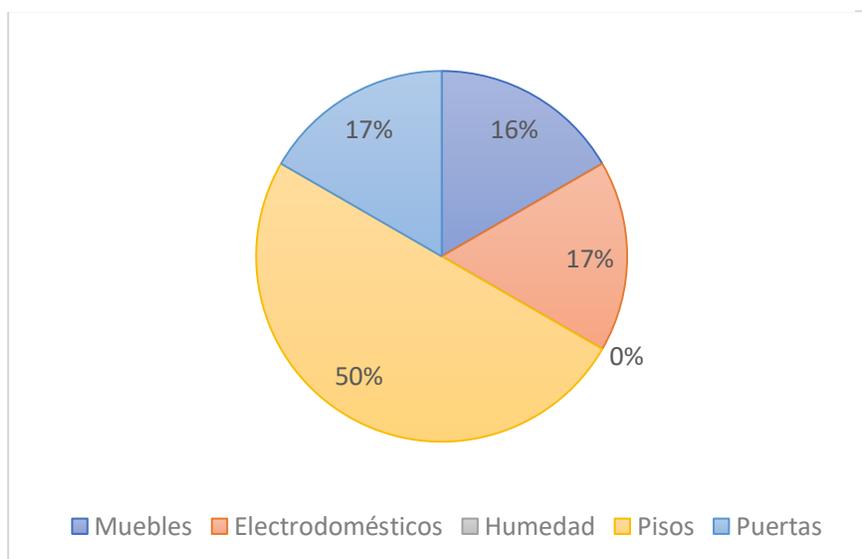
Daños por inundaciones en el sector.



16. ¿Qué daños sufrió la familia?

Figura 74

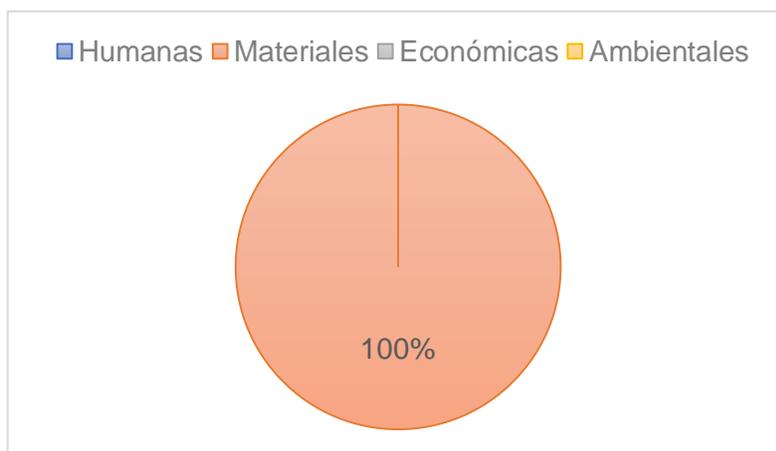
Daños por inundaciones en viviendas.



17. ¿Qué tipo de pérdidas le han causado estos eventos?

Figura 75

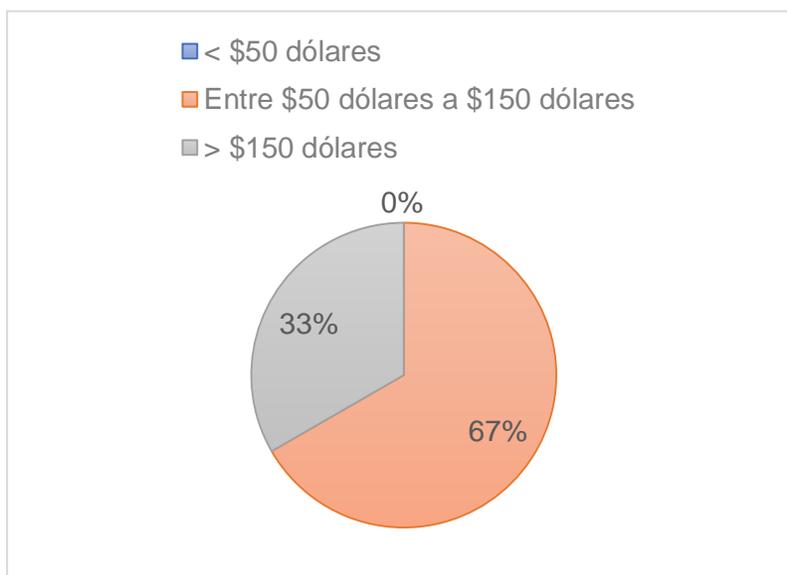
Pérdidas por inundaciones.



18. ¿Monto en dinero de las pérdidas materiales estuvo?

Figura 76

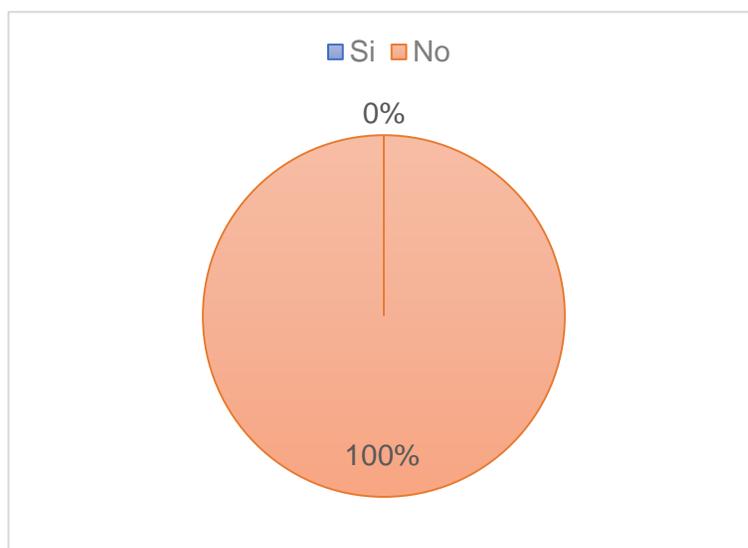
Monto de las pérdidas materiales.



19. ¿Recibió alguna ayuda por parte del gobierno local (alcaldía)?

Figura 77

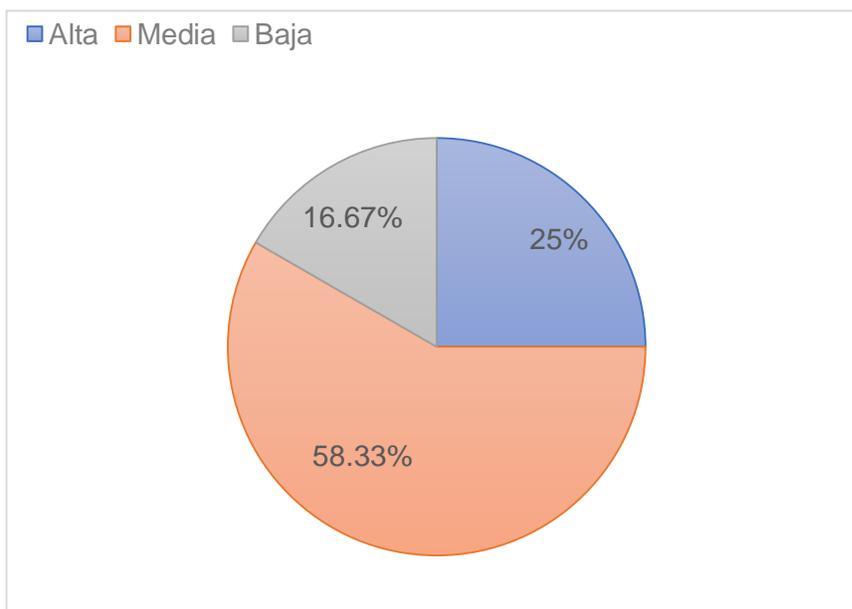
Ayuda por parte del gobierno local.



20. ¿Considera usted que la vulnerabilidad a la que se encuentra expuesto es?

Figura 78

Vulnerabilidad que considera que se encuentra expuesto.



De la pregunta número quince a la pregunta diecinueve están enfocadas en los daños por inundaciones en el sector, un 75% de las familias encuestados no han sufrido daños por inundaciones en sus viviendas por lo cual las preguntas dieciséis, diecisiete y dieciocho no aplican para este 75% del total de las personas encuestadas. Pero un 25% de las familias encuestadas si han sufrido daños por inundaciones de los cuales los pisos son los que han sufrido más daños con un 50%, los daños a muebles en un 16%, los daños a puertas en un 17% y los daños a electrodomésticos en un 17%, los costos por pérdidas materiales oscilan entre los \$50 dólares a más de \$150 dólares estos datos fueron obtenidos de los mismos habitantes encuestados, por otro lado las perdidas en esta zona solos han sido materiales debido a inundaciones, estas personas afirman que no recibieron ayuda del gobierno local. Y por último se les pregunto, ¿Considera usted que la vulnerabilidad a la que se encuentra expuesto es? De los cuales un 58.33% respondió que está expuesto a una vulnerabilidad media.

4.10.4. FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS¹².

Luego de realizar la encuesta todos los daros obtenidos se trasladaron a las tablas de formatos de recolección de datos para cada una de los factores y variables en los que se evaluara la vulnerabilidad por inundación, los cuales se presentan a continuación.

¹² Formatos de recolección de datos de análisis de resultados por vulnerabilidad de inundaciones.

VULNERABILIDAD SOCIAL														
Lugar: <u>Final Calle Chaparrastique</u> No de hoja: <u>1/2</u> No de Habitantes: <u>38</u> Fecha: <u>10/9/2020</u> No de Vivienda: <u>12</u> Encuestado: <u>Linda Vásquez</u>														
Ítem	Factor Poblacional						Factor Organizativo							
	Edad			Habitantes por familia			Organizaciones comunitarias			Capacidad de respuesta			Registro de desastres pasados	
	9 a 60 años	10 a 19 años	20 a 59 años	>10	5 a 10	<5	No existe	Inactiva	Activa	No existe	En proceso	Si existe	No existe	Si Existe
1	1		2			3	X			X			X	
2	2		1			3	X			X			X	
3		2	1			3	X			X			X	
4	2		2			4	X			X			X	
5			3			3	X			X			X	
6	2	1	2		5		X			X			X	
7			3			3	X			X			X	
8	1		2			3	X			X			X	
9	3		2		5		X			X			X	
10			2			2	X			X			X	
11	1					1	X			X			X	
12	1	1	1			3	X			X			X	
OBERVACIONES: _____														

VULNERABILIDAD SOCIAL												
			Lugar: <u>Final Calle Chaparrastique</u>			No de hoja: <u>2/2</u>						
			No de Habitantes: <u>38</u>			Fecha: <u>10/9/2020</u>						
			No de Vivienda: <u>12</u>			Encuesto: <u>Linda Vásquez</u>						
Ítem	Factor Educativo						Factor Cultural					
	Alfabetización			Nivel Educativo			prevención de desastres			Clase Social		
	No sabe leer y escribir	Solo saber leer o escribir	Sabe leer y escribir	< 3° grado	3° grado a bachillerato	Bachillerato a universidad	No conoce	Ha escuchado	Conoce	Baja	Media	Alta
1	1		2	1		2	x			x		
2			3		3			x		x		
3			3			3		x			x	
4	2		2	2	2			x		x		
5			3			3	x			x		
6	1		4	1	4			x			x	
7	1		2	1	2		x			x		
8	2		1	2	1			x		x		
9	3		2	3	2			x		x		
10			2		1	1					x	
11		1		1				x		x		
12	1	1	1	2	1			x		x		
OBSERVACIONES: _____												

VULNERABILIDAD ECONOMICA								
			Lugar:	<u>Final Calle Chaparrastique</u>	No de hoja:	<u>1/1</u>		
			No de Habitantes:	<u>38</u>	Fecha:	<u>10/9/2020</u>		
			No de Vivienda:	<u>12</u>	Encuesto:	<u>Linda Vásquez</u>		
Ítem	Factor Ingreso			Factor Empleo			Factor Vivienda	
	Ingresos Familiares			Trabajo			Tenencia de la vivienda	
	< \$250 por familia al mes	\$250-\$700 por familia al mes	> \$700 por familia al mes	No trabajan	Trabajo informal	Trabajo formal	Arrendatario	Propietario
1		x		2	1		x	
2		x		2	1		x	
3		x		2		1	x	
4		x		3	1		x	
5		x			3		x	
6		x		3		2		x
7		x			3			x
8		x		1	2		x	
9	x			4	1			x
10	x				1	1	x	
11	x				1		x	
12	x			2	x		x	
OBERVACIONES: _____								

VULNERABILIDAD FISICA											
		Lugar: <u>Final Calle Chaparrastique</u>		No de hoja: <u>1/2</u>							
		No de Habitantes: <u>38</u>		Fecha: <u>10/9/2020</u>							
		No de Vivienda: <u>12</u>		Encuesto: <u>Linda Vásquez</u>							
Ítem	Factor tipología y categoría de edificaciones					Factor Infraestructura de servicios públicos					
	Diseño y construcción		Materiales de Construcción			Alcantarillado		Energía Eléctrica		Telecomunicaciones	
	No normalizado	Normalizado	Bahareque y adobe	Lamina o plástico	Bloque y/o concreto reforzado	No normalizado	Normalizado	No normalizado	Normalizado	No normalizado	Normalizado
1	x		x				x		x		x
2	x		x				x		x		x
3	x		x				x		x		x
4	x		x				x		x		x
5	x		x				X		X		X
6		x			x		X		X		X
7	x			x			X		X		X
8	x				x		X		X		X
9	x				x		X		X		X
10	x				x		X		X		X
11	x				x		X		X		X
12	x				x		x		x		x

OBSERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD FISICA											
Lugar: <u>Final Calle Chaparrastique</u> No de hoja: <u>2/2</u> No de Habitantes: <u>38</u> Fecha: <u>10/9/2020</u> No de Vivienda: <u>12</u> Encuesto: <u>Linda Vásquez</u>											
Ítem	Distribución urbanística						Infraestructura vial				
	Volumen de transito			Forma de la malla urbana			Tipo de transporte y su accesibilidad		Estado de vía actual		
	Alta	Media	Baja	No existe Malla	Forma de hoja	Cuadrícula	Transporte público no accesible	Transporte público y privado accesible	Muy dañada	Dañada	En buen estado
1		X				X		X		X	
2		X				X		X		X	
3		X				X		X		X	
4		X				X		X		X	
5		X				X		X		X	
6		X				X		X		X	
7		X				X		X		X	
8		X				X		X		X	
9		X				X		X		X	
10		X				X		X		X	
11		X				X		X		X	
12		X				X		X		X	
OBERVACIONES: _____											

VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL									
		Lugar: <u>Final Calle Chaparrastique</u>		No de hoja: <u>1/1</u>					
		No de Habitantes: <u>38</u>		Fecha: <u>10/9/2020</u>					
		No de Vivienda: <u>12</u>		Encuesto: <u>Linda Vásquez</u>					
Ítem	Factor Equipamiento institucional					Factor Político Administrativo			
	Instituciones de albergue.		Cobertura de equipamiento institucional.			Programa de prevención y atención de desastre.		Organización de prevención y atención a desastres.	
	No existe	Si existe	Baja	Media	Alta	No existe	Si existe	No existe	Si existe
1		X		X			X		X
2		X		X			X		X
3		X		X			X		X
4		X		X			X		X
5		X		X			X		X
6		X		X			X		X
7		X		X			X		X
8		X		X			X		X
9		X		X			X		X
10		X		X			X		X
11		X		X			X		X
12		X		X			X		X
OBERVACIONES: _____									

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Lugar: Final Calle Chaparrastique **No de hoja:** 1/1
No de Habitantes: 38 **Fecha:** 10/9/2020
No de Vivienda: 12 **Encuesto:** Linda Vásquez

Ítem	Factor Ecológico	
	Deforestación	
	Si existe	No existe
1		X
2		X
3		X
4		X
5		X
6		X
7		X
8		X
9		X
10		X
11		X
12		X

OBERVACIONES: _____

4.10.5. Procesamiento para el análisis de vulnerabilidad.

Para efectos de comprensión se mostrará a continuación un ejemplo tomando una parte de las encuestas obtenidas del factor educativo de la vulnerabilidad social.

Tabla 37

Datos censados en la final Calle Chaparrastique.

Ítem	Factor Educativo										
	Alfabetización		Nivel Educativo				prevención de desastres				
	No sabe leer y escribir	Solo saber leer o escribir	Sabe leer y escribir	< 3° grado	3° grado a bachillerato	Bachillerato a universidad	No conoce	Ha escuchado	Conoce		
1	1		2	1		2	x				
2			3		3				x		
3			3			3			x		
4	2		2	2	2				x		
5			3			3	x				
6	1		4	1	4				x		
7	1		2	1	2		x				
8	2		1	2	1				x		
9	3		2	3	2				x		
10			2		1	1					
11		1		1					x		
12	1	1	1	2	1				x		

A continuación, se procede a elaborar las fichas consolidadas para determinar la vulnerabilidad por factor:

Cada uno de los rangos que han sido utilizados representan el nivel de vulnerabilidad en el que se encuentran los habitantes de la vivienda encuestada estos valores en las fichas consolidadas se sustituyen por su respectivo nivel de vulnerabilidad como se muestra a continuación.

Factor Educativo								
Alfabetización			Nivel Educativo			prevención de desastres		
No sabe leer y escribir	Solo saber leer o escribir	Sabe leer y escribir	< 3° grado	3° grado a bachillerato	Bachillerato a universidad	No conoce	Ha escuchado	Conoce

Por lo que pasan a:

Tabla 38

Sustitución de rangos por su respectivo nivel de vulnerabilidad.

Factor Educativo								
Alfabetización			Nivel Educativo			prevención de desastres		
A	M	B	A	M	B	A	M	B

Donde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

Se procede a sumar los valores de cada rango y luego los totales de cada nivel en una variable para obtener el 100% de esta y teniendo esto se calculan los porcentajes representados en cada nivel vulnerabilidad, así como se presentan en la siguiente tabla:

Para sacar cada total primero tenemos que sumar los rangos por ejemplo para la variable “Alfabetización” se tiene una total en: A = 11; B= 2 y C= 25, lo que sumando A+B+C dan como resultado un total de 38 personas.

Conociendo ya el total se procede a calcular los porcentajes representativos para cada nivel:

- Para el nivel de vulnerabilidad alto “A” = $((11) * (100)) / (38) = 28.95\%$
- Para el nivel de vulnerabilidad Medio “M” = $((2) * (100)) / (38) = 5.26\%$
- Para el nivel de vulnerabilidad bajo “B” = $((25) * (100)) / (38) = 65.79\%$

De la misma manera se determinan los porcentajes para las demás variables.

Tabla 39

Porcentajes para cada nivel de vulnerabilidad y determinación de los niveles de vulnerabilidad.

Ítem	Factor Educativo								
	Alfabetización			Nivel Educativo			prevención de desastres		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B
1	1		2	1		2	x		
2			3		3			x	
3			3			3		x	
4	2		2	2	2			x	
5			3			3	x		
6	1		4	1	4			x	
7	1		2	1	2		x		
8	2		1	2	1			x	
9	3		2	3	2			x	
10			2		1	1			
11		1		1				x	
12	1	1	1	2	1			x	
TOTAL	11	2	25	13	16	9	3	9	
PORCENTAJE	28.95 %	5.26 %	65.79 %	34.21 %	42.11 %	23.68 %	25%	75%	
NIVEL POR VARIABLE	BAJA			MEDIA			MEDIA		

A partir de los porcentajes obtenidos se comparan los valores de dichos porcentajes y el mayor es el que determina el nivel de vulnerabilidad. Para la variable “alfabetización” los valores son 28.95% para A, 5.26% para M y 65.79% para B, el valor mayor para este caso es el de vulnerabilidad Baja, así como se muestra en la tabla 10.

- Para obtener la vulnerabilidad por factor se comparan los resultados del nivel por variable para el factor nivel educativo se tiene:
- Para la variable Alfabetización: porcentajes: A= 28.95%, M=5.26 y B=65.79%. Y un nivel de variable bajo.
- Para la variable Nivel educativo: porcentajes: A= 34.21%, M=42.11% y B=23.68%. Y un nivel de variable medio.
- Para la variable prevención de desastres: porcentajes: A=25%, M=75% y B=0%. Y un nivel de variable medio.

Por lo que se concluye que el nivel de factor para el factor educativo es Medio como se muestra en la tabla 12.

Tabla 40*Determinación del nivel de vulnerabilidad por factor educativo.*

Ítem	Factor Educativo								
	Alfabetización			Nivel Educativo			prevención de desastres		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B
1	1		2	1		2	x		
2			3		3			x	
3			3			3		x	
4	2		2	2	2			x	
5			3			3	x		
6	1		4	1	4			x	
7	1		2	1	2		x		
8	2		1	2	1			x	
9	3		2	3	2			x	
10			2		1	1			
11		1		1				x	
12	1	1	1	2	1			x	
TOTAL	11	2	25	13	16 ¹	9	3	9	
PORCENTAJE	28.95 %	5.26 %	65.79 %	34.21 %	2.11%	23.68 %	25%	75%	
NIVEL POR VARIABLE	BAJA			MEDIA			MEDIA		
NIVEL POR FACTOR	MEDIA								

De la misma manera se realiza el cálculo del nivel de vulnerabilidad para los demás factores en cada uno de los tipos de vulnerabilidad.

A continuación, se determinará la vulnerabilidad por tipo o parcial, esta se obtiene mediante los resultados obtenidos de las fichas consolidadas ya que en esta se tiene el nivel de vulnerabilidad por cada factor.

Se procede asignar valores para cada nivel de vulnerabilidad; Para el nivel bajo se le asigna “1”, para el nivel medio se le asigna “2” y para el nivel alto se le asigna “3”, esto de

acuerdo con la “tabla de ponderación para los diferentes niveles de vulnerabilidad por factor”, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 41

Tabla resumen del nivel de vulnerabilidad calculado para cada uno de los factores

TIPO DE VULNERABILIDAD	FACTOR	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
SOCIAL	Educativo	MEDIA	2
	Poblacional	BAJA	1
	Organizativo	ALTA	3
	Cultural	BAJA	1
	Ingreso	MEDIA	2
ECONOMICA	Empleo	ALTA	3
	Vivienda	ALTA	3
	Tipología y categoría de edificaciones	ALTA	3
FÍSICA	Infraestructura de servicios públicos	BAJA	1
	Infraestructura vial	BAJA	1
	Distribución urbanística	MEDIA	2
	Equipamiento institucional	MEDIA	2
INSTITUCIONAL	Político administrativo	MEDIA	2
AMBIENTAL	Ecológico	BAJA	1

Luego de la asignación de valores para cada nivel de vulnerabilidad se procede a sumar los valores de nivel para los factores que comprenden un tipo de la vulnerabilidad y se divide entre el número de factores de dicho tipo, se realiza el análisis para el caso de la vulnerabilidad social:

4.10.5.1. Vulnerabilidad Social:

$$VS = \frac{\textit{Educativo} + \textit{Poblacional} + \textit{Organizativo} + \textit{Cultural}}{4} = \frac{2 + 1 + 3 + 1}{4} = \mathbf{1.75}$$

Y con la “tabla de rangos de los promedios para estimar los niveles de vulnerabilidad parciales” se determina que la vulnerabilidad que presenta la zona en la vulnerabilidad social cae en el rango $1.5 < y < 2.5$ lo que significa que el nivel de vulnerabilidad social es “MEDIA”. De la misma forma se obtienen los demás tipos de vulnerabilidad, y los resultados se presentan en la siguiente tabla resumen:

Tabla 42*Nivel de vulnerabilidad por tipo o parcial calculado.*

TIPO DE VULNERABILIDAD	FACTOR	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
		POR FACTOR	POR TIPO
SOCIAL	Educativo	2	1.75 (MEDIA)
	Poblacional	1	
	Organizativo	3	
	Cultural	1	
	Ingreso	2	
ECONOMICA	Empleo	3	2.67
	Vivienda	3	(ALTA)
FÍSICA	Tipología y categoría de edificaciones	3	1.75 (MEDIA)
	Infraestructura de servicios públicos	1	
	Infraestructura vial	1	
	Distribución urbanística	2	
	Equipamiento institucional	2	
INSTITUCIONAL	Político administrativo	2	(MEDIA)
AMBIENTAL	Ecológico	1	1 (BAJA)

4.10.6. Cálculo de la vulnerabilidad total

Para el cálculo de la vulnerabilidad total se suman los niveles de vulnerabilidad por cada factor y se dividirá entre el número total de ellos (para este caso son 14 factores). A continuación, se muestran la operación realizada.

$$Vulnerabilidad\ Total = \frac{\sum Nivel\ de\ Vulnerabilidad\ por\ Factores}{14}$$

Sumatoria de Nivel de Vulnerabilidad por factor = 27 (Según tabla 15)

$$Vulnerabilidad\ Total = \frac{27}{14} = 1.93$$

Vulnerabilidad total = 1.93

Según la tabla de rangos de los promedios para estimar el nivel de vulnerabilidad, determina que la vulnerabilidad total en la zona de estudio entra en el rango de $1.5 < y < 2.5$ (Nivel MEDIO), lo que significa que el Nivel de Vulnerabilidad Total de la Final Calle Chaparrastique es “MEDIO”.

Tabla 43*Determinación del nivel de vulnerabilidad total.*

TIPO DE VULNERABILIDAD	FACTOR	NIVEL DE VULNERABILIDAD		
		POR FACTOR	POR TIPO	TOTAL
SOCIAL	Educativo	2		
	Poblacional	1		
	Organizativo	3	1.75	
	Cultural	1	(MEDIA)	
	Ingreso	2		1.93
ECONOMICA	Empleo	3	2.67	(MEDIA)
	Vivienda	3	(ALTA)	
	Tipología y categoría de edificaciones	3		
FÍSICA	Infraestructura de servicios públicos	1		
	Infraestructura vial	1	1.75	
	Distribución urbanística	2	(MEDIA)	
	Equipamiento institucional	2	2	1.93
INSTITUCIONAL	Político administrativo	2	(MEDIA)	(MEDIA)
AMBIENTAL	Ecológico	1	1 (BAJA)	
SUMATORIA		27		

4.10.7. RESULTADO Y ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN.

Primero se presenta el análisis de la amenaza que es “La inundación”, se termina la frecuencia de las inundaciones urbanas en el punto de interés que es “La intersección de la final calle Chaparrastique con la avenida Roosevelt”, las cuales se tomaron del Registro Histórico de inundaciones del SNET y en las que se puede observar que las inundaciones son muy frecuentes de mayo a octubre, por lo que la frecuencia es “Alta” ya que el evento se presenta más de una vez al año.

Luego se evalúa la intensidad del evento (inundaciones), en la cual se termina una intensidad de inundaciones baja, que ya que en los registros no encontró ningún fallecido en la zona debido a las inundaciones o personas lesionadas o de gravedad mínima, así como la afectación en el territorio es moderada, aunque las calles se ven afectadas debido a la acumulación del agua los vehículos pueden seguir transitando a velocidades mínimas y con mucha precaución, los peatones que transitan por la zona deben de ser precavidos.

Luego se analiza el territorio afectado en la bibliografía consultada en el “Plan de protección civil, Prevención y Mitigación de desastres” (2017) de la ciudad de San Miguel en el Anexo 3.1: Mapa de Susceptibilidad a inundaciones en el “Mapa de Riesgos a Inundaciones en puntos del casco urbano de la ciudad de San Miguel”, en el punto 2, “2- Calle Chaparrastique y Avenida Roosevelt”, así fue como se decidió el territorio afectado lo que indica que es menos del 50% del territorio en análisis basándose en que la final calle Chaparrastique para la presente investigación se dividió en tres zonas, resultando como más afectada la zona 1 (ver Imagen 3: Zona 1 e inicio de la final calle Chaparrastique), por lo que el territorio afectado es bajo.

Teniendo en cuenta el análisis de la frecuencia, intensidad y territorio afectado, da como resultado la evaluación de la amenaza por inundación es **MEDIA**.

Después de realizar el análisis de la amenaza por inundación se procede con el análisis de la vulnerabilidad por inundación en la final calle Chaparrastique con intersección con la avenida Roosevelt, la cual en primer lugar se realiza un análisis en las zonas en la cual se dividió para realizar la respectiva encuesta.

La zona se dividió en tres, la primera zona es la zona 1 al cual comienza en la intersección de la final calle Chaparrastique (Imagen 3: Zona 1 e inicio de la final calle Chaparrastique) y termina en la intersección con la 2ª calle poniente. La zona 2 esta zona de inicio en la intersección de la 2ª calle poniente y finaliza en la intersección de la calle Chaparrastique con 21ª avenida sur (Imagen 33: Zona 2), La zona 3 está determinado entre el tramo de la intersección de la 21ª avenida sur con la calle Chaparrastique y la intersección con la 23ª avenida sur (ver imagen 70: zona 3).

Luego se procede a realizar el análisis de la encuesta realizada a los habitantes de la final calle Chaparrastique, para esta se realiza la presentación de los datos de forma gráfica y el análisis de esta, luego estos datos servirán para la evaluación de la vulnerabilidad por inundación.

Para la evaluación del análisis de vulnerabilidad por inundación, en primer lugar, se trasladan los datos recolectados de la encuesta a las tablas de formatos de recolección, en la cuales se colocan los datos para cada factor y variables de estos (Ver Formatos de recolección de datos¹³), luego estos datos son pasados a las fichas consolidadas (ver Tabla 12).

¹³ Formatos de recolección de datos de análisis de resultados por vulnerabilidad de inundaciones.

Determinación del nivel de vulnerabilidad por factor educativo o anexo de #) para luego proceder con el análisis de nivel de vulnerabilidad por factores (Tabla 13. Tabla resumen del nivel de vulnerabilidad calculado para cada uno de los factores de los diferente), después de este análisis se procede con el análisis de la vulnerabilidad por tipo o parcial (Tabla 14. Nivel de vulnerabilidad por tipo o parcial calculado). Después de haber obtenido la vulnerabilidad por factores y por el tipo se procede con el cálculo de la vulnerabilidad total la cual es la sumatoria del nivel de vulnerabilidad por factor entre el número de factores y esto dio como resultado que, el nivel de vulnerabilidad total de la final calle Chaparrastique con la intersección en la avenida Roosevelt es MEDIO.

4.11. ANÁLISIS PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGRO POR INUNDACIÓN.

En primera instancia el peligro se refiere a la medida en la cual una persona puede ser dañada a causa de una inundación, por lo que los factores involucrados para el análisis del peligro son la velocidad y la altura del tirante, así como las variables que se consideran son el tirante del agua, el volcamiento y el desplazamiento. Para dicho análisis se tomarán los criterios reflejados en la tabla 16. Criterios de peligro de acuerdo con el IMTA, a los cuales se les asigno rangos de peligro, los cuales son: peligro nulo, bajo, medio y alto.

El análisis de resultados se presentará a continuación por tramos de acuerdo con el peligro.

Periodo de retorno: 5 años.

Tramo 1: 0+000 a 0+200.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 2: 0+200 a 0+400.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 3: 0+400 a 0+600.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 4: 0+600 a 0+800

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 5: 0+800 a 0+1000.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 6: 0+1000 a 0+1200.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 7: 0+1200 a 0+1400.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 8: 0+1400 a 0+1600.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 9: 0+1600 a 0+1800.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 10: 0+1800 a 0+2000.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 11: 0+2000 a 0+2200.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 12: 0+2200 a 0+2400.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 13: 0+2400 a 0+2440.

El tirante de agua es de 0.05 m lo que significa que es el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Periodo de retorno: 10 años.

Tramo 1: 0+000 a 0+200.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 2: 0+200 a 0+400.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 3: 0+400 a 0+600.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 4: 0+600 a 0+800.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 5: 0+800 a 0+1000.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 6: 0+1000 a 0+1200.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 7: 0+1200 a 0+1400.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 8: 0+1400 a 0+1600.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 9: 0+1600 a 0+1800.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 10: 0+1800 a 0+2000.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 11: 0+2000 a 0+2200.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 12: 0+2200 a 0+2400.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 13: 0+2400 a 0+2440.

El tirante de agua es de 0.06 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Periodo de retorno: 25 años.

Tramo 1: 0+000 a 0+200.

El tirante de agua es de 0.07 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 2: 0+200 a 0+400.

El tirante de agua es de 0.08 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 3: 0+400 a 0+600.

El tirante de agua es de 0.07 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 4: 0+600 a 0+800.

El tirante de agua es de 0.08 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 5: 0+800 a 0+1000.

El tirante de agua es de 0.08 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 6: 0+1000 a 0+1200.

El tirante de agua es de 0.07 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 7: 0+1200 a 0+1400,

El tirante de agua es de 0.08 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 8: 0+1400 a 0+1600.

El tirante de agua es de 0.07 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 9: 0+1600 a 0+1800,

El tirante de agua es de 0.08 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 10: 0+1800 a 0+2000.

El tirante de agua es de 0.07 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 11: 0+2000 a 0+2200.

El tirante de agua es de 0.07 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 12: 0+2200 a 0+2400.

El tirante de agua es de 0.08 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

Tramo 13: 0+2400 a 0+2440.

El tirante de agua es de 0.07 m lo que indica es que el peligro es nulo, el volcamiento es nulo y el desplazamiento es nulo. Por lo tanto, el peligro en este tramo es NULO.

A continuación, se muestra un ejemplo para el análisis de peligrosidad por inundación.

4.11.1. Tomando un periodo de retorno de 5 años:

Datos:

Zona: Calle Chaparrastique

Abscisa inicial: 0+0000

Abscisa final: 0+0200

Muestreo: 200 m

Periodo de retorno: 5 años

Datos obtenidos de la simulación:

Tirante: 56.31 m

Velocidad: 0.75 m/s

4.11.2. Altura de la lámina del agua.

Este es un dato que ya nos genera en la simulación HEC-RAS (ver anexo), el cual viene dato por la resta de la “Elevación de lámina de agua (m)” y la “rasante (m)”, la cual para la sección 0+0000 a 0+0200 es de 0.05 m (ver anexo).

De acuerdo con la Tabla 16. Criterios de peligro de acuerdo con el IMTA, la peligrosidad conforme al tirante obtenido por la simulación es nula, ya que está en el rango que comprende $h < 0.3$.

4.11.3. Volcamiento

El volcamiento es el producto de la velocidad por el tirante, es la capacidad que tiene la lámina del agua en derribar a una persona de acuerdo con su velocidad.

Datos:

Tirante: 0.05 m

Velocidad: 0.75 m/s

$$\text{Volcamiento} = (\text{velocidad}) (\text{tirante})$$

$$\text{Volcamiento} = (0.75 \text{ m/s}) (0.05 \text{ m})$$

$$\text{Volcamiento} = 0.0375 \text{ m}^2/\text{s}$$

De acuerdo con la Tabla 16. Criterios de peligro de acuerdo con el IMTA, el valor del volcamiento está en el rango que comprende $vh < 0.3$, por lo que la peligrosidad conforme al volcamiento es Nula.

4.11.4. Deslizamiento.

Es la capacidad de la lámina de agua en hacer que una persona sufra un desplazamiento paralelo a la superficie. Se calcula mediante la multiplicación de tirante por la velocidad al cuadrado.

Datos:

Tirante: 0.05 m

Velocidad: 0.75 m/s

$$\text{Deslizamiento} = v^2 \cdot h$$

$$\text{Deslizamiento} = (0.75 \text{ m/s})^2 * (0.05 \text{ m})$$

$$\text{Deslizamiento} = 0.028125 \text{ m}^3/\text{s}^2$$

De acuerdo con la Tabla 16. Criterios de peligro de acuerdo con el IMTA, el valor del deslizamiento se encuentra en el rango que comprende $v^2h < 0.3$, por lo que la peligrosidad conforme al deslizamiento es Nula.

De acuerdo con el análisis de la peligrosidad por inundación; para este tramo se tiene que es “NULO”. Dado que el nivel de peligrosidad para el tirante es nulo; el nivel de peligrosidad para el volcamiento es nulo y el nivel de peligrosidad para el deslizamiento es nulo.

4.12. ANÁLISIS PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN,

La vulnerabilidad se refiere a la medida en la cual un elemento puede ser dañado a causa de una inundación, por lo que se analizó la vulnerabilidad por tipo de vivienda y la vulnerabilidad vehicular. Para dicho análisis se tomaron ciertos criterios a los cuales se le asignó rangos de vulnerabilidad comprendidos entre; vulnerabilidad nula, baja, media y alta. Se asignó la vulnerabilidad mayor entre las dos analizadas para cada sección. El análisis de resultados se presenta a continuación por tramos.

Periodo de retorno: 5 años.

Tramo 1: 0+00 a 0+200

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 2: 0+200 a 0+400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 3: 0+400 a 0+600.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 4: 0+600 a 0+800.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 5: 0+800 a 0+1000.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 6: 0+1000 a 0+1200.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 7: 0+1200 a 0+1400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 8: 0+1400 a 0+1600.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 9: 0+1600 a 0+1800.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 10: 0+1800 a 0+2000.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 11: 0+2000 a 0+2200.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 12: 0+2200 a 0+2400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 13: 0+2400 a 0+2440.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Periodo de retorno: 10 años.

Tramo 1: 0+00 a 0+200

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 2: 0+200 a 0+400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 3: 0+400 a 0+600.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 4: 0+600 a 0+800.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 5: 0+800 a 0+1000.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 6: 0+1000 a 0+1200.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 7: 0+1200 a 0+1400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 8: 0+1400 a 0+1600.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 9: 0+1600 a 0+1800.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 10: 0+1800 a 0+2000.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 11: 0+2000 a 0+2200.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 12: 0+2200 a 0+2400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 13: 0+2400 a 0+2440.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Periodo de retorno: 25 años

Tramo 1: 0+00 a 0+200

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es baja. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 2: 0+200 a 0+400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es baja. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 3: 0+400 a 0+600.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es baja. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 4: 0+600 a 0+800.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 5: 0+800 a 0+1000.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es baja. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 6: 0+1000 a 0+1200.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 7: 0+1200 a 0+1400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es baja. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 8: 0+1400 a 0+1600.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 9: 0+1600 a 0+1800.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 10: 0+1800 a 0+2000.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es baja. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 11: 0+2000 a 0+2200.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es nula. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 12: 0+2200 a 0+2400.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es baja. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

Tramo 13: 0+2400 a 0+2440.

La vulnerabilidad por tipo de vivienda se realizó de forma visual por medio de visitas de campo a la zona de interés y se tomó el tipo de vivienda que más se repetía, en este tramo fue la vivienda tipo III, con un nivel de vulnerabilidad medio. Para la vulnerabilidad vehicular, se revisaron los datos del tirante obtenidos de la simulación y de acuerdo con las condiciones establecidas se obtuvo que la vulnerabilidad vehicular es baja. La vulnerabilidad asignada para este tramo es “MEDIA”, por ser la más desfavorable.

4.12.1. Vulnerabilidad Vehicular.

En primer lugar, se tiene que investigar la altura promedio de vehículos tipo sedán a lo cual se tiene una altura promedio de 1.43 m.

Luego se el investiga el radio promedio de llantas de vehículos tipo sedán en metros, lo cual se obtuvo un valor de 0.762 m.

Conociendo los datos mencionados anteriormente, se deduce una clasificación de vulnerabilidad vehicular.

Tabla 44

Vulnerabilidad Vehicular.

Rango de altura	Vulnerabilidad vehicular
$h < 0.1 \text{ m}$	Nulo
$0.1 \text{ m} \leq h < 0.2 \text{ m}$	Baja
$0.2 \text{ m} \leq h < 0.4 \text{ m}$	Media
$h > 0.4 \text{ m}$	Alta

Vulnerabilidad nula: Se considero que la vulnerabilidad es nula ya que cuando $h < 0.1$ m, el vehículo no se ve afectado al moverse.

Vulnerabilidad baja: Se considero que la vulnerabilidad es Baja ya que cuando $0.1 \text{ m} \leq h < 0.2$ m, el vehículo empieza a tener dificultades al moverse, la dirección del carro se ve afectada y también presenta dificultades a la hora de frenar.

Vulnerabilidad media: Se considero que la vulnerabilidad es media ya que cuando $0.2 \text{ m} \leq h < 0.4$ m, el vehículo presenta dificultades al moverse y se debe de disminuir la velocidad ya que si se sigue aumentando la velocidad el vehículo puede presentar fallas motrices.

Vulnerabilidad alta: Se considero que la vulnerabilidad es alta ya que cuando $h > 0.4$ m, el vehículo ya no puede seguir avanzando y puede presentar desperfectos mecánicos.

A continuación, se presenta un ejemplo para el análisis de vulnerabilidad por inundación.

Datos:

Zona: Calle Chaparrastique

Abscisa inicial: 0+0000

Abscisa final: 0+0200

Muestreo: 200 m

Periodo de retorno: 5 años

Tirante: 0.05 m

Con los datos anteriores se tiene que: obteniendo el tirante del agua, se obtiene un nivel de vulnerabilidad vehicular “Nulo”, de acuerdo con la tabla 18. Vulnerabilidad Vehicular.

4.12.2. Vulnerabilidad en viviendas.

Datos obtenidos de la visita de campo:

Viviendas totales: 20 viviendas.

Tipo de vivienda que predomina: vivienda tipo III.

Cantidad de las viviendas: 12 viviendas.

Vulnerabilidad: Baja.

Analizando los datos anteriores se obtiene que la vulnerabilidad en viviendas es Bajo; debido a que la vivienda predominante del tramo de estudio es la vivienda “Tipo III”.

Para la elaboración del mapa de riesgo por inundación, se compara la vulnerabilidad y el peligro. Como se muestra a continuación:

Vulnerabilidad	Peligro			
	Nulo	Bajo	Medio	Alto
Media	RN	RM	RA	RA

Donde:

RN: Riesgo nulo.

RM: Riesgo Medio

RA: Riesgo alto.

En conclusión, para el tramo 0+0000 a 0+0200 se tiene que: Se obtuvo un peligro Nulo y un nivel de vulnerabilidad Bajo, por lo que el nivel de riesgo para este tramo es Nulo.

4.13. PROPUESTAS DE ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD.

Un plan de gestión integral de drenaje urbano está compuesto por “Medidas Estructurales” y “Medidas No Estructurales”. Estas medidas servirán para reducir la vulnerabilidad en la zona de estudio que es “Final Calle Chaparrastique con la intersección con la avenida Roosevelt de la ciudad de San Miguel”, Se sabe que la mayoría de los fenómenos naturales no se pueden impedir, pero se pueden reducir los daños que estos causan.

4.13.1. Medidas Estructurales:

- Reparaciones del drenaje superficial pluvial:
 - a. Reparaciones del deterioro de las canaletas del cordón cuneta desde la intersección de la calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt a la intersección de la 23ª avenida sur con la calle Chaparrastique, estas reparaciones servirán para que el agua que transita por las canaletas no se quede estancada y así pueda fluir sin genera estancamiento.
 - b. Reparación del deterioro de los badenes de las intersecciones en la calle Chaparrastique; debido a que se genera encharcamiento, estancamiento de agua y lodo en la mayoría de las intersecciones y en algunas intersecciones en particular como es el caso de “la intersección 2ª calle poniente con la calle Chaparrastique” que no existe un badén como tal así que se requiere de construcción de badén en este sector, así en el transito del agua sea más fluido.
- Construcción de Alcantarillado pluvial en la parte media y alta de la microcuenca El Amata: Esto con el de fin de controlar la escorrentía superficial y así evitar la sobrecarga en colector que se encuentra ubicado en la intersección de la Final

Calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt, ya que es el único en el tramo de la Calle Chaparrastique que conecta con la Calle El Amate (Microcuenca El Amate).

- Adoptar medidas de Control de escorrentía superficial utilizando Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS): Para el caso de la microcuenca El Amate se propone el estudio de las siguientes SUDS.
 - a. Pozos de Infiltración.
 - b. Superficies permeables: Entre las cuales se tiene los pavimentos permeables los cuales para su análisis estructural se estudian de acuerdo con el uso ya sea este peatonal o de uso vehicular.

Para el caso de la microcuenca El Amate, se puede utilizar para uso peatonal en aceras. Y considerar si es adecuado la utilización de pavimento permeable para ser utilizado en la reparación de la berma del tramo Calle Chaparrastique – Calle cantón El Amate.
 - c. Franjas Filtrantes.
 - d. Áreas de biorretención.

4.13.2. Medidas No Estructurales.

1. Educación y programas de participación ciudadana: Para concienciar a la población acerca de las inundaciones urbanas, ya que la mayoría de las personas no son conscientes del papel dentro de esta problemática. Hacerles saber que:
 - No deben de botar la basura en la calle.
 - Si el Camión recolector de la basura no pasa, no sacar la basura a la calle y tenerla en casa hasta que pase el camión recolector de la bausa, o depositarla en los

recipientes de basura de manera ordenada para evitar que la basura se caiga del depósito de basura.

- La disminución de la obstrucción del alcantarillado pluvial ya sea con basura o con algunos otros residuos.
 - Comprometer a la comunidad a colaborar, con todos los puntos anteriores y sumándose a la limpieza de la zona donde habitan.
2. Que la municipalidad se involucre en acciones como:
- Cumplimiento de ordenanzas municipales de medio ambiente haciendo cumplir las multas establecidas por botar basura en lugares no permitidos.
 - Proporcionando personal capacitado para la educación y programas de participación ciudadana.
 - Que implemente las acciones estructurales adecuadas para el manejo de las inundaciones urbanas en la zona, acoplándose con las medidas no estructurales para un mejor funcionamiento de estas.
 - Que implemente más personal de mantenimiento y limpieza de calles y jardines antes, durante y después del periodo de invierno. Para que se disminuya la causa de inundación urbana por acumulación de basura y residuos, en la zona de la final calle Chaparrastique, y también aplicarlo a toda la municipalidad de San Miguel.
3. Colocación de recipientes para depositar basura: esta acción es de mucha importancia ya que a lo largo del tramo Final Calle Chaparrastique – Calle Cantón El Amate, no hay ningún depósito de basura (basureros) y si se implementa la colocación de basureros traerá beneficios medio ambientales tales como: La zona

se mantendrán más limpias, se evitará la obstrucción de la salida de agua en las cunetas y contribuirá con una mejor apariencia en la zona.

4. Limpieza general de la calle, drenaje superficial y aceras en toda la Calle

Chaparrastique: Este punto va liga a todos los puntos anteriores y es de mucha importancia implementarlo ya que así ayudaría a que el agua no se estanque en las cunetas debido a la obstrucción de estas mediante la basura o residuos de hojas de los árboles de la zona, mantener las aceras limpias de los matorrales y cuidar los jardines para conservar el paisajismo de la zona.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

- San Miguel, de la cual las zonas 1, 2 y 3 que se analizaron presenta una vulnerabilidad ante las inundaciones de 1.93, por lo que presenta un nivel de vulnerabilidad medio. Los factores que han tenido mayor influencia al incremento de este nivel son: el factor organizativo, el factor vivienda y el factor tipología y categoría de edificaciones.
- La metodología aplicada para el análisis de vulnerabilidad por inundación de la presente investigación fue una fusión entre la metodología, “Estudio de vulnerabilidad por el fenómeno de inundación del barrio ciudadela El Recreo Bosa en la Ciudad de Bogotá” (Ramírez Zea 2016) y “Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad en regiones propensas a deslizamiento en El Salvador” (Nieto Rodríguez 2007). Ambas son válidas para el análisis de vulnerabilidad por inundaciones.
- Se implementa la metodología del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua IMTA (2015), para realizar el mapa de riesgo en la final calle Chaparrastique con intersección con la avenida Roosevelt, en la cual se analiza la vulnerabilidad vehicular y vivienda tomando en cuenta la simulación hidráulica de la microcuenca El Amate.
- Se realizó la toma de datos del área en estudio a través de un levantamiento topográfico por medio de estación total, definiendo de esta manera la planimetría

y altimetría del terreno, para posteriormente exportar los puntos y procesar la información en civil 3d y Hec Ras.

- El alineamiento vertical se utilizó para obtener las secciones del terreno natural con las elevaciones de cada estacionamiento y fue de vital importancia porque permitió conocer con la simulación hidráulica en la zona y los puntos que están propensos a inundación.
- La caracterización de la cuenca hidrográfica en la investigación incluye las características físicas de la cuenca en estudio y mediante estas características se pudo describir su comportamiento y las problemáticas que se presentan en una tormenta.
- Los datos climatológicos con los cuales se realizó el estudio hidrológico y los cuales se obtuvieron del MARN; son los de Intensidad de Precipitación Máxima Anual (Absoluta) del periodo 1961 año a 2012 año, por esa razón las alturas de lámina de agua no son datos que se asemejan a la realidad actual del área de estudio.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar un estudio con un enfoque principal en el análisis del control de escorrentía superficial utilizando sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) y escoger el sistema SUDS más idóneo para la microcuenca El Amate, teniendo un mayor énfasis en controlar la escorrentía superficial en la parte Alta-media de la microcuenca El Amate.
- Al momento de implementar acciones para el control de la escorrentía superficial es de suma importancia poner en práctica el plan de gestión integrada de drenaje urbano, es decir un plan donde las medidas estructurales a implementar tengan consigo medidas no estructurales complementarias a este para así obtener el mejor resultado y control del drenaje urbano.
- Construcción a futuro del Alcantarillado pluvial en la parte media y alta de la microcuenca El Amata: Esto con el fin de controlar la escorrentía superficial y así evitar la sobrecarga en colector que se encuentra ubicado en la intersección de la Final Calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt, ya que es el único en el tramo de la Calle Chaparrastique que conecta con la Calle El Amate (Microcuenca El Amate).
- Adoptar medidas de Control de escorrentía superficial utilizando Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS): Para el caso de la microcuenca El Amate se propone el estudio de las siguientes SUDS: Pozos de Infiltración, Superficies permeables, Franjas Filtrantes, Áreas de biorretención.

- Para la realización del estudio hidrológico, se necesitan los datos climatológicos de intensidad de precipitación diarias de lluvia del periodo en cual se realiza la investigación, así se obtendrá una simulación hidráulica que se asemeje a la realidad hidráulica del área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Chevez Joya, L, Maldonado Obando, C, Vasquez Hernández, J (2007) *Propuesta Para Recargar Artificialmente El acuífero San Miguel Y Mitigar Las Áreas Propensas A Inundaciones En La Ciudad De San Miguel*. Universidad de El Salvador.
- Claros Zelaya, R, Guevara Aguilar, A, Pacas Cruz N (2016) *Aplicación De Fotogrametría Aérea En Levantamientos Topográficos Mediante El Uso De Vehículos Aéreo No Tripulados*. Universidad de El Salvador.
- Contreras López, L, Villegas Villalobos (2005) *Identificación Y Evaluación De Escorrentías Superficiales Que Generan Sectores De Inundación De Alto Riesgo En La Zona Urbana De La Ciudad De San Miguel*. Universidad de El Salvador.
- López Ramos, A (s/f) *Gestión de Riesgos Urbanos: Inundaciones Urbanas en El Salvador*. SNET, San Salvador.
- Nieto A, Rivas R, Zacarías N (2007) *Metodología Para La Evaluación De La Vulnerabilidad En Regiones Propensas A Deslizamientos En El Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Ramírez L, Cubillos J (2016). *Estudio De Vulnerabilidad Por El Fenómeno De Inundación Del Barrio Ciudadela El Recreo Bosa En La Ciudad De Bogotá*. Universidad de La Salle.
- Ramírez López, J (2015) *Alternativas de Manejo Sustentable De La Subcuenca Del Río Pitura, Provincia De Imbabura, Ecuador*. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Sevilla Zambrana, Y (2008) *Plan De Manejo Y Gestión De La Subcuenca Del Río San Francisco*. Nicaragua, Universidad Nacional Agraria.

ANEXOS

ANEXO 1. Datos obtenidos de la simulación hidráulica para cada periodo de retorno.

Estacion	Periodo de diseño	Q total (m3/s)	Rasante (m)	Elevacion de lamina de agua (m)	Altura de lamina de agua (m)	Tirante critico (m)	Altura tirante critico (m)	Cota de linea de energia	Altura de linea de energia (m)	Pendiente de linea de	Velocidad del canal (m/s)	Area de flujo (m2)	Ancho de lamina de
0	5 años	0.1	56.31	56.36	0.05	56.37	0.06	56.39	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
20	5 años	0.1	56.7	56.75	0.05	56.76	0.06	56.78	0.08	0.019413	0.74	0.14	5.37
40	5 años	0.1	57.09	57.14	0.05	57.15	0.06	57.17	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
60	5 años	0.1	57.48	57.53	0.05	57.54	0.06	57.56	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
80	5 años	0.1	57.87	57.92	0.05	57.93	0.06	57.95	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
100	5 años	0.1	58.26	58.31	0.05	58.32	0.06	58.34	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
120	5 años	0.1	58.65	58.7	0.05	58.71	0.06	58.73	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
140	5 años	0.1	59.04	59.09	0.05	59.1	0.06	59.12	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
160	5 años	0.1	59.43	59.48	0.05	59.49	0.06	59.51	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
180	5 años	0.1	59.82	59.87	0.05	59.88	0.06	59.9	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
200	5 años	0.1	60.21	60.26	0.05	60.27	0.06	60.29	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
220	5 años	0.1	60.59	60.65	0.06	60.65	0.06	60.67	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
240	5 años	0.1	60.98	61.04	0.06	61.04	0.06	61.06	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
260	5 años	0.1	61.38	61.43	0.05	61.43	0.05	61.45	0.07	0.019413	0.74	0.14	5.37
280	5 años	0.1	61.76	61.82	0.06	61.82	0.06	61.84	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
300	5 años	0.1	62.15	62.2	0.05	62.21	0.06	62.23	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
320	5 años	0.1	62.54	62.59	0.05	62.6	0.06	62.62	0.08	0.019413	0.74	0.14	5.37
340	5 años	0.1	62.93	62.98	0.05	62.99	0.06	63.01	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
360	5 años	0.1	63.32	63.37	0.05	63.38	0.06	63.4	0.08	0.019413	0.74	0.14	5.37
380	5 años	0.1	63.71	63.76	0.05	63.77	0.06	63.79	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
400	5 años	0.1	64.1	64.15	0.05	64.16	0.06	64.18	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
420	5 años	0.1	64.49	64.54	0.05	64.55	0.06	64.57	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
440	5 años	0.1	64.88	64.93	0.05	64.94	0.06	64.96	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
460	5 años	0.1	65.27	65.32	0.05	65.33	0.06	65.35	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
480	5 años	0.1	65.66	65.71	0.05	65.72	0.06	65.74	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
500	5 años	0.1	66.05	66.1	0.05	66.11	0.06	66.13	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
520	5 años	0.1	66.44	66.49	0.05	66.5	0.06	66.52	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
540	5 años	0.1	66.83	66.88	0.05	66.89	0.06	66.91	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
560	5 años	0.1	67.22	67.27	0.05	67.28	0.06	67.3	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
580	5 años	0.1	67.61	67.66	0.05	67.67	0.06	67.69	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
600	5 años	0.1	68	68.05	0.05	68.06	0.06	68.08	0.08	0.019413	0.74	0.14	5.37
620	5 años	0.1	68.39	68.44	0.05	68.45	0.06	68.47	0.08	0.019612	0.75	0.14	5.35
640	5 años	0.1	68.78	68.83	0.05	68.84	0.06	68.86	0.08	0.019616	0.75	0.14	5.35
660	5 años	0.1	69.17	69.22	0.05	69.23	0.06	69.25	0.08	0.019413	0.74	0.14	5.37
680	5 años	0.1	69.56	69.61	0.05	69.62	0.06	69.64	0.08	0.019682	0.75	0.14	5.34
700	5 años	0.1	69.95	70	0.05	70.01	0.06	70.03	0.08	0.019197	0.74	0.14	5.39
720	5 años	0.1	70.34	70.39	0.05	70.39	0.05	70.41	0.07	0.019164	0.74	0.14	5.37
740	5 años	0.1	70.72	70.78	0.06	70.78	0.06	70.8	0.08	0.018866	0.74	0.14	5.39
760	5 años	0.1	71.11	71.17	0.06	71.17	0.06	71.19	0.08	0.019407	0.75	0.14	5.36
780	5 años	0.1	71.5	71.55	0.05	71.56	0.06	71.58	0.08	0.019489	0.75	0.14	5.35
800	5 años	0.1	71.89	71.95	0.06	71.95	0.06	71.97	0.08	0.018869	0.74	0.14	5.39
820	5 años	0.1	72.28	72.33	0.05	72.34	0.06	72.36	0.08	0.019124	0.74	0.14	5.37
840	5 años	0.1	72.67	72.72	0.05	72.73	0.06	72.75	0.08	0.019016	0.74	0.14	5.38
860	5 años	0.1	73.06	73.11	0.05	73.12	0.06	73.14	0.08	0.019574	0.75	0.14	5.35
880	5 años	0.1	73.45	73.5	0.05	73.51	0.06	73.53	0.08	0.019322	0.74	0.14	5.36
900	5 años	0.1	73.84	73.89	0.05	73.9	0.06	73.92	0.08	0.019096	0.74	0.14	5.37
920	5 años	0.1	74.23	74.28	0.05	74.29	0.06	74.31	0.08	0.019016	0.74	0.14	5.38
940	5 años	0.1	74.62	74.67	0.05	74.68	0.06	74.7	0.08	0.019021	0.74	0.14	5.4
960	5 años	0.1	75.01	75.06	0.05	75.07	0.06	75.09	0.08	0.019219	0.74	0.14	5.37
980	5 años	0.1	75.4	75.45	0.05	75.46	0.06	75.48	0.08	0.019924	0.75	0.14	5.33
1000	5 años	0.1	75.79	75.84	0.05	75.85	0.06	75.87	0.08	0.018979	0.74	0.14	5.38
1020	5 años	0.1	76.18	76.23	0.05	76.24	0.06	76.26	0.08	0.019454	0.75	0.14	5.36

1040	5 años	0.1	76.57	76.62	0.05	76.63	0.06	76.65	0.08	0.01916	0.74	0.14	5.39
1060	5 años	0.1	76.96	77.01	0.05	77.02	0.06	77.04	0.08	0.019692	0.75	0.14	5.34
1080	5 años	0.1	77.35	77.4	0.05	77.41	0.06	77.43	0.08	0.018586	0.73	0.14	5.4
1100	5 años	0.1	77.74	77.79	0.05	77.8	0.06	77.82	0.08	0.019413	0.74	0.14	5.37
1120	5 años	0.1	78.13	78.18	0.05	78.19	0.06	78.21	0.08	0.018973	0.74	0.14	5.38
1140	5 años	0.1	78.52	78.57	0.05	78.58	0.06	78.6	0.08	0.019139	0.74	0.14	5.37
1160	5 años	0.1	78.91	78.96	0.05	78.97	0.06	78.99	0.08	0.019139	0.74	0.14	5.37
1180	5 años	0.1	79.3	79.35	0.05	79.36	0.06	79.38	0.08	0.020008	0.75	0.14	5.33
1200	5 años	0.1	79.69	79.74	0.05	79.74	0.05	79.76	0.07	0.018954	0.74	0.14	5.38
1220	5 años	0.1	80.07	80.13	0.06	80.13	0.06	80.15	0.08	0.020304	0.76	0.13	5.31
1240	5 años	0.1	80.47	80.52	0.05	80.52	0.05	80.54	0.07	0.01873	0.74	0.14	5.39
1260	5 años	0.1	80.85	80.9	0.05	80.91	0.06	80.93	0.08	0.020444	0.76	0.13	5.31
1280	5 años	0.1	81.24	81.3	0.06	81.3	0.06	81.32	0.08	0.019325	0.74	0.14	5.38
1300	5 años	0.1	81.63	81.68	0.05	81.69	0.06	81.71	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35
1320	5 años	0.1	82.02	82.07	0.05	82.08	0.06	82.1	0.08	0.019376	0.75	0.14	5.36
1340	5 años	0.1	82.41	82.46	0.05	82.47	0.06	82.49	0.08	0.019022	0.74	0.14	5.38
1360	5 años	0.1	82.8	82.85	0.05	82.86	0.06	82.88	0.08	0.019114	0.74	0.14	5.37
1380	5 años	0.1	83.19	83.24	0.05	83.25	0.06	83.27	0.08	0.018917	0.74	0.14	5.4
1400	5 años	0.1	83.58	83.63	0.05	83.64	0.06	83.66	0.08	0.020265	0.76	0.13	5.32
1420	5 años	0.1	83.97	84.02	0.05	84.03	0.06	84.05	0.08	0.018875	0.74	0.14	5.39
1440	5 años	0.1	84.36	84.41	0.05	84.42	0.06	84.44	0.08	0.0193	0.74	0.14	5.36
1460	5 años	0.1	84.75	84.8	0.05	84.81	0.06	84.83	0.08	0.019603	0.75	0.14	5.35
1480	5 años	0.1	85.14	85.19	0.05	85.2	0.06	85.22	0.08	0.018718	0.74	0.14	5.39
1500	5 años	0.1	85.53	85.58	0.05	85.59	0.06	85.61	0.08	0.019263	0.74	0.14	5.37
1520	5 años	0.1	85.92	85.97	0.05	85.98	0.06	86	0.08	0.018827	0.74	0.14	5.39
1540	5 años	0.1	86.31	86.36	0.05	86.37	0.06	86.39	0.08	0.019508	0.75	0.14	5.35
1560	5 años	0.1	86.7	86.75	0.05	86.76	0.06	86.78	0.08	0.019382	0.75	0.14	5.36
1580	5 años	0.1	87.09	87.14	0.05	87.15	0.06	87.17	0.08	0.01901	0.74	0.14	5.38
1600	5 años	0.1	87.48	87.53	0.05	87.54	0.06	87.56	0.08	0.01912	0.74	0.14	5.37
1620	5 años	0.1	87.87	87.92	0.05	87.93	0.06	87.95	0.08	0.018917	0.74	0.14	5.4
1640	5 años	0.1	88.26	88.31	0.05	88.32	0.06	88.34	0.08	0.020271	0.76	0.13	5.31
1660	5 años	0.1	88.65	88.7	0.05	88.71	0.06	88.72	0.07	0.018875	0.74	0.14	5.39
1680	5 años	0.1	89.04	89.09	0.05	89.1	0.06	89.12	0.08	0.019282	0.74	0.14	5.36
1700	5 años	0.1	89.42	89.48	0.06	89.48	0.06	89.5	0.08	0.019004	0.74	0.14	5.38
1720	5 años	0.1	89.82	89.87	0.05	89.87	0.05	89.89	0.07	0.019009	0.74	0.14	5.4
1740	5 años	0.1	90.2	90.26	0.06	90.26	0.06	90.28	0.08	0.019207	0.74	0.14	5.37
1760	5 años	0.1	90.59	90.64	0.05	90.65	0.06	90.67	0.08	0.019699	0.75	0.14	5.34
1780	5 años	0.1	90.98	91.04	0.06	91.04	0.06	91.06	0.08	0.018604	0.73	0.14	5.4
1800	5 años	0.1	91.37	91.42	0.05	91.43	0.06	91.45	0.08	0.019432	0.75	0.14	5.36
1820	5 años	0.1	91.76	91.81	0.05	91.82	0.06	91.84	0.08	0.018948	0.74	0.14	5.38
1840	5 años	0.1	92.15	92.2	0.05	92.21	0.06	92.23	0.08	0.019096	0.74	0.14	5.37
1860	5 años	0.1	92.54	92.59	0.05	92.6	0.06	92.62	0.08	0.019102	0.74	0.14	5.37
1880	5 años	0.1	92.93	92.98	0.05	92.99	0.06	93.01	0.08	0.020067	0.75	0.14	5.32
1900	5 años	0.1	93.32	93.37	0.05	93.38	0.06	93.4	0.08	0.018954	0.74	0.14	5.38
1920	5 años	0.1	93.71	93.76	0.05	93.77	0.06	93.79	0.08	0.020795	0.77	0.13	5.29
1940	5 años	0.1	94.1	94.15	0.05	94.16	0.06	94.18	0.08	0.018255	0.73	0.14	5.42
1960	5 años	0.1	94.49	94.54	0.05	94.55	0.06	94.57	0.08	0.019983	0.75	0.14	5.35
1980	5 años	0.1	94.88	94.93	0.05	94.94	0.06	94.96	0.08	0.018954	0.74	0.14	5.38
2000	5 años	0.1	95.27	95.32	0.05	95.33	0.06	95.35	0.08	0.020304	0.76	0.13	5.31
2020	5 años	0.1	95.66	95.71	0.05	95.72	0.06	95.74	0.08	0.01873	0.74	0.14	5.39
2040	5 años	0.1	96.05	96.1	0.05	96.11	0.06	96.13	0.08	0.020444	0.76	0.13	5.31

2060	5 años	0.1	96.44	96.49	0.05	96.5	0.06	96.52	0.08	0.019325	0.74	0.14	5.38
2080	5 años	0.1	96.83	96.88	0.05	96.89	0.06	96.91	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35
2100	5 años	0.1	97.22	97.27	0.05	97.28	0.06	97.3	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35
2120	5 años	0.1	97.61	97.66	0.05	97.67	0.06	97.69	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35
2140	5 años	0.1	98	98.05	0.05	98.06	0.06	98.08	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35
2160	5 años	0.1	98.39	98.44	0.05	98.45	0.06	98.47	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35
2180	5 años	0.1	98.78	98.83	0.05	98.83	0.05	98.85	0.07	0.019527	0.75	0.14	5.35
2200	5 años	0.1	99.16	99.22	0.06	99.22	0.06	99.24	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35
2220	5 años	0.1	99.55	99.61	0.06	99.61	0.06	99.63	0.08	0.019533	0.75	0.14	5.35
2240	5 años	0.1	99.94	99.99	0.05	100	0.06	100.02	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35
2260	5 años	0.1	100.33	100.39	0.06	100.39	0.06	100.41	0.08	0.019533	0.75	0.14	5.35
2280	5 años	0.1	100.72	100.77	0.05	100.78	0.06	100.8	0.08	0.019782	0.75	0.14	5.34
2300	5 años	0.1	101.11	101.16	0.05	101.17	0.06	101.19	0.08	0.019107	0.74	0.14	5.39
2320	5 años	0.1	101.5	101.55	0.05	101.56	0.06	101.58	0.08	0.019307	0.74	0.14	5.36
2340	5 años	0.1	101.89	101.94	0.05	101.95	0.06	101.97	0.08	0.019609	0.75	0.14	5.35
2360	5 años	0.1	102.28	102.33	0.05	102.34	0.06	102.36	0.08	0.01873	0.74	0.14	5.39
2380	5 años	0.1	102.67	102.72	0.05	102.73	0.06	102.75	0.08	0.019307	0.74	0.14	5.36
2400	5 años	0.1	103.06	103.11	0.05	103.12	0.06	103.14	0.08	0.019101	0.74	0.14	5.39
2420	5 años	0.1	103.45	103.5	0.05	103.51	0.06	103.53	0.08	0.018985	0.74	0.14	5.38
2440	5 años	0.1	103.84	103.89	0.05	103.9	0.06	103.92	0.08	0.019527	0.75	0.14	5.35

Estacion	Periodo de diseño	Q total (m3/s)	Rasante (m)	Elevacion de lamina de agua	Altura de lamina de agua (m)	Tirante critico (m)	Altura tirante critico (m)	Cota de linea de energia	Altura de linea de energia (m)	Pendiente de linea de	Velocidad del canal (m/s)	Area de flujo (m2)	Ancho de lamina de
0	10 años	0.16	56.31	56.37	0.06	56.38	0.07	56.4	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
20	10 años	0.16	56.7	56.76	0.06	56.77	0.07	56.79	0.09	0.019632	0.83	0.19	6.27
40	10 años	0.16	57.09	57.15	0.06	57.16	0.07	57.18	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
60	10 años	0.16	57.48	57.54	0.06	57.54	0.06	57.57	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
80	10 años	0.16	57.87	57.93	0.06	57.93	0.06	57.96	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
100	10 años	0.16	58.26	58.32	0.06	58.32	0.06	58.35	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
120	10 años	0.16	58.65	58.71	0.06	58.71	0.06	58.74	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
140	10 años	0.16	59.04	59.1	0.06	59.1	0.06	59.13	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
160	10 años	0.16	59.43	59.49	0.06	59.49	0.06	59.52	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
180	10 años	0.16	59.82	59.88	0.06	59.88	0.06	59.91	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
200	10 años	0.16	60.21	60.27	0.06	60.27	0.06	60.3	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
220	10 años	0.16	60.59	60.65	0.06	60.66	0.07	60.69	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
240	10 años	0.16	60.98	61.04	0.06	61.05	0.07	61.08	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
260	10 años	0.16	61.38	61.43	0.05	61.44	0.06	61.47	0.09	0.019632	0.83	0.19	6.27
280	10 años	0.16	61.76	61.82	0.06	61.83	0.07	61.86	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
300	10 años	0.16	62.15	62.21	0.06	62.22	0.07	62.25	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
320	10 años	0.16	62.54	62.6	0.06	62.61	0.07	62.64	0.1	0.019632	0.83	0.19	6.27
340	10 años	0.16	62.93	62.99	0.06	63	0.07	63.03	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
360	10 años	0.16	63.32	63.38	0.06	63.39	0.07	63.42	0.1	0.019632	0.83	0.19	6.27
380	10 años	0.16	63.71	63.77	0.06	63.78	0.07	63.81	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
400	10 años	0.16	64.1	64.16	0.06	64.17	0.07	64.2	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
420	10 años	0.16	64.49	64.55	0.06	64.56	0.07	64.59	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
440	10 años	0.16	64.88	64.94	0.06	64.95	0.07	64.98	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
460	10 años	0.16	65.27	65.33	0.06	65.34	0.07	65.37	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
480	10 años	0.16	65.66	65.72	0.06	65.73	0.07	65.76	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
500	10 años	0.16	66.05	66.11	0.06	66.12	0.07	66.14	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
520	10 años	0.16	66.44	66.5	0.06	66.51	0.07	66.53	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
540	10 años	0.16	66.83	66.89	0.06	66.9	0.07	66.92	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
560	10 años	0.16	67.22	67.28	0.06	67.29	0.07	67.31	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
580	10 años	0.16	67.61	67.67	0.06	67.67	0.06	67.7	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
600	10 años	0.16	68	68.06	0.06	68.06	0.06	68.09	0.09	0.019632	0.83	0.19	6.27
620	10 años	0.16	68.39	68.45	0.06	68.45	0.06	68.48	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
640	10 años	0.16	68.78	68.84	0.06	68.84	0.06	68.87	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
660	10 años	0.16	69.17	69.23	0.06	69.23	0.06	69.26	0.09	0.019632	0.83	0.19	6.27
680	10 años	0.16	69.56	69.62	0.06	69.62	0.06	69.65	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
700	10 años	0.16	69.95	70.01	0.06	70.01	0.06	70.04	0.09	0.019632	0.83	0.19	6.27
720	10 años	0.16	70.34	70.39	0.05	70.4	0.06	70.43	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
740	10 años	0.16	70.72	70.78	0.06	70.79	0.07	70.82	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
760	10 años	0.16	71.11	71.17	0.06	71.18	0.07	71.21	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
780	10 años	0.16	71.5	71.56	0.06	71.57	0.07	71.6	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
800	10 años	0.16	71.89	71.95	0.06	71.96	0.07	71.99	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
820	10 años	0.16	72.28	72.34	0.06	72.35	0.07	72.38	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
840	10 años	0.16	72.67	72.73	0.06	72.74	0.07	72.77	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
860	10 años	0.16	73.06	73.12	0.06	73.13	0.07	73.16	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
880	10 años	0.16	73.45	73.51	0.06	73.52	0.07	73.55	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
900	10 años	0.16	73.84	73.9	0.06	73.91	0.07	73.94	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
920	10 años	0.16	74.23	74.29	0.06	74.3	0.07	74.33	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
940	10 años	0.16	74.62	74.68	0.06	74.69	0.07	74.72	0.1	0.019632	0.83	0.19	6.27
960	10 años	0.16	75.01	75.07	0.06	75.08	0.07	75.11	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24
980	10 años	0.16	75.4	75.46	0.06	75.47	0.07	75.49	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
1000	10 años	0.16	75.79	75.85	0.06	75.86	0.07	75.89	0.1	0.019837	0.83	0.19	6.24

1020	10 años	0.16	76.18	76.24	0.06	76.25	0.07	76.27	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
1040	10 años	0.16	76.57	76.63	0.06	76.64	0.07	76.66	0.09	0.019632	0.83	0.19	6.27
1060	10 años	0.16	76.96	77.02	0.06	77.02	0.06	77.05	0.09	0.019837	0.83	0.19	6.24
1080	10 años	0.16	77.35	77.41	0.06	77.41	0.06	77.44	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
1100	10 años	0.16	77.74	77.8	0.06	77.8	0.06	77.83	0.09	0.019632	0.83	0.19	6.27
1120	10 años	0.16	78.13	78.19	0.06	78.19	0.06	78.22	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1140	10 años	0.16	78.52	78.58	0.06	78.58	0.06	78.61	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1160	10 años	0.16	78.91	78.97	0.06	78.97	0.06	79	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1180	10 años	0.16	79.3	79.36	0.06	79.36	0.06	79.39	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
1200	10 años	0.16	79.69	79.74	0.05	79.75	0.06	79.78	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1220	10 años	0.16	80.07	80.13	0.06	80.14	0.07	80.17	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1240	10 años	0.16	80.47	80.52	0.05	80.53	0.06	80.56	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
1260	10 años	0.16	80.85	80.91	0.06	80.92	0.07	80.95	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1280	10 años	0.16	81.24	81.3	0.06	81.31	0.07	81.34	0.1	0.019629	0.83	0.19	6.28
1300	10 años	0.16	81.63	81.69	0.06	81.7	0.07	81.73	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1320	10 años	0.16	82.02	82.08	0.06	82.09	0.07	82.12	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1340	10 años	0.16	82.41	82.47	0.06	82.48	0.07	82.51	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1360	10 años	0.16	82.8	82.86	0.06	82.87	0.07	82.9	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1380	10 años	0.16	83.19	83.25	0.06	83.26	0.07	83.29	0.1	0.019629	0.83	0.19	6.28
1400	10 años	0.16	83.58	83.64	0.06	83.65	0.07	83.68	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1420	10 años	0.16	83.97	84.03	0.06	84.04	0.07	84.07	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1440	10 años	0.16	84.36	84.42	0.06	84.43	0.07	84.46	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1460	10 años	0.16	84.75	84.81	0.06	84.82	0.07	84.84	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
1480	10 años	0.16	85.14	85.2	0.06	85.21	0.07	85.24	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
1500	10 años	0.16	85.53	85.59	0.06	85.6	0.07	85.62	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
1520	10 años	0.16	85.92	85.98	0.06	85.98	0.06	86.01	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1540	10 años	0.16	86.31	86.37	0.06	86.37	0.06	86.4	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
1560	10 años	0.16	86.7	86.76	0.06	86.76	0.06	86.79	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1580	10 años	0.16	87.09	87.15	0.06	87.15	0.06	87.18	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1600	10 años	0.16	87.48	87.54	0.06	87.54	0.06	87.57	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1620	10 años	0.16	87.87	87.93	0.06	87.93	0.06	87.96	0.09	0.019629	0.83	0.19	6.28
1640	10 años	0.16	88.26	88.32	0.06	88.32	0.06	88.35	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
1660	10 años	0.16	88.65	88.71	0.06	88.71	0.06	88.74	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
1680	10 años	0.16	89.04	89.1	0.06	89.1	0.06	89.13	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
1700	10 años	0.16	89.42	89.48	0.06	89.49	0.07	89.52	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1720	10 años	0.16	89.82	89.87	0.05	89.88	0.06	89.91	0.09	0.019629	0.83	0.19	6.28
1740	10 años	0.16	90.2	90.26	0.06	90.27	0.07	90.3	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1760	10 años	0.16	90.59	90.65	0.06	90.66	0.07	90.69	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1780	10 años	0.16	90.98	91.04	0.06	91.05	0.07	91.08	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1800	10 años	0.16	91.37	91.43	0.06	91.44	0.07	91.47	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1820	10 años	0.16	91.76	91.82	0.06	91.83	0.07	91.86	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1840	10 años	0.16	92.15	92.21	0.06	92.22	0.07	92.25	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1860	10 años	0.16	92.54	92.6	0.06	92.61	0.07	92.64	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
1880	10 años	0.16	92.93	92.99	0.06	93	0.07	93.03	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
1900	10 años	0.16	93.32	93.38	0.06	93.39	0.07	93.42	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
1920	10 años	0.16	93.71	93.77	0.06	93.78	0.07	93.81	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
1940	10 años	0.16	94.1	94.16	0.06	94.17	0.07	94.2	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
1960	10 años	0.16	94.49	94.55	0.06	94.56	0.07	94.58	0.09	0.019635	0.83	0.19	6.27
1980	10 años	0.16	94.88	94.94	0.06	94.95	0.07	94.97	0.09	0.01984	0.83	0.19	6.24
2000	10 años	0.16	95.27	95.33	0.06	95.34	0.07	95.36	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24

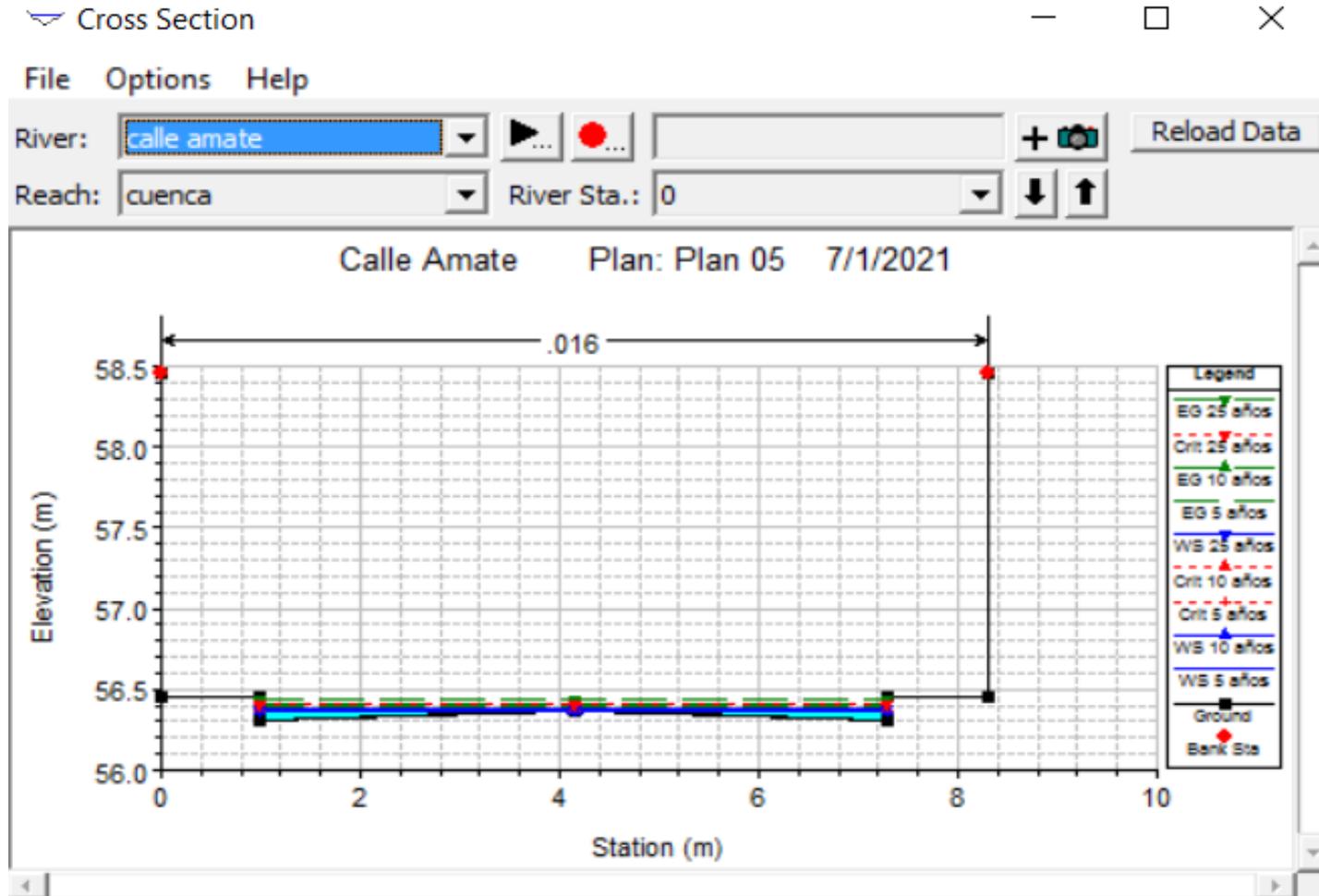
2020	10 años	0.16	95.66	95.72	0.06	95.73	0.07	95.75	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
2040	10 años	0.16	96.05	96.11	0.06	96.11	0.06	96.14	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
2060	10 años	0.16	96.44	96.5	0.06	96.5	0.06	96.53	0.09	0.019629	0.83	0.19	6.28
2080	10 años	0.16	96.83	96.89	0.06	96.89	0.06	96.92	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
2100	10 años	0.16	97.22	97.28	0.06	97.28	0.06	97.31	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
2120	10 años	0.16	97.61	97.67	0.06	97.67	0.06	97.7	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
2140	10 años	0.16	98	98.06	0.06	98.06	0.06	98.09	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
2160	10 años	0.16	98.39	98.45	0.06	98.45	0.06	98.48	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
2180	10 años	0.16	98.78	98.83	0.05	98.84	0.06	98.87	0.09	0.019834	0.83	0.19	6.24
2200	10 años	0.16	99.16	99.22	0.06	99.23	0.07	99.26	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
2220	10 años	0.16	99.55	99.61	0.06	99.62	0.07	99.65	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
2240	10 años	0.16	99.94	100	0.06	100.01	0.07	100.04	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
2260	10 años	0.16	100.33	100.39	0.06	100.4	0.07	100.43	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
2280	10 años	0.16	100.72	100.78	0.06	100.79	0.07	100.82	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
2300	10 años	0.16	101.11	101.17	0.06	101.18	0.07	101.21	0.1	0.019635	0.83	0.19	6.27
2320	10 años	0.16	101.5	101.56	0.06	101.57	0.07	101.6	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
2340	10 años	0.16	101.89	101.95	0.06	101.96	0.07	101.99	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
2360	10 años	0.16	102.28	102.34	0.06	102.35	0.07	102.38	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
2380	10 años	0.16	102.67	102.73	0.06	102.74	0.07	102.77	0.1	0.01984	0.83	0.19	6.24
2400	10 años	0.16	103.06	103.12	0.06	103.13	0.07	103.16	0.1	0.019629	0.83	0.19	6.28
2420	10 años	0.16	103.45	103.51	0.06	103.52	0.07	103.55	0.1	0.019834	0.83	0.19	6.24
2440	10 años	0.16	103.84	103.9	0.06	103.91	0.07	103.93	0.09	0.019539	0.83	0.19	6.26

Estacion	Periodo de diseño	Q total (m3/s)	Rasante (m)	Elevacion de lamina de agua	Altura de lamina de agua (m)	Tirante critico (m)	Altura tirante critico (m)	Cota de linea de energia	Altura de linea de energia (m)	Pendiente de linea de	Velocidad del canal (m/s)	Area de flujo (m2)	Ancho de lamina de
0	25 años	0.3	56.31	56.38	0.07	56.41	0.1	56.44	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
20	25 años	0.3	56.7	56.77	0.07	56.8	0.1	56.83	0.13	0.019563	1.07	0.28	6.3
40	25 años	0.3	57.09	57.16	0.07	57.19	0.1	57.22	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
60	25 años	0.3	57.48	57.55	0.07	57.58	0.1	57.61	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
80	25 años	0.3	57.87	57.94	0.07	57.96	0.09	58	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
100	25 años	0.3	58.26	58.33	0.07	58.35	0.09	58.39	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
120	25 años	0.3	58.65	58.72	0.07	58.74	0.09	58.78	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
140	25 años	0.3	59.04	59.11	0.07	59.13	0.09	59.17	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
160	25 años	0.3	59.43	59.5	0.07	59.52	0.09	59.56	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
180	25 años	0.3	59.82	59.89	0.07	59.91	0.09	59.95	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
200	25 años	0.3	60.21	60.28	0.07	60.3	0.09	60.34	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
220	25 años	0.3	60.59	60.67	0.08	60.69	0.1	60.73	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
240	25 años	0.3	60.98	61.06	0.08	61.08	0.1	61.12	0.14	0.019794	1.07	0.27	6.3
260	25 años	0.3	61.38	61.45	0.07	61.47	0.09	61.51	0.13	0.019563	1.07	0.28	6.3
280	25 años	0.3	61.76	61.84	0.08	61.86	0.1	61.9	0.14	0.019794	1.07	0.27	6.3
300	25 años	0.3	62.15	62.23	0.08	62.25	0.1	62.29	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
320	25 años	0.3	62.54	62.62	0.08	62.64	0.1	62.68	0.14	0.019563	1.07	0.28	6.3
340	25 años	0.3	62.93	63.01	0.08	63.03	0.1	63.07	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
360	25 años	0.3	63.32	63.4	0.08	63.42	0.1	63.46	0.14	0.019563	1.07	0.28	6.3
380	25 años	0.3	63.71	63.79	0.08	63.81	0.1	63.84	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
400	25 años	0.3	64.1	64.18	0.08	64.2	0.1	64.23	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
420	25 años	0.3	64.49	64.56	0.07	64.59	0.1	64.62	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
440	25 años	0.3	64.88	64.95	0.07	64.98	0.1	65.01	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
460	25 años	0.3	65.27	65.34	0.07	65.37	0.1	65.4	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
480	25 años	0.3	65.66	65.73	0.07	65.76	0.1	65.79	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
500	25 años	0.3	66.05	66.12	0.07	66.15	0.1	66.18	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
520	25 años	0.3	66.44	66.51	0.07	66.54	0.1	66.57	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
540	25 años	0.3	66.83	66.9	0.07	66.93	0.1	66.96	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
560	25 años	0.3	67.22	67.29	0.07	67.32	0.1	67.35	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
580	25 años	0.3	67.61	67.68	0.07	67.7	0.09	67.74	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
600	25 años	0.3	68	68.07	0.07	68.09	0.09	68.13	0.13	0.019563	1.07	0.28	6.3
620	25 años	0.3	68.39	68.46	0.07	68.48	0.09	68.52	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
640	25 años	0.3	68.78	68.85	0.07	68.87	0.09	68.91	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
660	25 años	0.3	69.17	69.24	0.07	69.26	0.09	69.3	0.13	0.019563	1.07	0.28	6.3
680	25 años	0.3	69.56	69.63	0.07	69.65	0.09	69.69	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
700	25 años	0.3	69.95	70.02	0.07	70.04	0.09	70.08	0.13	0.019563	1.07	0.28	6.3
720	25 años	0.3	70.34	70.41	0.07	70.43	0.09	70.47	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
740	25 años	0.3	70.72	70.8	0.08	70.82	0.1	70.86	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
760	25 años	0.3	71.11	71.19	0.08	71.21	0.1	71.25	0.14	0.019794	1.07	0.27	6.3
780	25 años	0.3	71.5	71.58	0.08	71.6	0.1	71.64	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
800	25 años	0.3	71.89	71.97	0.08	71.99	0.1	72.03	0.14	0.019794	1.07	0.27	6.3
820	25 años	0.3	72.28	72.36	0.08	72.38	0.1	72.42	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
840	25 años	0.3	72.67	72.75	0.08	72.77	0.1	72.81	0.14	0.019794	1.07	0.27	6.3
860	25 años	0.3	73.06	73.14	0.08	73.16	0.1	73.19	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
880	25 años	0.3	73.45	73.53	0.08	73.55	0.1	73.58	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
900	25 años	0.3	73.84	73.92	0.08	73.94	0.1	73.97	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
920	25 años	0.3	74.23	74.3	0.07	74.33	0.1	74.36	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
940	25 años	0.3	74.62	74.69	0.07	74.72	0.1	74.75	0.13	0.019563	1.07	0.28	6.3
960	25 años	0.3	75.01	75.08	0.07	75.11	0.1	75.14	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
980	25 años	0.3	75.4	75.47	0.07	75.5	0.1	75.53	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
1000	25 años	0.3	75.79	75.86	0.07	75.89	0.1	75.92	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3

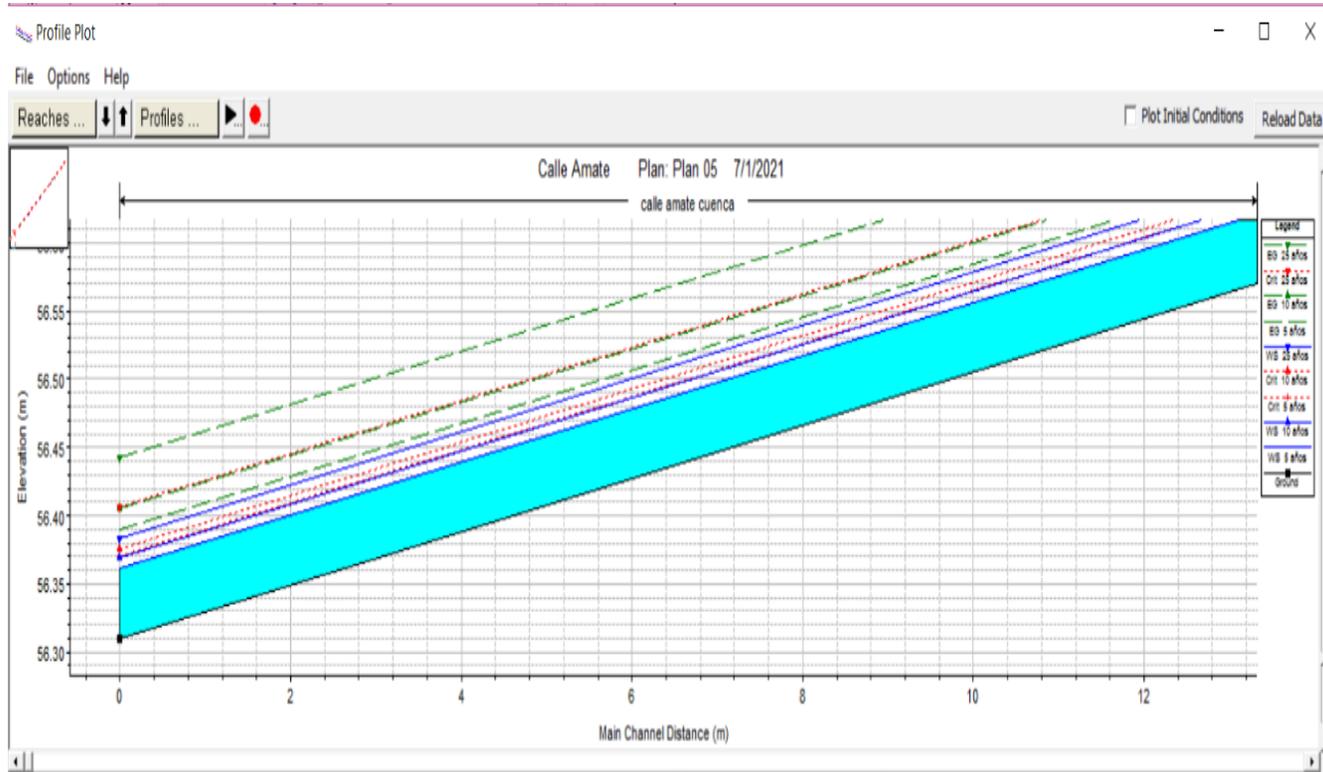
1020	25 años	0.3	76.18	76.25	0.07	76.28	0.1	76.31	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
1040	25 años	0.3	76.57	76.64	0.07	76.67	0.1	76.7	0.13	0.019563	1.07	0.28	6.3
1060	25 años	0.3	76.96	77.03	0.07	77.05	0.09	77.09	0.13	0.019794	1.07	0.27	6.3
1080	25 años	0.3	77.35	77.42	0.07	77.44	0.09	77.48	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
1100	25 años	0.3	77.74	77.81	0.07	77.83	0.09	77.87	0.13	0.019563	1.07	0.28	6.3
1120	25 años	0.3	78.13	78.2	0.07	78.22	0.09	78.26	0.13	0.019797	1.07	0.27	6.3
1140	25 años	0.3	78.52	78.59	0.07	78.61	0.09	78.65	0.13	0.019797	1.07	0.27	6.3
1160	25 años	0.3	78.91	78.98	0.07	79	0.09	79.04	0.13	0.019797	1.07	0.27	6.3
1180	25 años	0.3	79.3	79.37	0.07	79.39	0.09	79.43	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
1200	25 años	0.3	79.69	79.76	0.07	79.78	0.09	79.82	0.13	0.019797	1.07	0.27	6.3
1220	25 años	0.3	80.07	80.15	0.08	80.17	0.1	80.21	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
1240	25 años	0.3	80.47	80.54	0.07	80.56	0.09	80.6	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
1260	25 años	0.3	80.85	80.93	0.08	80.95	0.1	80.99	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
1280	25 años	0.3	81.24	81.32	0.08	81.34	0.1	81.38	0.14	0.01956	1.07	0.28	6.3
1300	25 años	0.3	81.63	81.71	0.08	81.73	0.1	81.77	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
1320	25 años	0.3	82.02	82.1	0.08	82.12	0.1	82.16	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
1340	25 años	0.3	82.41	82.49	0.08	82.51	0.1	82.55	0.14	0.01979	1.07	0.27	6.3
1360	25 años	0.3	82.8	82.88	0.08	82.9	0.1	82.93	0.13	0.01979	1.07	0.27	6.3
1380	25 años	0.3	83.19	83.27	0.08	83.29	0.1	83.32	0.13	0.019341	1.07	0.28	6.3
1400	25 años	0.3	83.58	83.65	0.07	83.68	0.1	83.71	0.13	0.019568	1.07	0.28	6.3
1420	25 años	0.3	83.97	84.04	0.07	84.07	0.1	84.1	0.13	0.019568	1.07	0.28	6.3
1440	25 años	0.3	84.36	84.43	0.07	84.46	0.1	84.49	0.13	0.019554	1.07	0.28	6.3
1460	25 años	0.3	84.75	84.82	0.07	84.85	0.1	84.88	0.13	0.019268	1.06	0.28	6.3
1480	25 años	0.3	85.14	85.21	0.07	85.24	0.1	85.27	0.13	0.019275	1.06	0.28	6.3
1500	25 años	0.3	85.53	85.6	0.07	85.62	0.09	85.66	0.13	0.020697	1.09	0.27	6.3
1520	25 años	0.3	85.92	85.99	0.07	86.02	0.1	86.05	0.13	0.018219	1.05	0.28	6.3
1540	25 años	0.3	86.31	86.38	0.07	86.4	0.09	86.44	0.13	0.020891	1.09	0.27	6.3
1560	25 años	0.3	86.7	86.77	0.07	86.79	0.09	86.83	0.13	0.018679	1.05	0.28	6.3
1580	25 años	0.3	87.09	87.16	0.07	87.18	0.09	87.22	0.13	0.019699	1.07	0.28	6.3
1600	25 años	0.3	87.48	87.55	0.07	87.57	0.09	87.61	0.13	0.019248	1.06	0.28	6.3
1620	25 años	0.3	87.87	87.94	0.07	87.96	0.09	88	0.13	0.019436	1.07	0.28	6.3
1640	25 años	0.3	88.26	88.33	0.07	88.35	0.09	88.39	0.13	0.018901	1.06	0.28	6.3
1660	25 años	0.3	88.65	88.72	0.07	88.74	0.09	88.78	0.13	0.020462	1.08	0.27	6.3
1680	25 años	0.3	89.04	89.11	0.07	89.13	0.09	89.17	0.13	0.018492	1.05	0.28	6.3
1700	25 años	0.3	89.42	89.5	0.08	89.52	0.1	89.56	0.14	0.020491	1.08	0.27	6.3
1720	25 años	0.3	89.82	89.89	0.07	89.91	0.09	89.95	0.13	0.018497	1.05	0.28	6.3
1740	25 años	0.3	90.2	90.28	0.08	90.3	0.1	90.34	0.14	0.020876	1.09	0.27	6.3
1760	25 años	0.3	90.59	90.67	0.08	90.69	0.1	90.72	0.13	0.017854	1.04	0.28	6.3
1780	25 años	0.3	90.98	91.06	0.08	91.08	0.1	91.12	0.14	0.020668	1.09	0.27	6.3
1800	25 años	0.3	91.37	91.45	0.08	91.47	0.1	91.5	0.13	0.017977	1.04	0.28	6.3
1820	25 años	0.3	91.76	91.84	0.08	91.86	0.1	91.9	0.14	0.020389	1.08	0.27	6.3
1840	25 años	0.3	92.15	92.23	0.08	92.25	0.1	92.28	0.13	0.018226	1.05	0.28	6.3
1860	25 años	0.3	92.54	92.62	0.08	92.64	0.1	92.67	0.13	0.020455	1.08	0.27	6.3
1880	25 años	0.3	92.93	93.01	0.08	93.03	0.1	93.06	0.13	0.018454	1.05	0.28	6.3
1900	25 años	0.3	93.32	93.39	0.07	93.42	0.1	93.45	0.13	0.02111	1.09	0.27	6.3
1920	25 años	0.3	93.71	93.79	0.08	93.81	0.1	93.84	0.13	0.017799	1.04	0.28	6.3
1940	25 años	0.3	94.1	94.17	0.07	94.2	0.1	94.23	0.13	0.021464	1.1	0.27	6.3
1960	25 años	0.3	94.49	94.56	0.07	94.59	0.1	94.62	0.13	0.018287	1.05	0.28	6.3
1980	25 años	0.3	94.88	94.95	0.07	94.98	0.1	95.01	0.13	0.020137	1.08	0.27	6.3
2000	25 años	0.3	95.27	95.34	0.07	95.36	0.09	95.4	0.13	0.018428	1.05	0.28	6.3

2020	25 años	0.3	95.66	95.73	0.07	95.75	0.09	95.79	0.13	0.020087	1.08	0.27	6.3
2040	25 años	0.3	96.05	96.12	0.07	96.14	0.09	96.18	0.13	0.018595	1.05	0.28	6.3
2060	25 años	0.3	96.44	96.51	0.07	96.53	0.09	96.57	0.13	0.020021	1.08	0.27	6.3
2080	25 años	0.3	96.83	96.9	0.07	96.92	0.09	96.96	0.13	0.018685	1.05	0.28	6.3
2100	25 años	0.3	97.22	97.29	0.07	97.31	0.09	97.35	0.13	0.019458	1.07	0.28	6.3
2120	25 años	0.3	97.61	97.68	0.07	97.7	0.09	97.74	0.13	0.019472	1.07	0.28	6.3
2140	25 años	0.3	98	98.07	0.07	98.09	0.09	98.13	0.13	0.019174	1.06	0.28	6.3
2160	25 años	0.3	98.39	98.46	0.07	98.48	0.09	98.52	0.13	0.019174	1.06	0.28	6.3
2180	25 años	0.3	98.78	98.85	0.07	98.87	0.09	98.91	0.13	0.020015	1.08	0.27	6.3
2200	25 años	0.3	99.16	99.24	0.08	99.26	0.1	99.3	0.14	0.018724	1.06	0.28	6.3
2220	25 años	0.3	99.55	99.63	0.08	99.65	0.1	99.69	0.14	0.019881	1.07	0.27	6.3
2240	25 años	0.3	99.94	100.02	0.08	100.04	0.1	100.08	0.14	0.019067	1.06	0.28	6.3
2260	25 años	0.3	100.33	100.41	0.08	100.43	0.1	100.47	0.14	0.019713	1.07	0.28	6.3
2280	25 años	0.3	100.72	100.8	0.08	100.82	0.1	100.85	0.13	0.019261	1.06	0.28	6.3
2300	25 años	0.3	101.11	101.19	0.08	101.21	0.1	101.25	0.14	0.019457	1.07	0.28	6.3
2320	25 años	0.3	101.5	101.58	0.08	101.6	0.1	101.63	0.13	0.018901	1.06	0.28	6.3
2340	25 años	0.3	101.89	101.97	0.08	101.99	0.1	102.02	0.13	0.020094	1.08	0.27	6.3
2360	25 años	0.3	102.28	102.36	0.08	102.38	0.1	102.41	0.13	0.018934	1.06	0.28	6.3
2380	25 años	0.3	102.67	102.74	0.07	102.77	0.1	102.8	0.13	0.01998	1.08	0.27	6.3
2400	25 años	0.3	103.06	103.13	0.07	103.16	0.1	103.19	0.13	0.01974	1.07	0.28	6.3
2420	25 años	0.3	103.45	103.52	0.07	103.55	0.1	103.58	0.13	0.019281	1.06	0.28	6.3
2440	25 años	0.3	103.84	103.91	0.07	103.94	0.1	103.97	0.13	0.019513	1.07	0.28	6.3

ANEXO 2. Ejemplo de sección.



ANEXO 3. Ejemplo de tramo de perfil.



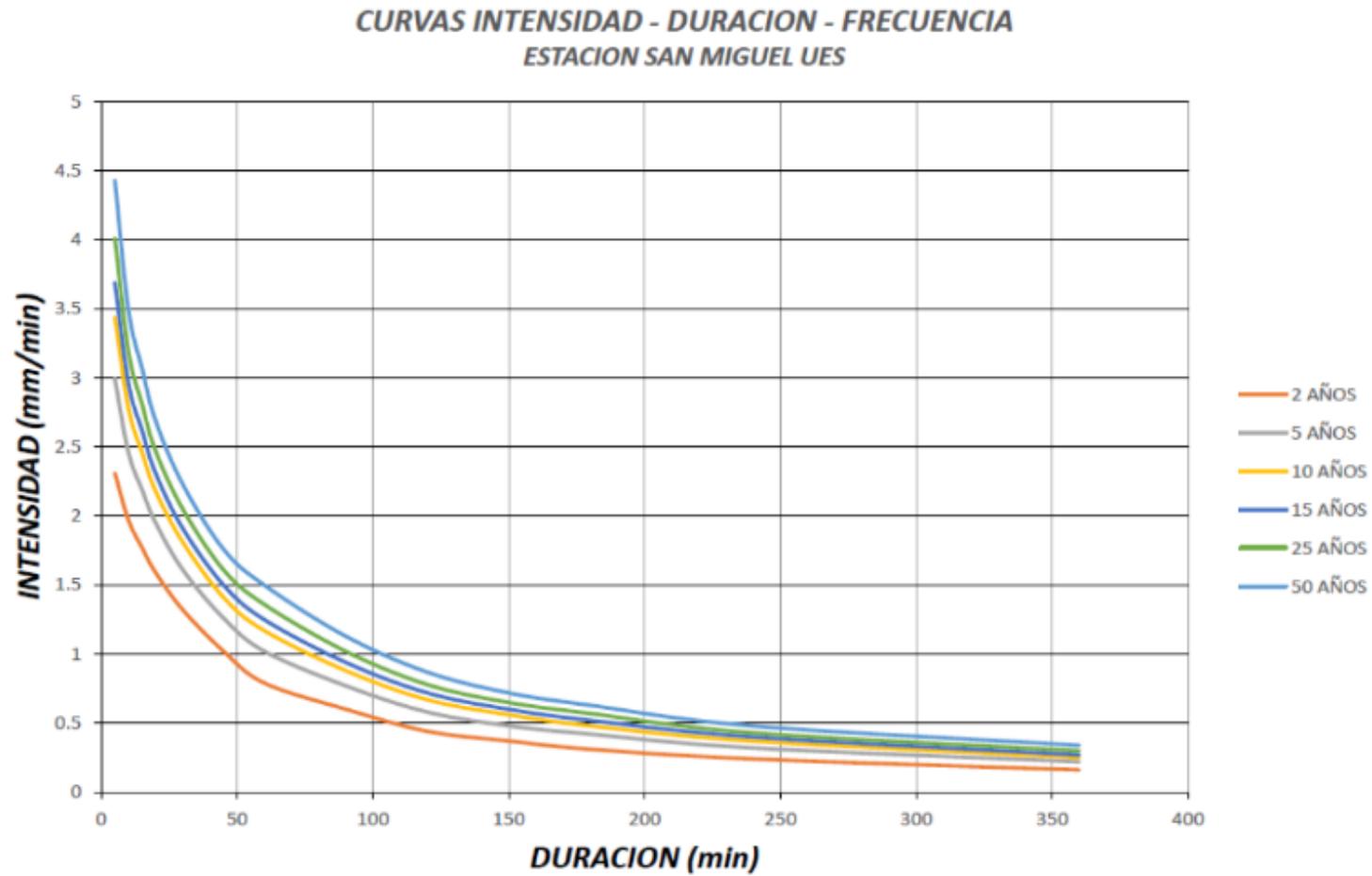
ANEXO 4. Curvas IDF proporcionadas por el MARN.

Gráfico 4. Curvas IDF Estación San Miguel UES M-24 Escala Aritmética.

ANEXO 5. Fichas Consolidadas (con datos de encuesta).

VULNERABILIDAD SOCIAL

Lugar: Final Calle No de hoja: 1/2
Chaparrastique

No de Habitantes: 38 Fecha: 10/9/2020

No de Vivienda: 12 Encuestado: Linda Vásquez

Ítem	Factor Educativo									Factor Cultural		
	Alfabetización			Nivel Educativo			prevención de desastres			Clase Social		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B
1	1		2	1		2	x			x		
2			3		3			x		x		
3			3			3		x			x	
4	2		2	2	2			x		x		
5			3			3	x			x		
6	1		4	1	4			x			x	
7	1		2	1	2		x			x		
8	2		1	2	1			x		x		
9	3		2	3	2			x		x		
10			2		1	1					x	
11		1		1				x		x		
12	1	1	1	2	1			x		x		
TOTAL	11	2	25	13	16	9	3	9		9	3	
PORCENTAJE	28.95%	5.26%	65.79%	34.21%	42.11%	23.68%	25%	75%		75%	25%	
NIVEL POR VARIABLE	BAJA				MEDIA			MEDIA			BAJA	
NIVEL POR FACTOR	MEDIA									BAJA		

Donde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD SOCIAL

Lugar: Final Calle No de hoja: 2/2
Chaparrastique
 No de 38 Fecha: 10/9/2020
 Habitantes:
 No de 12 Encuesto: Linda Vásquez
 Vivienda:

Ítem	Factor Poblacional						Factor Organizativo						Registro de desastres pasados	
	Edad			Habitantes por familia			Organizaciones comunitarias			Capacidad de respuesta				
	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	B
1	1		2			3	x			x			x	
2	2		1			3	x			x			x	
3		2	1			3	x			x			x	
4	2		2			4	x			x			x	
5			3			3	x			x			x	
6	2	1	2			5	x			x			x	
7			3			3	x			x			x	
8	1		2			3	x			x			x	
9	3		2			5	x			x			x	
10			2			2	x			x			x	
11	1					1	x			x			x	
12	1	1	1			3	x			x			x	
TOTAL	13	4	21			38	12			12			12	
PORCENTAJE	34.21%	10.53%	55.26%			100%	100%			100%			100%	
NIVEL POR VARIABLE	BAJA			BAJA			ALTA			ALTA			ALTA	
NIVEL POR FACTOR	BAJA						ALTA							

Donde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD ECONOMICA

Lugar: Final Calle **No de hoja:** 1/1
Chaparrastique

No de 38 **Fecha:** 10/9/2020
Habitantes:

No de 12 **Encuesto:** Linda
Vivienda: Vásquez

Ítem	Factor Ingreso			Factor Empleo			Factor Vivienda	
	Ingresos Familiares			Trabajo			Tenencia de la vivienda	
	A	M	B	A	M	B	A	B
1		x		2	1		x	
2		x		2	1		x	
3		x		2		1	x	
4		x		3	1		x	
5		x			3		x	
6		x		3		2		x
7		x			3			x
8		x		1	2		x	
9	x			4	1			x
10	x				1	1	x	
11	x				1		x	
12	x			2	1		x	
TOTAL	4	8		19	15	4	9	3
PORCENTAJE	33.33%	66.67%		50%	39.47%	10.53%	75%	25%
NIVEL POR VARIABLE	MEDIA			ALTA			ALTA	
NIVEL POR FACTOR	MEDIA			ALTA			ALTA	

Donde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD FISICA

Lugar: Final Calle No de hoja: 1/2
Chaparrastique
 No de 38 Fecha: 10/9/2020
 Habitantes:
 No de 12 Encuestado: Linda Vásquez
 Vivienda:

Ítem	Factor tipología y categoría de edificaciones					Factor Infraestructura de servicios públicos					
	Diseño y construcción		Materiales de Construcción			Alcantarillado		Energía Eléctrica		Telecomunicaciones	
	A	B	A	M	B	A	B	A	B	A	B
1	x		x				x		x		x
2	x		x				x		x		x
3	x		x				x		x		x
4	x		x				x		x		x
5	x		x				X		X		X
6		x			x		X		X		X
7	x			x			X		X		X
8	x				x		X		X		X
9	x				x		X		X		X
10	x				x		X		X		X
11	x				x		X		X		X
12	x				x		x		x		x
TOTAL	11	1	5	1	6		12		12		12
PORCENTAJE	91.67%	8.33%	41.67%	8.33%	50%						
NIVEL POR VARIABLE	ALTA		BAJA			BAJA		BAJA		BAJA	
NIVEL POR FACTOR	ALTA					BAJA					

Donde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD FISICA

Lugar: Final Calle No de hoja: 2/2
Chaparrastique
 No de 38 Fecha: 10/9/2020
 Habitantes:
 No de Vivienda: 12 Encuesto: Linda Vásquez

Ítem	Distribución urbanística						Infraestructura vial			
	Volumen de transito			Forma de la malla urbana			Tipo de transporte y su accesibilidad		Estado de vía actual	
	A	M	B	A	M	B	A	B	A	B
1		x				x		x		x
2		x				x		x		x
3		x				x		x		x
4		x				x		x		x
5		x				x		x		x
6		x				x		x		x
7		x				x		x		x
8		x				x		x		x
9		x				x		x		x
10		x				x		x		x
11		x				x		x		x
12		x				x		x		x
TOTAL		12				12		12		12
PORCENTAJE		100%				100%		100%		100%
NIVEL POR VARIABLE	MEDIA			BAJA			BAJA		BAJA	
NIVEL POR FACTOR	MEDIA						BAJA			

Donde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Lugar: Final Calle **No de hoja:** 1/1
Chaparrastique

No de Habitantes: 38 **Fecha:** 10/9/2020
No de Vivienda: 12 **Encuesto:** Linda Vásquez

Ítem	Factor Ecológico	
	Deforestación	
	A	B
1		x
2		x
3		x
4		x
5		x
6		x
7		x
8		x
9		x
10		x
11		x
12		x
TOTAL		12
PORCENTAJE		100%
NIVEL POR VARIABLE	BAJA	
NIVEL POR FACTOR	BAJA	

: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL

Lugar: Final Calle **No de hoja:** 1/1
Chaparrastique
No de Habitantes: 38 **Fecha:** 10/9/2020
No de Vivienda: 12 **Encuesto:** Linda Vásquez

Ítem	Factor Equipamiento institucional					Factor Político Administrativo			
	Instituciones de albergue.		Cobertura de equipamiento institucional.			Programa de prevención y atención de desastre.		Organización de prevención y atención a desastres.	
	A	B	A	M	B	A	B	A	B
1		x		x		x			x
2		x		x		x			x
3		x		x		x			x
4		x		x		x			x
5		x		x		x			x
6		x		x		x			x
7		x		x		x			x
8		x		x		x			x
9		x		x		x			x
10		x		x		x			x
11		x		x		x			x
12		x		x		x			x
TOTAL		12		12		12			12
PORCENTAJE		100%		100%		100%			100%
NIVEL POR VARIABLE	BAJA		MEDIA			ALTA		BAJA	
NIVEL POR FACTOR	MEDIA					MEDIA			

Donde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD SOCIAL

Lugar:
No de Habitantes:
No de Vivienda:

No de hoja:
Fecha:
Encuesto:

Ítem	Factor Educativo						Factor Cultural					
	Alfabetización			Nivel Educativo			prevención de desastres			Clase Social		
	No sabe leer y escribir	Solo saber leer o escribir	Sabe leer y escribir	< 3° grado	3° grado a bachillerato	Bachillerato a universidad	No conoce	Ha escuchado	Conoce	Baja	Media	Alta

OBSERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD FISICA

Lugar:
No de Habitantes:
No de Vivienda:

No de hoja:
Fecha:
Encuesto:

Ítem	Factor tipología y categoría de edificaciones					Factor Infraestructura de servicios públicos					
	Diseño y construcción		Materiales de Construcción			Alcantarillado		Energía Eléctrica		Telecomunicaciones	
	No normalizado	Normalizado	Bahareque y adobe	Lamina o plástico	Bloque y/o concreto reforzado	No normalizador	Normalizado	No normalizador	Normalizado	No normalizador	Normalizado

OBSERVACIONES: _____

VULNERABILIDAD SOCIAL

Lugar:
No de Habitantes:
No de Vivienda:

No de hoja:
Fecha:
Encuesto:

Ítem	Factor Poblacional						Factor Organizativo							
	Edad			Habitantes por familia			Organizaciones comunitarias			Capacidad de respuesta			Registro de desastres pasados	
	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	B
TOTAL														
PORCENTAJE														
NIVEL POR VARIABLE														
NIVEL POR FACTOR														

Dónde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBERVACIONES:

VULNERABILIDAD ECONOMICA

Lugar:
No de Habitantes:
No de Vivienda:

No de hoja:
Fecha:
Encuesto:

Ítem	Factor Ingreso			Factor Empleo			Factor Vivienda	
	Ingresos Familiares			Trabajo			Tenencia de la vivienda	
	A	M	B	A	M	B	A	B
TOTAL								
PORCENTAJE								
NIVEL POR VARIABLE								
NIVEL POR FACTOR								

Dónde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES:

VULNERABILIDAD FISICA

Lugar:
No de Habitantes:
No de Vivienda:

No de hoja:
Fecha:
Encuesto:

Ítem	Factor tipología y categoría de edificaciones					Factor Infraestructura de servicios públicos					
	Diseño y construcción		Materiales de Construcción			Alcantarillado		Energía Eléctrica		Telecomunicaciones	
	A	B	A	M	B	A	B	A	B	A	B
TOTAL											
PORCENTAJE											
NIVEL POR VARIABLE											
NIVEL POR FACTOR											

Dónde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBERVACIONES:

VULNERABILIDAD FISICA

Lugar:
No de Habitantes:
No de Vivienda:

No de hoja:
Fecha:
Encuesto:

Ítem	Distribución urbanística						Infraestructura vial			
	Volumen de transito			Forma de la malla urbana			Tipo de transporte y su accesibilidad		Estado de vía actual	
	A	M	B	A	M	B	A	B	A	B
TOTAL										
PORCENTAJE										
NIVEL POR VARIABLE										
NIVEL POR FACTOR										

Dónde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBERVACIONES:

VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL

Lugar:
No de Habitantes:
No de Vivienda:

No de hoja:
Fecha:
Encuesto:

Ítem	Factor Equipamiento institucional					Factor Político Administrativo			
	Instituciones de albergue.		Cobertura de equipamiento institucional.			Programa de prevención y atención de desastre.		Organización de prevención y atención a desastres.	
	A	B	A	M	B	A	B	A	B
TOTAL									
PORCENTAJE									
NIVEL POR VARIABLE									
NIVEL POR FACTOR									

Dónde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBERVACIONES:

VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Lugar:
No de Habitantes:
No de Vivienda:

No de hoja:
Fecha:
Encuesto:

Ítem	Factor Ecológico	
	Deforestación	
	A	B
TOTAL		
PORCENTAJE		
NIVEL POR VARIABLE		
NIVEL POR FACTOR		

Dónde: A: nivel de alta vulnerabilidad; M: nivel de media vulnerabilidad; B: nivel de baja vulnerabilidad

OBERVACIONES:

ANEXO 8. Tablas de Análisis de Peligro y Vulnerabilidad por Inundación.

Análisis del peligro (tiempo de retorno 5 años)

Abscisa inicial	Unidad de muestreo	Deslizamiento	Volcamiento	Peligro	Puntos críticos
0+0000	1	0.028125	0.0375	NULO	
0+0200	2	0.028125	0.0375	NULO	
0+0400	3	0.028125	0.0375	NULO	
0+0600	4	0.02738	0.037	NULO	
0+0800	5	0.032856	0.0444	NULO	
0+1000	6	0.02738	0.037	NULO	
0+1200	7	0.02738	0.037	NULO	
0+1400	8	0.02888	0.038	NULO	
0+1600	9	0.02738	0.037	NULO	
0+1800	10	0.028125	0.0375	NULO	
0+2000	11	0.02888	0.038	NULO	
0+2200	12	0.03375	0.045	NULO	
0+2400	13	0.02738	0.037	NULO	
0+2440	14	0.028125	0.0375	NULO	

Análisis del peligro (tiempo de retorno 10 años)

Abscisa inicial	Unidad de muestreo	Deslizamiento	Volcamiento	Peligro	Puntos críticos
0+0000	1	0.041334	0.0498	NULO	
0+0200	2	0.041334	0.0498	NULO	
0+0400	3	0.041334	0.0498	NULO	
0+0600	4	0.041334	0.0498	NULO	
0+0800	5	0.041334	0.0498	NULO	
0+1000	6	0.041334	0.0498	NULO	
0+1200	7	0.041334	0.0498	NULO	
0+1400	8	0.041334	0.0498	NULO	
0+1600	9	0.041334	0.0498	NULO	
0+1800	10	0.041334	0.0498	NULO	
0+2000	11	0.041334	0.0498	NULO	
0+2200	12	0.041334	0.0498	NULO	
0+2400	13	0.041334	0.0498	NULO	
0+2440	14	0.041334	0.0498	NULO	

Análisis del peligro (tiempo de retorno 25 años)

Abscisa inicial	Unidad de muestreo	Deslizamiento	Volcamiento	Peligro	Puntos críticos
0+0000	1	0.080143	0.0749	NULO	
0+0200	2	0.080143	0.0749	NULO	
0+0400	3	0.091592	0.0856	NULO	
0+0600	4	0.080143	0.0749	NULO	
0+0800	5	0.091592	0.0856	NULO	
0+1000	6	0.080143	0.0749	NULO	
0+1200	7	0.080143	0.0749	NULO	
0+1400	8	0.080143	0.0749	NULO	
0+1600	9	0.078652	0.0742	NULO	
0+1800	10	0.086528	0.0832	NULO	
0+2000	11	0.077175	0.0735	NULO	
0+2200	12	0.089888	0.0848	NULO	
0+2400	13	0.080143	0.0749	NULO	
0+2440	14	0.080143	0.0749	NULO	

Análisis de vulnerabilidad (tiempo de retorno 5 años)

Abscisa inicial	Unidad de muestreo	Viviendas	Vehicular	Vulnerabilidad	Puntos Críticos
0+0000	1	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0200	2	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0400	3	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0600	4	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0800	5	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1000	6	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1200	7	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1400	8	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1600	9	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1800	10	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2000	11	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2200	12	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2400	13	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2440	14	MEDIA	NULO	MEDIA	

Análisis de vulnerabilidad (tiempo de retorno 10 años)

Abscisa inicial	Unidad de muestreo	Viviendas	Vehicular	Vulnerabilidad	Puntos Críticos
0+0000	1	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0200	2	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0400	3	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0600	4	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0800	5	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1000	6	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1200	7	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1400	8	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1600	9	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1800	10	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2000	11	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2200	12	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2400	13	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2440	14	MEDIA	NULO	MEDIA	

Análisis de vulnerabilidad (tiempo de retorno 25 años)

Abscisa inicial	Unidad de muestreo	Viviendas	Vehicular	Vulnerabilidad	Puntos Críticos
0+0000	1	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0200	2	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0400	3	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0600	4	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+0800	5	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1000	6	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1200	7	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1400	8	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1600	9	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+1800	10	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2000	11	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2200	12	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2400	13	MEDIA	NULO	MEDIA	
0+2440	14	MEDIA	NULO	MEDIA	

ANEXO 9. Formato de Evaluación de Riesgo.

FORMATO DE EVALUACION DE RIESGO POR INUNDACIÓN				
ZONA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL		
Calle Chaparrastique	0+0000	0+0200		
PERIODO DE RETORNO		FECHA		
2 AÑOS		10/9/2020		
A - ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD				
DATOS OBTENIDOS DE LA SIMULACIÓN				
TIRANTE	VELOCIDAD			
0.05	0.75 M/S			
NIVEL DE PELIGRO	ALTURA	VOLCAMIENTO (m ² /s)	DESLIZAMIENTO (m ² /s ²)	
NULO	$h < 0.3$	$vh < 0.3$	$v^2h < 0.3$	
BAJO	$0.3 \geq h < 0.5$	$0.3 \geq vh < 0.5$	$0.3 \geq v^2h < 0.5$	
MEDIO	$0.5 \geq h < 1.5$	$0.5 \geq vh < 1.5$	$0.5 \geq v^2h < 1.23$	
ALTO	$h \geq 1.5$	$vh \geq 1.5$	$v^2h \geq 1.23$	
ALTURA	0.05	NULO	NOTA: Se toma el más desfavorable <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; color: red;">NULO</div>	
VOLCAMIENTO	0.0375	NULO		
DESLIZAMIENTO	0.028125	NULO		
B- ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD				
VULNERABILIDAD POR TIPO DE VIVIENDA				
VIVIENDA	CANTIDAD	VULNERABILIDAD		
TIPO I	8	ALTA		
TIPO II	0	MEDIA		
TIPO III	12	BAJA		
TIPO IV	0	NULA		
VULNERABILIDAD VEHICULAR				
CONDICION	VULNERABILIDAD			
$h < 0.1$ m	NULA			
$0.1 \text{ m} \leq h < 0.2$ m	BAJA			
$0.2 \text{ m} \leq h < 0.4$ m	MEDIA			
$h > 0.4$ m	ALTA			
NOTA: Se tomará la moda <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; color: red;">NULO</div>				
C - ANÁLISIS DE RIESGO				
VULNERABILIDAD	PELIGRO			
	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO
NULA	RN	RN	RB	RM
BAJA	RN	RB	RM	RA
MEDIA	RN	RB	RM	RA
ALTA	RN	RM	RA	RA

ANEXO 10. Informe Climatológico De El Papalón.

INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA)													
En mm/minuto para diferentes períodos.													
ESTACION : SAN MIGUEL UES M-24													
LATITUD: 13° 26' 20.1"				LONGITUD: 88° 09' 32.7"				ELEVACION: 117 m.s.n.m.					
ANO	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360
1961	4.08	2.66	2.30	2.15	1.87	1.48	1.17	0.81	0.61	0.52	0.40	0.17	0.14
1962	2.04	1.58	1.35	1.30	1.09	0.89	0.72	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.11
1963	2.40	2.11	1.92	1.58	1.33	1.19	1.01	0.93	0.35	0.28	0.24	0.23	0.12
1964	2.04	1.92	1.81	1.74	1.68	1.42	1.14	0.80	0.68	0.58	0.44	0.34	0.27
1965	2.10	2.03	1.92	1.67	1.30	0.92	0.76	0.51	0.39	0.32	0.28	0.23	0.18
1966	2.44	2.21	2.13	1.96	1.53	1.17	0.92	0.72	0.29	0.09	0.08	0.07	0.06
1967	5.44	3.78	3.17	2.71	1.88	1.50	1.15	0.99	0.52	0.50	0.36	0.27	0.19
1968	2.54	2.04	1.74	1.71	1.23	0.93	0.75	0.64	0.31	0.26	0.22	0.17	0.13
1969	3.72	2.82	2.45	1.87	1.26	0.90	0.63	0.43	0.29	0.27	0.26	0.17	0.07
1970	2.78	2.56	2.33	2.12	1.54	1.07	0.82	0.72	0.56	0.45	0.39	0.31	0.15
1971	2.08	2.05	1.88	1.67	1.33	1.22	0.02	0.75	0.59	0.22	0.18	0.18	0.09
1972	4.00	3.00	2.67	2.50	1.96	1.70	1.38	0.95	0.47	0.38	0.26	0.20	0.18
1973	2.80	2.30	1.94	1.66	1.32	0.96	0.82	0.56	0.38	0.35	0.27	0.21	0.19
1974	2.94	2.37	2.18	1.92	1.45	1.05	0.89	0.62	0.47	0.49	0.47	0.39	0.29
1975	2.54	2.04	1.51	1.28	1.06	0.80	0.63	0.37	0.29	0.25	0.22	0.15	0.13
1976	2.60	1.80	1.54	1.34	1.10	0.89	0.71	0.51	0.41	0.41	0.40	0.35	0.27
1977	2.70	1.71	1.52	1.42	1.01	0.69	0.52	0.35	0.27	0.22	0.19	0.15	0.11
1978	2.80	2.20	1.94	1.75	1.74	1.45	1.41	1.17	1.03	0.84	0.74	0.59	0.41
1979	2.96	2.45	2.10	1.86	1.37	1.09	1.08	0.79	0.60	0.48	0.40	0.19	0.15
1980	2.15	1.98	1.92	1.63	1.37	1.22	0.97	0.68	0.52	0.43	0.36	0.30	0.21
1981	2.00	1.94	1.94	1.66	1.56	1.28	1.12	0.76	0.58	0.54	0.50	0.16	0.09
1982	SIN DATOS												
1983	2.38	1.94	1.55	1.62	1.45	1.09	0.87	0.60	0.47	0.41	0.36	0.29	0.21
1984	2.00	1.90	1.63	1.49	1.26	0.93	0.85	0.70	0.54	0.45	0.38	0.30	0.21
1985	3.00	2.50	2.13	1.70	1.19	0.80	0.60	0.44	0.39	0.40	0.38	0.35	0.31
1986	2.22	2.00	2.00	2.00	1.86	1.41	1.08	0.73	0.55	0.45	0.39	0.29	0.19
1987	1.78	1.59	1.45	1.41	1.28	1.10	0.96	0.97	0.88	0.77	0.67	0.51	0.35
1988	1.68	1.40	1.33	1.23	1.12	0.87	0.72	0.70	0.59	0.50	0.44	0.35	0.24
1989	3.96	3.92	3.30	2.80	2.30	1.79	1.38	0.95	0.74	0.60	0.50	0.38	0.26
1990	2.04	1.72	1.53	1.35	1.28	0.94	0.72	0.48	0.36	0.29	0.24	0.18	0.12
1991	1.60	1.30	1.27	1.14	0.92	0.70	0.57	0.39	0.30	0.24	0.21	0.16	0.11
1992	2.00	1.79	1.53	1.42	1.25	0.89	0.72	0.50	0.43	0.37	0.33	0.29	0.21
1993	1.58	1.20	1.27	1.18	1.05	0.87	0.71	0.58	0.47	0.38	0.33	0.25	0.17
1994	1.70	1.68	1.29	1.11	0.90	0.69	0.55	0.38	0.31	0.32	0.28	0.23	0.17
1995	2.40	2.20	1.94	1.68	1.31	0.93	0.70	0.47	0.35	0.28	0.23	0.18	0.12
1996	1.96	1.57	1.31	1.40	1.13	1.06	0.86	0.59	0.45	0.36	0.30	0.22	0.15
1997	2.02	1.67	1.63	1.55	1.33	1.16	0.93	0.68	0.51	0.41	0.34	0.25	0.17
1998	1.60	1.24	1.35	1.23	1.08	0.85	0.69	0.47	0.36	0.30	0.26	0.20	0.13
1999	2.06	2.01	2.02	2.01	1.78	1.34	1.07	0.75	0.56	0.45	0.38	0.28	0.19
2000	2.34	2.00	1.93	1.85	1.40	1.03	0.82	0.56	0.43	0.35	0.30	0.23	0.15
2001	2.00	2.00	2.00	1.78	1.43	1.05	0.81	0.57	0.43	0.35	0.29	0.22	0.14
2002	4.00	3.00	2.67	2.26	1.59	1.10	0.84	0.56	0.42	0.34	0.28	0.21	0.14
2003	2.00	2.00	1.87	1.64	1.42	1.03	0.82	0.62	0.49	0.41	0.35	0.26	0.17
2004	2.00	1.70	1.33	1.10	0.86	0.70	0.59	0.52	0.41	0.34	0.28	0.21	0.14
2005	2.00	2.00	1.77	1.52	1.30	0.92	0.69	0.47	0.37	0.33	0.28	0.22	0.14
2006	2.00	2.00	1.83	1.52	1.14	0.81	0.61	0.44	0.33	0.28	0.25	0.19	0.13
2007	2.44	2.00	1.49	1.50	1.33	1.15	0.87	0.58	0.43	0.35	0.29	0.22	0.14
2008	2.40	2.24	1.96	1.75	1.39	1.02	0.79	0.53	0.41	0.34	0.30	0.24	0.16
2009	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.57	1.19	0.80	0.60	0.49	0.41	0.31	0.21
2010	1.66	1.10	1.04	1.05	1.00	0.82	0.81	0.56	0.43	0.36	0.32	0.24	0.16
2011	2.00	1.69	1.19	0.92	0.62	0.48	0.36	0.29	0.30	0.24	0.21	0.16	0.11
2012	2.26	2.13	2.00	2.00	1.79	1.33	1.06	0.74	0.58	0.48	0.41	0.31	0.21
PROM.	2.44	2.06	1.84	1.66	1.37	1.06	0.84	0.63	0.47	0.39	0.33	0.25	0.17
DS.	0.77	0.55	0.47	0.40	0.33	0.27	0.26	0.19	0.15	0.13	0.12	0.09	0.07

Tabla 6. Intensidades Máximas Anuales de Precipitación, Estación San Miguel UES M-24.


MARN

 Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

INFORME CLIMATOLOGICO DE EL PAPALON

La estación de El Papalón (UES-San Miguel) se encuentra ubicada en una planicie al oriente de la ciudad de San Miguel, al noreste del cerro Muncinga y al sureste de la laguna Aramuaca, esta región es semiplana con suelos arcillosos y cultivos de maíz.

La región donde se ubica la estación se zonifica climáticamente según Koppen, Sapper y Laurer como Sabana Tropical Caliente ó Tierra Caliente (0 – 800 msnm) la elevación es determinante (80 msnm).

Considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona de Interés se clasifica como "Bosque húmedo subtropical" (con biotemperaturas <24 ° C y temperaturas del aire, medio anuales >24° C).

Los rumbos de los vientos son predominantes del norte en la estación seca y del sur en la estación lluviosa, la brisa marina ocurre después del mediodía, durante la noche se desarrolla el sistema local nocturno del viento con rumbos desde las montañas y colinas cercanas, la velocidad media anual es de 8 km/h.

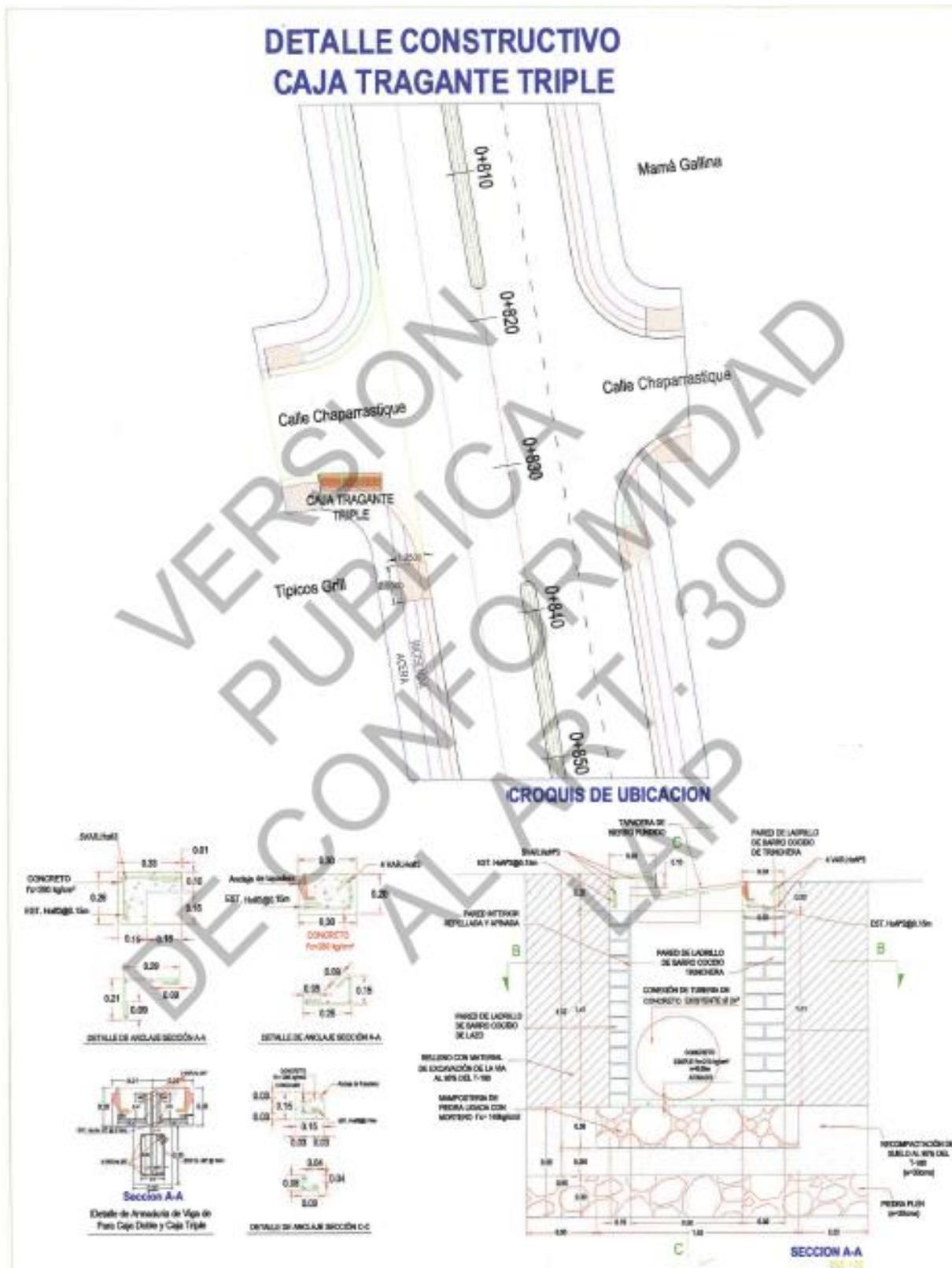
A continuación se presenta un cuadro resumen de promedios mensuales de las variables más importantes:

ESTACION:	EL PAPALON											
INDICE:	M-16											
DEPARTAMENTO:	SAN MIGUEL											
	LATITUD NORTE: 13° 26.6'											
	LONGITUD OESTE: 88° 07.4'											
	ELEVACION : 80 msnm											
Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación (mm)	1.2	0.7	3.8	28.8	175.4	257.7	202.2	240.8	313.7	203	51.5	5
Temp. Promedio (°C)	27.3	28.1	29.1	29.8	29.0	27.9	28.0	27.8	26.8	26.8	26.8	26.9
Temp. Max. Promedio (°C)	36.7	37.6	38.2	38.3	36.0	34.1	34.8	34.5	33.2	33.3	34.1	35.6
Temp. Min. Promedio (°C)	17.7	18.3	20.1	22.1	23.0	22.5	21.8	21.9	22.0	21.5	20.0	18.2
Temp. Máx.Abs. Promedio (°C)	38.4	39.6	40.4	40.8	39.6	36.7	36.8	36.9	35.4	35.0	36.1	37.2
Temp. Min.Abs. Promedio (°C)	14.8	15.5	17.1	19.2	20.7	20.8	19.9	20.1	20.5	19.6	17.3	15.4
Luz Solar hr/día	9.1	9.5	9.5	8.7	7.5	7.3	8.5	8.3	6.9	7.6	8.2	8.8
Humedad Relativa (%)	59	56	57	60	70	76	73	75	81	79	73	64
Evapotranspiración Potencial (mm)	158	160	198	201	192	168	180	176	150	148	141	146
Viento Veloc. Media Escala Beaufort	1.5	1.6	1.5	1.5	1.3	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.4

Kilómetro 5½ Carretera a Santa Tecla,
Calle y Colonia Las Mercedes,
Edificios MARN, complejo ISTA,
San Salvador, El Salvador, Centro América.

Tel: (503) 2132 6278
Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv
facebook.com/marn.gob.sv
Twitter: @MARN_Oficial_SV

ANEXO 11. Detalles constructivos de los tragantes,



"Nuevo drenaje en la Avenida Roosevelt sobre la intersección con la calle Chaparrastique"

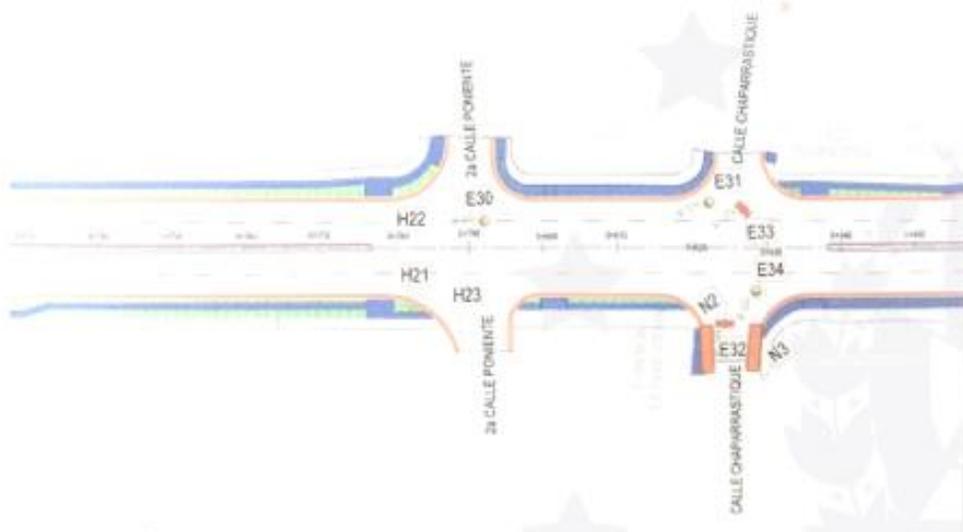
La presente información detalla las generalidades de la "Ampliación de cajas tragantes de un cuerpo a tres en las vueltas de cordón de la Calle Chaparrastique en intersección con la Av. Roosevelt." Obra realizada como parte del proyecto "Mejoramiento de la carretera CA01E: Avenida Roosevelt – Tramo I" dentro del cual se realizó la sustitución y reparación de cajas tragantes en diferentes puntos de las vías de circulación vehicular de la ciudad de San Miguel.

Cuadro Resumen de Sustitución de Caja Tragante				
Item	Estación	Lateral	Cantidad	Observación
N2	0+821.50	DERECHO	3.00	Reconstrucción de Caja Triple en Intersección de Calle Chaparrastique
N3	0+828.00	DERECHO	3.00	Reconstrucción de Caja Triple en Intersección de Calle Chaparrastique

UBICACIÓN COMO PARTE DEL PROYECTO



↙ =



UBICACIÓN SEGÚN ITEM DE CUADRO RESUMEN



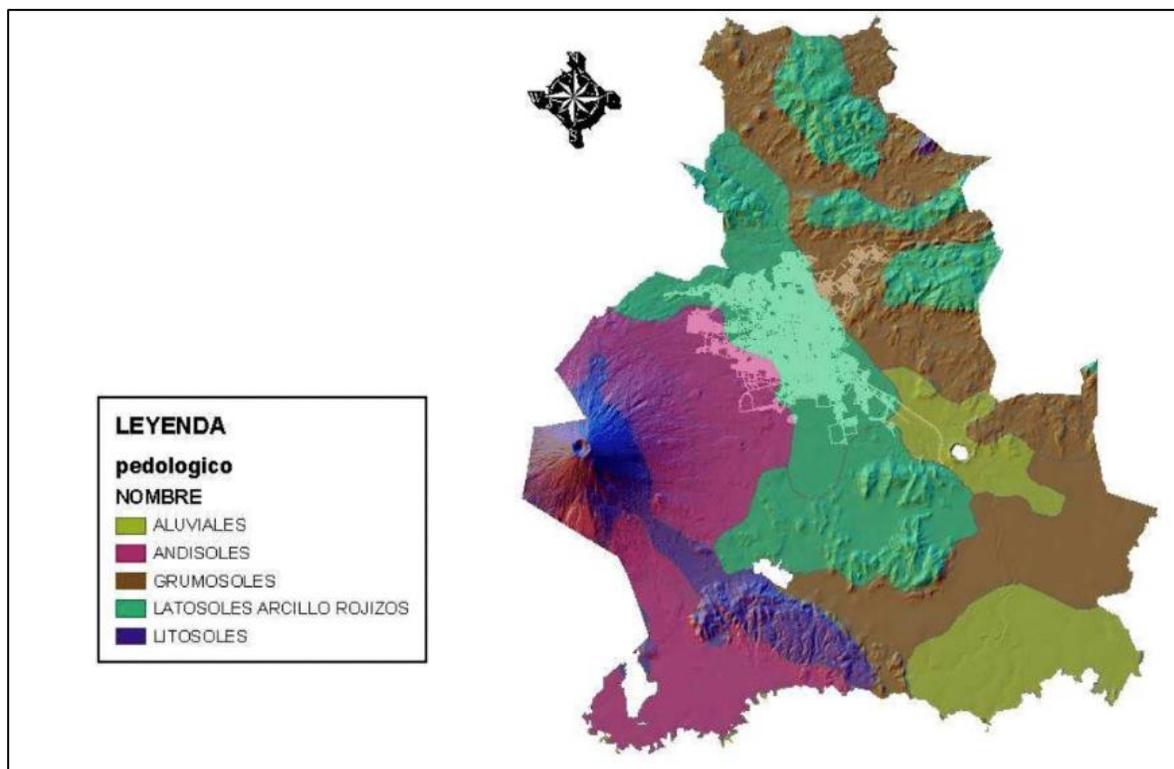
INFORMACIÓN DE ENTRONQUE A RED

Registro fotográfico



Construcción de caja Triple Intersección Calle Chaparrastique.

ANEXO 12. Mapa Pedológico: Tipo de Suelo Predominante en el municipio de San Miguel.



ANEXO 13. Registro Fotográfico.

REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Tramo: Zona 1	Lugar: Final Calle Chaparrastique, San Miguel.
<p>Contiene: Imagen 1 y 2. Punto de interés, intersección de la Calle Chaparrastique con la Avenida Roosevelt, la imagen fue captada el día de 10 de septiembre de 2020 a las 11:53 am, la toma capta vehículos en circulación y vehículos en espera de que el semáforo cambie para su posterior circulación. Es un tramo muy transitado, en el estudio más reciente realizado por el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte del TPDA en esta Zona en el listado de la Red Urbana: Calle Chaparrastique- Calle Sirama el TPDA total es de TPDA = 2,913 y en Listado de la red vial pavimentada, Av. Roosevelt tramo de la Ruta Militar a Calle Chaparrastique es de TPDA = 32,630.¹⁴</p>	
	
Imagen 1	Imagen 2

¹⁴ DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA SUBDIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE OBRAS DE PASO Y DE INVENTARIOS VIALES ÁREA DE ESTUDIOS DE TRÁNSITO – SAOPIV TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (AÑO 2015)

REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Tramo: Zona 1	Lugar: Final Calle Chaparrastique, San Miguel.
<p>Contiene: La imagen 3 y 9 fueron tomadas el 26 de julio de 2019 a las 5:45 am mientras se realizaba el levantamiento topográfico con estación total en la zona, señalar que fueron tomadas después de una lluvia del día anterior por eso se observa humedad, en la imagen 3 se observa la acumulación de basura al inicio de los tragantes así como la acumulación de agua en la cuneta, del lado derecho de la imagen se observa una acera limpia y transitable los ciudadano que transitan por la zona, se hace énfasis en esto porque en la imagen 8 (10 de septiembre de 2020 11:16 am) se observa la acumulación de tierra en la acera que hace que esta no sea transitable por las personas que transitan por el lugar.</p> <p>En la imagen 9 se observa acumulación de agua en la calle y desprendimiento del material granular la capa asfáltica esto fue el 26 de julio de 2019, hoy en día podemos observar en la imagen 4 e imagen 10 (10 de septiembre de 2020, ambas imágenes) que la calle está en buen estado.</p> <p>En las imágenes 5 y 6 podemos observan la acumulación de basura en la cuneta y la retención de agua en la cuneta, comparando la imagen 1 con estas dos imágenes se concluye que la acumulación de basura en las cunetas no a cambiado nada en la zona ya que después de un año sigue igual, cabe recalcar que esta solo se acumula al inicio de los tragantes ya que como se observa en la imagen 7 encima de los tragantes no hay ningún tipo de objeto que les obstruya.</p> <p>En la imagen 8 se observan los tragantes del lado derecho de la final Calle Chaparrastique, también hay acumulación de agua en la cuneta y poca basura acumulada en la cuneta.</p>	

Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5



Imagen 6



Imagen 7



Imagen 8



Imagen 9



Imagen 10



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Tramo: Zona 1

Lugar: Final Calle Chaparrastique, San Miguel.

Contiene: Las fotografías mostradas a continuación: Imagen 11 a imagen 23 fueron tomadas el 10 de septiembre de 2020 entre las 11:12 am y 11:16 am, en las cuales se representa las viviendas de la zona 1, como se mencionó anteriormente las puertas de acceso no están al nivel del suelo de la acera e incluso en algunas viviendas se puede observar gradas de acceso a dichas viviendas. También se observa que al inicio viviendas de adobe de un nivel en un estado favorable para seguir siendo habitadas, así como viviendas de dos niveles y viviendas de un nivel de ladrillo; del lado izquierdo se pueden ver terrenos baldíos con mucha vegetación que dan armonía al lugar.

Por eso la mayoría de las personas encuestadas mencionaban que a la vivienda no entraba el agua acumulada en el sector debido a las inundaciones pero que la calle no era transitable es decir que la calle se inundaba y era casi imposible el paso de vehículos como de peatones por esta vía.

Imagen 11



Imagen 12



Imagen 13



Imagen 14



Imagen 15



Imagen 16



Imagen 17



Imagen 18



Imagen 19



Imagen 20



Imagen 21



Imagen 22



Imagen 23



Imagen 24



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Tramo: Zona 1

Lugar: Final Calle Chaparrastique, San Miguel.

Contiene: Las imágenes presentadas a continuación de la imagen 25 a la imagen 32, muestran el estado vial de la final calle Chaparrastique, en el se observan las cunetas, tragantes, calzada y aceras.

Se destaca la basura y el agua acumulada en las cunetas y en ciertos sectores el desbordamiento de cunetas y los bordes de la calzada que hace que el agua permanezca acumulada por mucho más tiempo claro ejemplo la *imagen 30* que es la entrada a la 2ª Calle Poniente, destacar que la calzada en general se encuentra en un buen estado, se concluye que se deben realizar campañas de limpieza y remodelación de los bordes de la calzada, cunetas y aceras e instalar recipientes de basuras para así incentivar a las personas a utilizarlos y que no boten la basura en la calle.

Imagen 25



Imagen 26



Imagen 27



Imagen 28



Imagen 29



Imagen 30



Imagen 31



Imagen 32



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Tramo: Zona 2

Lugar: Final Calle Chaparrastique, San Miguel.

Contiene: En las imágenes presentadas a continuación capturan las viviendas, vegetación e infraestructura vial de la zona 2 de la Final calle Chaparrastique. De la imagen 34 a la imagen 40 se observa todas las viviendas del lado derecho de la calle, así como podemos ver que la acera es angosta ya que los arboles del lugar están sembrado encima de la acera. De la imagen 41 a la imagen 51 observamos todas las viviendas del lado izquierdo de la calle de este lado acera es mucho más amplia y se observan que la mayoría de viviendas cuentan con un patio delantero y además con doble acera es decir que esta una acera con formada por zona verde (tierra y grama) y otra más adentro que es de concreto cabe recalcar que no en todas los frentes es así ya que en otros podemos observar una amplia acera de concreto (es decir el área de tierra con grama también lo abarca el concreto). Se observa en las casas que no tiene patio delantero que las puertas de acceso a la vivienda cuentan con un nivel alto (20 cm aprox.) sobre el nivel del suelo. Todas las fotografías fueron tomadas el 10 de septiembre de 2020.

Imagen 34



Imagen 35



Imagen 36



Imagen 37



Imagen 38



Imagen 39



Imagen 40



Imagen 41



Imagen 42



Imagen 43



Imagen 44

Imagen 45



Imagen 46

Imagen 47



Imagen 48



Imagen 49



Imagen 50



Imagen 51



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Tramo: Zona 2

Lugar: Final Calle Chaparrastique, San Miguel.

Contiene: Las imágenes presentadas a continuación representa la infraestructura vial de la zona 2 de la final calle Chaparrastique, se observa una calzada es buenas condiciones, aunque en las intersecciones de la 17 avenida sur, 19 avenida sur y 21 avenida sur la acumulación de agua es muy notoria y esto ha provocado el deterioro del badén pero aun así favorable para el paso de vehículos, el deterioro en los bordes de la calle también es notorio debido a la retención del agua ya que esta fluye lento, algo favorable de la zona es que cuenta con mucha vegetación y la basura tirada a la calle es moderada en esta zona, eso sí las hojas caídas de los árboles se acumulan en la cuneta.

La imagen 68 y 69 tiene un año de diferencia de haber sido tomadas, la imagen 68 capturada el 25 de julio de 2019 y la imagen 69 el 10 de septiembre de 2020, se puede observar que la acumulación de agua en el badén sigue igual.

Imagen 52



Imagen 53



Imagen 54



Imagen 55



Imagen 56



Imagen 57



Imagen 58



Imagen 59



Imagen 60



Imagen 61



Imagen 62



Imagen 63



Imagen 64



Imagen 65



Imagen 66



Imagen 67



Imagen 68 (2019)



Imagen 69



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Tramo: Zona 3

Lugar: Final Calle Chaparrastique, San Miguel.

Contiene: Las fotografías presentadas a continuación son las viviendas y el estado de la calle del tramo 3 de la final calle Chaparrastique. En este tramo se puede observar una calle de pavimento rígido a diferencia de los dos tramos anteriores en el cual se tenía calle de pavimento flexible, es un área comercial de carwash y talleres para vehículos y también cuenta con tiendas de barrio. Las viviendas en su mayoría cuentan con un espacio muy prudencial entre la acera publica y el inicio de los accesos a las viviendas igual que la mayoría de las viviendas del tramo dos.

Imagen 75



Imagen 76



Imagen 77



Imagen 78



Imagen 79



Imagen 80



Imagen 81

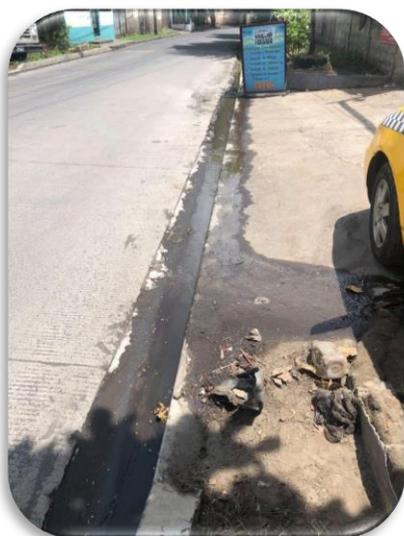


Imagen 82



Imagen 83



Imagen 84



Imagen 85



Imagen 86



Imagen 87



Imagen 88



Imagen 89



Imagen 90



ANEXO 14. TPDA (AÑO 2015)



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS
Y DE TRANSPORTE

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA
SUBDIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE OBRAS DE PASO Y DE INVENTARIOS VIALES
ÁREA DE ESTUDIOS DE TRÁNSITO - SAOPV
TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (AÑO 2015)



CIUDAD DE SAN MIGUEL LISTADO DE LA RED URBANA		ESTACION	LIVIANOS		P E S A D O S						TPDA	
EJE	TRAMO		PASAJ.	CARGA	PASAJEROS		C A R G A					
			AUTO	PICK-UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3		
2	Calle Chaparrastique-Calle Sirama											
		De la Avenida Roosevelt a la 5a Avenida Norte-Sur	SAMUTC004	835	463	79	211	0	4	1	0	1593
		De la Avenida Gerardo Barrios a la 4a Avenida Norte-Sur	SAMUTC005	754	358	94	63	38	11	1	1	1320

DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL LISTADO DE LA RED VIAL PAVIMENTADA		ESTACION	LIVIANOS		P E S A D O S						TPDA
CODIGO	TRAMO		PASAJ.	CARGA	PASAJEROS		C A R G A				
			AUTO	PICK-UP	M. BUS	BUS	C2	C3	T3-S2	T3-S3	
CA01E	Av. Roosevelt tramo de la Ruta Militar a Calle Chaparrastique	SAMITC023	13916	12795	686	1564	2732	451	103	383	32630

ANEXO 16. Encuesta.

**ENCUESTA PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE LA
POBLACIÓN QUE HABITA EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA ROOSEVELT
CON LA CALLE CHAPARRASTIQUE**

Nombre de la persona a Encuestar:

1. ¿Cuántas personas conforman su hogar?
 >10 personas: _____; 5-10 personas: _____; <5 personas: _____
2. ¿Edad de las personas que conforman su hogar?
 ≤ 9 años ≥ 60 años: _____; 10 años a 19 años: _____; 20 años a 59 años:

3. ¿En su hogar las personas saben leer y escribir?
 No sabe leer y escribir: ____; Solo sabe leer o escribir: ____; Sabe leer y escribir:

4. ¿Cuál es nivel educativo de las personas que habitan en su hogar?
 < 3º grado: ____; 3º grado a bachillerato: ____; Bachillerato a universidad: ____
5. ¿Conoce y/o ha escuchado sobre la prevención de desastres? (marcar con una X)
 No conoce: ____; Ha escuchado: ____; Conoce: ____
6. ¿Cuál es su clase social? (marque con una X)
 Baja: ____; Media: ____; Alta: ____
7. ¿Su barrio cuenta con una organización vecinal? (marque con una X)
 No existe: ____; Inactiva: ____; Activa: _____
8. ¿Cuál es la capacidad de respuesta ante las inundaciones de parte de las autoridades en su comunidad? (marque con una X)
 No existe: _____; En proceso: _____; Si existe: _____
9. ¿Cuál es el ingreso mensual de su familia? (marque con una X)
 < \$250 dólares al mes: ____; \$250 - \$700 dólares al mes: ____; > \$700 dólares al mes: ____
10. ¿Cuántos miembros de tu familia tiene un empleo?
 No trabajan: _____; Trabajo informal: _____; Trabajo formal: _____
11. ¿Es usted propietario de la vivienda?
 Arrendatario: _____; Propietario: _____

12. ¿Su casa fue diseñada y construida bajo normativa de construcción?

No normalizado: ____; Normalizado: ____

13. Materiales de construcción de las paredes, Techos y pisos de su vivienda y estado de estos.

Paredes: Bahareque y adobe: __; Lamina o plástico: __; Mixto y concreto

Reforzado: ____

Estado de las paredes: Bueno: __; Regular: __; Malo: __

Techos: Lámina metálica: ____; lamina de fibrocemento (duralita): ____; Teja de barro o cemento: __

Estado del techo: Bueno: __; Regular: __; Malo: __

Pisos: Ladrillo cerámico: ____; cemento: __; ladrillo de Barro: __

Estado del piso: Bueno: __; Regular: __; Malo: __

14. Conoce acerca de la existencia de un centro de albergue en su comunidad

No conoce: __; Si conoce: ____

15. ¿En los últimos 6 años usted o su familia ha sufrido algún daño por inundación en el sector?

Si: ____; No: ____

16. ¿Qué daños sufrió la familia?

Muebles: __; Electrodomésticos: __; Humedad: __; Pisos: __; puertas: __

17. ¿Qué tipo de perdidas le han caudado estos eventos?

Humanas: ____; Materiales: ____; Económicas: ____; Ambientales: ____

18. ¿Monto en dinero de las pérdidas materiales estuvo?

< \$50 dólares: ____; Entre \$50 dólares a \$150 dólares: ____; > \$150 dólares: __

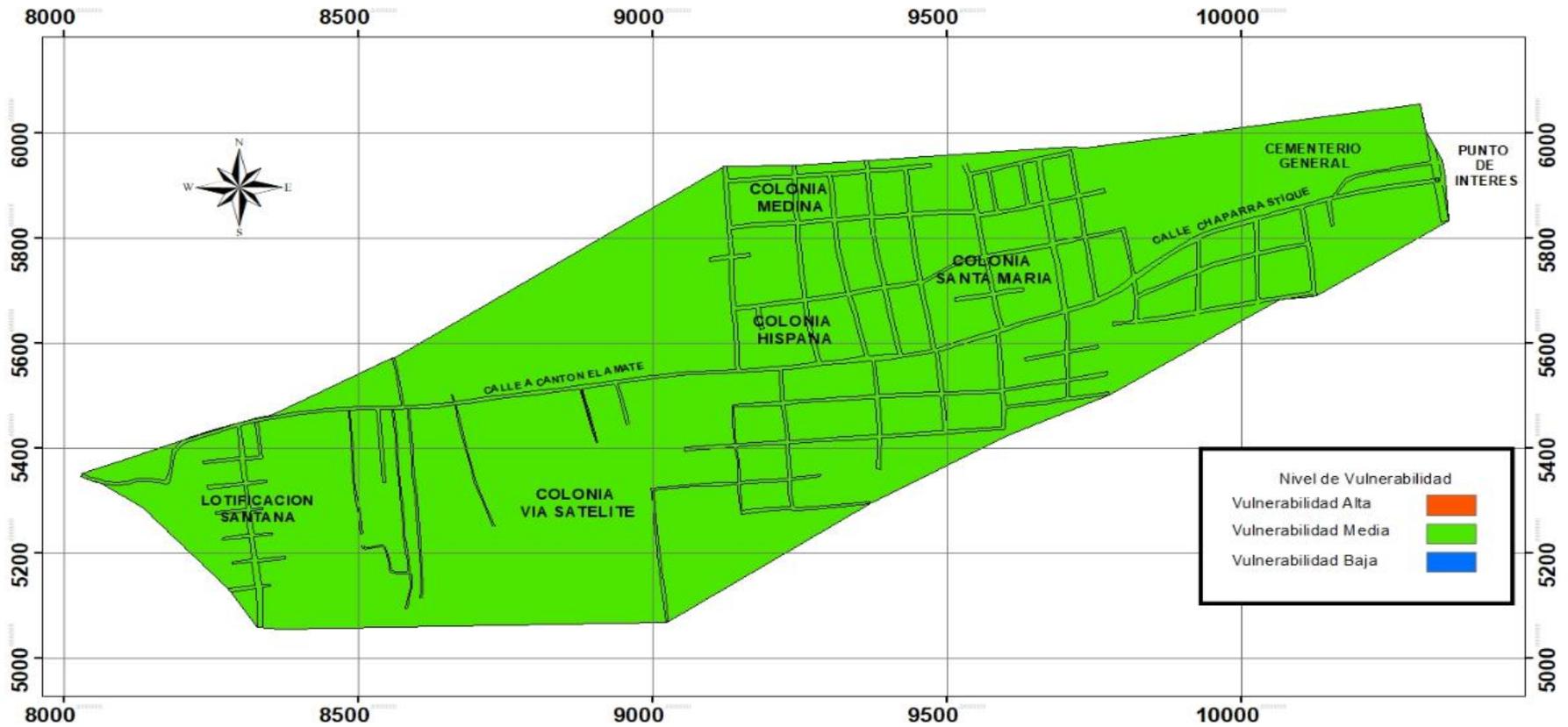
19. ¿Recibió alguna ayuda por parte del gobierno local (alcaldía)?

No existe: ____; Si existe: ____

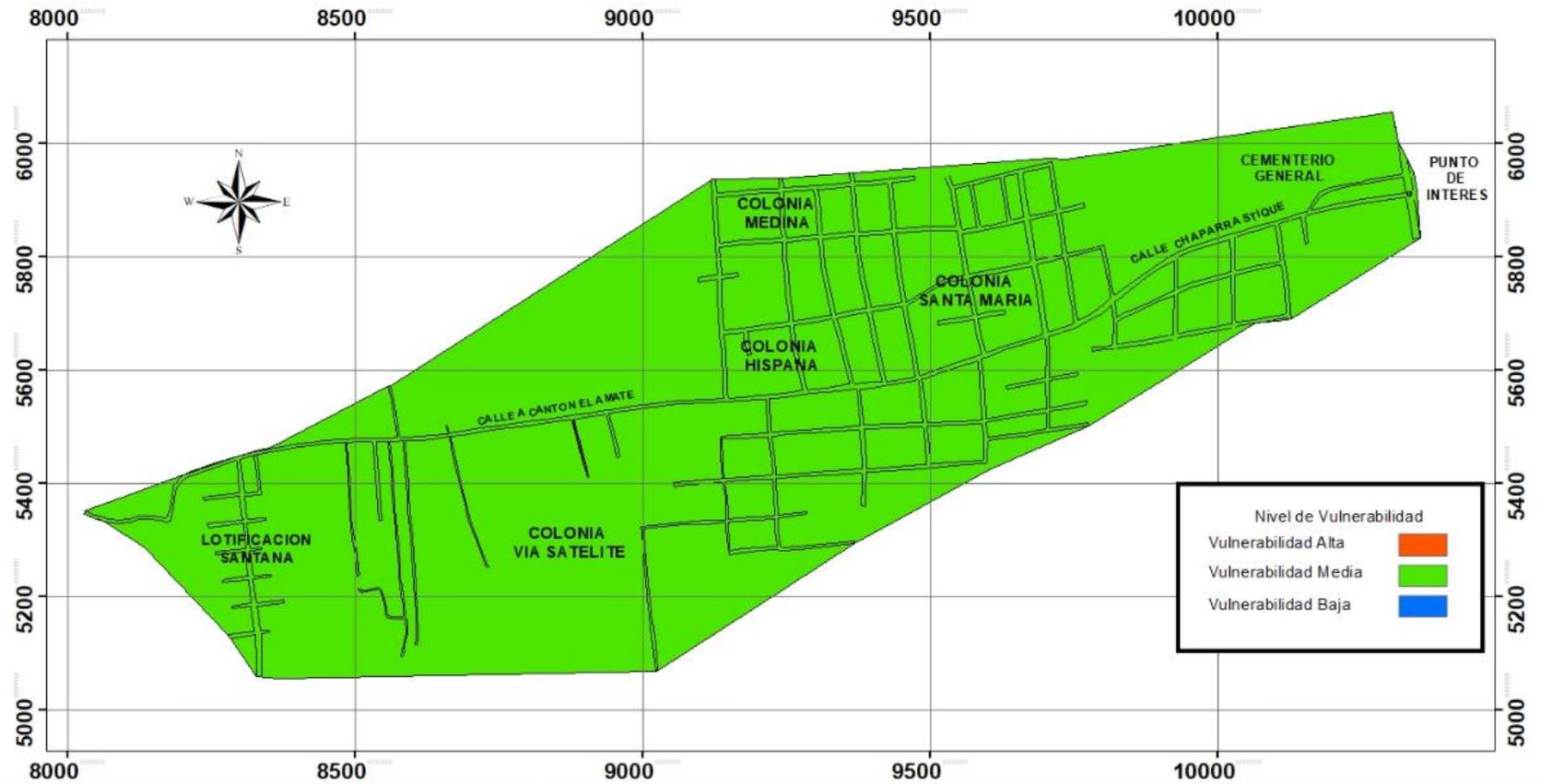
20. ¿Considera usted que la vulnerabilidad a la que se encuentra expuesto es?

Alta: ____; Media: ____; Baja: __

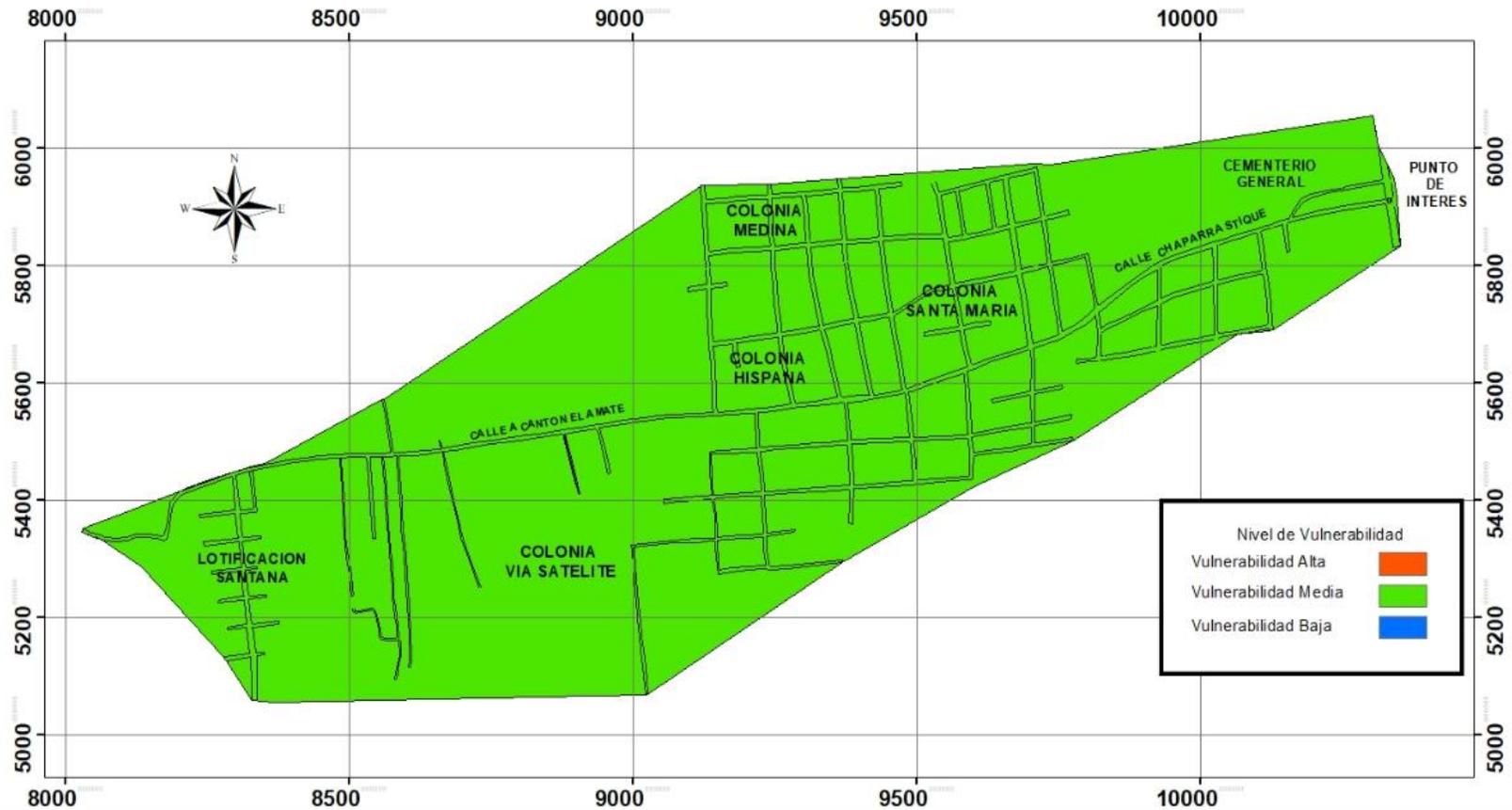
PLANOS



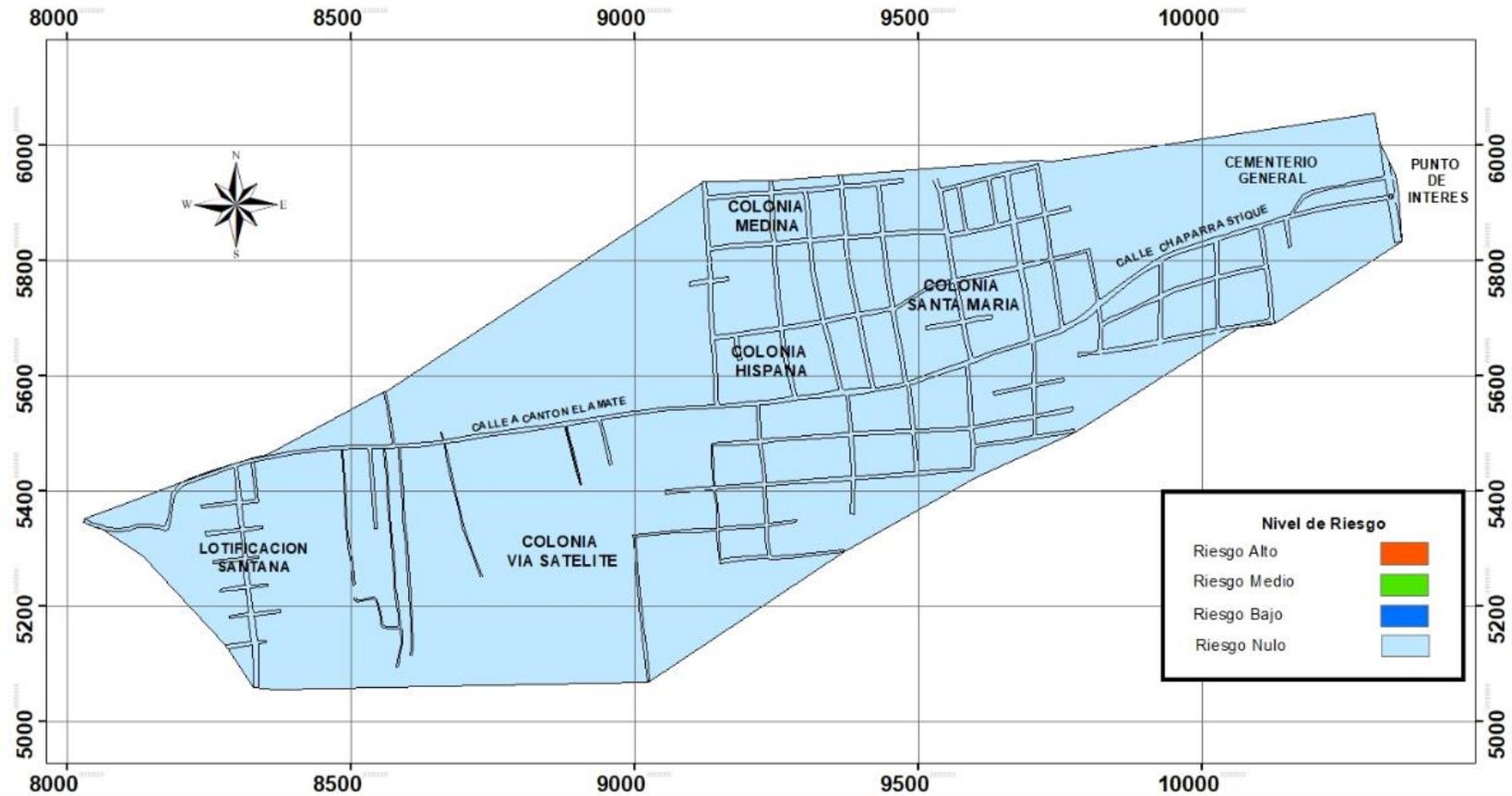
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA 	TRABAJO DE GRADO: Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt.	PRESENTADO POR: Br. Barahona Canales, Walter Adalid BC12016 Br. González Franco, Ruth Eliana GF12002 Br. Vásquez Maravilla, Linda Marisol VM14008	CONTENIDO: Mapa de Vulnerabilidad Tiempo de Retorno 5 años	UBICACIÓN: Microcuenca El Amate (Calle Chaparrastique con Intersección c con la Avenida Roosevelt del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel)
	PARA OPTAR EL GRADO DE: Ingeniero Civil	DOCENTE ASESOR: Ing. Uvin Edgardo Zuniga Cruz	ESCALA: 1:7,000	HOJA: 1/6



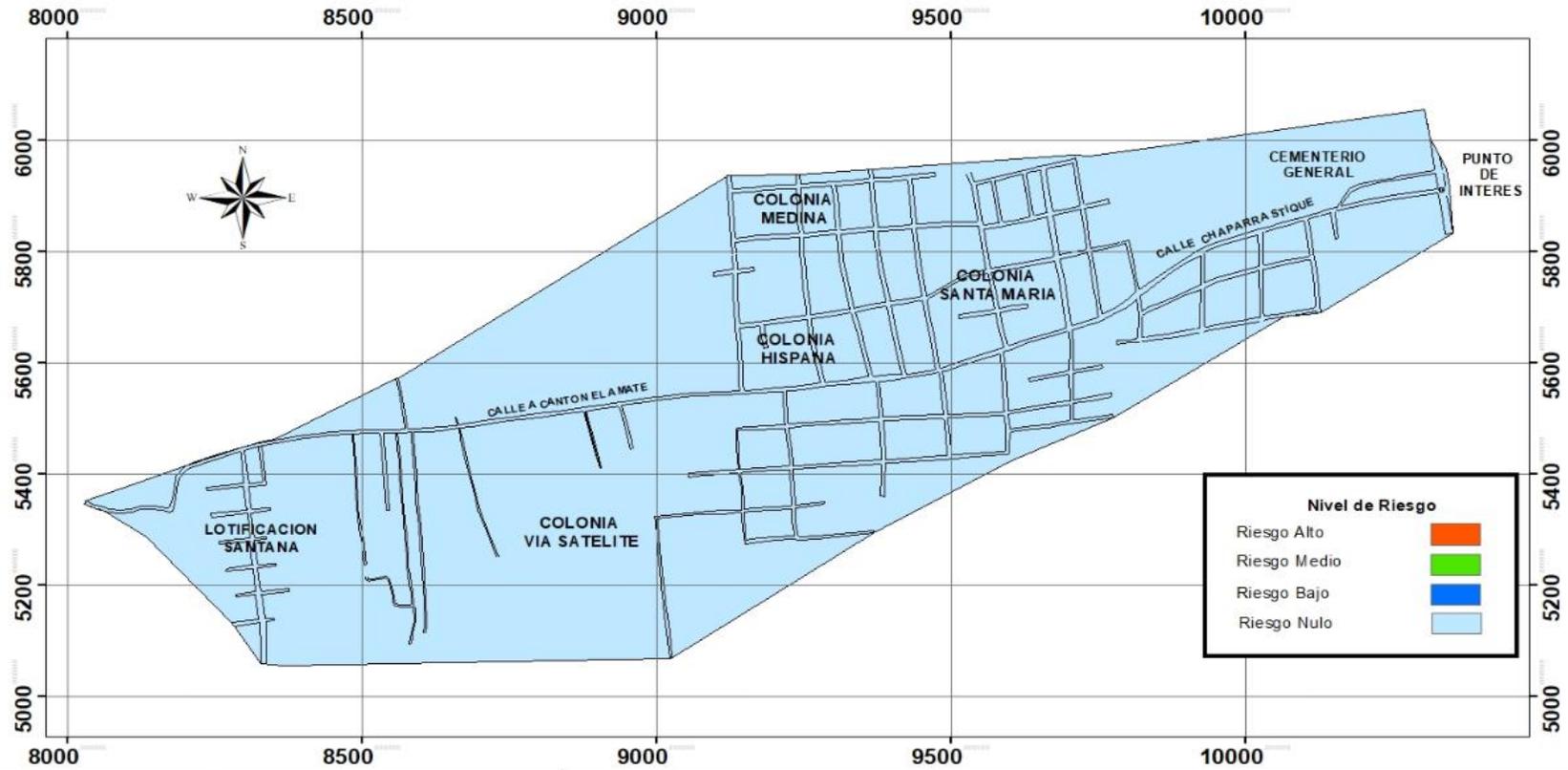
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA 	TRABAJO DE GRADO: Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt.	PRESENTADO POR: Br. Barahona Canales, Walter Adalid BC12016 Br. González Franco, Ruth Eliana GF12002 Br. Vásquez Maravilla, Linda Marisol VM14008	CONTENIDO: Mapa de Vulnerabilidad Tiempo de Retorno 10 años	UBICACIÓN: Microcuenca El Amate (Calle Chaparrastique con Intersección con la Avenida Roosevelt del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel)
	PARA OPTAR EL GRADO DE: Ingeniero Civil	DOCENTE ASESOR: Ing. Uvin Edgardo Zuniga Cruz	ESCALA: 1:7,000	HOJA: 2/6



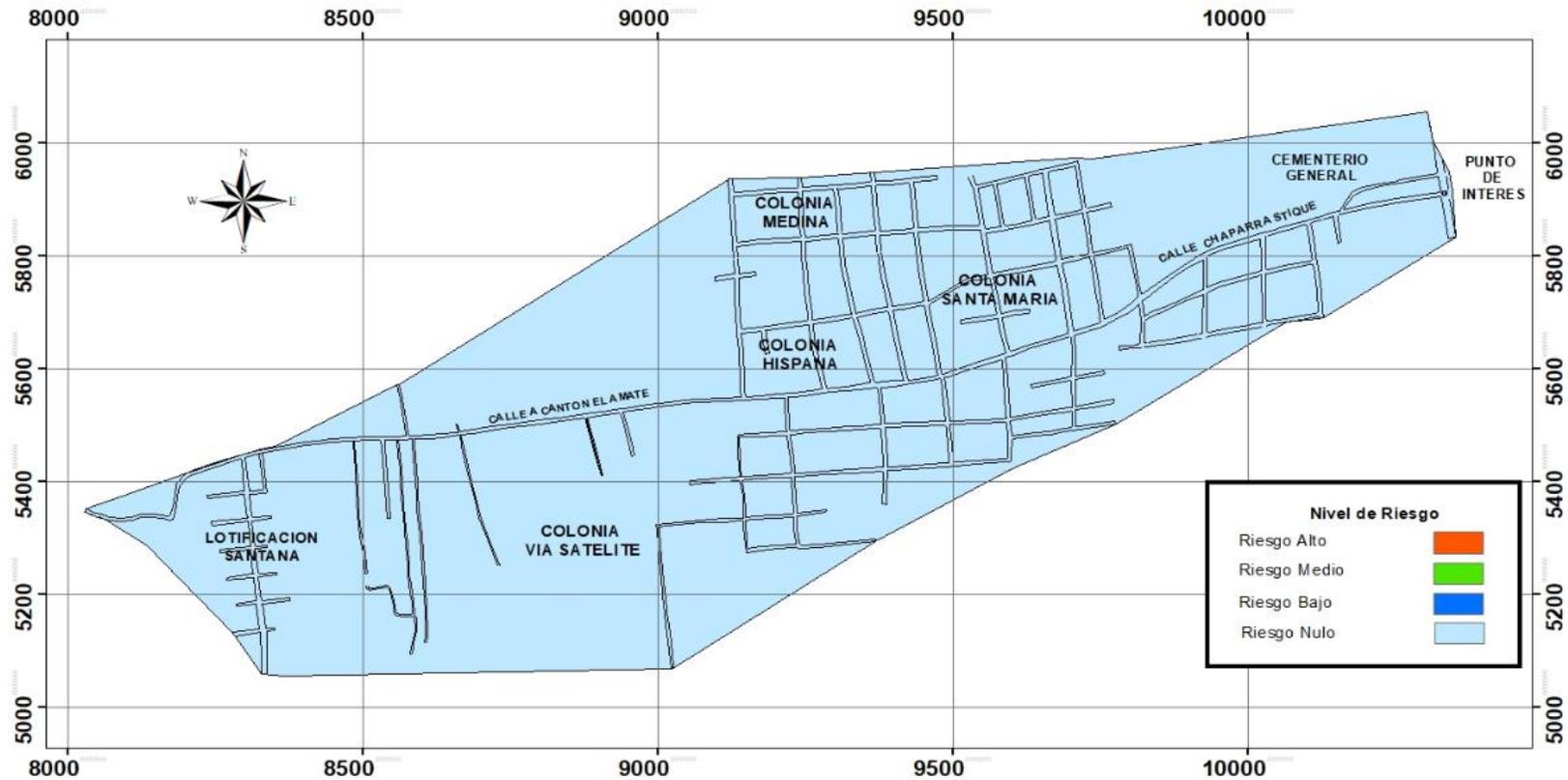
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA 	TRABAJO DE GRADO: Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt.	PRESENTADO POR: Br. Barahona Canales, Walter Adalid BC12016 Br. González Franco, Ruth Eliana GF12002 Br. Vásquez Maravilla, Linda Marisol VM14008	CONTENIDO: Mapa de Vulnerabilidad Tiempo de Retorno 25 años.	UBICACIÓN: Microcuenca El Amate (Calle Chaparrastique con Intersección con la Avenida Roosevelt del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel)
	PARA OPTAR EL GRADO DE: Ingeniero Civil	DOCENTE ASESOR: Ing. Uvin Edgardo Zuniga Cruz	ESCALA: 1:7,000	HOJA: 3/6



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA 	TRABAJO DE GRADO: Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt.	PRESENTADO POR: Br. Barahona Canales, Walter Adalid BC12016 Br. González Franco, Ruth Eliana GF12002 Br. Vásquez Maravilla, Linda Marisol VM14008	CONTENIDO: Mapa de Riesgo Tiempo de Retorno 5 años.	UBICACIÓN: Microcuenca El Amate (Calle Chaparrastique con Intersección con la Avenida Roosevelt del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel)
	PARA OPTAR EL GRADO DE: Ingeniero Civil	DOCENTE ASESOR: Ing. Uvin Edgardo Zuniga Cruz	ESCALA: 1:7,000	HOJA: 4/6



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA 	TRABAJO DE GRADO: Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt.	PRESENTADO POR: Br. Barahona Canales, Walter Adalid BC12016 Br. González Franco, Ruth Eliana GF12002 Br. Vásquez Maravilla, Linda Marisol VM14008	CONTENIDO: Mapa de Riesgo Tiempo de Retorno 10 años.	UBICACIÓN: Microcuenca El Amate (Calle Chaparrastique con Intersección con la Avenida Roosevelt del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel)
	PARA OPTAR EL GRADO DE: Ingeniero Civil	DOCENTE ASESOR: Ing. Uvin Edgardo Zuniga Cruz	ESCALA: 1:7,000	HOJA: 5/6

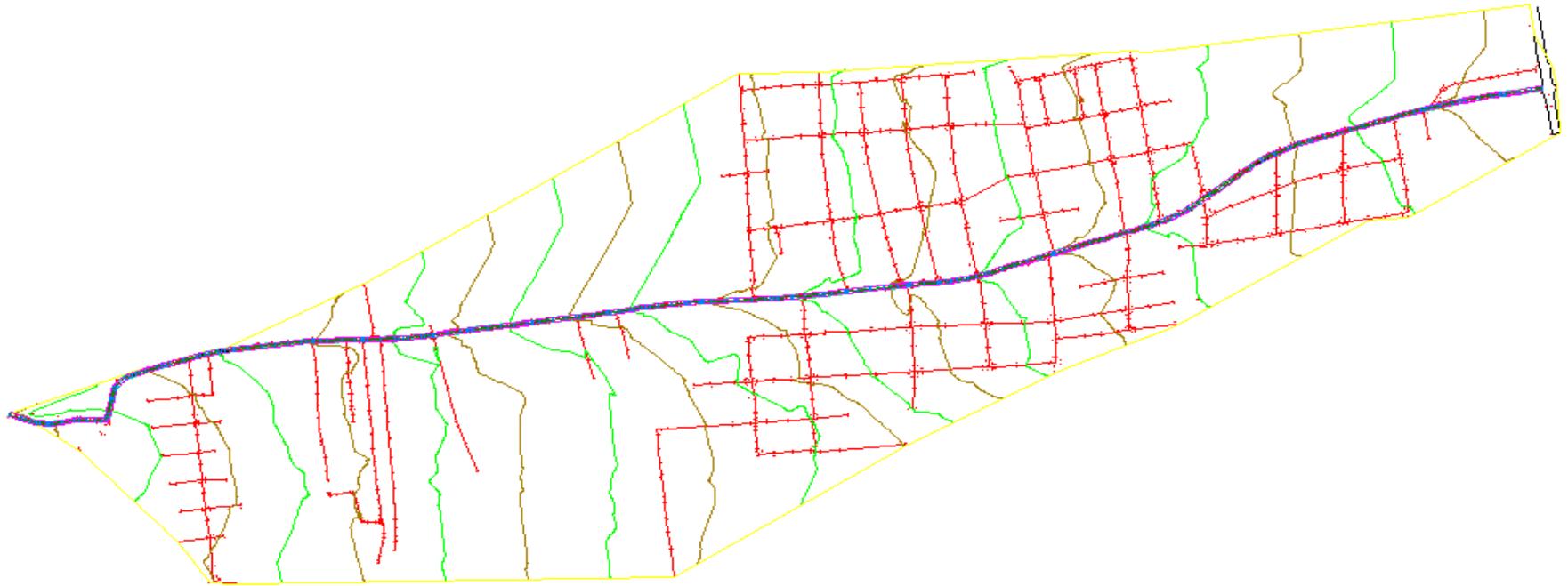


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA 	TRABAJO DE GRADO: Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt.	PRESENTADO POR: Br. Barahona Canales, Walter Adalid BC12016 Br. González Franco, Ruth Eliana GF12002 Br. Vásquez Maravilla, Linda Marisol VM14008	CONTENIDO: Mapa de Riesgo Tiempo de Retorno 25 años.	UBICACIÓN: Microcuenca El Amate (Calle Chaparrastique con Intersección con la Avenida Roosevelt del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel)
	PARA OPTAR EL GRADO DE: Ingeniero Civil	DOCENTE ASESOR: Ing. Uvin Edgardo Zuniga Cruz	ESCALA: 1:7,000	HOJA: 6/6



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA 	TRABAJO DE GRADO: Análisis De Vulnerabilidad Por Inundación Tomando Como Punto De Interés La Intersección De La Final Calle Chaparrastique Con La Avenida Roosevelt.	PRESENTADO POR: Br. Barahona Canales, Walter Adalid BC12016 Br. González Franco, Ruth Eliana GF12002 Br. Vásquez Maravilla, Linda Marisol VM14008	CONTENIDO: Mapa de Vulnerabilidad Total de la Final Calle Chaparrastique	UBICACIÓN: Final Calle Chaparrastique con Intersección con la Avenida Roosevelt del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel.
	PARA OPTAR EL GRADO DE: Ingeniero Civil	DOCENTE ASESOR: Ing. Uvin Edgardo Zuniga Cruz	ESCALA: 1:7,000	HOJA: 1/1





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADO

ANALISIS DE VULNERABILIDAD
POR INUNDACION TOMANDO
COMO PUNTO DE INTERES
LA INTERSECCION DE LA FINAL
CALLE CHAPARRASTIQUE CON
LA AVENIDA ROOSEVELT

PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BR. BARAHONA CANALES WALTER ADALID
BR. GONZALEZ FRANCO RUTH ELIANA
BR. VASQUEZ MARAVILLA LINDA MARISOL

CONTENIDO

MAPA DE CURVAS DE NIVEL
Y ALINEAMIENTO

ESCALA
1:7,000

UBICACION

MICROCUENCA EL AMATE
MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

HOJA

1/1