



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN - MANAGUA**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías
Departamento de Construcción**

Tesis Monográfica para optar al título de Ingeniero Civil

Título:

***“Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para el tramo del Boulevard
Pancasan - Petronic El Carmen en la ciudad de Estelí”.***

Autores:

Br. David Rafael Zamora Méndez

Br. Claudio Antonio Aragón Narváez

Br. Sergio Alfredo Ramírez Zapata

Tutor:

Dr. Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado

Asesor Metodológico:

MBA. José Sebastián Gutiérrez C.

Managua, Enero de 2013.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos la dicha de vivir y gozar de la salud, bienestar físico y espiritual.

A nuestros padres, por ofrecernos su amor y apoyo incondicional, durante nuestra formación tanto personal como profesional. Por ser los estandartes de nuestras vidas y bases de las mismas.

A nuestros docentes, por brindarnos su guía y sabiduría en el trayecto de nuestra formación profesional. Especial reconocimiento merece el Dr. Ing. Víctor Tirado P., director de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de estos años.

Deseamos que estas líneas sirvieran para expresar nuestro más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo,

A todos ellos, muchas gracias.

David Zamora Méndez, Claudio Aragón Narváez,

Sergio Ramírez Zapata

DEDICATORIA:

Al meditar en el trayecto de mi vida, me doy cuenta que cada uno de los logros conseguidos en el camino son el fruto: primeramente del amor incondicional de Dios, quien me ha dado la existencia, me ha proveído de salud y concentró a un grupo selecto de persona para que velaran por mí.

*Hasta el día de hoy, ha sido mi familia quienes han forjado a la persona que soy. Mis padres: **José David Zamora Gutiérrez y Marlene del Socorro Méndez Pastrán**, han sido los dos grandes pilares que me cimentan, que me han dado su amor, apoyo incondicional y que con su esfuerzo me han nutrido de su sabiduría e inteligencia. A este grupo pertenecen también mis hermanos y novia: Angélica Castillo, quienes siempre me han alentado a seguir adelante.*

A éstos que he mencionado, es a quienes dedico este logro que no es mío sino vuestro: Dios, papá, mamá y a todos mis seres queridos, gracias por ayudarme a dar otro paso en la vida.

David Rafael Zamora Méndez.

DEDICATORIA

Al Omnipotente por darnos las energías para poder culminar nuestro trabajo.

A mi Madre Gloria de los Ángeles Narváez, que desde el momento en que me concibió creyó en mí y me ha brindado su apoyo incondicionalmente, es por ella que ahora soy quien soy, y me satisface plasmar su nombre en este humilde trabajo.

A mi esposa Magda Obando por ser una buena mujer que ha sabido ser comprensible y abnegada.

Claudio Aragón Narváez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres quienes con sudor y esfuerzo lograron convertirme en un hombre de bien!

Agradezco a mis maestros, a mis compañeros a mis familiares ,a mi tutor y a mi hermana mayor por todo el apoyo brindado durante esta ardua lucha.

Sergio Alfredo Ramírez Zapata

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	001
I. INTRODUCCION	002
II. ANTECEDENTES	006
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	007
IV. OBJETIVOS	008
4.1. Objetivo General	008
4.2. Objetivos Específicos	008
V. JUSTIFICACION	009
VI. MARCO TEORICO	010
6.1. Diagnóstico	010
6.1.1. Recolección de información para el diagnostico	010
6.2. Metodología de análisis	011
6.2.1. Objetivos del FODA	011
6.2.2. Componentes de un análisis FODA	012
6.3. Guía metodológica para el Diseño	012
6.3.1. Datos generales	012
6.3.2. Factores a considerar en el estudio	012
6.3.3. Datos Topográficos	013
6.3.4. Datos Pluviográficos	013
6.3.5. Factores importantes para el diseño de un sistema de drenaje pluvial	013
6.3.6. Diseño Hidráulico de un drenaje pluvial	014
6.3.7. Curvas Intensidad – Duración y Frecuencia	015
6.3.8. Método Racional para cálculo del caudal	017
6.3.9. Coeficiente de Escorrentía	018
6.3.10. Tiempo de Concentración	018
6.4. Economía y costo	019
6.5. Planos constructivos y especificaciones técnicas.	020
6.6. Evaluación de Impacto ambiental	020
6.6.1. Impacto social y ambiental de un drenaje pluvial urbano	020
6.7. Conceptos y definiciones	022
VII. DISEÑO METODOLÓGICO	024
7.1. Tipo de investigación	024
7.2. Tiempo de ejecución	024
7.3. Fuentes y técnicas de recopilación de datos	024
7.3.1. Fuentes primarias	024

7.3.2. Fuentes secundarias	025
7.3.3. Instrumentos de recopilación de datos	025
7.3.4. Técnicas para el procesamiento de datos	026
7.3.5. Técnicas de análisis de datos	026
CAPITULO II: DIAGNÓSTICO	028
2.1 Ubicación	029
2.2. Descripción General	029
2.3. Población	030
2.4. Equipamiento e infraestructura existentes en la zona del proyecto	031
2.5. Accesibilidad al área del proyecto	032
2.6. Aspectos económicos de la ciudad de Estelí y de la zona del proyecto	032
2.7. Aspectos del entorno	033
2.8. Salud y bienestar público	035
2.9. Estado físico – estructural del drenaje superficial existente	036
2.10. Aspectos Topográficos	037
2.11. Descarga Final	038
CAPITULO III: DISEÑO	039
3.1. Curvas intensidad duración frecuencia (IDF) – Estación Condega	040
3.1.1. Organización de datos hidrológicos y ajustes estadísticos	040
3.2. Tablas de Resultado del Diseño Hidráulico	043
3.2.1. Dimensionamiento de tragante	047
3.2.2. Dimensionamiento de caja rectangular de concreto reforzado	049
3.2.3. Eficiencia del cauce	050
CAPITULO IV: ESTIMACIÓN DE COSTOS Y DE LA INVERSIÓN TOTAL DE LA OBRA A CONSTRUIR	051
4.1. Introducción	052
4.2. Costos Directos	052
4.3. Costos indirectos	053
4.3.1. Costos indirectos de operación	053
4.3.2. Costos indirectos de obra	053
4.4.3. Cargos adicionales	053
4.4. Procedimiento Metodológico para la Determinación de los costos	054
4.5. Takke Off.	055
CAPITULO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA PROPUESTA	059
5.1. Tubería	060
5.1.1. Instalación de Tubería	060
5.1.1.1. Ubicación de Tuberías	060
5.1.1.2. Ancho de las zanjas	060
5.1.1.3. Excavación	060

5.1.2. Calidad de Tubos y accesorios	060
5.1.2.1. Tubos y accesorios de otros materiales	060
5.1.3. Cimentación de la tubería	060
5.1.4. Colocación de tubería	061
5.1.5. Unión de la Tubería	061
5.1.6. Relleno y compactación de zanjas	061
5.1.7. Disposición de materiales	062
5.1.8. Pruebas de tubería	062
5.1.8.1. Prueba de laboratorio	062
5.1.8.2. Prueba de campo	062
5.1.8.3. Prueba de alineamiento recto	062
5.1.9. Restauración de la Superficie	063
5.2. Materiales	063
5.2.1. Concreto	063
5.2.2. Mortero	064
5.3. Pozos de Visita	064
5.3.1. Excavación y Relleno	064
5.3.2. Construcción de Pozos de Visita	064
5.4. Tragantes	065
5.4.1. Tipo de tragante a utilizar	065
5.4.2. Diámetro de tubería de conexión Tragante- Pozo	065
5.4.3. Materiales	065
5.4.4. Construcción del Tragante	065
5.4.4.1. Tragantes o Cajas Pluviales	065
5.4.5. Excavación	066
5.4.6. Relleno y compactación	066
5.5. Estructura Varias	066
5.5.1. Caja rectangular de concreto reforzado	066
JUEGO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS	067
Hoja 1: Carátula, Macro Localización, Localización, Índice	067
Hoja 2: Planta de la red del Sistema de Drenaje Pluvial con áreas Tributarias	068
Hoja 3: Trazado de la red, elevaciones de rasante y clave de los Pozos PVP	069
Hoja 4: Perfil Longitudinal del PVP 0 - PVP 5	070
Hoja 5: Perfil Longitudinal del PVP 6 - PVP10	071
Hoja 6: Perfil Longitudinal del PVP 10 – Cause	072
Hoja 7: Perfil Longitudinal de la caja	073
Hoja 8: Detalles	074
Hoja 9: Especificaciones Técnicas	075
APITULO VI: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	076
6.1. Introducción	077
6.2. Objetivos de Evaluación de Impacto Ambiental	078
6.2.1. Objetivo general	078

6.2.1. Objetivos específicos	078
6.3. Descripción del proyecto	079
6.4. Situación ambiental del área de influencia	080
6.5. Identificación de impactos negativos durante la Construcción y funcionamiento del proyecto	081
6.6. Análisis de Impactos positivos y negativos del proyecto	083
6.7. Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales negativos en la etapa de Construcción	085
6.8. Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales Positivos en la etapa de construcción	088
6.9. Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales negativos en la etapa de Operación	091
6.10. Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales Positivos en la etapa de Operación	094
6.11. Interpretación de la importancia de Impactos negativos	097
6.12. Resultados de la importancia de impactos negativos y positivos	099
6.12.1. Número total de impactos ambientales negativos generados por el proyecto	099
6.12.2. Número total de impactos ambientales positivos generados por el proyecto	099
6.13. Guía de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos más relevantes, en la etapa de construcción	100
6.14. Guía de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos más relevantes, en la etapa de operación	102
CAPITULO VII. RESULTADOS	103
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
VIII.1. CONCLUSIONES	107
VIII.2. RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	109
ANEXOS	111

INDICE DE ANEXOS:

Anexo 1: Árbol de problema	112
Anexo 2: Matriz de Marco Lógico para Investigación (MML)	113
Anexo 3: Matriz de Involucrados	114
Anexo 4: Ubicación Geográfica del sitio de estudio en la Ciudad de Estelí	115
Anexo 5: Encuesta socioeconómica usada para diagnosticar el problema	116
Anexo 6: Encuesta aplicada a población del sector comercio	117
Anexo 7: Encuesta realizada a pobladores usuarios de la vía	118
Anexo 8: Encuesta para identificar el problema, aplicado a peatones	119
Anexo 9: Cuestionario para identificar el problema, aplicado a especialistas	120
Anexo 10: Área de estudio con daños en los tramos de calle, con mínimas precipitaciones de invierno 2011	121
Anexo 11: Constante tráfico vehicular en la vía	121
Anexo 12: Inundación y constante tráfico peatonal en el costado sur del antiguo Hospital Dávila Bolaños hacia Boulevard Pancasan	122
Anexo 13: Vista de la avenida de los semáforos de Petronic y zona de Comercio, se aprecia la inundación sobre las aceras, con mínimas precipitaciones	122
Anexo 14: Inundación Avenida Suroeste con peatones cruzando la vía.	123
Anexo 15: Inundación Avenida Central, con tráfico vehicular	123
Anexo 16: Calle 6 Sureste, Ruta de Caja Rectangular	124
Anexo 17: Descarga de aguas del Sistema de Drenaje al Cauce	124
Anexo 18: Ficha evaluativa del estado físico – estructural del drenaje superficial para el tramo del Boulevard Pancasan - Petronic El Carmen, en la Ciudad de Estelí.	125
Anexo 19: Intensidades máximas anuales de precipitación para la estación Condega, Estelí; Nicaragua.	126
Anexo 20: Intensidades máximas anuales para diferentes tiempos de duración, obtenidas del pluviógrafo y ordenadas en forma decreciente. (Aplicación del método de Gumbell).	127
Anexo 21: Gráfico de Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) de la estación meteorológica de Condega, Estelí, Nicaragua	128
Anexo 22: Parámetros considerados para el cálculo hidráulico	129
Anexo 23: Descripción de columnas de la hoja de cálculo	130
Anexo 24: Tabla de Relaciones Hidráulicas para conductos circulares	135
Anexo 25: Diámetros de pozos, coeficiente K y valores para el cálculo de pérdidas	137
Anexo 26: Memoria de cálculo de caja	138
Anexo 27: Estado y Material de rodamiento de las vías de la ciudad de Estelí	140
Anexo 28: Barrios y asentamientos del área urbana de Estelí por distritos	141
Anexo 29: Caracterización del Drenaje Pluvial Existente de la Ciudad de Estelí	142
Anexo 30: Diferentes fórmulas para calcular el Tiempo de Concentración	143

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Componentes del análisis FODA	012
Tabla 2: Matriz de operación de las variables	027
Tabla 3: Delta crítico	042
Tabla 4: Datos para graficar curvas IDF de La Estación Condega, Estelí	042
Tabla 5: Tabla de resultados del Diseño	044
Tabla 6: Tabla de resultados del Diseño	045
Tabla 7: Tabla de resultados del Diseño	046
Tabla 8: Tabla de resultados del Diseño	048
Tabla 9: Presupuesto del Costo de ejecución del Sistema de Drenaje Pluvial del sector Boulevard Pancasan –Petronic el Carmen	058
Tabla 10: línea Base Ambiental	080
Tabla 11: Tabla de identificación de impactos negativos en la construcción y el funcionamiento	082
Tabla 12: Matriz causa - efecto de impactos negativos en la etapa de construcción	085
Tabla 13: Matriz para la valoración de impactos negativos en la etapa de construcción del proyecto	086
Tabla 14: Matriz de importancia de impactos negativos del proyecto en la etapa de construcción	087
Tabla 15: Matriz causa – efecto de impactos positivos del proyecto en la etapa de construcción	088
Tabla 16: Matriz para la valoración de impactos positivos del proyecto en la etapa de construcción	089
Tabla 17: Matriz importancia de impactos positivos del proyecto en la etapa de construcción	090
Tabla 18: Matriz causa – efecto de impactos negativos del proyecto en la etapa de operación	091
Tabla 19: Matriz para la valoración de impactos negativos del proyecto en la etapa de operación	092
Tabla 20: Matriz importancia de impactos negativos del proyecto en la etapa de operación	093
Tabla 21: Matriz causa - efecto de impactos positivos del proyecto en la etapa de operación	094
Tabla 22: Matriz para la valoración de impactos positivos del proyecto en la etapa de operación	095
Tabla 23: Matriz importancia de impactos positivos del proyecto en la etapa de operación	096
Tabla 24: Tabla de interpretación de impactos negativos del proyecto en la etapa de construcción y operación	098
Tabla 25: Tabla de número total de impactos ambientales negativos generados por el proyecto	099
Tabla 26: Tabla de número total de impactos ambientales positivos generados por el proyecto	099
Tabla 27: Tabla de guía de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos del proyecto en la etapa de construcción	101
Tabla 28: Tabla de guía de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos del proyecto en la etapa de Operación	102
Tabla 29: Matriz de Marco Lógico	113
Tabla 30: Matriz de Involucrados	114
Tabla 31: Ficha evaluativa del estado físico – estructural de drenaje superficial	125
Tabla 32: Intensidades máximas anuales de precipitación para la estación Condega	126
Tabla 33: Intensidades máximas anuales para diferentes tiempos de duración	127
Tabla 34: Parámetros considerados para el cálculo	129
Tabla 35: Tabla de relaciones para conductos circulares	136
Tabla 36: Diámetros de pozos, coeficiente K y valores para el cálculo de pérdidas	137

INDICE DE GRÁFICOS:

Figura 1: Tiempo de vivir en la ciudad	030
Figura 2: Personas por vivienda	031
Figura 3: Nivel de educación	031
Figura 4: Causa de la disminución de tráfico	032
Figura 5: Población económicamente activa	033
Figura 6: Ingreso mensual	033
Figura 7: Problemática del sector	033
Figura 8: Comportamiento del problema	033
Figura 9: Dificultad para la ciudad	034
Figura 10: Estado de las calles	034
Figura 11: Gestión para la solución del problema	034
Figura 12: Riesgo a la Salud pública	035
Figura 13: Grado de riesgo	035
Figura 14: Mitigación de daños	036
Figura 15: Desempeño para la solución	036
Figura 16: Sección Máxima eficiencia canal rectangular. HCANALES	049
Figura 17: Curvas IDF	128
Figura 18: Viga de caja	138
Figura 19: Viga de caja	139
Figura 20: Estado y Material de rodamiento de las vías de la ciudad de Estelí	140
Figura 21: Barrios y asentamientos del área urbana de Estelí por distritos	141
Figura 22: Diferentes Fórmulas para el cálculo del Tiempo de Concentración	143

RESUMEN EJECUTIVO:

En este documento se presenta el diseño del Sistema de Drenaje Pluvial soterrado de 1.20 km, para el tramo del Boulevard Pancasan - Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí, para un periodo de diseño de 25 años; el que funcionará de acuerdo a las características propias de la zona y beneficiará directamente a la población esteliana en general.

Las inundaciones provocadas por la escorrentía pluvial en el sector del boulevard Pancasan a Petronic El Carmen, ubicado en la calle central de la ciudad de Estelí, provoca demora en el tránsito peatonal, enfermedades respiratorias y dermatológicas, daños en tramos de calle, disminución de ventas para los comerciantes, deterioro de los vehículos que transitan por la vía, y otros. Siendo estos efectos negativos las razones que obligaron a los sustentantes de la presente tesis monográfica, a considerar la alternativa más eficiente para drenar las aguas pluviales, de la manera más eficiente y económica, con el objetivo de superar los problemas que plantean las lluvias torrenciales para dicho sector de la ciudad de Estelí.

El diseño fue concebido con la principal finalidad de mejorar las condiciones sanitarias del sector, así como las condiciones de seguridad peatonal y vehicular, y el aspecto estético de las calles donde se presenta el problema de estancamiento de las aguas pluviales.

El área de estudio del proyecto se localiza en el distrito I, sobre la avenida central en la Ciudad de Estelí, comprendiendo los barrios Héroe y Mártires y Juno Rodríguez, en el sector suroeste de la misma, desde el extremo norte del Boulevard Pancasan hasta los semáforos Petronic El Carmen.

Este diseño, elaborado por los sustentantes, consistió en un sistema combinado de drenaje superficial y sub-superficial compuesto por cunetas, tragantes y alcantarillas que evacúan el agua pluvial en una caja rectangular (1.76m x 0.7m) en la estación 0 + 508.66 del tramo 3 del proyecto, que es una continuación del cauce trapezoidal localizado a 415 metros de la Avenida Central, que inicia en la cruz roja con dimensiones de (1.80 x 1.35 x 0.35) m., hasta empatar con 2 alcantarillas de 40 pulg. y 50 pulg. que atraviesan la carretera Panamericana (localizadas en 13°05'12.00" Norte y 86°21'07.00" Oeste), luego el recorrido continúa con el cauce José Benito Escobar, que es un cauce rectangular de concreto, diseñado para un caudal de 9.17 m³/s, el cual fue ampliado en el año 2005, hasta desembocar al Zanjón los Cedros, éste es una quebrada natural afluente de tercer orden del río Estelí, posteriormente el gasto es drenado por este río, hacia el afluente fluvial de primer orden, como lo es el río Coco.

El diseño del Sistema de Drenaje Pluvial presentado, se basó en dos factores importantes: a). La optimización de recursos económicos y b). La alternativa más viable técnicamente de acuerdo a las características fisiográficas que posee la zona del proyecto.

Para realizar el diseño, se efectuó un diagnóstico del estado físico-estructural del drenaje pluvial superficial existente; se diseñó hidráulicamente y estructuralmente el sistema de drenaje pluvial; se estimaron los costos y la inversión total a realizar en las obras proyectadas; además, se incluyeron los planos constructivos y las especificaciones técnicas del proyecto, documentos últimos que proporcionan de manera detallada, las disposiciones de los procesos constructivos de los componentes diseñados.

El costo total del Proyecto "Sistema de Drenaje Pluvial del Boulevard Pancasán – El Carmen, de la ciudad de Estelí" es de C\$ 5,959,270.38 (cinco millones novecientos cincuenta y nueve mil doscientos setenta córdobas con 38/100 centavos) equivalentes a de \$ **250,192.93** (doscientos cincuenta mil ciento noventa y dos dólares con 93/100) utilizando una tasa de cambio de C\$ 23.8187

(veinte y tres córdobas con 8187/10000) equivalente a \$ 1 (un dólar americano) vigente al 26 de Septiembre de 2012. El financiamiento para la construcción de ésta obra social, traerá beneficios a los diferentes sectores de la población esteliana.

Finalmente, se incluye una evaluación de impacto ambiental: incluyendo impactos negativos generados por la ejecución de las obras del proyecto y sus correspondientes medidas de mitigación. Como en todo proyecto de construcción, siempre se generará Impactos negativos y positivos, para este proyecto los impactos positivos están presentes en la etapa de Operación o Funcionamiento (éstos contrarrestan los efectos que producen los impactos negativos).

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

“No es grande el que siempre triunfa, sino el que jamás se desalienta”

Martín Descalzo

I. INTRODUCCION

El departamento de Estelí, está situado en la región central norte de Nicaragua, compuesto por seis municipios: Estelí, La Trinidad, Condega, San Nicolás, San Juan de Limay y Pueblo Nuevo.

Estelí es la cabecera del departamento del mismo nombre, es la ciudad más importante de la región, por ser el principal centro de comercio y de servicios de las Segovias. Está ubicada a 146 kilómetros de la capital Managua, sobre la carretera Panamericana Norte (ver anexo 8). Su extensión territorial es 795.67 km², a una altitud de 843.97 m.s.n.m., ubicada entre las coordenadas 13°05" latitud norte y 86°05" longitud oeste.

La ciudad de Estelí con 31.68 Km.², está organizada en 3 distritos y 1 perímetro urbano; 22 unidades residenciales, 59 barrios en la ciudad y 15 asentamientos existentes en la periferia. El casco urbano está conformado por 188.56 km de calles adoquinadas, asfaltadas y de macadán (Ver Anexo 27) distribuidas en los 3 distritos, (de acuerdo al plan de desarrollo urbano)¹.

El distrito I, se ubica entre la carretera panamericana y el río Estelí, el distrito II abarca el área de la carretera Panamericana y el este de la ciudad y el distrito III se extiende desde el río Estelí hacia el oeste de la ciudad (ver anexo 28).

El área de estudio del proyecto se ubica en el distrito I, sobre la avenida central, en el sector desde el extremo norte del boulevard Pancasan hasta los semáforos Petronic El Carmen, (ver anexo 10). Este sector se caracteriza por ser una zona de comercio, donde el tránsito promedio diario de vehículos es 300 por hora (de

¹ Alcaldía Municipio de Estelí. (2005). *Plan de desarrollo urbano 2005 – 2015 Estelí*. Estelí, Nicaragua: Ficha municipal.

acuerdo al plan de desarrollo urbano)²; y la circulación de peatones es de alta frecuencia, (ver anexo 12,13).

Según Alcaldía municipal. (2008)³. Parte de las calles de esta zona tienen como superficie de rodamiento “asfalto; un 60% y otras en menor grado son adoquinadas 40%”. Cuentan con un drenaje pluvial superficial (vados y cunetas), que drenan deficientemente el agua en temporadas lluviosas, donde las “intensidades máximas de precipitación según Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), (2008)⁴, alcanzan 127.7 mm/año”.

Debido a esto en este sector se originan problemas que afectan a los usuarios de la vía, tales como:

1. Daños en tramos de calles que ocasiona el deterioro de los vehículos.
2. Congestionamiento o tardanza en el tráfico.
3. Dificultades para la circulación peatonal; que les obliga a mojarse, ensuciarse y enlodarse, (ver anexo 13).

Estos producen demora en el tiempo de tránsito vehicular, afecta a los comerciantes porque disminuyen las ventas y ocasiona daños en sus productos; el agua acarrea basura de las partes más altas de la ciudad depositándolas en los sitios más bajos, contribuyendo a la proliferación de mosquitos que perjudican la salud pública.

El resultado de la acumulación de basura en las calles, el mal estado del drenaje pluvial superficial existente (ver anexo 29) que no está conectado a un afluente, los niveles de agua que rebasan las cunetas y a su vez la carencia de un drenaje

² Alcaldía Municipio de Estelí. (2005). *Plan de desarrollo urbano 2005 – 2015 Estelí*. Estelí, Nicaragua: Ficha municipal.

³ Alcaldía Municipal de Estelí (2008). *Red vial 2008 de calles de los distritos de la ciudad de Estelí*. Estelí, Nicaragua: Documentos Obras Municipales.

⁴ Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2008). *Intensidades máximas anuales de precipitación*. Condega, Estelí, Nicaragua: Estación Metereológica

pluvial soterrado; genera inundaciones en las calles de la zona de influencia y aledañas a ésta.

En consecuencia, esta zona requiere de un drenaje pluvial adecuado, de forma que las aguas sean trasladadas a una zona de descarga viable y así erradicar este problema histórico.

II. ANTECEDENTES

En 1944 la ciudad de Estelí por ubicarse en una posición geográfica estratégica, “se incluyó sobre la ruta de la carretera Panamericana que inició su construcción en ese año hasta 1948 a cargo de la empresa Swinerton Macklure Videll, en su primera etapa”⁵.

Motivo que dio origen a un incremento de la población que le permitió elevarse a categoría de municipio, lo que revoluciona las comunicaciones de la ciudad y de todo el departamento y da un importante avance a la economía.

La antigua carretera Panamericana, es hoy la calle principal de la ciudad de Estelí, lugar que incluye el sector en estudio que abarca desde el boulevard Pancasan a Petronic El Carmen.

La carpeta asfáltica de este sector complementada con un drenaje pluvial superficial (vados, cunetas), que en la actualidad se observa en mal estado, son restos de lo que un día funcionó como carretera panamericana.

Partiendo desde 1880 hasta hoy, en Estelí se han registrado eventos como tormentas tropicales y huracanes que han tenido su trayectoria pasando sobre o cerca de ella, el de mayor intensidad fue el “Huracán Mitch en octubre de 1998, clasificado en la categoría V, que según las estaciones meteorológicas de Ocotol, Condega y San Isidro registraron precipitaciones específicamente para Estelí, en tan sólo 10 días (21-31/10/98) entre 700, 750 y 800 mm de lluvia, que causaron serias inundaciones en el casco urbano de la ciudad”⁶.

⁵ S.a, (s.f.).*Carretera Panamericana*. Recuperado el 7 de diciembre de 2009. <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=355274&page=20>

⁶ Alcaldía Estelí, (2007).*Vulnerabilidad Puente Panamá Soberana*. Estelí, Nicaragua: Informe Obras Municipales

Aunque no es necesario que ocurran eventos de gran magnitud para que la zona de la calle central se vea afectada, ya que con solo una brisa y el agua que utilizan a diario los comerciantes para lavar las aceras, la infraestructura vial presenta severos daños a causa del agua estancada, (ver anexo 11).

Este problema de inundación se ha mantenido en los últimos años, incrementando los daños cuando los inviernos son copiosos, afectando la salud de los peatones y el estado mecánico de los vehículos, disminución de ventas a los comerciantes, gastos continuos de la Alcaldía para la reparación de calles.

Si este problema continúa comportándose de la misma manera o peor aún incrementando su nivel, por no tratarlo desde su origen las consecuencias serían: calles de la zona intransitables, daños viales en calles aledañas, contaminación, riesgo a la salud pública, deterioro de la estética de la ciudad, inconformidad de los comerciantes, aumento de inversión en reparación de las calles. *Ver anexo 1 árbol de problema.*

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema se define a partir del análisis de resultados y la elaboración del árbol de problema (causa-efecto) y una matriz de involucrados. Ver anexo 1 árbol de problema y anexo 3 matriz de involucrados.

El sector norte del boulevard Pancasan a Petronic El Carmen se ha visto afectado a través de los años por múltiples inundaciones provocadas por la escorrentía de las lluvias, debido a que el drenaje pluvial superficial es deficiente y no está conectado a una descarga libre.

Durante la precipitación el agua circula hacia las calles del sector Noreste de la ciudad, una vez que cesa, el agua que proviene de las calles con mayor pendiente desde el boulevard Pancasan; se escurren, concentrándose específicamente en el tramo de los semáforos de Petronic El Carmen, formando charcas. Debido a esto, en este sector, se originan problemas que afectan a los usuarios de la vía, tales como: deterioro de la carpeta de rodamiento, daños en los vehículos, congestionamiento del tráfico, dificultades para la circulación peatonal, perjuicio de la salud pública, entre otros.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General:

Diseñar el Sistema de Drenaje Pluvial soterrado de 1.20 km, para el tramo del Boulevard Pancasan - Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí, para un periodo de diseño de 25 años.

4.2. Objetivos Específicos:

1. Realizar un diagnostico del estado físico-estructural del drenaje pluvial superficial existente.
2. Diseñar hidráulicamente y estructuralmente el sistema de drenaje pluvial.
3. Estimar los costos y la inversión total del diseño.
4. Elaborar los planos constructivos y especificaciones técnicas de la obra propuesta.
5. Realizar una evaluación de impacto ambiental.

V. JUSTIFICACION

La inundación en el sector del boulevard Pancasan a Petronic El Carmen, ubicado en la calle central de la ciudad de Estelí, provoca incremento en la espera de los peatones, enfermedades respiratorias y dermatológicas, daños en tramos de calle, disminución de ventas para los comerciantes, deterioro de los vehículos que transitan por la vía, y otros. Son algunas de las razones que obligan a tomar la alternativa más eficiente para drenar las aguas pluviales.

Como un recurso para la solución, la Alcaldía de Estelí debe garantizar la higiene comunal, realizando el drenaje pluvial y la eliminación de charcas, según lo enuncia la Ley 40⁷ de municipios, por ello está en la disposición de financiar la alternativa que brinde seguridad e higiene a esta vía pública de uso comercial.

Es por eso que se propone la realización del “Diseño de un sistema de drenaje pluvial soterrado de 1.20 km, como complemento al drenaje superficial existente, para el tramo del boulevard Pancasan a Petronic El Carmen de la ciudad de Estelí, para un periodo de 25 años”, que funcionara de acuerdo a las características propias de la zona y beneficiara directamente a la población esteliana en general.

⁷ Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (1997). *Ley N^o 40, Ley de Municipios*. Publicada en la Gaceta Diario oficial No. 162 de 26 de agosto de 1997.

VI. MARCO TEORICO

6.1. Diagnóstico

Según, Romero, P. (s.f.)⁸ “Implica tanto un proceso de recolección y análisis de información secundaria así como primaria. La secundaria provendrá de documentos de análisis existente sobre el contexto nacional y específicamente sobre el ámbito territorial donde se pretende llevar adelante uno o varios proyectos de desarrollo.”⁵

La recopilación de información primaria, implica procesos participativos para lo cual se debe, inicialmente, partir por el reconocimiento de los actores territoriales o los diferentes grupos de interés que desarrollan sus actividades en un ámbito territorial específico. Este reconocimiento o identificación de grupos de interés será vital para poder delimitar claramente con cuál de ellos se trabajará en un marco de corresponsabilidad y como el proyecto tendrá relacionamiento con otros actores o grupos de interés en la perspectiva de fortalecer e impulsar el desarrollo económico local.

6.1.1. Recolección de información para el diagnostico

En este sentido, se deberá construir una imagen clara del contexto territorial recopilando información secundaria de carácter global que servirá también para tomar decisiones en otras fases del ciclo del proyecto. Es evidente que el diagnóstico y la recopilación de información se realiza considerando un ámbito territorial delimitado, sin embargo, se deberán considerar los datos y la información que existen más allá de los límites territoriales especificados y que tienen relación con nuestra área delimitada, por ejemplo, información de la normativa nacional que afecta a lo local.

⁸ Romero, P. (s.f.). *Curso-formulación-gestión-proyectos*. Recuperado el 12 de diciembre de 2009, de <http://www.mailxmail.com/curso-formulacion-gestion-proyectos-desarrollo/diagnostico-situacion>.

6.2. Metodología de análisis

FODA⁹: Conocido originalmente con el “método OPEDEPO PF, es un acróstico para identificar las Debilidades, Oportunidades, Peligros y Potencialidades, fundamentales para visualizar panoramas de cualquier ámbito, cobertura y situación, aplicable a Empresas, Instituciones o cualquier tipo de organización. Las siglas originales eran demasiado complejas por lo que con posterioridad resultó más fácil y manejable el término FODA, convirtiéndose prácticamente en algo indispensable para analizar cualquier situación.”

La técnica FODA, según puntualiza Lozano, L.¹⁰ “se orienta principalmente al análisis y resolución de problemas y se lleva a cabo para identificar y analizar las Fortalezas y Debilidades de la organización, así como las Oportunidades y Amenazas reveladas por la información obtenida del contexto externo.”

6.2.1. Objetivos del FODA

- ✓ Conocer la realidad situacional
- ✓ Tener un panorama de la situación en todos sus ángulos.
- ✓ Visualizar la determinación de políticas para mantener las fortalezas, para atacar las debilidades convirtiéndolas en oportunidades y las oportunidades en fortalezas, así como direccionar estrategias para que las amenazas no lleguen a concretarse o bien si llegan a hacerlo, minimizar su impacto.
- ✓ Al utilizar una metodología participativa, pretende también que exista unidad de pensamiento entre los participantes, para que exista unidad de acción. Todos tras lo mismo.
- ✓ En tal sentido el Método FODA es a la vez un foro para tratar puntos de vista divergentes.

⁹ (S.a). (s.f.). *Metodología FODA*. Recuperado el 12 de diciembre de 2009, de <http://www.idea.ulat.ac.pa/archivos/FODA1.doc>.

¹⁰ Lozano. L (s.f.). Artículo FODA. Recuperado el 10 de diciembre de 2009, de <http://www.http://www.zeusconsult.com.mx/arttfoda.htm>.

6.2.2. Componentes de un análisis FODA

Quigley argumenta que “Precisamente el Método FODA se adapta a cualquier tipo de situación, dada su flexibilidad en el manejo y en su fácil comprensión conceptual y práctica. Al contener un análisis de la situación actual (análisis estático), también permite análisis proyectivo (análisis dinámico), por ejemplo cuando se determinan las amenazas, ya que no sólo trata de inventariar lo existente, sino lo que podría ocurrir en el futuro de persistir determinadas variables.”¹¹ (Ver tabla 1).

	Positivos	Negativos
Internos	Fortalezas	Debilidades
Externos	Oportunidades	Amenazas

Tabla 1: Componentes del análisis FODA.

Fuente: (S.a). (s.f.). *Metodología FODA*. Recuperado el 12 de diciembre de 2009, de <http://www.idea.ulat.ac.pa/archivos/FODA1.doc>.

Como se aprecia la metodología FODA, posee las herramientas necesarias para validar el análisis y resolución de problemas, por tal razón se eligió para este análisis.

6.3. Guía metodológica para el Diseño

6.3.1. Datos generales

Estas pueden ser: categoría política, localización geográfica, climatología e hidrología, vías de comunicación, servicios públicos, economía y aspectos de la localidad.

6.3.2. Factores a considerar en el estudio

- ◆ Tráfico peatonal
- ◆ Elección entre soluciones
- ◆ Profundidad de colectores

¹¹ Quigley, J. (1996). *Visión: cómo la desarrollan los líderes, la comparten y la sustentan*. Editorial Mc Graw Hill, Colombia.

6.3.3. Datos Topográficos

Plano topográfico con curvas de nivel.

Plano de la red existente del alcantarillado sanitario y pluvial.

Localización del sitio o sitios probables de vertido.

Plano de localidad en el cual se indique: clase de pavimento y banquetas, áreas verdes, sondeos en distintos puntos determinando las características geológicas del terreno y su clasificación, profundidad de agua freática.

6.3.4. Datos Pluviográficos

Datos pluviográficos de la estación meteorológica en el lugar, o de la más cercana, en los cuales se indiquen las intensidades máximas anuales de lluvia para diferentes duraciones de tiempos: 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60,80, 100 y 120 minutos.

Intensidad de lluvia en mm/hora.

La selección de la tormenta de diseño y su expansión sobre el pavimento son usadas para cualquier tiempo de lluvia que cause inundaciones durante la menor frecuencia de un evento frecuencia de diseño del evento de lluvia y la forma de expandir esta sobre la superficie de la calle.

La velocidad de diseño de la calle es importante en la selección de para un criterio de diseño en el sistema de drenaje. En velocidades grandes de más de 70 Km. /hora, se ha demostrado que el agua en el pavimento causa efecto de hidropilano. La intensidad de lluvia es un efecto muy significativo de la selección del diseño de la frecuencia y la expansión de esta sobre el pavimento.

6.3.5. Factores importantes para el diseño de un sistema de drenaje pluvial

- ◆ Características de la zona
- ◆ Curvas de pavimento
- ◆ Intensidad – duración y frecuencia de lluvia

- ◆ Tiempo de concentración de las de escorrentía a un determinado punto.
- ◆ Estimación de caudal
- ◆ Determinación de la geometría del sistema incluyendo: perfil y trazo en planta, cálculos de los diámetros y pendientes de cada tramo, magnitud de las caídas necesarias en los pozos.
- ◆ Ubicación de los posibles sitios de vertido y el trazo de colectores y atarjeas. Se usan normas de carácter práctico, basándose en la topográfica de la zona y el trazo urbano de la localidad.
- ◆ Se debe calcular el funcionamiento hidráulico del conjunto de tuberías, con el fin de revisar que los diámetros y pendientes propuestos sean suficientes para conducir el gasto de diseño de cada tramo.
- ◆ Analizar con detalle las consideraciones y restricciones que sirven para disminuir los costos de construcción y evitar tanto fallas por razones estructurales como excesivos trabajos de mantenimiento.

6.3.6. Diseño Hidráulico de un drenaje pluvial

- ◆ Calculo hidráulico de un interceptor por el método racional
Trazos preliminares.
- ◆ Estructuras de captación de las aguas de lluvias.
Ubicación
Dimensiones y tipos de imbornales.
- ◆ Componentes de un sistema de alcantarillado pluvial

Conjunto cordón cuneta	Cámara de inspección
Boca de tormenta	Colectores secundarios
Cámara de conexión	Colector principal
Tubería de conexión	
- ◆ Conducción de las aguas de lluvia.

La conducción de las aguas de lluvia a través de colectores, atiende a las mismas características hidráulicas para aguas servidas. Algunas consideraciones en el diseño de estos sistemas son:

- ✓ El diámetro mínimo a usar en colectores pluviales es de 0.25 m (10”).
- ✓ En general, la pendiente de los colectores está fijada por la pendiente del terreno, a fin de lograr la máxima economía en las excavaciones.
- ✓ La determinación de los perfiles de los colectores de aguas de lluvia deben señalar los puntos de cruce con los colectores cloacales, indicando progresiva y cota correspondiente.
- ✓ Generalmente, se dejara el eje de la calzada para la ubicación de los colectores de aguas negras, quedando por tanto ubicados los colectores de agua de lluvia a un lado de la misma, casi siempre se logra de ésta manera el diseño más económico.

La guía metodológica, basada en normas y criterios de especialistas en la rama de Hidráulica, define los parámetros básicos a seguir en el desarrollo del diseño de un drenaje pluvial soterrado, que complemente el drenaje superficial. Ésta guía será evaluada y se comprobará si se adapta a las condiciones que presenta la zona de estudio.

Además que esta servirá de base para futuros proyectos similares que se desarrollen en zonas urbanas.

6.3.7. Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia

Una curva IDF o de *Intensidad-Duración-Frecuencia* es una relación matemática, generalmente empírica, entre la intensidad de una precipitación, su duración y la frecuencia con la que se observa. La frecuencia de las precipitaciones intensas puede caracterizarse mediante períodos de retorno, que no son más que la inversa de la frecuencia.

Tanto para un evento real de lluvia como para una lluvia simulada con un determinado período de retorno, al aumentarse la duración de la lluvia disminuye su Intensidad Media Máxima (IMM). La formulación de esta dependencia se

determina caso por caso, con base en datos observados directamente en el sitio estudiado o en otros sitios vecinos con las mismas características orográficas.

Aproximaciones matemáticas

Las curvas IDF pueden tomar diferentes expresiones matemáticas, teóricas o empíricas, que se ajustan a los datos de precipitación de un determinado observatorio. Para cada duración (p.e. 5, 10, 60, 120, 180... minutos), se estima *función de probabilidad empírica*, y se fija una frecuencia o período de retorno determinado. Por lo tanto, la curva IDF empírica viene dada por la unión de los puntos de igual frecuencia de ocurrencia y diferente duración e intensidad.

Aproximaciones empíricas

Existe un gran número de aproximaciones empíricas que relacionan la intensidad (I), la duración (t) y el período de retorno (p), a partir de ajustes a potencias.

$$P(X > Xm) = \frac{1}{TR}$$

$$P(X < Xm) = 1 - P(X > Xm)$$

Donde TR: Período de retorno $TR = \frac{n+1}{m}$

n: número total de datos

m: es igual al número de orden

Aproximaciones teóricas

Las series anuales se organizan en una ecuación de probabilidad, y a la que más satisfactoriamente se juntan es en la ecuación de distribución de Gumbell:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x - \beta)}}$$

Donde α y β son parámetros de distribución de Gumbell

$$\alpha = 1.281/Sx \qquad \beta = X(\text{barra}) - 0.4505 Sx$$

X(barra): es la media aritmética

Sx: es la desviación estándar.

6.3.8. Método Racional para cálculo del Caudal

El método racional se utiliza en hidrología para determinar el Caudal Instantáneo Máximo de descarga de una cuenca hidrográfica.

El Método Racional es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño. Se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje urbano y rural. Y tiene la ventaja de no requerir de datos hidrométricos para la Determinación de Caudales Máximos.

La expresión utilizada por el Método Racional es:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

- Q:** Caudal máximo [m³/s]
- C:** Coeficiente de escorrentía.
- I:** Intensidad de la Lluvia de Diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al período de retorno seleccionado para el diseño (Curvas de

I-D-F) [mm/h]

A: Área de la cuenca. [Ha]

6.3.9. Coeficiente de Escorrentía

Se denomina escorrentía a la cantidad de agua que no es absorbida por el suelo, que en cambio se escurre por la superficie. El coeficiente de escorrentía adopta un valor que depende de la naturaleza de la superficie, de los usos del suelo y las pendientes del terreno, vegetación, permeabilidad, inclinación, humedad inicial del suelo, etc.

El coeficiente de escorrentía se calculó a partir del método ruso:

$$C = U_s \times T_s \times P_t$$

Donde:

Us: uso del suelo

Ts: Tipo de suelo

Pt: Factor de la pendiente del terreno

6.3.10. Tiempo de Concentración

Se denomina tiempo de concentración, al tiempo que una gota de agua cae, en el punto más alejado cuenca hasta que llega a la salida de ésta (estación de aforo). Este tiempo es función de ciertas características geográficas y topográficas de la cuenca.

El tiempo de concentración debe incluir los escurrimientos sobre terrenos, canales, cunetas y los recorridos sobre la misma estructura que se diseña.

Todas aquellas características de la cuenca tributaria, tales como dimensiones, pendientes, vegetación y otras en menor grado, hacen variar el tiempo de concentración.

Existen varias formas de hallar el tiempo de concentración "tc", de una cuenca (ver anexo 30)

En el particular se obtendrá la capacidad máxima de descarga de cada ramo utilizando el método de sección y pendiente, asociado con el método racional, donde:

$$tc = 0.0041 \left(\frac{3.28 \times L}{\sqrt{Sc}} \right)^{0.77}$$

L: longitud del tramo en metros

Sc: pendiente del tramo

6.4. Economía y costo

Es obligatorio en la elaboración del proyecto hidráulico de sistemas de alcantarillado pluvial, la consideración de la economía. Con esta finalidad, la elección del periodo de retorno (frecuencia) a adoptar en el proyecto será realizada adecuadamente en función de la probabilidad de ocurrencia de lluvias, empleando un factor de riesgo, técnica y económicamente admisible.

Será necesario, además un balance económico entre el costo de estructuras y los costos directos e indirectos debido a perjuicios a propiedades públicas o privadas.

Costo definido por Yfante, R. (s.f)¹²: Es la medida y valoración del consumo realizado o previsto por la aplicación racional de los factores para un determinado objetivo, por ejemplo la obtención de un producto, trabajo o servicio.

Bajo esta perspectiva, se considera el costo como una magnitud relevante para el cálculo del resultado interno, de forma análoga, pero diferenciada, a la magnitud "gasto" que sería la magnitud relevante para el cálculo del resultado externo.

¹² Ynfante, R. (s.f.). *Tipos de Costos*. Recuperado el 20 de noviembre de 2009. <http://www.monografias.com/trabajos66/tipos-costos/tipos-costos2.shtml>.

Costo Directo¹³: Se define como la segregación de los costos de fabricación entre aquellos que son fijos y los que varían directamente con el volumen.

Costo indirecto¹⁴: Son aquellos que no se identifican directamente con productos, servicios, líneas o actividades, o que no resulta económicamente ventajosa su medición para asignarlos de forma individualizada.

Debido a que en la Alcaldía del municipio de Estelí, no existe una metodología de cuantificación de costos para este tipo de proyecto será necesario realizar un Take off, que permita validar y reflejar esta inversión en diseño.

6.5. Planos constructivos y especificaciones técnicas.

Es necesario hacer notar que para los proyectos de drenaje pluvial, deben tomarse diferentes aspectos y consultar el Reglamento de Construcción vigentes, para así cumplir con las condiciones hidráulicas en el diseño de este tipo de proyecto, el contexto de las restricciones que tienen sus propias normas que deben respetarse.

Para el diseño de un buen sistema deben considerarse factores como: inundaciones, tránsito de vehículo, construcciones aledañas, y cercanías con servicios como; mercados, escuelas, iglesias, parques etc.

6.6. Evaluación de Impacto ambiental

6.6.1. Impacto social y ambiental de un drenaje pluvial urbano

Tradicionalmente, la concepción de drenaje urbano consistía en llevar lo más rápido posible el agua lejos o al menos fuera de los límites del municipio sin considerar el impacto sobre el cuerpo receptor o sobre las otras regiones de aguas abajo, la disminución de contaminación del escurrimiento constituye uno de los principales objetivos en la gestión del drenaje urbano.

¹³ Idem 11

¹⁴ Idem 11

Se analiza la problemática de las inundaciones asociadas a los fenómenos de urbanización. Se inicia con la revisión del impacto de la impermeabilización en relación al aumento de los volúmenes y de las velocidades de escurrimiento.

Rojas, C. Define evaluación como “un conjunto de técnicas que buscan como propósito fundamental un manejo de los asuntos humanos de forma que sea posible un sistema de vida en armonía con la naturaleza.”¹⁵

La evaluación constituye una herramienta de retroalimentación del propio ciclo del proyecto, en la medida en que la sistematización de información para la búsqueda de impactos permita sacar lecciones enriquecedoras para próximos emprendimientos en el ámbito local considerando lo positivo y lo negativo de la intervención realizada.

Según Romero P. (s.f.). Dentro de los criterios de evaluación esta el “**Impacto:** cuyo peso valorativo es muy importante y que implica comprender cómo el proyecto transformó una realidad determinada para un grupo determinado de actores; cómo afecto positiva y/o negativamente intereses, transformó posibilidades de acceso a recursos y en última instancia generó modificaciones en las cantidades y calidades de vida.”¹⁶

La gestión del medio ambiente tiene dos áreas de aplicación básicas:

a) Un área preventiva: las Evaluaciones de Impacto Ambiental constituyen una herramienta eficaz.

¹⁵ Rojas, C. (s.f.). Evaluación de Impacto Ambiental. Recuperado el 04 de enero de 2010, de <http://www.monografias.com/trabajos13/impac/impac.shtml>.

¹⁶ Romero, P. (s.f.). Curso-formulación-gestión-proyectos. Recuperado el 12 de diciembre de 2009, de <http://www.mailxmail.com/curso-formulacion-gestion-proyectos-desarrollo/diagnostico-situacion>.

b) Un área correctiva: las Auditorías Ambientales conforman la metodología de análisis y acción para subsanar los problemas existentes.

Diremos que un aspecto ambiental se refiere a un elemento de una actividad, producto o servicio de una organización que interactúa con el medio ambiente, e impacto se refiere al cambio que ocurre en el ambiente como resultado del aspecto.

6.7. Conceptos y definiciones

Caudal de diseño: Es el caudal máximo para un punto dado, se alcanza cuando todas las partes del área tributaria están contribuyendo con su escurrimiento superficial durante un periodo de precipitación máxima, su unidad de medida es m^3/s .

Coefficiente de escurrimiento, C: es la relación entre los volúmenes totales de escurrimiento superficial y los volúmenes de precipitación durante el periodo de lluvia.

Cuneta: Estructura hidráulica descubierta, estrecha y de sentido longitudinal destinada al transporte de aguas de lluvia, generalmente situada al borde de la calzada.

Drenaje pluvial: Es la forma de desalojo del agua en una cuenca, toda estructura, natural o artificial, que facilitan el escurrimiento y evita el almacenamiento del agua en una zona particular.

Es un componente integral del diseño y vida de una ciudad, de un poblado, de una comarca o de un país entero. Debe ser compatible y tener la mínima interferencia con los otros servicios y minimizar los impactos potenciales ambientales.

Drenaje soterrado: Es un sistema de alcantarillado pluvial constituido por una red de conductos e instalaciones pluviales complementarias que permiten la operación, mantenimiento y reparación del mismo. Su objetivo es la evacuación de las aguas pluviales, que escurren sobre las calles y avenidas, evitando con ello su acumulación y propiciando el drenaje de la zona a la que sirven.

Drenaje superficial: Sistema para dar salida al agua que fluye por la superficie, tanto de la propia carretera como del terreno adyacente. Ésta, debe ser encauzada de forma que no se produzcan daños a la carretera ni peligro para el tráfico, ni a las personas.

Intensidad de lluvia, I: se expresa como el promedio de la lluvia en mm/hora para un periodo de retorno determinado y una duración igual al del tiempo de concentración (T_c) de la cuenca.

Periodo de retorno: Período de retomo de un evento con una magnitud dada es el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada.

Precipitación efectiva: Es la precipitación que no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo.

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de investigación

Con base a los objetivos propuestos y el problema a resolver, el trabajo monográfico se realizará a través de una investigación Analítica Aplicada, ya que se ejecutará una metodología de cálculo de las diferentes variables que contienen el diseño de un drenaje pluvial normado para una zona urbana, tomando en cuenta sus características, funcionamiento e interrelación del contenido de las variables de diseño. Ver anexo 3.

7.2. Tiempo de ejecución

La investigación se desarrollara en un periodo de dos meses y medio, distribuidas de la siguiente manera: diagnostico dos semanas, diseño cuatro semanas, presupuesto dos semanas, evaluación de impacto ambiental una semana, revisión del documento una semana, para lo cual se tiene previsto iniciar el día lunes 06 de febrero de 2012.

7.3. Fuentes y técnicas de recopilación de datos

7.3.1. Fuentes primarias

- ✦ Zona de estudio, visita al terreno para la toma de fotografías del lugar, realización de un aforo vehicular.
- ✦ Ingenieros expertos en la materia (ENACAL, MTI, Alcaldía de Estelí), para aplicación de entrevistas.
- ✦ Población, comprendida por conductores, comerciantes y peatones tomando un muestreo por cada grupo para aplicar encuestas y determinar la problemática que afecta al sector y encuestas socioeconómicas socio-económicas a los usuarios de la vía.
- ✦ ENACAL, visitas para obtener planos de: curvas de nivel, alcantarillado sanitario y agua potable existente en el sitio de estudio.

⊕ Oficina de Obras Municipales de la Alcaldía de Estelí, para recopilar información de la red vial de las calles del municipio, realización del levantamiento topográfico de la zona

⊕ INETER, para obtener curvas IDF.

Ver también anexo 9.

7.3.2. Fuentes secundarias

⊕ Biblioteca de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN - Managua), para revisar y recopilar información de libros de Hidrología, Hidráulica, Topografía y Drenaje así como documentos monográficos de drenaje pluvial.

⊕ Internet, visitas a portales con información básica sobre drenaje pluvial, criterios y Normas de Diseño.

⊕ Empresas distribuidoras de materiales: visitas a principales distribuidores de tuberías y materiales para el drenaje soterrado.

Ver también anexo 9.

7.3.3. Instrumentos de recopilación de datos

⊕ Encuestas: a los diferentes grupos de involucrados, para medir el grado de inconformidad, nivel del problema, disposición de colaborar con la no contaminación y un buen uso del sistema. Ver anexo 4,5 y 6.

⊕ Entrevistas: aspectos técnicos de expertos basados en sus conocimientos y experiencia laboral. Ver anexo 3.

⊕ Observación in situ: para el estudio y evaluación del drenaje superficial existente, estado actual de las calles, levantamiento topográfico.

⊕ Análisis de bibliografía: selección de información y bibliografía de los principales tópicos y Normas para el diseño de sistemas de drenaje

⊕ Take off: para determinar el costo e inversión del diseño del proyecto.

7.3.4. Técnicas para el procesamiento de datos

- ✦ Análisis de la cantidad de obra a reemplazar, mediante la elaboración de una ficha evaluativa del estado físico-estructural del drenaje superficial.
- ✦ Los datos obtenidos en las encuestas serán procesados mediante el programa Microsoft Excel, asignándoles un valor numérico, para clasificar la información.
- ✦ Los resultados de las entrevistas y observaciones serán procesadas con el uso de técnicas de resumen, que permiten priorizar la información básica de interés para la redacción de este documento.
- ✦ Los datos del levantamiento topográfico se descargarán de estación total y procesarlos en el Programa Auto CAD.

Ver también anexo 8.

7.3.5. Técnicas de análisis de datos

- ✦ Análisis económico: evaluación económica de la inversión para el financiamiento disponible para el proyecto.
- ✦ Evaluación de impacto ambiental: para determinar si los Beneficios son mayores que los impactos negativos. Ver también anexo 8.

A continuación se presenta tabla 2, operación de las variables a evaluar.

Tipo	Variables	Definición	Sub - variables	Indicador	Valor	Escala
Independiente	Deficiencia del sistema de drenaje pluvial superficial existente.	Procedimiento para evaluar el estado físico-estructural del drenaje pluvial superficial.	Informe de funcionalidad del drenaje superficial actual	-Cantidad de elementos del sistema en buen y mal estado	-Cunetas, vados, bordillos, longitud del tramo, porcentaje de pendiente	-cuantitativa
			Acumulación de basura	-Volumen de basura que impide flujo libre del agua.	-Alto/medio/ bajo	-cuantitativa
			Estado físico de las calles	-Daños en la vía pública	M ² de calles	-cuantitativa
Dependiente	Inundación en las calles del sector de boulevard Pancasan a Petronic El Carmen	Diagnostico de identificación de causas ,efectos y factores de la inundación del sector	-Peatones -Comerciantes -Conductores	-Inseguridad -Daños en mercadería - tardanza en el tráfico	- tiempo de espera - pérdidas económicas -daños en vehículos	-cualitativa/ cuantitativa -cuantitativa -cuantitativa
			Curvas IDF	-Precipitación	intensidad de lluvia	-mm/año
			Magnitud de inundación	-Sectores aledaños inundados	-cantidad de tramos afectados	-cuantitativo
Independiente	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial	Procedimiento de calculo que permite el diseño de un sistema más eficiente	Datos topográficos	Planos de: -Curvas de nivel, alcantarillado sanitario, clase de pavimento, profundidad de agua freática, localización del sitio o sitios probables de vertido. - características geológicas del terreno y su clasificación	-completo/incompleto -completo/incompleto	-Cualitativa -Cualitativa
			Análisis hidrológico	- caudal de diseño -coeficiente de escorrentía -intensidad de lluvia	- m ³ /s -adimensional - mm/hora	-cuantitativa -cuantitativa -cuantitativa
			Diseño hidráulico	- Velocidad del fluido - Radio hidráulico - Coeficiente de Manning. - Área de la sección hidráulica -Tirante hidráulico - Pendiente de la tubería	-m/s -metros -adimensional - m ³ -metros -porcentaje valor absoluto	-Cuantitativa
			Criterios económico	-Costos de la obra - Disponibilidad de presupuesto - Alcance de la obra	- Alto/medio/bajo	-Cuantitativa
			Criterios técnicos	-Eficiencia del sistema -Eficiencia del sitio de descarga -Calidad de materiales	- Alto/medio/bajo	-Cuantitativa

Tabla 2: Matriz de operación de las variables.

Fuente: Elaboración propia (2012). Matriz de operación de las variables. Estelí, Nicaragua.

CAPITULO II

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FÍSICO – ESTRUCTURAL DEL DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE

“Y sabemos que a los que aman a Dios, todas las cosas les ayudan a bien, esto es, a los que conforme a su propósito son llamados”. Romanos 8:28

II. DIAGNÓSTICO

2.1 Ubicación

El área de estudio del proyecto se localiza en el distrito I (Ver Hoja 1, Juego de Planos), sobre la avenida central en la Ciudad de Estelí, en el sector desde el extremo norte del Boulevard Pancasan hasta los semáforos Petronic El Carmen, comprendiendo los barrios Héroes y Mártires y Julio Rodríguez.

A lo largo de la avenida Central existen centros de comercio y servicios de alta demanda por la población de la ciudad de Estelí, como son: Súper El Hogar, INISER, Clínica IMADIAG, Plásticos, Gordicarnes, Textiles Kanan, Repuestos Mairena, Hotel Hostal, Parque Infantil, El Bombazo, Farmacia Sacuanjoche, Cyber Conéctate, Hospital Adventista, MAGFOR, Almacén Tropigas, Centro Comercial Estelí, Distribuidora Pravia, el mercadito (tiendas), concluyendo en la Gasolinera Petronic El Carmen, entre otros establecimientos.

2.2. Descripción General

En décadas pasadas esta vía fue diseñada y utilizada como carretera Panamericana, lo cual explica las razones de que algunas calles son asfaltadas y otras adoquinadas con su drenaje superficial. Cuando se construyó la actual carretera Panamericana se reubicó más hacia el Este de la ciudad y de esta forma la antigua ruta de la carretera paso a ser parte de la avenida central.

Por tratarse de zonas de comercio, éstas delimita en la parte sur con el Mercado Municipal de Estelí; la Avenida central, en sus tramos 1 y la Avenida Suroeste, en su tramo 2, (Ver anexo 14); donde además de servir a gran cantidad de usuarios en la vía, tanto de vehículos, de peatones, se genera más contaminación al ambiente a través de la basura que es arrojada o arrastrada durante las tormentas, tal que, se obstaculiza el flujo del agua sobre las cunetas; aunque se han establecido cestos para basura la población las ha deteriorado, por no practicar una cultura de higiene y aseo. Requiriéndose, por tanto, durante la

implementación del proyecto, de un componente social, que permita concientizar a la población de hacer uso adecuado del sistema de drenaje pluvial, para el beneficio de ellos mismos, prolongando además la vida útil de las obras a ser construidas.

2.3. Población

Según el resultado de la encuesta socioeconómica, aplicada a una muestra de 152 pobladores que transitan por el sector, refleja que 73.43 % tienen más de 10 años de vivir en la ciudad, lo que indica que conocen la problemática de la zona.

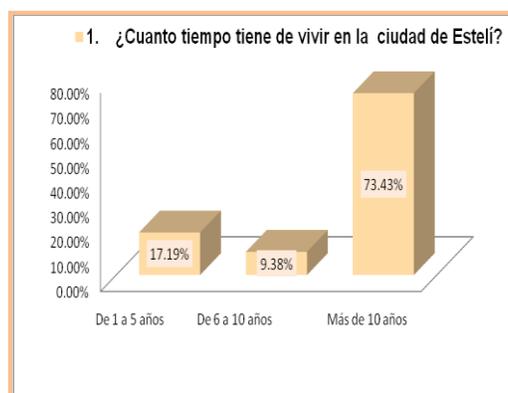


Figura 1: Tiempo de vivir en la ciudad
Fuente: Elaboración propia (2011).

El 48.44 % de las familias tienen entre 1 y 5 miembros, 39.06% de los encuestados han llegado a un nivel de educación secundaria, 51.56% considera que la mejor alternativa para drenar las aguas pluviales de las calles del sector es diseñar el sistema de drenaje pluvial, 100% están dispuestos a colaborar en no tirar basura, 60.93% dicen que se debe multar a quienes generan el problema de la basura. (Ver anexo 5).

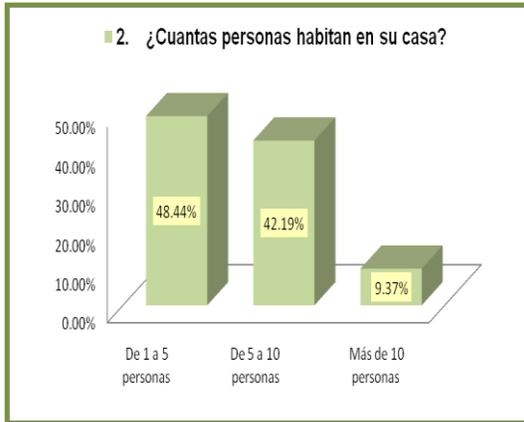


Figura 2: Personas por vivienda
Fuente: Elaboración propia (2011).

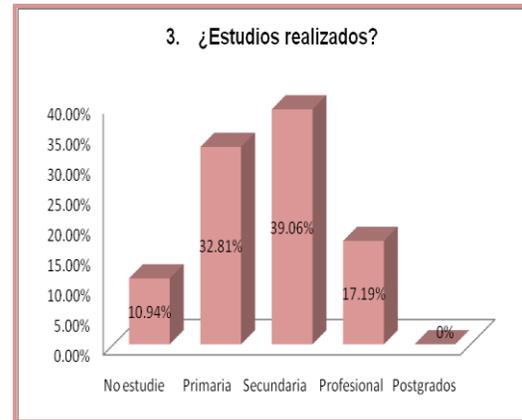


Figura 3: Nivel de educación
Fuente: Elaboración propia (2011).

2.4. Equipamiento y estructuras existentes en la zona del proyecto

Dentro del sector existen servicios de: Hospital, tiendas, Farmacias, Ministerios del Estado, Supermercados. Además de poseer los servicios básicos de: agua potable, energía, comunicaciones, sistema de aguas negras, recolección de basura.

Las tuberías de alcantarillado sanitario en la Ciudad de Estelí están en las calles al sur y en las avenidas al oeste y las de agua potable van en las calles al norte y en las avenidas al este.

Existen otras estructuras como postes de energía eléctrica y teléfono, estos están ubicados en los márgenes de las calles por lo que no intervienen con las estructuras proyectadas.

Las calles del sector cuentan con su respectivo drenaje superficial (vados, cunetas) aunque es importante mencionar que no está diseñado para captar el caudal de agua precipitada, lo que ocasiona en algunos tramos el deterioro del material con que fueron construidas.

2.5. Accesibilidad

Existe fácil acceso tanto vehicular como peatonal a los establecimientos antes mencionados. Esta vía es transitada por rutas urbanas como: Hospital-Rosario, Hospital-Oscar Gámez, que son utilizadas para comunicar el centro de la ciudad con barrios de la periferia noroeste de la misma.

Una de las limitaciones que tiene el sector es que no posee un sistema de drenaje pluvial, acompañado del mal estado del drenaje superficial percibido por el 84.06% de los pobladores que transitan a diario. (Ver anexo 7).

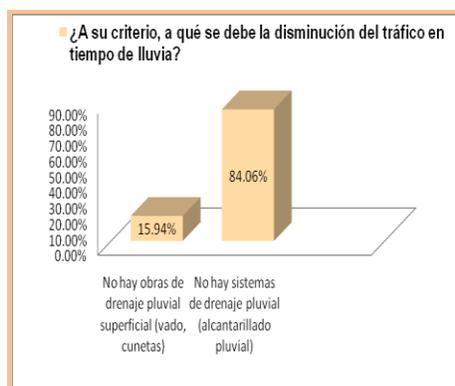


Figura 4: Causa de la disminución de tráfico
Fuente: Elaboración propia (2011).

2.6. Aspectos económicos

Estelí, además de caracterizarse por el comercio es ahora considerada como la capital del Tabaco, por ser una fuente que genera mayor empleo.

Según la muestra de 152 encuestados, el 78.13% de la población trabaja, 34% reciben un ingreso mensual entre C\$ 2,001 - C\$ 5,000 córdobas, es decir que los niveles de desempleo son bajos aunque es importante señalar que sus ingresos económicos se encuentran en un nivel medio. (Ver anexo 5).

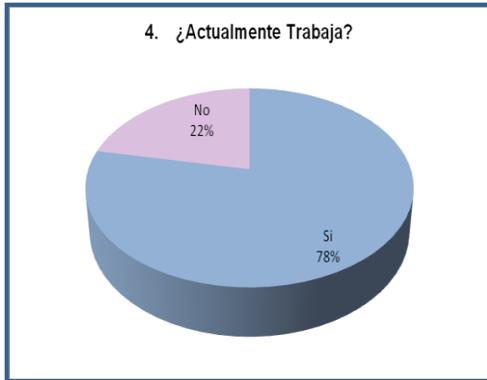


Figura 5: Población económicamente activa
Fuente: Elaboración propia (2011)

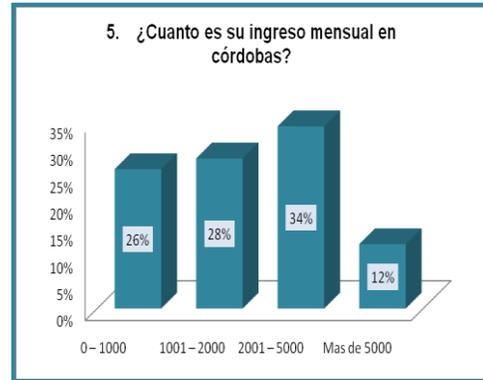


Figura 6: Ingreso mensual
Fuente: Elaboración propia (2011).

2.7. Aspectos del entorno

Según la opinión del 63.04% de la población encuestada, en épocas de lluvias el sector es afectado por inundaciones y el 62.22% asegura que se ha mantenido el comportamiento de éstas.

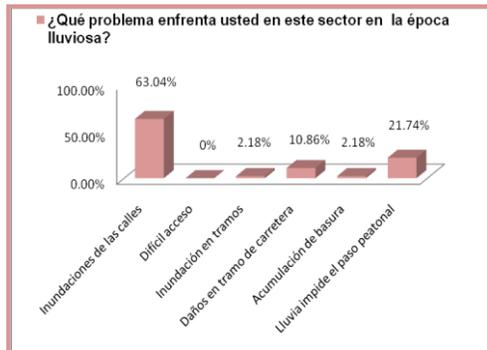


Figura 7: Problemática del sector
Fuente: Elaboración propia (2011)

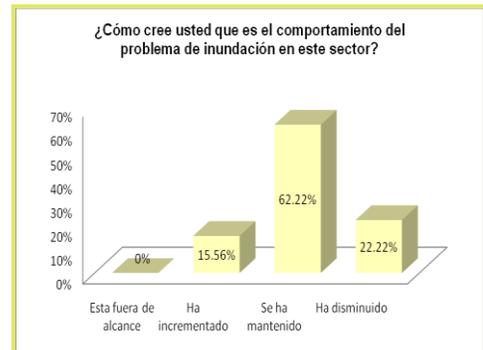


Figura 8: Comportamiento del problema
Fuente: Elaboración propia (2011).

Para el 95.35% de la población la inundación representa una dificultad para la ciudad porque impide el paso peatonal, retraso del tráfico vehicular, pérdidas económicas a los comerciantes del sector y de estos encuestados el 62.32% señalan que existe deterioro en la carpeta de rodamiento. (Ver anexo 7).



Figura 9: Dificultad para la ciudad
Fuente: Elaboración propia (2011)

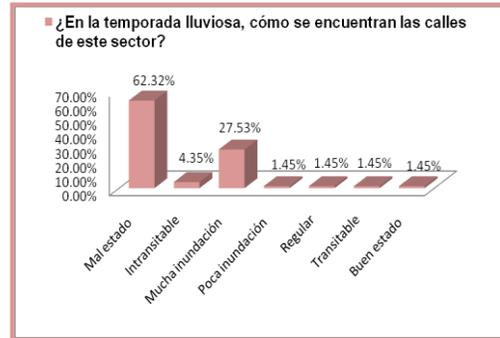


Figura 10: Estado de las calles
Fuente: Elaboración propia (2011).

La solución a ésta problemática no se ha gestionado ante el gobierno municipal, según plantea el 75.56% de la población. (Ver anexo 6).

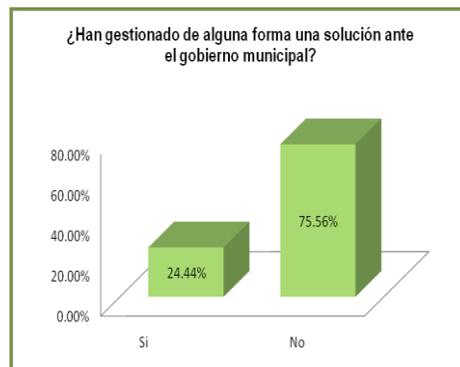


Figura 11: Gestión para la solución del problema
Fuente: Elaboración propia (2011)

La Alcaldía de Estelí, invierte anualmente C\$ 798,080 (setecientos noventa y ocho mil ochenta córdobas) en reparaciones de tramos de calles, que continúan deteriorándose a causa de las inundaciones.

Mairena. E. (2011)¹⁷. Señala que “si no hay un sistema de drenaje pluvial adecuado, las inundaciones crean estancamiento en las calles más bajas, zona muy vulnerable a inundaciones”.

¹⁷ Mairena, E. (Ing.). (2011) *Cuestionario para identificar el problema aplicado a especialistas*. Estelí: ENACAL.

Y de acuerdo a Rodríguez. W. (2011)¹⁸. “el sector carece de drenaje pluvial, problema histórico, inundaciones en las calles del sector y aledañas a ésta, socavamiento en la carpeta de rodamiento, continuas inversiones en reparación de calles, el grupo más afectado son los comerciantes”. (Ver anexo 9).

2.8. Salud y bienestar público

Para el 90.91% de los pobladores las inundaciones del sector representan un riesgo para la salud y el bienestar público, de éste porcentaje el 55% refleja que es un riesgo de alto grado ya que genera enfermedades dermatológicas y respiratorias, además de la basura que se acumula y que impide el curso libre del agua. (Ver anexo 8).

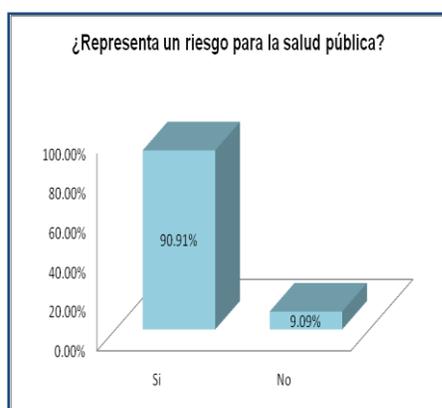


Figura 12: Riesgo a la Salud pública
Fuente: Elaboración propia (2011)

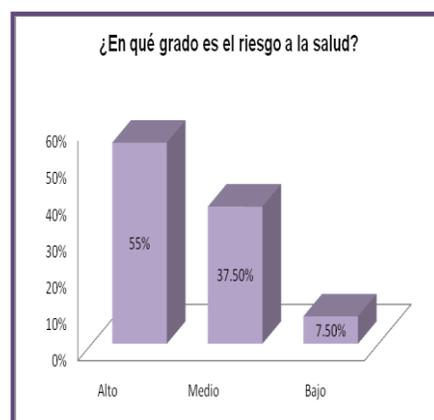


Figura 13: Grado de riesgo
Fuente: Elaboración propia (2011).

Aunque el 93.18% de ellos no han considerado ninguna alternativa para mitigar los daños, pero el 80.95% está en disposición de colaborar con la solución más viable que considere la Alcaldía, en tareas de limpieza y uso correcto del sistema depositando la basura en el lugar correspondiente. (Ver anexo 6).

¹⁸ Rodríguez Dávila, W. (dir.). (2011) *Cuestionario para identificar el problema aplicado a especialistas*. Estelí: Obras Municipales.

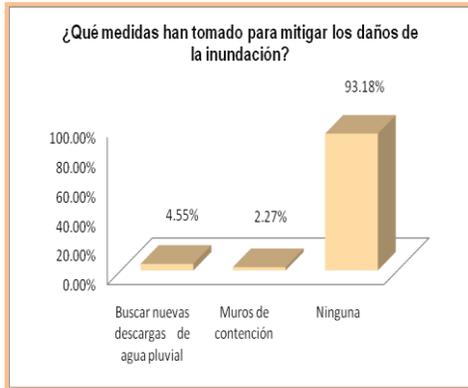


Figura 14: Mitigación de daños
Fuente: Elaboración propia (2011)

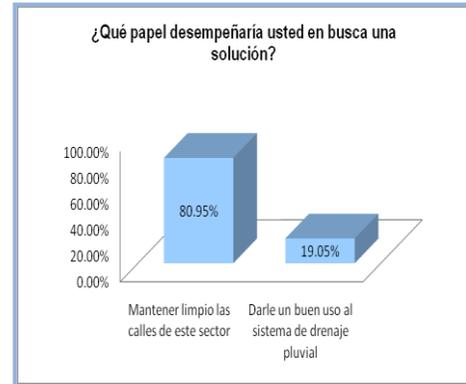


Figura 15: Desempeño para la solución
Fuente: Elaboración propia (2011).

2.9. Estado físico – estructural del drenaje superficial existente

Para el diagnóstico del estado físico – estructural del drenaje superficial existente en la zona de estudio, se utilizó una ficha evaluativa de elaboración propia, (ver anexo 18), que refleja y describe la funcionalidad del sistema, las obras en mal estado, observaciones de las causas que lo originan, la cantidad que es necesaria reemplazar y las que se encuentran en buen estado.

El tramo evaluado Boulevard Pancasan – Petronic El Carmen abarca una longitud de 1,200 m de cunetas donde se encuentran en mal estado 96.3 m de caite y 6 m de bordillo distribuidos en diferentes cuadras, el tramo más afectado es la cuadra de la tienda Bombazo causado por el socavamiento en la estructura y que tiene una pendiente de 2 % frente al Parque Infantil, así mismo frente a Fuente de Soda Adelita en el Costado Norte del antiguo Hospital Dávila Bolaños el daño se debe a falta de lechada en la cuneta. Y el tramo que no posee daños en las cunetas es frente al antiguo Hospital Dávila Bolaños presentando una pendiente de terreno de 2.66 %.

De 8 vados existentes, 39.8 m están en mal estado equivalentes a 3 vados, abarcando un área de 40.56 m², el vado que cubre mayor área está ubicado frente a Plastinic con las dimensiones siguientes 13.8 m*1.20 m.

2.10. Aspectos Topográficos

El territorio del Municipio de Estelí es muy accidentado topográficamente caracterizado por la primera etapa del proceso erosivo efectuado principalmente en las mesetas, lomas y cuevas de Estelí. A la falta de uniformidad del relieve corresponde una falta de uniformidad climatológica que se caracteriza por una distribución irregular de las lluvias, vientos en diferentes direcciones, altas y bajas temperaturas, lo que da lugar a que se desarrollen zonas de microclimas.

Según las curvas de nivel (equidistantes a un metro) de la Ciudad de Estelí a escala 1:4000 y el levantamiento topográfico realizado a 1:750 reflejó que las elevaciones del sector en estudio se encuentran entre 840 msnm y 856 msnm, con una pendiente promedio de 2.5 %.(Ver Hoja 2, Juego de Planos).

Datos importantes considerados fue la red de alcantarillado sanitario, éstas se encuentran a una profundidad que varía entre 1.40, 1.50 y 1.60 m, con diámetro de tubería de 8 pulgadas (200 mm).

El sitio de vertido propuesto, ubicado a 415 m de la Avenida Central, es un cauce trapezoidal que inicia en la Cruz Roja con dimensiones de (1.80*1.35*0.35) m, construido hace treinta años.

2.11. Descarga Final

El Sistema de Drenaje Pluvial tendrá su descarga en una caja rectangular (1.76m x 0.7m), en la estación 0 + 508.66 del tramo 3, que es continuación del cauce trapezoidal localizado a 415 metros de la Avenida Central, que inicia en la cruz roja con dimensiones de (1.80 x 1.35 x 0.35) m., hasta empatar con 2 alcantarillas de 40 pulg. y 50 pulg. que atraviesan la carretera Panamericana (localizadas en 13°05'12.00" Norte y 86°21'07.00" Oeste), luego el recorrido continúa con el cauce José Benito Escobar, que es un cauce rectangular de concreto, diseñado para un caudal de 9.17 m³/s, el cual fue ampliado en el año 2005, hasta desembocar al Zanjón los Cedros, éste es una quebrada natural afluente de tercer orden del río Estelí, posteriormente el gasto es drenado por este río, hacia el afluente fluvial de primer orden, como lo es el río Coco. (ver anexos 16 y 17), (Lámina 3, Juego de Planos)

El cauce existente diseñado para un "caudal de 9.17m³/s"¹⁹ con una capacidad de 6.51m³/s deberá ser eficiente para evacuar el caudal que verterá el nuevo Sistema además del caudal propio, para evitar que los niveles de agua rebosen los niveles del cauce y evitar inundaciones.

¹⁹ Programa Regional de Reconstrucción para América Central PRRAC. (2004). *Construcción y Revestimiento de Cauce José Benito Escobar*. Estelí: Planificación Urbana Alcaldía Municipal de Estelí.

CAPITULO III

DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

“El futuro pertenece a quienes creen en la belleza de sus sueños, grandes obras se logran no por la fuerza sino por la perseverancia”.

III. DISEÑO

3.1. Curvas intensidad duración frecuencia (IDF)

3.1.1. Organización de datos hidrológicos y ajustes estadísticos

Se trabajó con los datos obtenidos de INETER para la estación meteorológica de Condega registrados a partir de 1983 al año 2008, con duraciones de lluvia de 5, 10, 15, 30, 60, 120, y 360 minutos (ver anexo 19).

En el municipio de Estelí existe una estación meteorológica del mismo nombre (Estación Estelí), ubicada en el cuadrante 2955-III; sin embargo, de acuerdo a la magnitud de las observaciones y la frecuencia de las mismas, se tomó la decisión de utilizar los datos de la Estación Condega, ya que esta última es una estación meteorológica principal (HMP), a diferencia de la Estación Estelí que es ordinaria (HMO). La Estación de Condega nace como una estación hidrometeorológica principal (HMP) desde 1983 hasta la actualidad, registrando todas sus variables; por tanto, no presenta problemas de datos faltantes y no será necesario efectuar correcciones estadísticas. Además, la estación Condega, se ubica en el municipio del mismo nombre, que es límite noroeste de la ciudad de Estelí, y ambos presentan las mismas características climatológicas, por lo que los datos de dicha estación (HMP) podrán ser aplicados al área de interés del proyecto propuesto sin alterar los parámetros observados.

Como las series anuales de Intensidad máxima ($I_{m\acute{a}x}$) no están ordenadas, se tabulan en orden decreciente. Seguido se calculó el promedio anual para cada duración (media aritmética \bar{X}), y la desviación estándar (δx), para obtener los parámetros α y β de la distribución de Gumbell:

$$\alpha = 1.281/\delta x \text{ y } \beta = X - 0.4506 \delta x \quad (3)$$

(Ver anexo 20).

Los resultados se evaluaron en la Función de distribución de Gumbell, ya que a la que más satisfactoriamente se juntan es a esta ecuación de distribución.

$$F(X) = e^{-e^{-\alpha (X - \beta)}} \quad (4)$$

Donde se determinaron las probabilidades teóricas a las cuales se les resto las probabilidades empíricas calculadas a partir de un tiempo de retorno

$$TR = \frac{n+1}{m} \quad (5),$$

Donde:

n= número de orden y

m= número total de datos

Con el fin de encontrar delta máximo (Δ máx) que es necesario compararlo con el delta crítico (Δ crítico) del estadístico de “Smirnov – Kolmogorov”²⁰, para un nivel de significancia alfa = 0.05, referido a un índice de confiabilidad del 95% (Ver tabla 3).

²⁰ Blanco Chávez. M. (2003). *Curso de posgrado: Explotación de recursos hídricos*. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua.

Valor crítico (Δ crítico) para varios valores de N y los valores de α utilizados en hidrología.

N: datos	α			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.18	0.23

Tabla 3: Delta crítico.

Fuente: Blanco Chávez. M. (2003). *Curso de posgrado: Explotación de recursos hídricos*. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua.

Para escoger Δ crítico, $N = 26$ (que es el número de datos, referidos al total de años que se evalúan: 1983 - 2008) se seleccionó alfa de 0.05 que corresponde a la probabilidad que suceda el evento, se interpoló entre los valores de la tabla 4 para N entre 25 – 30; resultando Δ crítico= 0.245, siendo mayor que los delta máximos de cada duración; entonces se aceptó el ajuste.

A partir de estos resultados se calculó las intensidades para diferentes PR: período de retorno en diferentes duraciones dadas en minutos (ver tabla 4). Con los datos de la siguiente tabla se procedió a graficar estos puntos para obtener las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia. (Ver anexo 21).

VALORES DE INTENSIDAD DE LLUVIA EN mm/hora PARA GRAFICAR CURVAS IDF							
Periodo de Retorno (en años)	Duración en minutos						
	5	10	15	30	60	120	360
5	143.364	116.474	94.031	69.372	47.697	24.559	6.979
10	160.04	133.15	107.431	81.283	55.68	28.751	8.628
25	181.111	154.221	124.363	96.333	65.767	34.048	10.712
50	196.742	169.852	136.923	107.499	73.25	37.978	12.258

Tabla 4: Datos para graficar curvas IDF de La Estación Condega, Estelí.

Fuente: Elaboración Propia (2010). Datos de intensidades para diferentes tiempos de retorno. Estelí, Nicaragua.

Una vez graficadas las curvas IDF, definido el período de retorno de 10 años para este proyecto, considerando el “manual de obras de drenaje del MTI”²¹ y un tiempo de concentración en minutos, para cada área drenada; se intercepta el tiempo de concentración con la curva para 10 años (ver anexo 22) y el valor obtenido en el eje Y es la intensidad en mm/hr, entonces se calcula el caudal que aporta el área drenada al colector más cercano.

3.2 Tablas de Resultado del Diseño Hidráulico

Los parámetros para el cálculo hidráulico de la red de colectores están basados en el “Reglamento de Drenaje Pluvial para el área del Municipio de Managua”²². indicadas en la tabla 34.

La tablas de Diseño están divididas en 3 tablas: Determinación del Caudal de Cuneta (Tabla 5), Diseño Hidráulico (Tabla 6, Características de PVP y empates de colectores (Tabla 7), donde se hace una descripción columna por columna (anexo 23). Se adopta como trazado principal el indicado por los pozos 0 - 1 - 2 - 3 - 4 -5 - 11 - caja – E. (ver Hoja 3 Juego de planos).

De la columna 2 a la 14 se determinó el caudal de cuneta, usando el método racional; de la 15 – 35 se realizó el diseño hidráulico, considerando los criterios: velocidad máxima 4 m/s y tensión de arrastre debe ser mayor que 1.5 Pa; de la 36 – 47 características de los pozos de visita; de la 48 – 52 Empates de colectores.

Como resultado del cálculo se tiene 1,236 ml de tubería de conducción de Ø 15”, 16”, 22”, 24”, 26”, 294 ml de 8 ” para tragantes, 12 Pozos Pluviales, 326 ml de caja de concreto que conecta el sistema al cauce.(ver Hoja 3, juego de planos).

²¹ Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2008). *Manual para la revisión de estudios hidrotécnicos de drenaje mayor*. Managua, Nicaragua: División general de planificación.

²² Ministerio de la Vivienda y Asentamientos Humanos. (2004). *Reglamento de Drenaje pluvial*. Managua, Nicaragua. Documento: Reglamento de Drenaje pluvial para el área del Municipio de Managua.

DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE CUNETETA																		
Pozo		Área			Longitud (Lc)	H _{máx} terreno de escurrimiento	H _{mín} terreno de escurrimiento	Sc del Terreno		Us	Ts	Pt	Pt	C	tc	I	Qt	
De	A	m ²	Km ²	Ha	(m)	(m)	(m)	m/m	%			%		(min)	mm/hr	m ³ /s	l/s	
Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9	Col 10	Col 11	Col 12	Col 13	Col 14	Col 15	Col 16	Col 17	Col 18	
PVP 0 PVP 1	1578.29	0.0016	0.158	76.16	856.406	855.898	0.007	0.70	0.4	1.5	0.70	1	0.60	1.94	62.096	0.0164	16.35	
	1694.48	0.0017	0.169	86.37	855.898	855.442	0.005	0.50	0.4	1.5	0.50	1	0.60	2.44	78.100	0.0220	22.00	
	1508.79	0.0015	0.151	74.42	855.932	855.495	0.006	0.60	0.4	1.5	0.60	1	0.60	2.03	64.976	0.0164	16.35	
	1399.34	0.0014	0.140	78.22	855.932	855.858	0.001	0.10	0.4	1.5	0.10	1	0.60	4.20	134.434	0.0314	31.37	
																0.0861	86.08	
PVP 1 PVP 2	1530.35	0.0015	0.153	84.11	855.353	854.382	0.012	1.20	0.4	1.5	1.20	1	0.90	1.70	54.414	0.0208	20.82	
	1614.89	0.0016	0.161	74.80	855.780	855.365	0.006	0.60	0.4	1.5	0.60	1	0.90	2.03	64.976	0.0262	26.15	
	771.88	0.0008	0.077	37.09	854.786	854.384	0.011	1.10	0.4	1.5	1.10	1	0.90	0.94	30.088	0.0058	5.79	
	1692.15	0.0017	0.169	82.92	855.057	854.000	0.013	1.30	0.4	1.5	1.30	1	0.90	1.63	52.173	0.0220	22.04	
																0.1609	160.88	
PVP 2 PVP 3	1692.85	0.0017	0.169	83.18	853.832	852.000	0.022	2.20	0.4	1.5	2.20	1	0.60	1.34	42.891	0.0121	12.08	
	816.35	0.0008	0.082	38.54	854.786	854.262	0.014	1.36	0.4	1.5	1.36	1	0.60	0.89	28.487	0.0039	3.89	
	1613.90	0.0016	0.161	84.78	854.152	852.000	0.025	2.54	0.4	1.5	2.54	1	0.60	1.29	41.290	0.0111	11.08	
	1453.90	0.0015	0.145	72.39	852.613	851.933	0.009	0.94	0.4	1.5	0.94	1	0.60	1.67	53.453	0.0129	12.92	
																0.2009	200.86	
PVP 3 PVP 4	1821.92	0.0018	0.182	86.91	851.435	848.577	0.033	3.29	0.4	1.5	3.29	1.5	0.90	1.19	38.090	0.0173	17.33	
	1615.17	0.0016	0.162	73.63	852.343	851.726	0.008	0.84	0.4	1.5	0.84	1	0.60	1.77	56.654	0.0153	15.30	
	1601.54	0.0016	0.160	72.39	851.594	848.711	0.040	3.98	0.4	1.5	3.98	1.5	0.90	0.96	30.728	0.0123	12.29	
	1632.58	0.0016	0.163	73.91	849.280	848.659	0.008	0.84	0.4	1.5	0.84	1	0.60	1.77	56.654	0.0154	15.39	
																0.2612	261.17	
PVP 4 PVP 5	434.85	0.0004	0.043	14.95	848.247	848.061	0.012	1.24	0.4	1.5	1.24	1	0.60	0.44	14.084	0.0010	1.01	
	1833.20	0.0018	0.183	74.66	849.000	848.397	0.008	0.81	0.4	1.5	0.81	1	0.60	1.81	57.934	0.0177	17.67	
	2039.89	0.0020	0.204	87.12	848.247	846.26	0.023	2.28	0.4	1.5	2.28	1	0.60	1.37	43.851	0.0149	14.91	
	1742.29	0.0017	0.174	96.02	848.397	846.343	0.021	2.14	0.4	1.5	2.14	1	0.60	1.51	48.332	0.0140	14.02	
																0.3088	308.78	
PVP 6 PVP 7	771.88	0.0008	0.077	37.09	854.786	854.384	0.011	1.08	0.4	1.5	1.08	1	0.60	0.94	30.088	0.0039	3.86	
	1631.40	0.0016	0.163	87.70	855.780	854.460	0.015	1.51	0.4	1.5	1.51	1	0.60	1.61	51.533	0.0140	14.00	
																0.0179	17.86	
PVP 7 PVP 8	816.35	0.0008	0.082	38.54	854.786	854.262	0.014	1.36	0.4	1.5	1.36	1	0.60	0.89	28.487	0.0039	3.89	
	1488.08	0.0015	0.149	81.67	854.344	852.592	0.021	2.15	0.4	1.5	2.15	1	0.60	1.33	42.571	0.0106	10.57	
																0.0323	32.33	
PVP 8 PVP 9	1646.48	0.0017	0.165	88.75	852.343	849.280	0.035	3.45	0.4	1.5	3.45	1.5	0.90	1.18	37.769	0.0156	15.58	
	2124.23	0.0021	0.212	86.11	852.291	849.000	0.038	3.82	0.4	1.5	3.82	1.5	0.90	1.11	35.529	0.0188	18.83	
	1997.74	0.0020	0.200	91.88	849.444	849.000	0.005	0.48	0.4	1.5	0.48	1	0.60	2.59	82.901	0.0276	27.64	
																0.0944	94.38	
PVP 9 PVP10	2201.12	0.0022	0.220	92.53	849.277	848.702	0.006	0.62	0.4	1.5	0.62	1	0.60	2.36	75.539	0.0277	27.70	
	1816.47	0.0018	0.182	97.01	849.000	845.893	0.032	3.20	0.4	1.5	3.20	1.5	0.90	1.30	41.610	0.0189	18.93	
	2219.39	0.0022	0.222	95.27	848.702	845.936	0.029	2.90	0.4	1.5	2.90	1	0.60	1.34	42.891	0.0159	15.87	
	2134.62	0.0021	0.213	91.35	848.000	845.936	0.023	2.26	0.4	1.5	2.26	1	0.60	1.42	45.451	0.0161	16.14	
	1726.39	0.0017	0.173	73.06	846.312	845.893	0.006	0.57	0.4	1.5	0.57	1	0.60	2.03	64.976	0.0187	18.74	
																0.1918	191.75	
PVP10 PVP 5	1878.01	0.0019	0.188	89.28	847.693	845.663	0.023	2.27	0.4	1.5	2.27	1	0.60	1.40	44.811	0.0140	14.04	
	1480.34	0.0015	0.148	73.89	846.155	845.657	0.007	0.67	0.4	1.5	0.67	1	0.60	1.93	61.775	0.0152	15.24	
	1890.61	0.0019	0.189	84.69	845.663	844.466	0.014	1.41	0.4	1.5	1.41	1	0.60	1.61	51.533	0.0162	16.23	
	1597.53	0.0016	0.160	83.35	845.657	840.395	0.063	6.31	0.4	1.5	6.31	2	1.20	0.89	28.487	0.0152	15.19	
	1882.39	0.0019	0.188	89.53	846.327	844.629	0.019	1.90	0.4	1.5	1.90	1	0.60	1.50	48.012	0.0150	15.04	
	697.32	0.0007	0.070	30.00	846.000	844.569	0.048	4.77	0.4	1.5	4.77	1.5	0.90	0.45	14.404	0.0025	2.52	
	1856.45	0.0019	0.186	82.28	844.569	844.531	0.000	0.05	0.4	1.5	0.05	1	0.60	5.87	155.361	0.0482	48.17	
	1876.37	0.0019	0.188	90.80	846.431	844.531	0.021	2.09	0.4	1.5	2.09	1	0.60	1.46	46.732	0.0146	14.64	
	1591.41	0.0016	0.159	82.73	844.380	844.352	0.000	0.03	0.4	1.5	0.03	1	0.60	6.65	151.166	0.0401	40.06	
																0.3729	372.90	
PVP 5 PVP11	1483.39	0.0015	0.148	75.49	844.380	843.715	0.009	0.88	0.4	1.5	0.88	1	0.60	1.77	56.654	0.0140	13.98	
	1660.55	0.0017	0.166	76.98	844.395	843.695	0.009	0.91	0.4	1.5	0.91	1	0.60	1.77	56.654	0.0157	15.68	
	1538.74	0.0015	0.154	81.73	846	843.777	0.027	2.72	0.4	1.5	2.72	1	0.60	1.22	39.050	0.0100	10.02	
	1614.81	0.0016	0.161	78.69	846	843.806	0.028	2.79	0.4	1.5	2.79	1	0.60	1.17	37.449	0.0100	10.05	
																0.7314	731.41	
PVP11 CAJA	1729.42	0.0017	0.173	84.63	843.666	841.732	0.023	2.29	0.4	1.5	2.29	1	0.60	1.34	42.891	0.0124	12.37	
	1701.39	0.0017	0.170	85.26	843.668	841.77	0.022	2.23	0.4	1.5	2.23	1	0.60	1.36	43.531	0.0123	12.33	
	1840.93	0.0018	0.184	84.01	843.658	841.766	0.023	2.25	0.4	1.5	2.25	1	0.60	1.34	42.891	0.0132	13.15	
	1733.24	0.0017	0.173	85.16	846.000	843.723	0.027	2.67	0.4	1.5	2.67	1	0.60	1.26	40.330	0.0116	11.63	
																0.7693	769.27	

Tabla 5: Tabla de resultados del Diseño.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Tabla de resultados del Diseño Hidráulico. Estelí, Nicaragua

DISEÑO HIDRÁULICO

Pozo		Longitud (L _a)	H _{máx} de la Alcantarilla Fondo	H _{min} de la Alcantarilla Fondo	S _a de la Alcantarilla		Q _d		Diámetro Calculado		Diámetro Comercial		Q _{II}		V _{II}	Q/Q _{II}	V/V _{II}	d/D	V	V ² /2g	d	H/D	H	NF	E	Radio Hidráulico	Tensión de arrastre
De	A	m	m	m	m/m	%	m ³ /s	l/s	(m)	(pulg)	(pulg)	(m)	m ³ /s	(l/s)	(m/s)				(m/s)	(m)	(m)		(m)		(m)	RH(m)	τ(Pa)
Col 1	Col 15	Col 16	Col 17	Col 18		Col 19		Col 20		Col 21		Col 22		Col 23	Col 24	Col 25	Col 26	Col 27	Col 28	Col 29	Col 30	Col 31	Col 32	Col 33	Col 34	Col 35	
PVP 0	PVP 1	95.63	854.288	853.134	0.012	1.20	0.086	86.08	0.251	9.90	15	0.381	0.261	260.74	2.287	0.33	0.750	0.447	1.72	0.15	0.170	0.34	0.13	1.52	0.32	0.077	9.100
PVP 1	PVP 2	99.90	853.084	850.517	0.026	2.60	0.161	160.88	0.275	10.83	15	0.381	0.384	383.80	3.366	0.42	0.802	0.504	2.70	0.37	0.192	0.40	0.15	2.22	0.56	0.088	22.445
PVP 2	PVP 3	98.29	850.467	847.238	0.033	3.30	0.201	200.86	0.286	11.25	15	0.381	0.432	432.39	3.793	0.46	0.830	0.536	3.148	0.51	0.204	0.43	0.16	2.49	0.71	0.097	31.402
PVP 3	PVP 4	104.82	847.188	844.943	0.021	2.10	0.261	261.17	0.343	13.52	15	0.381	0.345	344.93	3.025	0.76	0.965	0.724	2.920	0.43	0.276	0.68	0.26	1.84	0.71	0.107	22.043
PVP 4	PVP 5	93.91	844.893	842.396	0.027	2.70	0.309	308.78	0.349	13.73	16	0.406	0.465	464.56	3.581	0.66	0.927	0.666	3.320	0.56	0.271	0.59	0.24	2.17	0.83	0.115	30.460
PVP 6	PVP 7	95.95	853.269	851.391	0.02	2.00	0.018	17.86	0.127	4.99	15	0.381	0.337	336.62	2.953	0.05	0.453	0.182	1.337	0.09	0.069	0.12	0.04	2.03	0.16	0.040	7.848
PVP 7	PVP 8	98.86	851.341	847.782	0.036	3.60	0.032	32.33	0.142	5.58	15	0.381	0.452	451.62	3.961	0.07	0.492	0.210	1.949	0.19	0.080	0.14	0.05	2.69	0.27	0.045	15.892
PVP 8	PVP 9	109.65	847.732	844.618	0.028	2.80	0.094	94.38	0.222	8.74	15	0.381	0.398	398.29	3.493	0.24	0.580	0.370	2.026	0.21	0.141	0.27	0.10	2.01	0.35	0.072	19.777
PVP 9	PVP 10	93.46	844.568	843.305	0.014	1.40	0.192	191.75	0.330	12.99	15	0.381	0.282	281.63	2.470	0.68	0.936	0.678	2.312	0.27	0.258	0.60	0.23	1.54	0.53	0.105	14.421
PVP 10	PVP 5	92.27	843.255	842.396	0.009	0.90	0.373	372.90	0.460	18.11	21	0.533	0.554	553.88	2.479	0.67	0.931	0.672	2.308	0.27	0.358	0.60	0.32	1.31	0.63	0.147	12.979
PVP 5	PVP 11	98.3	842.346	841.327	0.01	1.00	0.731	731.41	0.581	22.86	24	0.610	0.834	833.57	2.056	0.88	1.007	0.804	2.876	0.42	0.490	0.85	0.52	1.27	0.91	0.181	17.756
PVP 11	CAJA	95.34	841.277	839.857	0.015	1.50	0.769	769.27	0.548	21.59	26	0.660	1.264	1263.82	3.690	0.61	0.900	0.626	3.321	0.56	0.413	0.53	0.35	1.79	0.98	0.190	27.959

Tabla 6: Tabla de resultados del Diseño.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Tabla de resultados del Diseño Hidráulico. Estelí, Nicaragua

CARACTERISTICAS DE LOS POZOS DE VISITA														EMPATES DE COLECTORES												
Pozo		De		Dp	Pérdidas (m)					Ds		Dp/Ds	0.319Qd/D ^{2.5}	K	K*Hw/Ds	Hw	Cota Rasante		Cota Clave		Cota Batea		Cota Energía		Profundidad a Clave	
De	A	(pulg)	(m)	(m)	rc/D	Hc	0.2Hv	Perd	(pulg)	(m)						De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	
Col 1		Col 36		Col37	Col38	Col 39	Col 40	Col 41	Col 42		Col 43	Col 44	Col 45	Col 46	Col 47	Col 48		Col 49		Col 50		Col 51		Col 52		
PVP 0	PVP 1	15	0.381	1.2	0.6	0.038	0.030	0.07	15	0.383	3.13	0.303	1.20	1.015	0.389	855.338	854.319	854.288	853.134	853.907	852.753	854.227	853.073	1.05	1.2	
PVP 1	PVP 2	15	0.381	1.2	0.6	0.086	0.074	0.16	15	0.385	3.11	0.557	1.20	1.812	0.698	854.319	851.617	853.084	850.517	852.703	850.136	853.267	850.700	1.2	1.1	
PVP 2	PVP 3	15	0.381	1.2	0.6	0.120	0.101	0.221	15.24	0.387	3.100	0.687	1.20	1.925	0.745	851.617	848.388	850.467	847.238	850.086	846.857	850.795	847.566	1.15	1.1	
PVP 3	PVP 4	15	0.381	1.2	0.6	0.200	0.087	0.287	15.40	0.391	3.068	0.871	1.20	2.580	1.009	848.388	846.143	847.188	844.943	846.807	844.562	847.517	845.272	1.20	1.2	
PVP 4	PVP 5	16	0.406	1.2	0.6	0.134	0.112	0.246	16.27	0.413	2.904	0.897	1.20	2.689	1.111	846.143	843.646	844.893	842.396	844.487	841.990	845.319	842.822	1.25	1.3	
PVP 6	PVP 7	15	0.381	1.2	0.6	0.022	0.018	0.040	15.04	0.382	3.140	0.063	1.20	0.504	0.193	854.319	852.441	853.269	851.391	852.888	851.010	853.049	851.171	1.05	1.1	
PVP 7	PVP 8	15	0.381	1.2	0.6	0.046	0.039	0.085	15.09	0.383	3.130	0.113	1.20	0.857	0.329	852.441	848.882	851.341	847.782	850.960	847.401	851.234	847.675	1.10	1.1	
PVP 8	PVP 9	15	0.381	1.2	0.6	0.066	0.042	0.108	15.13	0.384	3.122	0.329	1.20	1.107	0.426	848.882	845.768	847.732	844.618	847.351	844.237	847.701	844.587	1.15	1.1	
PVP 9	PVP10	15	0.381	1.2	0.6	0.132	0.054	0.186	15.26	0.388	3.095	0.654	1.20	1.821	0.706	845.768	844.505	844.568	843.305	844.187	842.924	844.718	843.455	1.20	1.2	
PVP10	PVP 5	21	0.533	1.2	0.6	0.132	0.054	0.186	21.26	0.540	2.222	0.555	1.20	1.479	0.799	844.505	843.646	843.255	842.396	842.722	841.863	843.351	842.492	1.25	1.3	
PVP 5	PVP11	24	0.610	1.5	0.75	0.212	0.084	0.296	24.42	0.620	2.418	0.770	1.20	2.200	1.365	843.646	842.627	842.346	841.327	841.736	840.717	842.648	841.629	1.30	1.3	
PVP11	CAJA	26	0.660	1.5	0.75	0.000	0.112	0.112	26.00	0.660	2.71	0.692	1.20	1.941	1.282	842.627	840.007	841.277	839.857	840.617	839.197	841.592	840.172	1.35	0.15	

Tabla 7: Tabla de resultados del Diseño.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Tabla de resultados del Diseño Hidráulico. Estelí, Nicaragua

3.2.1. Dimensionamiento de tragante

De acuerdo con análisis de los ajustes de las Normas de Diseño y Construcción del Drenaje Pluvial de Managua, numeral 13, se muestra que para 1 Ha de tierra urbanizada el caudal de escurrimiento es de 0.17 m³/seg, el flujo para cada tragantes sería de 85 L/seg.

Para un tragante de gaveta de 1.07 m y el 2% de pendiente longitudinal de calles su capacidad es de 94 L/seg. Mientras que el tragante de parrilla puede atender el caudal producido por una hectárea con una pendiente hasta el 4%, por ésta razón se elige el de parilla.

En la Tabla 8 se reflejan los 24 tragantes con su PVP correspondiente. El caudal de escurrimiento que drena por cuadra, seguido se muestra la sumatoria de caudales de cuadras que llega a su tragante correspondiente (ver Hoja3, juego de planos). Para determinar las dimensiones apropiadas del tragante se tomó como base el mayor flujo acumulado que llega al tragante T1 de 86.77 L/s, es decir se puede usar un tragante de parrilla como lo sugiere las Normas de Diseño, aunque se propone que las dimensiones sean de 1m x 0.66 m equivalentes a 40 x 26 pulgadas que es una medida comercial y una profundidad estándar de 50 cm.

Las elevaciones, pendiente y longitud entre cada tragante - PVP, determinan el cálculo del diámetro de la tubería para la evacuación de aguas, que resultó de 8 pulgadas (200 mm).

Características de Tragantes													
POZO	№ Tragantes	Área tributaria	Q de cuadras	Q.acumulado	Q.acumulad o	Hmáx.	Hmin.	Long. hacia pozo	Pendiente	Pendiente	Diámetro		Diámetro Comercial
											Calculado		
		m ²	Q(m ³ /s)	Q(m ³ /s)	Q(L/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	%	(m)	(pulg)	(pulg)
PVP 0	T 1	1578.29	0.0164	0.0861	86.077	855.495	855.338	6.31	0.025	2.488	0.092	3.642	8
		1694.48	0.0220										
		1508.79	0.0164										
		1399.34	0.0314										
PVP 1	T 2	1530.35	0.0208	0.0528	52.762	854.384	854.184	9.35	0.021	2.139	0.079	3.118	8
		1614.89	0.0262										
		771.88	0.0058										
	T3	1692.15	0.0220	0.0220	22.045	854.184	854.000	13.35	0.014	1.378	0.062	2.441	8
PVP 2	T 4	816.35	0.0039	0.0279	27.893	851.933	851.617	9.52	0.033	3.319	0.057	2.261	8
		1613.90	0.0111										
		1453.90	0.0129										
	T 5	1692.85	0.0121	0.0121	12.082	852.000	851.617	14.74	0.026	2.598	0.044	1.730	8
PVP 3	T6	1615.17	0.0153	0.0430	42.982	848.659	848.388	8.49	0.032	3.192	0.068	2.679	8
		1601.54	0.0123										
		1632.58	0.0154										
PVP 4	T 7	1821.92	0.0173	0.0173	17.332	848.577	846.143	14.34	0.170	16.974	0.035	1.393	8
		1742.29	0.0140	0.0317	31.689	846.343	846.143	6.98	0.029	2.865	0.062	2.438	8
		1833.20	0.0177										
	T 9	434.85	0.0010	0.0159	15.920	846.260	846.143	6.3	0.019	1.857	0.052	2.043	8
		2039.89	0.0149										
PVP 5	T 10	1660.55	0.0157	0.0257	25.699	843.695	843.646	5.87	0.008	0.835	0.072	2.840	8
		1538.74	0.0100										
		1483.39	0.0140	0.0140	13.976	843.806	843.646	6.98	0.023	2.292	0.048	1.870	8
	T 12	1614.81	0.0100	0.0100	10.050	843.715	843.646	7.74	0.009	0.891	0.050	1.973	8
PVP 6	T 13	771.88	0.0039	0.0179	17.863	854.460	854.319	7.41	0.019	1.903	0.054	2.123	8
		1631.40	0.0140										
PVP 7	T 14	816.35	0.0039	0.0145	14.466	852.592	852.441	7.09	0.021	2.130	0.049	1.921	8
		1488.08	0.0106										
PVP 8	T 15	2124.23	0.0188	0.0465	46.468	849.000	848.882	6.81	0.017	1.733	0.079	3.093	8
		1997.74	0.0276										
	T 16	1646.48	0.0156	0.0156	15.581	849.28	848.882	7.37	0.054	5.400	0.042	1.659	8
PVP 9	T 17	2201.12	0.0277	0.0597	59.707	845.936	845.768	8.9	0.019	1.888	0.085	3.344	8
		2219.39	0.0159										
		2134.62	0.0161										
	T 18	1816.47	0.0189	0.0377	37.670	845.893	845.768	8.22	0.015	1.521	0.074	2.930	8
		1726.39	0.0187										
PVP 10	T 19	1878.01	0.0140	0.0453	45.321	844.629	844.505	6.76	0.018	1.834	0.077	3.031	8
		1890.61	0.0162										
		1882.39	0.0150										
	T 20	697.32	0.0025	0.0653	65.331	844.531	844.505	6.72	0.004	0.387	0.118	4.655	8
		1856.45	0.0482										
		1876.37	0.0146										
T 21	1480.34	0.0152	0.0304	30.433	844.505	844.395	7.07	0.016	1.556	0.068	2.693	8	
	1597.53	0.0152											
T 22	1591.41	0.0401	0.0401	40.062	844.505	844.380	8.78	0.014	1.424	0.077	3.035	8	
PVP 11	T 23	1701.39	0.0123	0.0371	37.118	842.627	841.770	6.6	0.130	12.985	0.049	1.949	8
		1840.93	0.0132										
		1733.24	0.0116										
	T 24	1729.42	0.0124	0.0124	12.368	842.627	841.674	5.61	0.170	16.988	0.031	1.227	8

Tabla 8: Tabla de resultados del Diseño.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Tabla de resultados del Diseño Hidráulico. Estelí

3.2.2. Dimensionamiento de caja rectangular de concreto reforzado

Para el dimensionamiento de la transición de tubería a caja rectangular que se realiza después del PVP 11 se toma en cuenta el caudal a tubo lleno de la tubería de 26" es de 1.264 m³/s.

Con la ayuda del Software Hidráulico H Canales se introducen datos como caudal de diseño (Q=1.264 m³/s) y el coeficiente de Manning (n= 0.01), pendiente del tramo de (S= 0.015 m/m) como se muestra en la Figura 16.

The screenshot shows the HCANALES software interface with the following data:

Datos:		Resultados:	
Lugar:	Esteli, Nicaragua	Tirante (y):	0.2551 m
Tramo:	3	Perímetro (p):	1.5652 m
Proyecto:	DRENAJE PLUVIAL	Radio hidráulico (R):	0.1956 m
Revestimiento:		Velocidad (v):	4.1276 m/s
Caudal (Q):	1.264 m ³ /s	Energía específica (E):	1.2597 m-Kg/Kg
Talud (Z):	0	Ancho de solera (b):	0.7826 m
Rugosidad (n):	0.01	Área hidráulica (A):	0.3062 m ²
Pendiente (S):	.015 m/m	Espejo de agua (T):	0.7826 m
		Número de Froude (F):	2.1067
		Tipo de flujo:	Supercrítico

Diagrama de la sección rectangular:

Botones de control: Ejecutar, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal.

Realiza la impresión de la pantalla

Figura 16 :Seccion Maxima eficiencia canal rectangular. HCANALES
Fuente:Elaboracion propia(2012). Cálculo de seccion rectangular

De esto se obtiene el tirante hidráulico $y = 0.2551\text{m}$, de la relación $b y = \frac{\pi * \phi^2}{4}$ se despeja y se sustituye el valor de y $b = \frac{\pi * \phi^2}{4y}$

El resultado es 1.34 m, entonces se propone un ancho de canal de 1.52 m ≈ 60 ". Resultando una caja con dimensiones 1.52 m de ancho x 0.66 m de altura que es equivalente al diámetro de 26 pulgadas que entra al PVP 11.

El diseño estructural de la caja rectangular se muestra en el anexo 26.

3.2.3 Eficiencia del cauce

Conociendo el diámetro de las dos alcantarillas de 1.27m y 1m que sumado es 2.27 m, a partir de la ecuación:

$$D = 1.548 \left(\frac{n * Q}{S_c^{0.5}} \right)^{3/8}$$

Se despeja Q, que es la capacidad de las alcantarillas

$$Q = \left(\frac{D}{1.548} \right)^{3/8} * \frac{S_c^{0.5}}{n}$$

Con un coeficiente de Manning para concreto $n = 0.013$, la pendiente de 0.008 m/m y $D = 2.27$ m.

Como resultado se obtiene la eficiencia de las alcantarillas que es de 7.94 m³/s y el caudal que aporta el Sistema actual es de 6.51 m³/s y el nuevo Sistema aporta un caudal a tubo lleno de 1.264 m³/s, que sumado es de 7.77 m³/s. Lo que indica que éstas alcantarillas son capaces de evacuar las aguas pluviales hacia el cauce del B" José Benito Escobar diseñado para un caudal de 9.17 m³/s.

CAPITULO IV

ESTIMACIÓN DE COSTOS Y DE LA INVERSIÓN TOTAL DEL DISEÑO

“Los pensamientos son el comienzo de los grandes logros”.

IV. ESTIMACIÓN DE COSTOS Y DE LA INVERSIÓN TOTAL DE LA OBRA A CONSTRUIR

4.1. Introducción

El presente Presupuesto de Estimación de Costos e Inversión Total del “**Sistema de Drenaje Pluvial para el sector del Boulevard Pancasan a Petronic El Carmen, en la Ciudad de Estelí**”, refleja el precio unitario que constituye el precio de cada concepto de obra. Para obtenerlo se analizan sus componentes:

- Costos Directos (materiales, mano de obra, herramientas y equipos).
- Costos los Indirectos (gastos administrativos, impuestos y utilidad).

Para definir las etapas, se utilizó el “Catálogo de Etapas y Sub -etapas del Nuevo FISE al 15 de Agosto de 2008”²³, para proyectos de Rodamiento y Drenaje Pluvial. A partir del “Maestro de Costos Unitarios Primarios”²⁴ y del “Maestro de Costos Unitarios Complejos del FISE”²⁵, se determinó el costo relacionado a cada unidad en específica.

4.2. Costos Directos

- Materiales: Se consultó la Guía de Costos y el Catálogo de Precios de DURMAN ESQUIVEL-Nicaragua, algunos precios ya están totalizados por componente, por ejemplo: el costo de un PVP, ya incluye los costos de los

²³ Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Catálogo de etapas y sub-etapas*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.

²⁴ Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Maestro de Costos Unitarios Primarios*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.

²⁵ Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Maestro de Costos Unitarios Complejos*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.

materiales con que se construye un PVP (cemento, arena, pedrín, ladrillo cuarterón etc.)

- Mano de obra: Se determinó como un porcentaje del costo unitario de la actividad (material + equipo). Este costo es de forma individual.
- Equipos y Herramientas: Se obtuvo a partir de la Guía de Costos del FISE mencionada anteriormente, de acuerdo a la unidad de medida reflejada.

4.3. Costos indirectos

Para la determinación de los costos indirectos se aplicaron factores del total de costos directos de la obra.

4.3.1. Costos indirectos de operación

- Gastos Administrativos: 15 % del costo directo (honorarios, sueldos, prestaciones y servicios)
- Alquileres y depreciaciones.
- Obligaciones y seguros.
- Materiales de consumo.

4.3.2. Costos indirectos de obra

- Capacitación y promoción.
- Cargas Impositivas: IGV, IR, IM.

4.4.3. Cargos adicionales

- Imprevistos: corresponde al 10 % del total del costo directo del Proyecto.
- Impuestos y Fianzas: 15 % de costo directo.
- Utilidad: 15 % del total del costo directo del Proyecto.

4.4. Procedimiento Metodológico para la Determinación de los costos

- a) Cálculo de la cantidad de obra según los planos y las especificaciones técnicas del diseño.
- b) Cantidad de materiales, mano de obra y equipos en el proyecto Sistema de Drenaje Pluvial.
- c) Una vez calculada las cantidades de obras y analizados los materiales, mano de obra y equipos que intervienen en cada etapa del proyecto, se calcula el costo unitario por etapa y sub-etapa de actividades de obra tomando como base las guías de costo y presupuestos del FISE.
- d) Costo total directo que es la cantidad por el costo unitario de cada uno de los componentes: materiales, mano de obra y equipos.
- e) Cálculo del costo total directo de cada etapa que es la suma de costo total directo de materiales, mano de obra y equipos.
- f) Los costos indirectos: impuestos, imprevistos, administración resultan de la aplicación de un porcentaje al total de los costos como se indicó anteriormente.
- g) Al final se suma costos directos y los indirectos y se obtiene el costo total del proyecto.

Después de obtener resultados de la Memoria de cálculo, en la Tabla 9 se muestra el **Take Off** del Proyecto, conformado por 7 etapas y dividido en tres tramos (ver plano, láminas 4, 5, 6), cuyo monto estimado es de C\$ **5,959,270.38** (cinco millones novecientos cincuenta y nueve mil doscientos setenta córdobas con 38/100 centavos), y su equivalente en dólar americano es de \$ **250,192.93** (doscientos cincuenta mil ciento noventa y dos dólares con 93/100) utilizando una tasa de cambio de C\$ 23.8187 (veinte y tres córdobas con 8187/10000) equivalente a \$ 1 (un dólar americano) vigente al 26 de Septiembre de 2012.

4.5. TAKE OFF DE COSTOS DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN EN LA CIUDAD DE ESTELÍ

ETAPA	SUBETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO UNITARIO DIRECTO EN C\$			COSTO TOTAL DIRECTO EN C\$			
						MATERIAL	MANO DE OBRA	EQUIPO	MATERIAL	MANO DE OBRA	EQUIPO	COSTO TOTAL
1.00	00	PRELIMINARES	ml	1683.72	6469.49	5872.75	589.78	6.95	9430.02	5166.04	11703.87	26299.94
	1.1	Trazo y Nivelación	ml	1683.72	11.78	2.11	2.72	6.95	3559.38	4578.98	11703.87	19842.24
	1.2	Rotulo Tipo FISE de 1.22 m x 2.44 m. Estr. metá. y Zinc Liso	c/u	1.00	6457.70	5870.64	587.06	0.00	5870.64	587.06	0.00	6457.70
2.00	00	TRAMO 1			45074.96	38509.45	5451.72	1113.79	785715.98	89129.56	163571.91	1038417.46
	2.1	COLECTOR	ml	522.00	9572.63	8470.79	711.61	390.23	435987.44	47058.39	135603.02	618648.84
	2.1.1	Excavación para tubería (Incl. remoción de carpeta de rodamiento.)	m³	487.27	150.25	0.00	13.66	136.59	0.00	6655.75	66557.48	73213.22
	2.1.2	Relleno de cama de arena	m³	50.61	432.00	400.00	32.00	0.00	20244.00	1619.52	0.00	21863.52
	2.1.3	Tubería de 15" de Ø	ml	420.00	433.91	401.77	32.14	0.00	168743.40	13499.47	0.00	182242.87
	2.1.4	Tubería de 16" de Ø	ml	102.00	463.34	429.02	34.32	0.00	43760.04	3500.80	0.00	47260.84
	2.1.5	Uniones de tuberías	c/u		6955.20	6440.00	515.20	0.00	6440.00	515.20	0.00	6955.20
	2.15.2	Soldadura RIBLOC	gl	1.00	6955.20	6440.00	515.20	0.00	6440.00	515.20	0.00	6955.20
	2.1.6	Relleno y compactación de zanja con Vibrocompactadora	m³	246.00	1087.78	800.00	80.58	207.21	196800.00	19821.82	50972.75	267594.57
	2.16.1	Material selecto	m³	246.00	1087.78	800.00	80.58	207.21	196800.00	19821.82	50972.75	267594.57
	2.1.7	Compactación con Vibrocompactadora	m²	389.28	50.14	0.00	3.71	46.43	0.00	1445.82	18072.79	19518.61
	2.17.1	Material excavado	m²	389.28	50.14	0.00	3.71	46.43	0.00	1445.82	18072.79	19518.61
	2.2	POZO DE VISITA PLUVIAL	c/u	5.00	13673.48	10711.53	2762.28	199.67	53557.65	14295.19	7909.85	75762.69
	2.2.1	Excavación con retroexcavadora	m³	46.62	163.97	0.00	10.73	153.25	0.00	500.10	7144.28	7644.38
	2.2.2	PVP de Ø (0 m-1.5m)	c/u	5.00	11909.30	9161.00	2748.30	0.00	45805.00	13741.50	0.00	59546.50
	2.2.3	Compactación con Vibrocompactadora	m²	16.49	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	53.59	765.57	819.16
	2.23.1	Material excavado	m²	16.49	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	53.59	765.57	819.16
	2.2.4	Tapa con aro de Hierro Fundido	c/u	5.00	1550.53	1550.53	0.00	0.00	7752.65	0.00	0.00	7752.65
	2.2.5	Unión de tubería a PVP	bol		1379.57	1277.38	102.19	0.00	6026.90	482.15	0.00	6509.05
	2.25.1	Adhesivo Sicaflex 221	cart	5.00	1185.17	1097.38	87.79	0.00	5486.90	438.95	0.00	5925.85
	2.25.2	Cemento Puro	bol	3.00	194.40	180.00	14.40	0.00	540.00	43.20	0.00	583.20
	2.3	TRAGANTES	c/u	9.00	17891.79	15818.51	1649.40	423.89	108783.31	12499.21	8304.05	129586.56
	2.3.1	Excavación tragante	m³	6.80	57.42	0.00	3.76	53.66	0.00	25.56	365.10	390.66
	2.3.2	Excavación de Zanja Tragante- PVP	m³	26.15	146.15	0.00	9.56	136.59	0.00	250.03	3571.90	3821.93
	2.3.3	Relleno de cama de arena	m³	4.72	428.00	400.00	28.00	0.00	1888.00	132.16	0.00	2020.16
	2.3.4	Tragante	c/u	9.00	3922.07	3268.39	653.68	0.00	29415.51	5883.10	0.00	35298.61
	2.3.5	Parrilla y aro de Hierro Fundido	c/u	9.00	3834.47	3583.62	250.85	0.00	32252.54	2257.68	0.00	34510.21
	2.3.6	Tubería de 8" de Ø	ml	126.00	247.45	229.12	18.33	0.00	28869.12	2309.53	0.00	31178.65
	2.3.7	Uniones de tuberías	c/u		8140.37	7537.38	602.99	0.00	4902.14	392.17	0.00	5294.31
	2.37.1	Adhesivo Sikaflex 221	cart	3.00	1185.17	1097.38	87.79	0.00	3292.14	263.37	0.00	3555.51
	2.37.2	Soldadura RIBLOC	gl	0.25	6955.20	6440.00	515.20	0.00	1610.00	128.80	0.00	1738.80
	2.3.8	Relleno y compactación Zanjas	m³	14.32	1066.19	800.00	78.98	187.21	11456.00	1130.95	2680.85	15267.79
	2.38.1	Material selecto	m³	14.32	1066.19	800.00	78.98	187.21	11456.00	1130.95	2680.85	15267.79
	2.3.9	Compactación con Vibrocompactadora	m²	36.32	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	118.03	1686.20	1804.23
	2.39.1	Material excavado	m²	36.32	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	118.03	1686.20	1804.23
	2.4	CARPETA DE RODAMIENTO	m³	167.18	2803.87	2523.24	180.63	100.00	147657.40	9317.25	11755.00	168729.65
	2.4.1	Reparación de carpeta asfáltica	m³	43.94	1528.89	1415.64	113.25	0.00	62203.22	4976.26	0.00	67179.48
	2.41.1	Mezcla Asfáltica	m³	43.94	1528.89	1415.64	113.25	0.00	62203.22	4976.26	0.00	67179.48
	2.4.2	Reparación de carpeta de adoquín	m³	123.24	1274.98	1107.60	67.38	100.00	85454.18	4340.99	11755.00	101550.17
	2.42.1	Arena	m³	5.69	432.00	400.00	32.00	0.00	2276.00	182.08	0.00	2458.08
	2.4.3	Mezcla de Suelo Cemento prop 1:7	m³	117.55	842.98	707.60	35.38	100.00	83178.18	4158.91	11755.00	99092.09
	2.5	DRENAJE SUPERFICIAL	ml	142.30	1133.20	985.39	147.81	0.00	39730.18	5959.53	0.00	45689.71
	2.5.1	Cunetas y Vados	ml	142.30	1133.20	985.39	147.81	0.00	39730.18	5959.53	0.00	45689.71
	2.51.1	Reparación de cunetas de 2500 PSI	ml	102.30	5.81	5.05	0.76	0.00	516.62	77.49	0.00	594.11
	2.51.2	Construcción de vado de 3000 PSI	ml	40.00	1127.39	980.34	147.05	0.00	39213.57	5882.04	0.00	45095.60

3.00	00	TRAMO 2			41874.16	35679.40	5080.97	1113.79	569472.42	66613.42	127149.72	763235.56
	3.1	COLECTOR	ml	420.00	9109.29	8041.77	677.29	390.23	345825.40	37286.48	107183.33	490295.20
	3.11	Excavación para tubería (Incluye remoción de carpeta de rodamiento)	m³	382.81	150.25	0.00	13.66	136.59	0.00	5228.90	52289.01	57517.91
	3.12	Relleno de cama de arena	m³	40.55	432.00	400.00	32.00	0.00	16220.00	1297.60	0.00	17517.60
	3.13	Tubería de 15" de Ø	ml	420.00	433.91	401.77	32.14	0.00	168743.40	13499.47	0.00	182242.87
	3.14	Uniones de tuberías	c/u	0.75	6955.20	6440.00	515.20	0.00	4830.00	386.40	0.00	5216.40
	3.14.1	Soldadura RIBLOC	gl	0.75	6955.20	6440.00	515.20	0.00	4830.00	386.40	0.00	5216.40
	3.15	Relleno y compactación de zanja con Vibrocompactadora	m³	195.04	1087.78	800.00	80.58	207.21	156032.00	15715.64	40413.52	212161.16
	3.15.1	Material selecto	m³	195.04	1087.78	800.00	80.58	207.21	156032.00	15715.64	40413.52	212161.16
	3.16	Compactación con Vibrocompactadora	m²	311.91	50.14	0.00	3.71	46.43	0.00	1158.46	14480.80	15639.26
	3.16.1	Material excavado	m²	311.91	50.14	0.00	3.71	46.43	0.00	1158.46	14480.80	15639.26
	3.2	POZO DE VISITA PLUVIAL	c/u	5.00	13673.48	10711.53	2762.28	199.67	53557.65	14177.87	6233.85	73969.37
	3.21	Excavación con retroexcavadora	m³	36.68	163.97	0.00	10.73	153.25	0.00	393.47	5621.03	6014.50
	3.22	PVP de Ø (0 m-1.5m)	c/u	5.00	11909.30	9161.00	2748.30	0.00	45805.00	13741.50	0.00	59546.50
	3.23	Compactación con Vibrocompactadora	m²	13.20	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	42.90	612.83	655.72
	3.23.1	Material excavado	m²	13.20	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	42.90	612.83	655.72
	3.24	Tapa con aro de Hierro Fundido	c/u	5.00	1550.53	1550.53	0.00	0.00	7752.65	0.00	0.00	7752.65
	3.25	Unión de tubería a PVP	bol	5.00	1185.17	1097.38	0.00	0.00	5486.90	438.95	0.00	5925.85
	3.25.1	Adhesivo Sicaflex 221	cart	5.00	1185.17	1097.38	87.79	0.00	5486.90	438.95	0.00	5925.85
	3.25.2	Cemento Puro	bol	3.00	194.40	180.00	14.40	0.00	540.00	43.20	0.00	583.20
	3.3	TRAGANTES	c/u	9.00	17816.42	15818.51	1574.02	423.89	96780.43	11225.87	4586.54	112592.83
	3.31	Excavación tragante	m³	6.80	57.42	0.00	3.76	53.66	0.00	25.56	365.10	390.66
	3.32	Excavación de Zanja Tragante- PVP	m³	14.52	146.15	0.00	9.56	136.59	0.00	138.83	1983.32	2122.16
	3.33	Relleno de cama de arena	m³	2.42	428.00	400.00	28.00	0.00	968.00	67.76	0.00	1035.76
	3.34	Tragante	c/u	9.00	3922.07	3268.39	653.68	0.00	29415.51	5883.10	0.00	35298.61
	3.35	Parrilla y aro de Hierro Fundido	c/u	9.00	3834.47	3583.62	250.85	0.00	32252.54	2257.68	0.00	34510.21
	3.36	Tubería de 8" de Ø	ml	102.00	247.45	229.12	18.33	0.00	23370.24	1869.62	0.00	25239.86
	3.37	Uniones de tuberías	c/u		8065.00	7537.38	527.62	0.00	4902.14	343.15	0.00	5245.29
	3.37.1	Adhesivo Sikaflex 221	cart	3.00	1174.20	1097.38	76.82	0.00	3292.14	230.45	0.00	3522.59
	3.37.2	Soldadura RIBLOC	gl	0.25	6890.80	6440.00	450.80	0.00	1610.00	112.70	0.00	1722.70
	3.38	Relleno y compactación Zanjas	m³	7.34	1066.19	800.00	78.98	187.21	5872.00	579.69	1374.12	7825.81
	3.38.1	Material selecto	m³	7.34	1066.19	800.00	78.98	187.21	5872.00	579.69	1374.12	7825.81
	3.39	Compactación con Vibrocompactadora	m²	18.61	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	60.48	863.99	924.47
	3.39.1	Material excavado	m²	18.61	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	60.48	863.99	924.47
	3.4	CARPETA DE RODAMIENTO	m³	112.94	1274.98	1107.60	67.38	100.00	73308.94	3923.21	9146.00	86378.15
	3.41	Reparación de carpeta de adoquín	m³	112.94	1274.98	1107.60	67.38	100.00	73308.94	3923.21	9146.00	86378.15
	3.41.1	Arena	m³	21.48	432.00	400.00	32.00	0.00	8592.00	687.36	0.00	9279.36
	3.41.2	Mezcla de Suelo Cemento prop 1:7	m³	91.46	842.98	707.60	35.38	100.00	64716.94	3235.85	9146.00	77098.79

4.00	00	TRAMO 3			51752.66	44323.44	6032.42	1396.80	1407907.63	233799.90	353396.45	1995103.97
	4.1	COLECTOR	ml	294.00	11816.86	10548.78	877.85	390.23	461929.16	45266.98	93431.48	600627.62
	4.11	Excavación para tubería (Incluye remoción de carpeta de rodamiento)	m³	306.80	150.25	0.00	13.66	136.59	0.00	4190.66	41906.61	46097.27
	4.12	Relleno de cama de arena	m³	28.97	432.00	400.00	32.00	0.00	11588.00	927.04	0.00	12515.04
	4.13	Tubería de 22" de Ø	ml	96.00	934.93	865.68	69.25	0.00	83105.28	6648.42	0.00	89753.70
	4.14	Tubería de 24" de Ø	ml	102.00	1019.93	944.38	75.55	0.00	96326.76	7706.14	0.00	104032.90
	4.15	Tubería de 26" de Ø	ml	96.00	1186.62	1098.72	87.90	0.00	105477.12	8438.17	0.00	113915.29
	4.16	Uniones de tuberías	c/u	1.00	6955.20	6440.00	515.20	0.00	6440.00	515.20	0.00	6955.20
	4.16.1	Soldadura RIBLOC	gl	1.00	6955.20	6440.00	515.20	0.00	6440.00	515.20	0.00	6955.20
	4.17	Relleno y compactación de zanja con Vibrocompactadora	m³	198.74	1087.78	800.00	80.58	207.21	158992.00	16013.77	41180.18	216185.95
	4.17.1	Material selecto	m³	198.74	1087.78	800.00	80.58	207.21	158992.00	16013.77	41180.18	216185.95
	4.18	Compactación con Vibrocompactadora	m²	222.82	50.14	0.00	3.71	46.43	0.00	827.57	10344.69	11172.26
	4.18.1	Material excavado	m²	222.82	50.14	0.00	3.71	46.43	0.00	827.57	10344.69	11172.26
	4.2	POZO DE VISITA PLUVIAL	c/u	2.00	13673.48	10711.53	2762.28	199.67	21423.06	6022.05	7506.48	34951.59
	4.21	Excavación con retroexcavadora	m³	44.83	163.97	0.00	10.73	153.25	0.00	480.90	6869.97	7350.87
	4.22	PVP de Ø (0 m-1.5m)	c/u	2.00	11909.30	9161.00	2748.30	0.00	18322.00	5496.60	0.00	23818.60
	4.23	Compactación con Vibrocompactadora	m²	13.71	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	44.56	636.50	681.06
	4.23.1	Material excavado	m²	13.71	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	44.56	636.50	681.06
	4.24	Tapa con aro de Hierro Fundido	c/u	2.00	1550.53	1550.53	0.00	0.00	3101.06	0.00	0.00	3101.06
	4.25	Unión de tubería a PVP	bol		1379.57	1277.38	102.19	0.00	2554.76	204.38	0.00	2759.14
	4.25.1	Adhesivo Sicalflex 221	cart	2.00	1185.17	1097.38	87.79	0.00	2194.76	175.58	0.00	2370.34
	4.25.2	Cemento Puro	bol	2.00	194.40	180.00	14.40	0.00	360.00	28.80	0.00	388.80
	4.3	TRAGANTES	c/u	6.00	17816.42	15818.51	1574.02	423.89	68505.71	7997.51	5761.66	82264.87
	4.31	Excavación tragante	m³	4.54	57.42	0.00	3.76	53.66	0.00	17.04	243.40	260.44
	4.32	Excavación de Zanja Tragante- PVP	m³	18.18	146.15	0.00	9.56	136.59	0.00	173.83	2483.25	2657.08
	4.33	Relleno de cama de arena	m³	3.28	428.00	400.00	28.00	0.00	1312.00	91.84	0.00	1403.84
	4.34	Tragante	c/u	6.00	3922.07	3268.39	653.68	0.00	19610.34	3922.07	0.00	23532.41
	4.35	Parrilla y aro de Hierro Fundido	c/u	6.00	3834.47	3583.62	250.85	0.00	21501.69	1505.12	0.00	23006.81
	4.36	Tubería de 8" de Ø	ml	66.00	247.45	229.12	18.33	0.00	15121.92	1209.75	0.00	16331.67
	4.37	Uniones de tuberías	c/u		8065.00	7537.38	527.62	0.00	2999.76	209.98	0.00	3209.74
	4.37.1	Adhesivo Sicalflex 221	cart	2.00	1174.20	1097.38	76.82	0.00	2194.76	153.63	0.00	2348.39
	4.37.2	Soldadura RIBLOC	gl	0.13	6890.80	6440.00	450.80	0.00	805.00	56.35	0.00	861.35
	4.38	Relleno y compactación Zanjas	m³	9.95	1066.19	800.00	78.98	187.21	7960.00	785.82	1862.74	10608.56
	4.38.1	Material selecto	m³	9.95	1066.19	800.00	78.98	187.21	7960.00	785.82	1862.74	10608.56
	4.39	Compactación con Vibrocompactadora	m²	25.25	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	82.06	1172.26	1254.32
	4.39.1	Material excavado	m²	25.25	49.68	0.00	3.25	46.43	0.00	82.06	1172.26	1254.32
	4.4	CARPETA DE RODAMIENTO	m³	94.47	2803.87	2523.24	180.63	100.00	76205.04	4609.39	7005.00	87819.43
	4.41	Reparación de carpeta asfáltica	m³	16.61	1528.89	1415.64	113.25	0.00	23513.78	1881.10	0.00	25394.88
	4.41.1	Mezcla Asfáltica	m³	16.61	1528.89	1415.64	113.25	0.00	23513.78	1881.10	0.00	25394.88
	4.42	Reparación de carpeta de adoquín	m³	77.86	1274.98	1107.60	67.38	100.00	52691.26	2728.28	7005.00	62424.54
	4.42.1	Arena	m³	7.81	432.00	400.00	32.00	0.00	3124.00	249.92	0.00	3373.92
	4.42.2	Mezcla de Suelo Cemento prop 1:7	m³	70.05	842.98	707.60	35.38	100.00	49567.26	2478.36	7005.00	59050.62
	4.50	OBRAS DE DRENAJE	ml	326.00	5642.04	4721.39	637.63	283.02	779844.65	169903.97	239691.84	1189440.46
	4.51	Excavación de Zanja para caja	m³	1464.54	150.25	0.00	13.66	136.59	0.00	20004.53	200045.33	220049.86
	4.52	Compactación con Vibrocompactadora	m²	732.27	50.14	0.00	3.71	46.43	0.00	2719.72	33996.51	36716.23
	4.52.1	Material excavado	m²	732.27	50.14	0.00	3.71	46.43	0.00	2719.72	33996.51	36716.23
	4.53	Construcción de Caja Hidráulica	ml	326.00	2637.78	2198.15	439.63	0.00	716596.02	143319.20	0.00	859915.22
	4.54	Reparación de carpeta asfáltica	m³	13.64	1528.89	1415.64	113.25	0.00	19309.33	1544.75	0.00	20854.08
	4.54.1	Mezcla Asfáltica	m³	13.64	1528.89	1415.64	113.25	0.00	19309.33	1544.75	0.00	20854.08
	4.55	Reparación de carpeta de adoquín	m³	66.40	1274.98	1107.60	67.38	100.00	43939.30	2315.77	5650.00	51905.07
	4.55.1	Arena	m³	9.90	432.00	400.00	32.00	0.00	3960.00	316.80	0.00	4276.80
	4.55.2	Mezcla de Suelo Cemento prop 1:7	m³	56.50	842.98	707.60	35.38	100.00	39979.30	1998.97	5650.00	47628.27

5.00	00	PRUEBAS	c/u	7.00	850.00	0.00	0.00	850.00	0.00	0.00	3000.00	3000.00
	5.1	Tubería	c/u	4.00	450.00	0.00	0.00	450.00	0.00	0.00	1800.00	1800.00
	5.2	Compactación	c/u	3.00	400.00	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00	1200.00	1200.00
6.00	00	SEÑALIZACION HORIZONTAL	c/u	6.00	2538.36	2538.36	0.00	0.00	7615.07	0.00	0.00	7615.07
	6.10	Señales de información	GLB	3.00	1524.17	1524.17	0.00	0.00	4572.51	0.00	0.00	4572.51
	6.10.1	Señal informativa de transito (estándar)	c/u	3.00	1524.17	1524.17	0.00	0.00	4572.51	0.00	0.00	4572.51
	6.20	Señales de prevención	GLB	3.00	1014.19	1014.19	0.00	0.00	3042.56	0.00	0.00	3042.56
	6.20.1	Señal de transito de prevención estándar	c/u	3.00	1014.19	1014.19	0.00	0.00	3042.56	0.00	0.00	3042.56
7.00	00	LIMPIEZA Y ENTREGA			4776.26	2637.00	2131.85	7.41	0.00	2131.85	8886.72	11018.57
	7.10	limpieza Final	ml	1200.00	7.41	0.00	0.00	7.41	0.00	0.00	8886.72	8886.72
	8.20	Entrega y Detalles	GLB	1.00	2000.00	0.00	2000.00	0.00	0.00	2000.00	0.00	2000.00
	9.30	Placa Conmemorativa	c/u	1.00	2768.86	2637.00	131.85	0.00	0.00	131.85	0.00	131.85
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS EN C\$											3844690.57	
COSTOS INDIRECTOS DE OPERACIÓN 15 % DE SUB TOTAL DE COSTOS DIRECTOS, EN C\$											576703.59	
IMPUESTOS 15 % DEL SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS, EN C\$											576703.59	
IMPREVISTOS 10 % DEL SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS, EN C\$											384469.06	
UTILIDADES 15 % DEL SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS, EN C\$											576703.59	
COSTO TOTAL DE LA OBRA, EN C\$											5,959,270.38	

Tabla 9: Presupuesto del Costo de ejecución del Sistema de Drenaje Pluvial del sector Boulevard Pancasan - Petronic el Carmen.
Fuente: Elaboración propia (2012). Inversión total de la obra propuesta.

CAPITULO V

PLANOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA PROPUESTA

“Para vivir hay que elegir, para tomar decisiones hay que tener razones para elegir un camino mejor que otro”. Meter Kreeft

V. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA PROPUESTA

5.1. Tubería

5.1.1. Instalación de Tubería

5.1.1.1. Ubicación de Tuberías

Las tuberías de aguas pluviales se colocarán por el centro de las vías, partiendo que según ENACAL en Estelí, las tuberías de agua potable van en las calles al norte y en las avenidas al este y las de alcantarillado sanitario están en las calles al sur y en las avenidas al oeste.

5.1.1.2. Ancho de las zanjas

Presentado en plano de detalles

5.1.1.3. Excavación

a) La excavación de las zanjas se podrá efectuar manual y mecánicamente sin llevar las excavaciones más allá de 200 mts. de longitud en tramos continuos que no se hallan instalado las tuberías correspondientes.

5.1.2. Calidad de Tubos y accesorios

4.1.2.1. Tubos y accesorios de otros materiales

Tubos y accesorios deberán cumplir con los requerimientos y calidad dado por el ASTM o ISO.

5.1.3 Cimentación de la tubería

a) Partiendo de la profundidad normal de la tubería se excavará 0.10 metros más para rellenar con un lecho de arena de 0.10 m de espesor.

5.1.4. Colocación de tubería

a) Los tubos serán limpiados cuidadosamente y se comenzará la colocación de las tuberías partiendo de las cotas más bajas de las alcantarillas a las más altas cuidando que la campana ocupe el extremo superior de cada tubo y las secciones serán unidas de tal manera que se obtenga la pendiente propuesta en los perfiles.

5.1.5. Unión de la Tubería

Cubrirlas hasta que estén inspeccionadas y aprobadas. En las tuberías RIB - LOC la instalación se efectuará de acuerdo a las instrucciones de los fabricantes.

5.1.6. Relleno y compactación de zanjas

a) En las calles pavimentadas, la capa superficial de relleno será de material selecto con un espesor que incluya el diámetro correspondiente para cada tubería mas 10 cm sobre la tubería, se propone usar material del banco “Los Chilamates”. Después de ésta capa se rellenará con material seleccionado que fue extraído de la zanja hasta la capa de sub base.

b) El contratista deberá respetar el espesor de las capas de la superficie de rodamiento.

c) El relleno de las zanjas se hará simultáneamente a ambos lados de los tubos, de tal manera que no se produzcan presiones laterales, peligrosas y desplazamiento de su posición original.

d) Compactación

⊕ El relleno hasta 0.30 m. arriba de la corona de la tubería se compactará a una densidad no menor de 85% de la densidad máxima obtenida. En el resto del relleno al 95% del peso volumétrico seco máximo obtenido de la manera recomendada en las especificaciones ASTM D 698-58 T.

⊕ Se efectuará un mínimo de 1 prueba por cuadra para determinar la densidad obtenida en el relleno, y será pagada por el contratista o constructor.

⊕ Antes de la terminación y aceptación final del trabajo, el contratista deberá recoronar y compactar todas las zanjas que se hayan hundido, bajo el nivel de la superficie original.

5.1.7. Disposición de materiales

a) Los materiales no satisfactorios para el relleno o que estén en exceso, serán dispuestos de una manera aprobada por el Ingeniero.

b) Los materiales excavados serán siempre manejados de forma que permita acceso conveniente y seguro a la propiedad pública o privada, adyacente a la línea del trabajo.

5.1.8. Pruebas de tubería

5.1.8.1. Prueba de laboratorio

Los tubos serán probados de acuerdo con los requisitos del Boletín ASTM C-1474, las pruebas de los tubos y de cualquier otro material serán hechas en el laboratorio o designadas por el Ingeniero y el costo de las pruebas será pagado por el Contratista o Constructor.

5.1.8.2. Prueba de campo

Después que las uniones hayan sido inspeccionadas y aprobadas por el Inspector, la zanja será rellena 0.30 cm. arriba de la tubería de acuerdo con lo especificado en la sección de relleno.

5.1.8.3. Prueba de alineamiento recto

Se usará una linterna entre pozos de visitas para comprobar el alineamiento de las tuberías. Desde el extremo de cada sección de la alcantarilla deberá verse un círculo completo de luz. Se revisará también profundidad y pendiente de tubería.

5.1.9. Restauración de la Superficie

El contratista o entidad gubernamental deberá restaurar a su condición original toda la superficie removida por él durante la ejecución de la obra.

5.2 Materiales

a) El agua usada en la mezcla de hormigón deberá ser potable limpia, libre de ácidos, álcalis, basura y cualquier materia orgánica. Se propone utilizar arena Motastepe, deberá estar libre de arcillas y de materias orgánicas.

b) El cemento Portland será Tipo I (Normal) y deberá cumplir con las especificaciones ASTM C-150.

c) Los ladrillos de barro deberán ser trapezoidales sólidos, bien cocidos, libres de quemaduras y rajaduras y perfectamente acabados.

d) Las tapas, peldaños y aros se especifican en plano de detalles así como el tipo de concreto a usar.

5.2.1. Concreto

El concreto a utilizarse tendrá una resistencia mínima a la compresión de $F_c = 210$ kg/cm² (3000 PSI), proporción 1:2:3 con piedra 1/2" a los 28 días de edad; debidamente probado por medio de ruptura de cilindro.

Los agregados componentes del concreto (arena y grava) deberán estar bien graduados y limpios de tierra, grasa o cualquier otro material que pueda perjudicar la calidad del concreto.

El colado del concreto será de tal manera que no segregue sus componentes, se debe vibrar el concreto a fin de evitar cualquier hueco o ratonera en el concreto.

Inmediatamente después de colocado el concreto deberá ser protegido del secado prematuro, manteniéndolo húmedo.

El acero de refuerzo debe ser corrugado del tipo ASTM Grado – 40 con un límite de fluencia de $F_y = 40,000$ PSI, las varillas de refuerzo deberán estar limpias y libres de trazos de oxidación, grasa, aceite u otro material que pueda afectar la adherencia con el concreto.

5.2.2. Mortero

Para las uniones de mampostería se usará una mezcla de arena - agua - cemento, con una resistencia a la compresión no menor de 2000 PSI.

5.3. Pozos de Visita

5.3.1. Excavación y Relleno

La excavación será de dimensiones amplias para permitir su fácil construcción. El relleno deberá ser compactado en capas de 10 cm y colocado cuidadosamente para no dañar la mampostería de acuerdo con lo especificado en la sección 5.1.6.

5.3.2. Construcción de Pozos de Visita

Los pozos de visita no deberán construirse hasta que las tuberías y estructuras que pasen por las intersecciones de las calles hayan sido descubiertas por el Contratista y hasta que las rasantes de los tubos que lleguen a los pozos estén definidas.

Se construirán 12 Pozos de Visita Pluvial (PVP), de acuerdo a los planos constructivos. Se compondrá de cuatro elementos: plancha de hormigón, cilindro del pozo, uniones entre ladrillo, tapas de pozos conforme a los detalles.

5.4. Tragantes

5.4.1. Tipo de tragante a utilizar

Tragantes de Parrilla

La caja del tragante está en una parrilla de hierro fundido perforada o de platina que sirve para captar el agua de las cunetas.

5.4.2. Diámetro de tubería de conexión Tragante- Pozo

La conexión entre el tragante y el pozo de visita deberá efectuarse por medio de tubería de 8" de diámetro y 3% de pendiente mínima.

5.4.3. Materiales

Los materiales están especificados en 5.2.

5.4.4. Construcción del Tragante

5.4.4.1. Tragantes o Cajas Pluviales

Se construirán en cada cuadra como se indica en la Hoja 3 del juego de planos, las parrillas serán de hierro fundido (HF), las barras se orientarán paralelas al eje de las cunetas, en la misma dirección del flujo. Luego se conectará directamente a los pozos de visita a través de conductos detallados en planos.

El tragante se compone básicamente de tres elementos de construcción:

- a) Una losa de concreto, que servirá de base al tragante. La losa deberá tener 0.15 m. de espesor como mínimo. La superficie será de un acabado fino.
- b) El cuerpo o caja del tragante de ladrillo de barro cuarterón. La pared interior se repellará con mortero de un centímetro de espesor.
- c) La Tapa o Cubierta

En los tragantes de parrilla, la tapa del cuerpo está formada por un marco y parrilla de hierro fundido. La parrilla deberá medir (0.66 * 1.00) m.

5.4.5. Excavación

Será la necesaria para la construcción del tragante, de dimensiones amplias, para permitir su fácil construcción. Para las tuberías de los tragantes se deberá excavar 0.10 m de su profundidad normal, para la cama de arena.

5.4.6. Relleno y compactación

La tubería deberá tener una cama de arena de 0.10 m de espesor.

La compactación se deberá efectuar en capas no mayores de 0.15 m. y el material de relleno será de material selecto.

5.5. Estructuras Varias

El diseño y construcción de estructuras adicionales tales como cajas de captación de aguas pluviales, se hará de acuerdo a los criterios generales del Ingeniero o de conformidad a indicaciones de la Alcaldía Municipal de Estelí.

5.5.1. Caja rectangular de concreto reforzado

Debido a que las condiciones de pendiente del terreno con respecto a la profundidad del cauce no satisfacen criterios de diseño hidráulicos para el uso de alcantarillas de diámetro mayor. Se construirá una caja rectangular de concreto reforzado a partir del PVP 11 hasta unirse con la caja de concreto existente en la estación 0+508.66, esta caja rectangular deberá cumplir con las dimensiones y especificaciones presentadas en los detalles a como lo indican el juego de planos.

JUEGO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS

Hoja 1: Carátula, Macro Localización, Localización, Índice

Hoja 2: Planta de la red del Sistema de Drenaje Pluvial con áreas Tributarias

**Hoja 3: Trazado de la red, elevaciones de rasante y clave de los Pozos de
Visita PVP**

Hoja 4: Perfil Longitudinal del PVP 0 - PVP 5

Hoja 5: Perfil Longitudinal del PVP 6 - PVP10

Hoja 6: Perfil Longitudinal del PVP 10 - Cause

Hoja 7: Perfil Longitudinal del caja

Hoja 8: Detalles

Hoja 9: Especificaciones Técnicas

CAPITULO VI

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

"Aquel que duda y no investiga, se torna no sólo infeliz, sino también injusto." (Blas Pascal.)

VI. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Introducción

De conformidad con el **Decreto No. 76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental**, de la Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217)²⁶, en el Capítulo IV, da a conocer **La Evaluación Ambiental de Proyectos, Obras, Actividades e Industrias**, dentro de la cual regula la clasificación de las Categorías de Proyectos y el Tipo de Evaluación a realizar, en función de ésta. Por ubicarse en la Categoría II, el Proyecto Sistema de Drenaje Pluvial, está sujeto, según al Arto 17 a un Estudio de Impacto Ambiental.

El punto de partida para este estudio fue la definición de la “línea base ambiental”²⁷ afectada por el proyecto. Posteriormente se identifican los impactos causados en los factores del medio y a través de una serie de matrices, se procedió a valorar cualitativamente dichos impactos ambientales.

En la evaluación se abordan factores que son afectados como: el suelo, la salud y el ambiente humano, realizando un programa de mitigación para los impactos negativos críticos de la obra.

La Alcaldía está en la disposición para financiar este proyecto, además que las inversiones en reparación de calles del sector causadas por el problema de inundación, se destinarían para la ejecución de este proyecto.

²⁶ Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2006). *Decreto 76- 2006. Sistema de Evaluación Ambiental*. Publicado en la Gaceta Diario oficial No. 248 de 22 de diciembre de 2006.

²⁷ Rosales Rivera. B. (2007). Posgrado: *Evaluación de Impacto Ambiental*. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. Dirección de Posgrado.

6.2. Objetivos de Evaluación de Impacto Ambiental

6.2.1. Objetivo general

Elaborar una evaluación de impacto ambiental del proyecto “Sistema de drenaje pluvial para el sector Boulevard Pancasan – Petronic El Carmen, en la Ciudad de Estelí.

6.2.2. Objetivos específicos

- a) Elaborar la línea Base Ambiental, de los factores involucrados y del componente ambiental afectado.
- b) Realizar un análisis ambiental en el área de influencia directa del proyecto, mediante las matrices de Milán.
- c) Proponer medidas de mitigación para los impactos negativos más críticos.

6.3. Descripción del proyecto

El proyecto está ubicado en la parte central de la Ciudad de Estelí, específicamente dentro de los barrios Héroes y Mártires y Juno Rodríguez; se caracteriza por ser una zona de comercio.

La ejecución de la obra tendrá efectos sobre los comerciantes, la población que transita por el sector, los conductores usuarios de la vía.

Las etapas de construcción de la obra son:

Preliminares, movimiento de tierra, instalación de tuberías, construcción de pozos y tragantes, construcción de caja, drenaje superficial, reparación de la carpeta de rodamiento, señalización y limpieza final.

Con relación a los efectos durante la construcción de las obras de drenaje, se pueden presentar alteraciones temporales en la morfología del curso de agua, desviaciones de su cauce, aporte de residuos de construcción, contaminación de las aguas por residuos líquidos y sólidos de los trabajadores.

Durante todos los trabajos de excavación, el respectivo tramo de la vía en construcción debe mantenerse adecuadamente drenado. Lo anterior para evitar daños en la propia construcción y en el ambiente. Las excavaciones pueden emitir ruido, emisiones de partículas, deterioro de la carpeta de rodamiento.

El monto total de la inversión de la obra es C\$ 5, 959,270.38 (cinco millones novecientos cincuenta y nueve mil doscientos setenta córdobas con 38/100 centavos). El proyecto vendrá a erradicar el problema histórico de inundación que existe en ésta zona comercial de gran importancia para la región Norte.

6.4. Situación Ambiental del Área de Influencia (Línea de Base Ambiental)

Categoría	Componente ambiental	VARIABLES
I. Estudio del Medio Físico	Calidad del aire	Fuentes principales de emisión
		Fuentes emisoras de malos olores
		Niveles de inmisión en determinados lugares
		Estudio de la corrosión
	Hidrología Superficial	Aguas superficiales de Drenaje Superficial
	Suelo	Erosión
		Características físico-químicas, uso del suelo
		Asentamientos a lo largo de viales, construcciones de importancia,
	Estética	La visibilidad del Lugar
La calidad paisajística		
II. Estudio del medio Socio Cultural	Población	Personal usuario de la vía
	Ruidos y Vibraciones	Ruido y vibraciones de las Herramientas y Maquinarias.
	Calidad de Vida	Sensibilidad de los pobladores afectados
	Salud	Accidentes de trabajo
		Niveles actuales de enfermedades y muertes asociadas a causas de deterioro ambiental
		Infestación por vectores
		Servicios de salud
	Acceso Peatonal	Soluciones de circulación peatonal
	Hábitat humano	El grado de ocupación de las viviendas
		Equipamiento de los servicios primarios y periódicos, áreas verdes, espacios abiertos y características
Transporte	Tráfico Vehicular	
Vulnerabilidad	Demandas por características de la población	
	Riesgo de Inundación.	
III. Estudio del medio Socio Económico	Economía	Cercanía a fuentes de materia prima, disponibilidad de agua, mano de obra y su calificación técnica.
		Recursos naturales y locales
		Cercanía y vinculación a vías importantes de circulación
		Las condiciones naturales, tales como topografía, resistencia del suelo, drenaje natural, etc.
		Población dedicada al sector y su representatividad dentro del conjunto de población activa
	Espacios Públicos	Movimientos peatonales
		Grados de protección de los inmuebles, espacios y trama urbana. Formas de intervención
	Medio Construido	Relacionadas con acciones constructivas
		Relacionadas con la tipología urbanística y arquitectónica
	Acueducto	Tubería de agua Potable
	Alcantarillado Sanitario	Tubería de Aguas residuales
Comercio	Localización territorial de los establecimientos de comercio y períodos de actividad	

Tabla 10: línea Base Ambiental.

Fuente: Elaboración propia. (2012). Componentes ambientales.

6.5. Identificación de impactos negativos durante la Construcción y Funcionamiento del proyecto

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental
Construcción	Preliminares	Transporte	Bloqueo de tráfico en tramos afectados.
	Movimiento de Tierra	Calidad del aire	Aumento de polvo en suspensión.
		Ruidos y vibraciones	Perjuicios a la población y a las estructuras existentes.
		Transporte	Tráfico interrumpido, desviación de los vehículos.
		Acceso peatonal	Peligro de accidentes al transitar porque las zanjas serán de más de 1m.
		Acueducto	Rupturas en las tuberías de agua potable.
		Aguas superficiales	Estancamiento en puntos nocivos.
		Salud	Enfermedades respiratorias y dermatológicas.
	Instalación de tubería	Acueducto	Rupturas en las tuberías de agua potable.
		Salud	Enfermedades a los trabajadores que manipulen los aditivos.
	Construcción de pozos y tragantes	Medio construido	Daños a la infraestructura

	Construcción de caja	Transporte	Bloqueo de tráfico
		Acueducto	Rupturas en las tuberías de agua potable.
	Drenaje superficial	Aguas superficiales	Estancamiento en puntos nocivos.
		Acceso peatonal	Interrupción del paso libre por los puntos donde se construya.
	Reparación carpeta de rodamiento	Ruidos y vibraciones	Molestias a la población y perjuicios a las estructuras existentes.
		Transporte	Tráfico interrumpido, desviación de los vehículos.
		Medio construido	Condiciones originales afectadas.
Limpieza final	Calidad del aire	Aumento de polvo en suspensión. Basura producto de la construcción.	
Funcionamiento	Operación	Suelo	Asentamiento si las capas no se compactan bien.
		Vulnerabilidad	Rebose de agua en el sistema en eventos de gran magnitud. Mayor volumen de agua en el cauce.
		Medio construido	Mayor volumen de agua en el cauce.

Tabla 11: Tabla de identificación de impactos negativos en la construcción y el funcionamiento del Drenaje Pluvial.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Impactos negativos del proyecto.

6.6. Análisis de Impactos positivos y negativos del proyecto

Para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental fue necesario hacer uso del Método de Milán mediante la herramienta de Microsoft Excel para la elaboración de las matrices de Causa- Efecto, Valoración de impactos e Importancia de impactos.

Donde se definen las actividades en las dos etapas: construcción y funcionamiento del Proyecto.

Una vez definidos se procede a marcar con una X, la etapa del proyecto que genera un impacto en el componente ambiental.

Culminado el paso anterior, se definen los impactos en la matriz valoración de impactos donde se asigna un valor en 13 atributos que determinarán la importancia de cada impacto correspondiente a la matriz anterior. Estos atributos son:

Signo: Para los impactos positivos se refiere al grado de beneficio, para los impactos negativos es el grado de destrucción.

Intensidad: Según la destrucción del ambiente sea total, alta, media o baja.

Extensión: Determina la superficie territorial que ocupa el impacto con respecto a la superficie que ocupa el proyecto.

Momento: Tiempo que transcurre desde el inicio de la acción y el inicio de la respuesta o efecto sobre el medio ambiente

Persistencia. Se dice que es fugaz si dura menos de 1 año; si dura de 1 a 3 años es temporal y si es para siempre sería permanente.

Reversibilidad: Expresa el grado de recuperación del Medio Ambiente ante una acción determinada. Los impactos pueden ser caracterizados también por su reversibilidad, según la posibilidad que tenga el factor ambiental afectado de volver a sus condiciones originales.

Acumulación: A veces la alteración final causada por un conjunto de impactos es mayor que la suma de todos los individuales y se habla de efecto sinérgico.

Periodicidad: Representa las características dinámicas de los impactos; el impacto temporal: supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse; impacto permanente: determina una alteración que no finaliza en un plazo temporal conocido; impacto periódico: se manifiesta con un modo de acción intermitente y discontinua en el tiempo.

Ya en la Matriz de importancia se sustituyen las X por el valor de importancia obtenida en la matriz anterior, lo que dará como resultado la categorización de los impactos producidos en cada etapa.

Los mismos pasos se repetirán para encontrar los impactos positivos, con la salvedad que el signo cambiará y se evaluará el beneficio de la etapa al componente. Al final se obtendrán 2 matrices una positiva y una negativa una durante el proyecto y 2 de igual forma en el funcionamiento del proyecto.

A continuación se muestran el desarrollo de las matrices antes mencionadas.

6.7. Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales negativos en la etapa de Construcción

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN- PETRONIC EL CARMEN, EN LA CIUDAD DE ESTELI									
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS									M001		
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO									
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Instalación de tubería	Construcción de Pozos y tragantes	Construcción de caia	Drenaje superficial	Reparación Carpeta de Rodamiento	Señalización	Limpeza final	
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	
CALIDAD DEL AIRE	K1		X	X	X	X		X		X	
AGUAS SUPERFICIALES	K2		X		X		X				
SUELO	K3		X	X	X	X					
ESTETICA	K4		X		X	X	X	X			
POBLACION	K5		X								
RUIDOS Y VIBRACIONES	K6		X	X	X	X	X	X			
CALIDAD DE VIDA	K7									X	
SALUD	K8		X	X	X	X	X				
ACCESO PEATONAL	K9	X	X	X	X	X	X	X	X		
HABITAT HUMANO	K10		X		X	X					
TRANSPORTE	K11	X	X	X	X	X	X	X	X		
VULNERABILIDAD	K12	X	X	X		X					
ECONOMIA	K13										
ESPACIOS PUBLICOS	K14		X	X	X		X				
MEDIO CONSTRUIDO	K15		X	X	X	X	X	X			
ACUEDUCTO	K16		X	X	X	X					
ALCANTARILLADO SANITARIO	K17		X		X	X					
COMERCIO	K18		X		X			X			

Tabla 12: Matriz causa - efecto de impactos negativos en la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Tabla de Matriz causa - efecto.

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN EN LA CIUDAD DE ESTELI																																					
		MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																																					
		VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																					
		M002																																					
IMPACTOS	(-)	(+)	1	2	4	8	#	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia I = -(3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)	Valor Máximo de importancia			
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Pla	Recuperable a m. pla	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media			Alta	Máxima	Total
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)																								
	Signo	I	Ex					Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS													S	S										
F1K9	(-)		1					2					4			1			1			1			1			1								-18	100		
F1K11	(-)		1					2					4			1			1			1			1			1									-19	100	
F1K12	(-)		1					1					4			1			1			1			1			1									-16	100	
F2K1	(-)		4					8					1			4			2			2			2			4									-55	100	
F2K2	(-)		1					2					2			2			2			1			1			4									-23	100	
F2K3	(-)		4					4					2			4			1			2			2			4									-41	100	
F2K4	(-)		8					2					1			2			2			2			1			4									-45	100	
F2K5	(-)		2					1					2			2			2			2			1			1									-26	100	
F2K6	(-)		4					1					2			2			1			4			4			4									-37	100	
F2K8	(-)		4					1					2			2			2			2			2			4									-32	100	
F2K9	(-)		2					2					2			2			1			2			4			2									-29	100	
F2K10	(-)		2					1					2			2			1			1			1			1									-19	100	
F2K11	(-)		12					1					2			2			2			2			1			4									-56	100	
F2K12	(-)		1					1					2			2			1			1			1			1									-15	100	
F2K14	(-)		4					1					2			1			1			1			1			1									-26	100	
F2K15	(-)		4					1					2			2			2			1			4			2									-30	100	
F2K16	(-)		8					1					1			1			1			1			4			2									-40	100	
F2K17	(-)		1					1					4			1			1			1			2			4									-23	100	
F2K18	(-)		2					2					2			2			1			1			1			2									-22	100	
F3K1	(-)		1					1					2			2			1			1			2			4									-20	100	
F3K3	(-)		2					1					2			2			1			4			1			1									-22	100	
F3K6	(-)		2					1					1			1			1			1			4			4									-23	100	
F3K8	(-)		3					1					2			1			1			1			4			4									-29	100	
F3K9	(-)		2					1					4			2			1			1			4			1									-24	100	
F3K11	(-)		2					1					2			4			2			2			2			1									-26	100	
F3K12	(-)		2					1					4			1			1			1			2			1									-20	100	
F3K14	(-)		1					1					4			2			1			1			1			1									-17	100	
F3K15	(-)		2					1					1			1			1			1			1			1									-17	100	
F3K16	(-)		4					2					2			2			1			1			4			4									-42	100	
F4K1	(-)		2					1					4			1			1			2			1			4									-23	100	
F4K2	(-)		2					2					2			2			1			2			2			4									-31	100	
F4K3	(-)		1					2					2			2			2			2			2			4									-29	100	
F4K4	(-)		2					2					2			2			2			1			1			4									-25	100	
F4K6	(-)		2					1					2			2			1			2			2			4									-24	100	
F4K8	(-)		4					2					2			2			1			1			4			4									-34	100	
F4K9	(-)		1					1					2			4			2			2			2			4									-25	100	
F4K10	(-)		1					1					1			1			1			1			1			1									-14	100	
F4K11	(-)		2					1					2			2			2			2			2			4									-28	100	
F4K14	(-)		2					2					2			2			2			2			1			1									-24	100	
F4K15	(-)		2					1					2			2			2			2			2			1									-23	100	
F4K16	(-)		1					1					4			1			2			1			4			4									-27	100	
F4K17	(-)		1					1					2			2			2			2			1			1									-17	100	
F4K18	(-)		4					1					2			2			2			2			2			4									-32	100	
F5K1	(-)		1					1					4			2			1			1			1			1									-17	100	
F5K3	(-)		4					1					2			2			1			1			1			4									-30	100	
F5K4	(-)		4					2					2			2			1			2			1			4									-31	100	
F5K6	(-)		2					2					2			2			2			2			2			4									-30	100	
F5K8	(-)		3					1					2			2			1			1			2			4									-27	100	
F5K9	(-)		4					1					2			2			2			1			1			4									-30	100	
F5K10	(-)		2					1					1			1			1			1			1			1									-17	100	
F5K11	(-)		8					2					2			2			2			1			1			4									-46	100	
F5K12	(-)		1					2					2			2			1			1			1			1									-17	100	
F5K15	(-)		2					2					2			2			1			1			2			1									-23	100	
F5K16	(-)		8					2					4			1			1			2			1			4									-44	100	
F5K17	(-)		2					1					2			1			1			1			2			4									-21	100	
F6K2	(-)		2					1					4			2			1			1			2			4									-25	100	
F6K4	(-)		2					1					4			1			1			2			2			4									-24	100	
F6K6	(-)		1					1					2			2			1			1			2			4									-20	100	
F6K8	(-)		2					1					4			2			1			1			1			4									-23	100	
F6K9	(-)		2			</																																	

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN, EN LA CIUDAD DE ESTELI											M003		
		MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS NEGATIVOS													
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN											Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO													
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Instalación de tubería	Construcción de Pozos y tragantes	Construcción de caja	Drenaje superficial	Reparación Carpeta de Rodamiento	Señalización	Limpieza final					
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9					
CALIDAD DEL AIRE	K1		-55	-20	-23	-17		-32		-33	-180	600	-30		
AGUAS SUPERFICIALES	K2		-23		-31		-25				-79	300	-26		
SUELO	K3		-41	-22	-29	-30					-122	400	-31		
ESTETICA	K4		-45		-25	-31	-24	-24			-149	500	-30		
POBLACION	K5		-26								-26	100	-26		
RUIDOS Y VIBRACIONES	K6		-37	-23	-24	-30	-20	-45			-179	600	-30		
CALIDAD DE VIDA	K7									-28	-28	100	-28		
SALUD	K8		-32	-29	-34	-27	-23				-145	500	-29		
ACCESO PEATONAL	K9	-18	-29	-24	-25	-30	-24	-25	-18		-193	800	-24		
HABITAT HUMANO	K10		-19		-14	-17					-50	300	-17		
TRANSPORTE	K11	-19	-56	-26	-28	-46	-14	-35	-16		-240	800	-30		
VULNERABILIDAD	K12	-16	-15	-20		-17					-68	400	-17		
ECONOMIA	K13														
ESPACIOS PUBLICOS	K14		-26	-17	-24		-23				-90	400	-23		
MEDIO CONSTRUIDO	K15		-30	-17	-23	-23	-14	-19			-126	600	-21		
ACUEDUCTO	K16		-40	-42	-27	-44					-153	400	-38		
ALCANTARILLADO SANITARIO	K17		-23		-17	-21					-61	300	-20		
COMERCIO	K18		-22		-32			-24			-78	300	-26		
Valor Medio de Importancia		-27													
Dispersión Típica		9													
Rango de Discriminación		-36										18			
Valor de la Alteración		-53	-519	-240	-356	-333	-167	-204	-34	-61	-1967				
Máximo Valor de Alteración		300	1600	1000	1400	1200	800	700	200	200		7400			
Grado de Alteración		-18	-32	-24	-25	-28	-21	-29	-17	-31			-27		

Tabla 14: Matriz de importancia de impactos negativos del proyecto en la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz de importancia.

Tabla 14:

6.8. Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales Positivos en la etapa de Construcción

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN- PETRONIC EL CARMEN, EN LA CIUDAD DE ESTELI								
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS								M001		
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN ACCIONES CON PROYECTO								
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Instalación de tubería	Construcción de Pozos y tragantes	Construcción de caja	Drenaje superficial	Reparación Carpeta de Rodamiento	Señalización	Limpieza final
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
CALIDAD DEL AIRE	K1									X
AGUAS SUPERFICIALES	K2				X	X	X			
SUELO	K3			X						X
ESTETICA	K4			X	X	X				X
POBLACION	K5		X						X	
RUIDOS Y VIBRACIONES	K6									
CALIDAD DE VIDA	K7		X			X	X			
SALUD	K8						X			
ACCESO PEATONAL	K9				X					
HABITAT HUMANO	K10			X						X
TRANSPORTE	K11				X			X		
VULNERABILIDAD	K12									
ECONOMIA	K13		X		X					
ESPACIOS PUBLICOS	K14				X			X		
MEDIO CONSTRUIDO	K15			X						
ACUEDUCTO	K16									
ALCANTARILLADO SANITARIO	K17									
COMERCIO	K18	X	X	X	X	X	X			X

Tabla 15: Matriz causa – efecto de impactos positivos del proyecto en la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz causa – efecto de impactos positivos.

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN EN LA CIUDAD DE ESTELI													M002													
		MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS POSITIVOS																										
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS														Importancia [(3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia												
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2			4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12
	Naturaleza	Intensidad (grado de beneficio)	Extensión (Área de influencia)				Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)														
	Signo	I	Ex				Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS				S	S									
F1K18	(+)	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	20	100														
F2K5	(+)	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	17	100														
F2K7	(+)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	17	100														
F2K13	(+)	2	1	4	1	1	1	1	1	4	1	4	25	100														
F2K18	(+)	2	2	4	1	1	1	1	1	4	1	2	25	100														
F3K3	(+)	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	4	24	100														
F3K4	(+)	12	2	2	4	2	1	1	1	4	1	2	57	100														
F3K10	(+)	2	1	2	4	1	1	1	1	4	2	2	25	100														
F3K15	(+)	2	1	4	2	2	1	1	1	4	2	2	26	100														
F3K18	(+)	4	4	2	2	2	1	1	1	4	1	2	35	100														
F4K2	(+)	8	8	1	4	4	2	1	4	4	4	2	62	100														
F4K4	(+)	4	8	1	2	2	2	2	1	4	1	8	49	100														
F4K9	(+)	4	4	2	4	2	4	2	4	4	4	4	46	100														
F4K11	(+)	8	4	4	2	2	2	4	4	4	1	4	55	100														
F4K13	(+)	2	1	4	1	1	4	2	1	2	2	4	27	100														
F4K14	(+)	2	1	2	4	2	2	2	2	4	1	4	29	100														
F4K18	(+)	4	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	26	100														
F5K2	(+)	4	8	4	4	1	1	1	1	4	4	2	49	100														
F5K4	(+)	4	8	4	4	1	1	1	1	4	4	2	49	100														
F5K7	(+)	2	1	4	4	2	1	4	1	1	1	1	23	100														
F5K18	(+)	4	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	26	100														
F6K2	(+)	8	8	2	4	2	2	1	4	1	1	1	57	100														
F6K7	(+)	2	1	4	4	1	1	1	1	1	4	1	22	100														
F6K8	(+)	4	2	4	4	1	4	4	4	4	4	2	41	100														
F6K18	(+)	2	2	4	1	1	2	4	1	1	4	4	28	100														
F7K11	(+)	4	2	4	4	2	2	2	2	4	2	2	38	100														
F7K14	(+)	1	2	2	4	2	1	4	1	4	4	1	26	100														
F8K5	(+)	1	1	4	2	1	2	2	4	1	1	1	22	100														
F9K1	(+)	2	4	4	1	4	1	1	1	4	1	1	31	100														
F9K3	(+)	2	8	4	1	1	1	1	1	1	1	1	33	100														
F9K4	(+)	4	2	4	1	1	1	1	1	4	1	2	31	100														
F9K10	(+)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	100														
F9K18	(+)	2	1	4	1	4	1	1	1	1	1	2	23	100														

Tabla 16: Matriz para la valoración de impactos positivos del proyecto en la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz para la valoración de impactos positivos.

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN, EN LA CIUDAD DE ESTELI												
		MATRIZ IMPORTANCIA DE IMPACTOS POSITIVOS										M003		
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN												
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO												
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Instalación de tubería	Construcción de Pozos y tragantes	Construcción de caja	Drenaje superficial	Reparación Carpeta de Rodamiento	Señalización	Limpieza final	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración	
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9				
CALIDAD DEL AIRE	K1									31	31	100	31	
AGUAS SUPERFICIALES	K2				62	49	57				168	300	56	
SUELO	K3			24						33	57	200	29	
ESTÉTICA	K4			57	49	49				31	186	400	47	
POBLACION	K5		17						22		39	200	20	
RUIDOS Y VIBRACIONES	K6										0	0	0	
CALIDAD DE VIDA	K7		17			23	22				62	300	21	
SALUD	K8						41				41	100	41	
ACCESO PEATONAL	K9				46						46	100	46	
HABITAT HUMANO	K10			25						14	39	200	20	
TRANSPORTE	K11				55			38			93	200	47	
VULNERABILIDAD	K12										0	0	0	
ECONOMIA	K13		25		27						52	200	26	
ESPACIOS PUBLICOS	K14				29			26			55	200	28	
MEDIO CONSTRUIDO	K15			26							26	100	26	
ACUEDUCTO	K16										0	0	0	
ALCANTARILLADO SANITARIO	K17										0	0	0	
COMERCIO	K18	20	25	35	26	26	28			23	183	700	26	
Valor Medio de Importancia		33												
Dispersión Típica		13												
Rango de Discriminación		20								46				
Valor de la Alteración		20	84	167	294	147	148	64	22	132	1078			
Máximo Valor de Alteración		100	400	500	700	400	400	200	100	500		3300		
Grado de Alteración		20	21	33	42	37	37	32	22	26			33	

Tabla 17: Matriz importancia de impactos positivos del proyecto en la etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz importancia de impactos positivos.

6.9. Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales negativos en la etapa de Operación

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN-PETRONIC EL CARMEN, EN LA CIUDAD DE ESTELI
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS		M001
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: OPERACIÓN
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO
		OPERACIÓN
FACTOR	COD	F1
CALIDAD DEL AIRE	K1	
AGUAS SUPERFICIALES	K2	
SUELO	K3	X
ESTETICA	K4	
POBLACION	K5	
RUIDOS Y VIBRACIONES	K6	
CALIDAD DE VIDA	K7	
SALUD	K8	
ACCESO PEATONAL	K9	
HABITAT HUMANO	K10	
TRANSPORTE	K11	
VULNERABILIDAD	K12	X
ECONOMIA	K13	
ESPACIOS PUBLICOS	K14	
MEDIO CONSTRUIDO	K15	X
ACUEDUCTO	K16	
ALCANTARILLADO SANITARIO	K17	
COMERCIO	K18	

Tabla 18: Matriz causa – efecto de impactos negativos del proyecto en la etapa de operación.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz causa - efecto de impactos positivos.

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN EN LA CIUDAD DE ESTELI																																						
		MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																																						
		VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																										M002												
IMPACTOS	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia						
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo			Mínima	Media	Alta	Máxima	Total	
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)					Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)			Persistencia (permanencia del efecto)			Reversibilidad (recuperabilidad)			Acumulación (incremento progresivo)			Probabilidad (certidumbre de aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)			Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)									
	Signo	I					Ex					Mo			Pr			Rv			Ac			Pb		Ef		Pr			PS				S	S				
F1K3	(-)		1					1					2			2			1			1			2			4		1			2			-20	100			
F1K12	(-)		1					1					1			1			2			1			1			1		1			1			1			-14	100
F1K15	(-)		1					1					2			2			1			1			2			4		1			2			2			-20	100

Tabla 19: Matriz para la valoración de impactos negativos del proyecto en la etapa de operación.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz para la valoración de impactos negativos.

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN, EN LA CIUDAD DE ESTELI			
		MATRIZ IMPORTANCIA DE IMPACTOS POSITIVOS			M003
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
		OPERACIÓN	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	F1			
CALIDAD DEL AIRE	K1				
AGUAS SUPERFICIALES	K2				
SUELO	K3	-20	-20	100	-20
ESTETICA	K4				
POBLACION	K5				
RUIDOS Y VIBRACIONES	K6				
CALIDAD DE VIDA	K7				
SALUD	K8				
ACCESO PEATONAL	K9				
HABITAT HUMANO	K10				
TRANSPORTE	K11				
VULNERABILIDAD	K12	-14	-14	100	-14
ECONOMIA	K13				
ESPACIOS PUBLICOS	K14				
MEDIO CONSTRUIDO	K15	-20	-20	100	-20
ACUEDUCTO	K16				
ALCANTARILLADO SANITARIO	K17				
COMERCIO	K18				
Valor Medio de Importancia		-18			
Dispersión Típica		3			
Rango de Discriminación		-21			
Valor de la Alteración		-54	-54		
Máximo Valor de Alteración		300		300	
Grado de Alteración		-18			-18

Tabla 20: Matriz importancia de impactos negativos del proyecto en la etapa de operación.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz importancia de impactos negativos.

6.10. Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales Positivos en la etapa de Operación

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN- PETRONIC EL CARMEN, EN LA CIUDAD DE ESTELI	
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS		M001	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: OPERACIÓN	
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO	
		OPERACIÓN	
FACTOR	COD	F1	
CALIDAD DEL AIRE	K1	X	
AGUAS SUPERFICIALES	K2	X	
SUELO	K3		
ESTETICA	K4	X	
POBLACION	K5	X	
RUIDOS Y VIBRACIONES	K6		
CALIDAD DE VIDA	K7	X	
SALUD	K8	X	
ACCESO PEATONAL	K9		
HABITAT HUMANO	K10	X	
TRANSPORTE	K11		
VULNERABILIDAD	K12		
ECONOMIA	K13	X	
ESPACIOS PUBLICOS	K14		
MEDIO CONSTRUIDO	K15		
ACUEDUCTO	K16		
ALCANTARILLADO SANITARIO	K17		
COMERCIO	K18	X	

Tabla 21: Matriz causa - efecto de impactos positivos del proyecto en la etapa de operación.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz causa – efecto de impactos positivos.

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN EN LA CIUDAD DE ESTELI														M002																								
		MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS POSITIVOS																																						
		VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																						
IMPACTOS	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I= (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total			
	Naturaleza	Intensidad (grado de beneficio)	Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)																									
	Signo	I	Ex	Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S																											
F1K1	(+)		8					2					4				2									4			4								49	100		
F1K2	(+)		8					4					4				4									4			4								59	100		
F1K4	(+)		8					2					4				2									4			4								49	100		
F1K5	(+)		8					2					2				4									4			4								56	100		
F1K7	(+)		4					2					2				4									4			4								38	100		
F1K8	(+)		4					2					2				2									4			4								37	100		
F1K10	(+)		4					2					4				4									4			4								42	100		
F1K13	(+)		4					4					2				4									4			4								45	100		
F1K18	(+)		8					2					2				4									4			4								55	100		

Tabla 22: Matriz para la valoración de impactos positivos del proyecto en la etapa de operación. Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz para la valoración de impactos positivos.

UNAN - Managua		IMPACTO AMBIENTAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL BOULEVARD PANCASAN - PETRONIC EL CARMEN, EN LA CIUDAD DE ESTELI			
		MATRIZ IMPORTANCIA DE IMPACTOS POSITIVOS			M003
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: OPERACIÓN			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
		OPERACIÓN	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	F1			
CALIDAD DEL AIRE	K1	49	49	100	49
AGUAS SUPERFICIALES	K2	59	59	100	59
SUELO	K3				
ESTETICA	K4	49	49	100	49
POBLACION	K5	56	56	100	56
RUIDOS Y VIBRACIONES	K6				
CALIDAD DE VIDA	K7	38	38	100	38
SALUD	K8	37	37	100	37
ACCESO PEATONAL	K9				
HABITAT HUMANO	K10	42	42	100	42
TRANSPORTE	K11				
VULNERABILIDAD	K12				
ECONOMIA	K13	45	45	100	45
ESPACIOS PUBLICOS	K14				
MEDIO CONSTRUIDO	K15				
ACUEDUCTO	K16				
ALCANTARILLADO SANITARIO	K17				
COMERCIO	K18	55	55	100	55
Valor Medio de Importancia		48			
Dispersión Típica		8			
Rango de Discriminación		40			
Valor de la Alteración		430	430		
Máximo Valor de Alteración		900		900	
Grado de Alteración		48			48

Tabla 23: Matriz importancia de impactos positivos del proyecto en la etapa de operación.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz importancia de impactos positivos.

6.11. Interpretación de la importancia de Impactos negativos

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto	Código	Factor ambiental impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental	Categoría de impacto
Construcción	Preliminares	F1K11	Transporte	Bloqueo de tráfico, en tramos afectados.	Moderado
	Movimiento de Tierra	F2K1	Calidad del aire	Aumento de polvo en suspensión.	Crítico
		F2K2	Aguas superficiales	Estancamiento en puntos nocivos.	Moderado
		F2K6	Ruidos y vibraciones	Perjuicios a la población y a las estructuras existentes.	Crítico
		F2K8	Salud	Enfermedades respiratorias y dermatológicas.	Moderado
		F2K9	Acceso peatonal	Peligro de accidentes al transitar porque las zanjas serán de más de 1m.	Moderado
		F2K11	Transporte	Tráfico interrumpido, desviación de los vehículos.	Crítico
		F2K16	Acueducto	Rupturas en las tuberías de agua potable.	Crítico
	Instalación de tubería	F3K8	Salud	Enfermedades a los trabajadores que manipulen los aditivos.	Moderado
		F3K16	Acueducto	Rupturas en las tuberías de agua potable.	Crítico
	Construcción de pozos y tragantes	F4K15	Medio construido	Daños a la infraestructura	Moderado
	Construcción de caja	F4K11	Transporte	Bloqueo de tráfico	Crítico
		F4K16	Acueducto	Rupturas en las tuberías de agua potable.	Crítico
	Drenaje superficial	F5K2	Aguas superficiales	Estancamiento en puntos nocivos.	Moderado
		F5K9	Acceso peatonal	Interrupción del paso libre por los puntos donde se construya.	Moderado
	Reparación	F6K6	Ruidos y	Molestias a la población y perjuicios a las	Crítico

	carpeta de rodamiento		vibraciones	estructuras existentes.	
		F6K11	Transporte	Tráfico interrumpido, desviación de los vehículos.	Moderado
		F6K15	Medio construido	Condiciones originales afectadas.	Moderado
	Limpieza final	F7K1	Calidad del aire	Aumento de polvo en suspensión. Basura producto de la construcción.	Moderado
Funcionamiento	Operación	F1K3	Suelo	Asentamiento si las capas no se compactan bien.	Moderado
		F1K12	Vulnerabilidad	Rebose de agua en el sistema en Eventos de gran magnitud. Mayor volumen de agua en el cauce.	Irrelevante
		F1K15	Medio construido	Mayor volumen de agua en el cauce.	Moderado

Tabla 24: Tabla de interpretación de impactos negativos del proyecto en la etapa de construcción y operación.

Fuente: Elaboración propia. (2012). Tabla de interpretación de impactos negativos.

6.12. Resultados de la importancia de impactos negativos y positivos

6.12.1. Número total de impactos ambientales negativos generados por el proyecto

Etapa	Impactos críticos	Impactos moderados	Impactos irrelevantes
Construcción	10	50	14
Funcionamiento	0	2	1
Totales	10	52	15

Tabla 25: Tabla de número total de impactos ambientales negativos generados por el proyecto.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Tabla de resumen de impactos ambientales negativos.

La mayor cantidad de impactos negativos se generan en la etapa de construcción como son: alteración a la calidad del aire, sector transporte por el movimiento de tierra y la producción de ruidos y vibraciones por la maquinaria y equipos. Mientras que en la etapa de operación se produce dos impactos moderados y uno irrelevante, lo cual indica que el proyecto funciona de manera satisfactoria en el medio. A partir de estos impactos negativos se formulan acciones para mitigar la alteración al medio ambiente.

6.12.2. Número total de impactos ambientales positivos generados por el proyecto

Etapa	Impactos relevantes	Impactos moderados	Impactos irrelevantes
Construcción	14	50	10
Funcionamiento	2	5	2
Totales	16	55	12

Tabla 26: Tabla de número total de impactos ambientales positivos generados por el proyecto.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Tabla de resumen de impactos ambientales positivos.

El proyecto produce impactos positivos tanto en la construcción como en el funcionamiento que benefician a la población no solo del sector sino de la ciudad en general como son: erradicación de la inundación que se produce en el sector, mejoramiento a la estética de las calles, además de aportar a la economía local al generar empleos a los obreros de la construcción.

6.13. Guía de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos más relevantes, en la etapa de construcción

Tipo de Proyecto	Acciones impactantes	Efectos	Medidas de mitigación	Responsable
Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial	Preliminares	Transporte	Señalización y uso de chaleco autorizado por la policía de tránsito. Buscar rutas alternas.	Población Contratista Dueño
	Movimiento de Tierra	Calidad del aire	Se deberá disponer de un camión pipa para humedecer con agua la tierra removida.	Población Contratista ENACAL Dueño
		Suelo	Conformar bien el material de relleno, para no provocar asentamiento.	
		Estética	Acumular el material excavado en puntos estratégicos que no obstaculicen.	
		Ruidos y vibraciones	Regulación de horarios y evitar el movimiento innecesario de maquinaria.	
		Transporte	Señalización vial y control del tráfico.	
		Acceso peatonal	Señalización	
		Acueducto	Disposición inmediata de cuadrilla de ENACAL	
		Aguas superficiales	No acumular el material removido cerca de las cunetas para que el agua superficial circule libremente. Avanzar en forma coordinada con los demás componentes del sistema.	
	Salud	Proveer de equipamiento correcto a los obreros. Concientización a la población. Evitar acumulación de basura y los desperdicios de materiales de construcción.		
Instalación de	Acueducto	Disposición inmediata de cuadrilla de ENACAL	Población	

	tubería	Salud	Proveer de equipamiento correcto a los obreros. Evitar acumulación de basura y los desperdicios de materiales de construcción.	Contratista
	Construcción de pozos y tragantes	Aguas superficiales	Desviar las aguas de forma que no afecte la construcción.	Contratista
		Medio construido	Reparación correcta	
	Construcción de caja	Transporte	Regulación de horarios y evitar el movimiento innecesario de maquinaria.	Contratista ENACAL
		Acueducto	Disposición inmediata de cuadrilla de ENACAL	
	Drenaje superficial	Aguas superficiales	Que los habitantes hagan uso racional del agua doméstica.	Población Contratista
		Acceso peatonal	Señales de prevención.	
	Reparación de carpeta de rodamiento	Ruidos y vibraciones	Regulación de horarios y evitar el movimiento innecesario de maquinaria.	Contratista Población Dueño
		Transporte	Señalización vial y control del tráfico.	
		Medio construido	Reparación correcta de las superficies dañadas en la excavación de zanjas	
	Limpieza final	Calidad del aire	Utilizar agua, para evitar la propagación de polvo a los negocios, viviendas, centros y a la población. Botar basura de forma inmediata. No obviar ningún desperdicio.	Contratista

Tabla 27: Tabla de guía de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos del proyecto en la etapa de construcción.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Guía de seguimiento para la mitigación de impactos negativos.

6.14. Guía de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos más relevantes, en la etapa de operación

Tipo de Proyecto	Acciones impactantes	Efectos	Medidas de mitigación	Responsable
Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial	Operación del proyecto	Suelo	Compactación adecuada con el material propuesto, reparar la carpeta de rodamiento conforme a las especificaciones con las que fue construida.	Contratista
		Vulnerabilidad	Mantenimiento frecuente al sistema.	Población Alcaldía
		Medio construido	Mantenimiento al sistema. No depositar basura en el cauce.	Población Alcaldía

Tabla 28: Tabla de guía de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos del proyecto en la etapa de Operación.
Fuente: Elaboración propia. (2012). Guía de seguimiento para la mitigación de impactos negativos.

CAPITULO VII

RESULTADOS

“No importa cuántos errores cometamos por inmadurez, si lo que estamos haciendo es tratando de crecer”.

VII. RESULTADOS

- Partiendo del diagnóstico, el proyecto abarca de 1,200 ml de cunetas, se encuentran en mal estado 102.3 m de caite y 6 m de bordillo distribuidos en diferentes cuadras, el tramo más afectado es la cuadra de la tienda Bombazo causado por el socavamiento en la estructura y que tiene una pendiente de 2 % frente al Parque Infantil asimismo frente a Fuente de Soda Adelita en el Costado Norte del antiguo Hospital Dávila Bolaños el daño se debe a falta de lechada en la cuneta, 3 vados están en mal estado; el más deteriorado está frente a Plastinic.
- La diferencia de nivel existente desde el PVP 0 (0+ 00) hasta la Unión de la Caja al Cauce (0 + 508.66) es de 16.49 m reflejado por el Levantamiento Topográfico.
- En el diseño se proponen 12 pozos de visita pluvial, 10 de 1.20 m de diámetro y 2 de 1.50 m de diámetro, 24 tragantes de rejilla ubicados en las esquinas de las cuadras que se conectan a los pozos con tubos de 8 pulgadas.
- El diámetro mínimo para la tubería de conducción es de 15” y varía en: 16, 22, 24, 26 pulgadas.
- La pendiente mínima de 0.90% y máxima de 3.60% que presentan las tuberías permiten que el flujo actúe por acción de la gravedad, cumpliendo con la velocidad permisible establecida según el Reglamento de Drenaje Pluvial de Managua. Para este proyecto la velocidad máxima obtenida es 3.32 m/s cumpliendo así con el criterio que ésta no debe ser mayor a 5.0 m/s para tubería RIB – LOC.
- La capacidad de la caja rectangular es de 1.264 m³/s y el caudal de diseño de salida del sistema es de 0.7693 m³/s para un evento lluvioso con período de retorno de 10 años.

- Para el presupuesto se dividió el sector en tres tramos (Hojas 4, 5, 6 juego de planos) para presentar de manera más detallada los costos (material, mano de obra, equipos) y de este análisis se obtuvo la inversión total del proyecto de C\$ 5,959,270.38 (cinco millones novecientos cincuenta y nueve mil doscientos setenta córdobas con 38/100 centavos) considerando factores como operación, imprevistos, utilidades, impuestos; del costo total de la obra para reducir riesgos y tomar alternativas viables ante la ejecución del proyecto.

- Se elaboraron los planos constructivos de la obra que contienen 9 láminas: Presentación del proyecto, Planta del área, Trazado de la red del Sistema de Drenaje Pluvial, Perfiles longitudinales de los tres tramos, Detalles de obras y las especificaciones técnicas que se deben cumplir en la construcción del Sistema de Drenaje Pluvial como son: excavación, cimentación para la tubería, ubicación de la tubería, ancho de las zanjas, relleno y compactación, las pruebas necesarias, construcción de obras de drenaje, restauración de la carpeta de rodamiento, etc.

- En la evaluación de impacto ambiental se identificaron impactos negativos y positivos que genera el Sistema, en su adaptación con el ambiente. En la etapa de construcción se generan 10 impactos negativos críticos (ruidos y vibraciones, bloqueo transporte, etc.), 8 impactos positivos relevantes (estética de la ciudad, mejor acceso peatonal en periodo lluvioso, aguas superficiales drenadas correctamente) y en la etapa de operación 2 impactos negativos moderados (asentamiento del suelo sino se hace una adecuada compactación) y 2 impactos positivos relevantes (población y aguas superficiales). Se establecen guías de seguimiento para la mitigación de los impactos negativos tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación del Sistema de Drenaje Pluvial.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

“La confianza en ti mismo, es el secreto del éxito”.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VIII.1. CONCLUSIONES

- De los resultados del primer capítulo se propone la reparación de 102.3 ml de cuneta y la construcción de 3 vados que se ubican en el tramo # 1 del proyecto.
- A partir del PVP 11 hacia la ruta de descarga (cauce existente), los niveles de la rasante no permitían llegar al nivel del cauce con los diámetros de tubería propuestos; se diseñó estructuralmente una caja rectangular para que éste evacue las aguas recolectadas en el PVP 11 y llevarlas a descargarlas al Cauce.
- El cauce existente es eficiente ya que su caudal de diseño es de 9.17 m³/s su capacidad actual es de 6.51 m³/s y el nuevo caudal que aporta el sistema es de 1.264 m³/s, para sumar un total de 7.77 m³/s.
- El costo total del Proyecto Sistema de Drenaje Pluvial es de C\$ 5, 959,270.38 (cinco millones novecientos cincuenta y nueve mil doscientos setenta córdobas con 38/100 centavos), con el financiamiento para la construcción de ésta obra social, traerá beneficios a los diferentes sectores de la población esteliana.
- El diseño del Sistema de Drenaje Pluvial presentado, se basó en dos factores importantes, la optimización de recursos económicos y en la alternativa más viable técnicamente de acuerdo a las características que posee la zona del proyecto.
- Todo proyecto de Construcción siempre generará Impactos negativos y positivos, para este proyecto los impactos positivos están presentes en la etapa de Operación o Funcionamiento, éstos contrarrestan los efectos que producen los impactos negativos.

VIII.2. RECOMENDACIONES

- Siempre que se realiza un proyecto social es de vital importancia el aporte que brinde la población para la conservación y protección por lo tanto se recomienda realizar una campaña y/o capacitación de medio ambiente y sensibilización en pro del mantenimiento libre de desechos sólidos y basura que pueden causar daños y obstrucción al Sistema de Drenaje Pluvial, en todo el año pero con énfasis en el invierno.
- Para asegurar mayor vida útil y el correcto funcionamiento se deben realizar mantenimientos preventivos y periódicos al Sistema de Drenaje Pluvial y de esta forma optimizar recursos para evitar el mantenimiento correctivo.
- Para garantizar una aproximación del Costo Total del Proyecto se deben realizar actualizaciones de precios debido a las fluctuaciones existentes en el Mercado.
- Realizar un Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto.
- Se propone la colocación de una rejilla en la transición del cauce abierto al cauce cuando pasa por debajo de la carpeta de rodamiento, para retener desechos sólidos de volumen mayor que acarrea el cauce de la zona de arriba y ocasiona menor eficiencia al cauce existente.
- Se deben realizar inspecciones y mantenimientos periódicos como limpieza de alcantarillas, rejillas, PVP.
- La caja rectangular a partir del PVP 11 hasta la Unión con el Cauce existente, deberá ser construido siguiendo los criterios de diseño hidráulicos y estructurales presentados en este documento y las especificaciones técnicas de ésta.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Alcaldía Estelí, (2007). *Vulnerabilidad Puente Panamá Soberana*. Estelí, Nicaragua: Informe Obras Municipales
- Alcaldía Municipio de Estelí. (2005). *Plan de desarrollo urbano 2005 – 2015 Estelí*. Estelí, Nicaragua: Ficha municipal.
- Alcaldía Municipal de Estelí (2008). *Red vial 2008 de calles de los distritos de la Ciudad de Estelí*. Estelí, Nicaragua: Documentos Obras Municipales.
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (1997). *Ley N° 40, Ley de Municipios*. Publicada en la Gaceta Diario oficial No. 162 de 26 de agosto de 1997.
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2006). *Decreto 76- 2006. Sistema de Evaluación Ambiental*. Publicado en la Gaceta Diario oficial No. 248, de 22 de diciembre de 2006.
- Bernal, C. (2006) *Metodología de la Investigación*. Segunda edición, México Pearson Educación 2006. p .119.
- Blanco Chávez. M. (2003). *Curso de posgrado: Explotación de recursos hídricos*. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua.
- Fischer, L., y Navarro, A. (1996). *Introducción a la investigación de Mercados*. Ed. Mac. Graw, Hill. 1996. p. 43.
- Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Catalogo de etapas y sub-etapas*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.
- Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Maestro de Costos Unitarios Primarios*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.
- Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE). (2008). *Maestro de Costos Unitarios Complejos*. Managua, Nicaragua: División de desarrollo institucional.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2008). *Intensidades máximas anuales de precipitación*. Condega, Estelí, Nicaragua: Estación Meteorológica
- Lozano. L (s.f.). Artículo FODA. Recuperado el 10 de diciembre de 2009, de <http://www.http://www.zeusconsult.com.mx/arttfoda.htm>.
- López Cualla, R. (1999). *Diseño de Acueductos y Alcantarillados: Alcantarillado Pluvial*. (2ª Edición). México, D.F: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.de C.V.

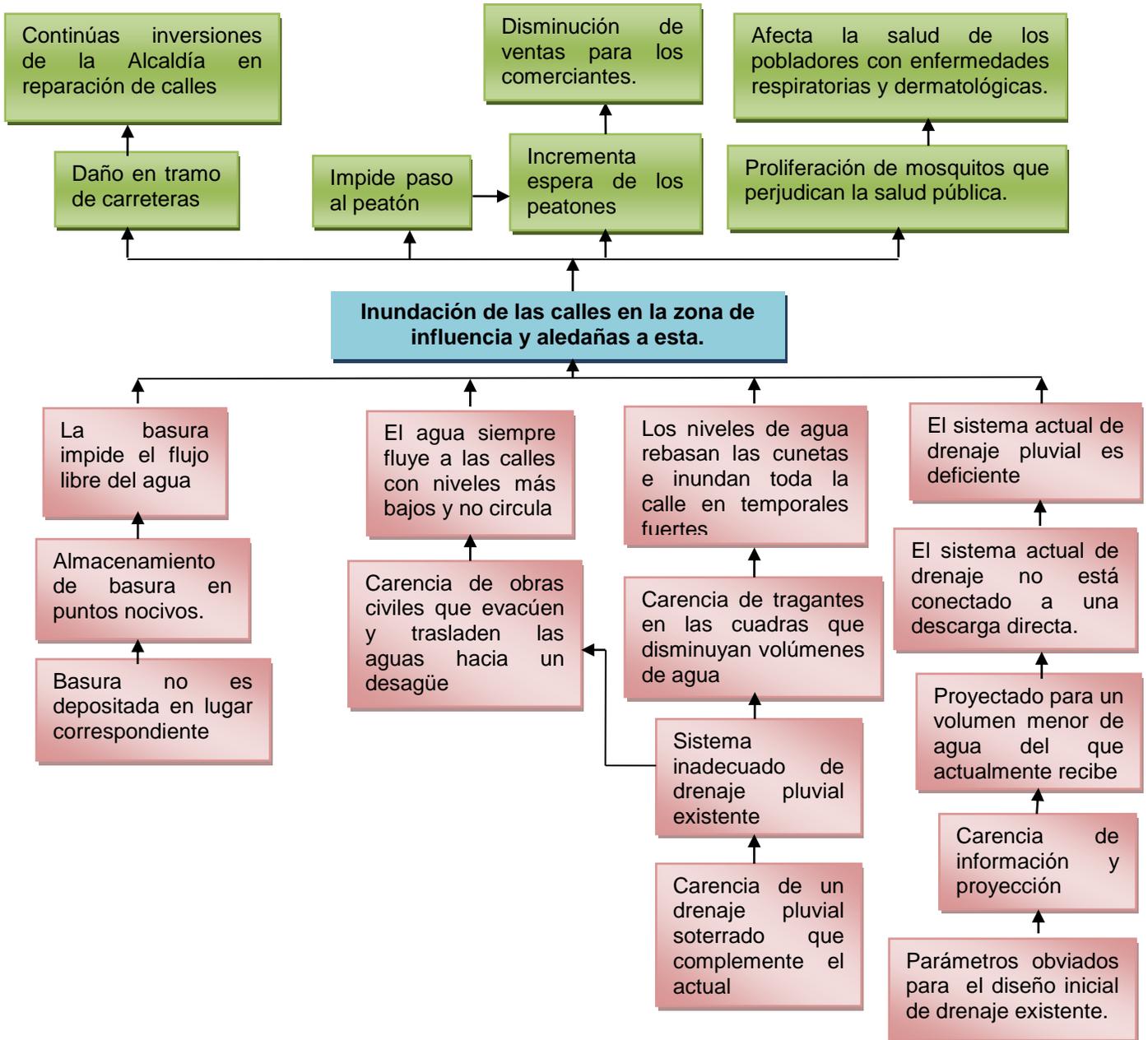
- Mairena, E. (Ing.). (2009) *Cuestionario para identificar el problema aplicado a especialistas*. Estelí: ENACAL.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (2008). *Manual para la revisión de estudios hidrotécnicos de drenaje mayor*. Managua, Nicaragua: División general de planificación.
- Ministerio de la Vivienda y Asentamientos Humanos. (2004). *Reglamento de Drenaje pluvial*. Managua, Nicaragua. Documento: Reglamento de Drenaje pluvial para el área del Municipio de Managua.
- Programa Regional de Reconstrucción para América Central PRRAC. (2004). *Construcción y Revestimiento de Cauce José Benito Escobar*. Estelí: Planificación Urbana Alcaldía Municipal de Estelí.
- Quigley, J. (1996). *Visión: cómo la desarrollan los líderes, la comparten y la sustentan*. Editorial Mc Graw Hill, Colombia.
- Rodríguez Dávila, W. (dir.). (2009) *Cuestionario para identificar el problema aplicado a especialistas*. Estelí: Obras Municipales.
- Rojas, C. (s.f.). Evaluación de Impacto Ambiental. Recuperado el 04 de enero de 2010, de <http://www.monografias.com/trabajos13/impac/impac.shtml>.
- Rosales Rivera. B. (2007). Posgrado: *Evaluación de Impacto Ambiental*. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. Dirección de Posgrado.
- Romero, P. (s.f.). *Curso-formulación-gestión-proyectos*. Recuperado el 12 de diciembre de 2009, de <http://www.mailxmail.com/curso-formulacion-gestion-proyectos-desarrollo/diagnostico-situacion>.
- (S.a). (s.f.). *Metodología FODA*. Recuperado el 12 de diciembre de 2009, de <http://www.idea.ulat.ac.pa/archivos/FODA1.doc>.
- S.a, (s.f.). *Carretera Panamericana*. Recuperado el 7 de diciembre de 2009. <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=355274&page=20>
- Ynfante, R. (s.f.). *Tipos de Costos*. Recuperado el 20 de noviembre de 2009. <http://www.monografias.com/trabajos66/tipos-costos/tipos-costos2.shtml>.

ANEXOS

**“Lo que se sabe es como una gota; lo que ignoramos es el océano”. Isaac
Newton**

XI. ANEXOS

Anexo 1: Árbol de problema



Anexo 2: Matriz de Marco Lógico para Investigación (MML)

Objetivo general	Objetivos específicos	Fuentes de información	Tipos de información	Instrumentos para recopilar información	Procedimiento para recopilar información	Forma de procesamiento de la información	Análisis de información	Hitos	Recursos a utilizar
Diseñar el Sistema de Drenaje Pluvial para el tramo del Boulevard Pancasan - Petronic El Carmen en la Ciudad de Estelí.	Realizar un diagnóstico del estado físico-estructural del drenaje pluvial superficial existente.	Evaluación del el estado físico-estructural del drenaje superficial actual	Primario	Observación In situ, documento de observaciones para la evaluación.	Elaboración del documento de evaluación del estado de cunetas, bordillos y vados	Los resultados del documento se procesaron en el programa Microsoft Excel	Análisis de la cantidad de obra a reemplazar	Informe final de la cantidad a reemplazar	Evaluador, recurso material y económico.
	Diseñar hidráulicamente y estructuralmente el sistema de drenaje pluvial.	Curvas IDF, según INETER	Primario	Carta de solicitud de información a INETER o a la estación meteorológica más cercana.	Determinación de intensidades máximas de precipitación	Los datos de precipitación se promediaron en Microsoft Excel	Se promediaron datos de varios años.	Dato que permitió determinar el diámetro de tubería propuesta	Investigador, recurso material y económico.
		Bibliografía de libros, manuales y monografías de drenaje pluvial	Secundario	Análisis documental, de parámetros y criterios para el diámetro de tuberías.	Se consultaron biografías y normas para el dimensionamiento geométrico de las tuberías	Se consultaron bibliografías para ecuaciones a utilizar, normas de diseño, posteriormente se diseñó con software con fines hidráulicos.	Mediante el resultado de los procedimientos y software se determinó el diseño del sistema	Diseño final del proyecto	Investigador, recurso material y económico
		Curvas de nivel, levantamiento topográfico, planos de aguas residuales.	Primario	Levantamiento en el área de estudio. Planos de aguas residuales (ENACAL)	Determinación de las pendientes presentes en el sitio. Ubicación de tuberías existentes de aguas residuales.	Se descargaron datos de estación total y fueron procesadas en Auto CAD	Construcción de perfiles longitudinales y dibujos de planta	Se determinó la dirección del flujo de agua, pendientes de tuberías, descarga viable.	Equipo de topografía, dibujante, recursos materiales y económicos
	Estimar los costos y la inversión total del diseño.	Tipo de materiales y proformas a empresas distribuidoras	Secundario	Análisis de costos de materiales	Selección del material más rentable	Take off en Microsoft Excel	Evaluación económica del diseño y construcción del proyecto	Estimación del costo total del proyecto	Proformas , investigador, recursos materiales y económicos
	Elaborar los planos constructivos y especificaciones técnicas de la obra propuesta.	Reglamento de la construcción, levantamiento topográfico.	Primario	Estación total	Levantamiento topográfico, se descargaron datos en Software, se dibujaron detalles y redacción de especificaciones	Interpretación de los datos en Auto-CAD, análisis y procesamiento de datos, redacción de las especificaciones en Word	Se determinó la escala para la elaboración de los planos, y se establecieron criterios constructivos	Planos de propuesta de diseño y especificaciones técnicas.	Estación total, computadora, software, investigador
	Realizar una evaluación de impacto ambiental.	Población, MINSA, ENACAL, Alcaldía de Estelí	Secundario	Evaluación de impacto ambiental	Matriz Causa- Efecto, Matriz de valoración de impacto, Matriz de Importancia de impactos y medidas de mitigación.	Análisis de matriz de impacto ambiental	Resumen y análisis de los impactos positivos y negativos del proyecto.	Beneficios mayor que impactos negativos	Investigador, recursos materiales
	Elaboración del informe final.	Objetivos desarrollados claramente con sus resultados	Secundaria	Los resultados obtenidos por cada objetivo propuesto	Análisis e interpretación de los resultados	Conclusión de los resultados	Lecciones aprendidas	Monografía	Papelería, computadora, impresora, investigador

Tabla 29: Matriz de Marco Lógico

Fuente: Elaboración propia. Matriz de Marco Lógico para el Diseño Metodológico. Estelí, Nicaragua 2

Anexo 3: Matriz de Involucrados

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS
Comerciantes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que los clientes tengan un mejor acceso a las tiendas en tiempo lluvioso. ✓ Que no haya reducción de ventas por las inundaciones del sector 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inundación de calles ✓ Lluvia impide el paso al peatón ✓ Disminución de ventas. ✓ Contaminación ✓ Daños en propiedad. ✓ Daños en tramo de carreteras 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ R: Contribuir a mantener limpias las calles de basura ✓ M: Obras de Drenaje pluvial en la zona. ✓ M: Mejor servicio de recolección de basura.
Conductores	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejores condiciones físicas de las calles en la vía principal 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calles en mal estado deteriora el estado de los vehículos ✓ Tardanza en el tráfico aumenta consumo de combustible ✓ Mucha inundación impide el paso a vehículos ✓ No existe un alcantarillado pluvial 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ R: Mejorar el acceso a la vía y disminuir tiempo de espera
Peatones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Circular con confianza por la avenida principal y que no represente un riesgo para la salud pública 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Impide el paso ✓ Incrementa el tiempo de espera ✓ Se ensucia, se moja, se enloda ✓ Afecta la salud con enfermedades respiratorias y dermatológicas ✓ No hay servicio de taxi 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ R: Contribuir a botar menos basura cuando pasan por el sector. ✓ R: Hacer buen uso de un sistema de evacuación de aguas pluviales ✓ M: Mejores condiciones estéticas en la avenida principal de la ciudad
ENACAL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que se haga un estudio técnico y analítico para determinar el tipo de trabajo a realizar, para encausar el agua que viene del Boulevard. ✓ Disminución de gastos de salud a haber menos focos de contaminación. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estancamiento de las aguas en las cunetas. ✓ No hay sistema de drenaje pluvial adecuado. ✓ El sistema de drenaje que existe está obsoleto por falta de mantenimiento. ✓ Crea estancamiento de agua en las calles más bajas. ✓ Proliferación de mosquitos que perjudican la salud pública. ✓ Gastos continuos de la Alcaldía para reparación de calles. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ R: Apoyar con personal técnico involucrado en el área de estudio.
MTI	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ofrecer seguridad e higiene a los peatones que circulan por la avenida central ✓ Calles en mejores condiciones para usuarios de la vía. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Zona muy vulnerable a inundaciones ✓ Zona inaccesible en tiempos de lluvias fuertes ✓ Sistema de drenaje diseñado inadecuadamente en la zona afectada ✓ Calles en mal estado (adoquines levantados, asfalto dañado) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ M: Ley No 40 Ley de municipios, Artículo 7, numeral 12, inciso a) Construir y dar mantenimiento a puentes y caminos vecinales e intra municipales.
Alcaldía	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Brindar seguridad e higiene a los pobladores de la Ciudad de Estelí. ✓ Mejorar las condiciones físicas de la avenida central. ✓ Responder a una de las necesidades más demandadas de la población. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inundaciones de las calles de la zona de influencia y aledaños a ésta ✓ Carencia de un sistema de drenaje pluvial soterrado ✓ Destrucción de las calles (adoquín, arena de las juntas) ✓ Frecuentes inversiones en reparación de calles del sector 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ R: Incluir dentro del presupuesto municipal el recurso económico que pueda demandar un proyecto que de solución a este problema ✓ M: La población debe contribuir al buen uso de un sistema que evacue las aguas de la zona. ✓ M: Ley No 40 Ley de municipios, Artículo 7, numeral 1, inciso b) Responsabilizarse de la higiene comunal, realizando el drenaje pluvial y la eliminación de charcas.

Tabla 30: Matriz de Involucrados.

Fuente: Elaboración propia. (2012). Matriz de análisis de Involucrado. Estelí, Nicaragua

Anexo 5: Encuesta socioeconómica usada para diagnosticar el problema

Encuesta socioeconómica dirigida a peatones y conductores del sector Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.

Objetivo: Conocer el nivel socioeconómico que vive la población y la mejor alternativa de solución que permita drenar las aguas que circulan por calles del sector en época lluviosa.

Estimado entrevistado marcar con una “X” una sola opción, la que usted considere conveniente para cada una de las preguntas establecidas.

1. ¿Cuánto tiempo tiene de vivir en la ciudad de Estelí?

- De 1 a 5 años De 6 a 10 años Más de 10 años

2. ¿Cuántas personas habitan en su casa?

- De 1 a 5 personas De 5 a 10 personas Más de 10 personas

3. ¿Estudios realizados?

- No estudie Primaria Secundaria
 Profesional Postgrados

4. ¿Actualmente Trabaja?

- Si No

5. ¿Cuánto es su ingreso mensual en córdobas?

- 0 – 1000 1001 – 2000 2001 – 5000 Mas de 5000

6. A su criterio ¿cuál es la mejor alternativa para drenar aguas de las calles del sector?

- Drenaje pluvial superficial (cunetas)
 Alcantarillado pluvial
 Complementación del drenaje existente mediante alcantarillado pluvial

7. ¿Estaría dispuesto a colaborar en no tirar basura y objetos que obstaculizan la circulación del agua o a denunciar a las personas que lo hacen?

- Si No

¿Por qué?

8. ¿Qué medidas considera usted que debemos tomar con los ciudadanos que no ayudan a solucionar este problema?

- Amonestarlos Sancionarlos Multarlos

Agradecemos su valioso tiempo invertido para responder a esta encuesta

Fuente: Elaboración propia (2011)

Anexo 6: Encuesta aplicada a población del sector comercio

Encuesta dirigida a comerciantes del sector Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.

Objetivo: Conocer la problemática que afecta directamente el periodo de lluvia a la población del sector del Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.

Estimado entrevistado marcar con una "X" una sola opción, la que usted considere conveniente para cada una de las preguntas establecidas.

1. ¿Qué problema enfrenta usted en este sector en la época lluviosa?
Inundaciones de las calles Daños en tramo de carretera
Difícil acceso Acumulación de basura
Inundación en tramos Lluvia impide el paso peatonal
2. ¿De qué manera les afecta esto?
Daños en su propiedad Contaminación
Daños en los productos Disminución de ventas
3. ¿Representa un riesgo para la salud pública?
Si ¿En qué grado? Alto Medio Bajo
No
4. ¿Qué medidas han tomado para mitigar los daños?
Buscar nuevas descargas de agua pluvial
Muros de contención
Indique otra opción _____
5. ¿Qué papel desempeñaría usted en busca una solución?
Mantener limpio las calles de este sector
Darle un buen uso al sistema de drenaje pluvial
6. ¿Han gestionado de alguna forma una solución ante el gobierno municipal?
Si No
7. ¿El problema de inundación considera que una dificultad para la ciudad y sobre todo para este sector?
Si No
8. ¿El problema de inundación en este sector cómo cree usted que es su comportamiento?
Esta fuera de alcance Se ha mantenido
Ha incrementado Ha disminuido

Agradecemos su valioso tiempo invertido para responder a esta encuesta

Fuente: Elaboración propia (2011)

Anexo 7: Encuesta realizada a pobladores usuarios de la vía

Encuesta dirigida a conductores que transitan por el sector Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.

Objetivo: Conocer la problemática que afecta directamente el periodo de lluvia a la población del sector del Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.

Estimado entrevistado marcar con una “X” una sola opción, la que usted considere conveniente para cada una de las preguntas establecidas.

1. ¿En la temporada lluviosa, cómo se encuentran las calles de este sector?

- Mal estado
- Intráfico
- Mucha inundación
- Poca inundación
- Regular
- Traficable
- Buen estado

2. ¿De qué forma les afecta esto?

- Impide paso a vehículo
- Deterioro del vehículo
- Tardanza en el tráfico

3. ¿Cree usted que el problema de inundación ocasiona disminución en el tráfico por este sector?

- Si No

4. ¿A su criterio, a qué se debe la disminución del tráfico en tiempo de lluvia?

No hay:

- Obra de drenaje pluvial superficial
- Sistema de drenaje pluvial
- Debido drenaje pluvial

Agradecemos su valioso tiempo invertido para responder a esta encuesta

Fuente: Elaboración propia (2011)

Anexo 8: Encuesta para identificar el problema, aplicado a peatones

Encuesta dirigida a peatones que transitan por el sector Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.

Objetivo: Conocer la problemática que afecta directamente el periodo de lluvia a la población del sector del Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.

Estimado entrevistado marcar con una “X” una sola opción, la que usted considere conveniente para cada una de las preguntas establecidas.

1.¿Qué inconvenientes le ocasiona cuando transita por este sector, en tiempo lluvioso?

- Impide el paso
- Incrementa tiempo de espera
- No hay servicio de taxi
- Me ensucio, me mojo, me enlodo

2.¿Afecta a su salud?

- Si No

¿Cómo?

- Enfermedades respiratorias
- Enfermedades dermatológicas
- Enfermedades diarreicas

3.¿Cómo contribuiría usted, si se le diera una solución al problema?

- Buen uso del sistema de drenaje pluvial
- Obedecer señalización de tránsito
- Las dos anteriores

Agradecemos su valioso tiempo invertido para responder a esta encuesta

Fuente: Elaboración propia (2011)

Anexo 9: Cuestionario para identificar el problema, aplicado a especialistas

Cuestionario dirigido a Ingenieros civiles y especialistas vinculados al conocimiento de obras civiles. En pro de darle solución a la problemática del sector del Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.
Objetivo: Conocer la problemática que afecta directamente el periodo de lluvia a la población del sector del Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen, en la ciudad de Estelí.

Nombre: _____

Grado Académico: _____

Institución: _____

Área de Trabajo: _____

Fecha: _____

1. ¿Cuál es la problemática que percibe usted en la temporada lluviosa en el sector del Boulevard Pancasán – Petronic El Carmen?

2. ¿Cómo considera la magnitud del problema de inundación en el sector?

Muy grave Grave Regular

3. ¿Cómo incide la magnitud del problema en el casco urbano de la ciudad de Estelí?

4. ¿Cuáles son las causas de que se inunden las calles de este sector?

5. ¿A su punto de vista quiénes son los más afectados?

6. ¿Cómo afecta el problema de inundación a otros sectores aledaños a esta zona, que poseen diferentes nivel topográfico?

7. ¿A su criterio cuáles serían las posibles soluciones para erradicar esta situación?

8. ¿Según su experiencia qué factores tomaría en cuenta para llevar a cabo las posibles soluciones?

9. ¿Al realizarse un proyecto cómo sería la relación Beneficio - Costo?

Agradecemos su valioso tiempo invertido para responder a este cuestionario

Fuente: Elaboración propia (2011)

Anexo 10: Área de estudio con daños en los tramos de calle, con mínimas precipitaciones de invierno 2011



Fuente: Captación Propia. Fotografía tomada en noviembre de 2011.

Anexo 11: Constante tráfico vehicular en la vía



Fuente: Captación Propia. Fotografía tomada en noviembre de 2011.

Anexo 12: Inundación y constante tráfico peatonal en el costado sur del antiguo Hospital Dávila Bolaños hacia Boulevard Pancansan



Fuente: Captación Propia. Fotografía tomada en noviembre de 2011.

Anexo 13: Vista de la avenida de los semáforos de Petronic y zona de Comercio, se aprecia la inundación sobre las aceras, con mínimas precipitaciones



Fuente: Captación Propia. Fotografía tomada en noviembre de 2011.

Anexo 14: Inundación Avenida Suroeste con peatones cruzando la vía.



Fuente: Captación Propia. Fotografía tomada en Octubre de 2011.

Anexo 15: Inundación Avenida Central, con tráfico vehicular



Fuente: Captación Propia. Fotografía tomada en Octubre de 2011.

Anexo 16: Calle 6 Sureste, Ruta de Caja Rectangular



Fuente: Captación Propia. Fotografía tomada en Octubre de 2011.

Anexo 17: Descarga de aguas del Sistema de Drenaje al Cauce



Fuente: Captación Propia. Fotografía tomada en Octubre de 2011.

Anexo 18: Ficha evaluativa del estado físico – estructural del drenaje superficial para el tramo del Boulevard Pancasan - Petronic El Carmen, en la Ciudad de Estelí.

Ficha Evaluativa del estado físico – estructural del drenaje superficial existente							
Nombre del tramo: _____							
Evaluador: _____				Fecha: _____			
Departamento: _____				Municipio: _____			
Pendiente del tramo: _____							
Componente	Situación actual		Dimensión	Área (m ²)	Estado del concreto		Observación
	Unidad	Cantidad			B	M	
Caite	m						
Vado	m						
Bordillo	m						

Tabla 31: Ficha evaluativa del estado físico – estructural de drenaje superficial
Fuente: Elaboración propia. (2011). Ficha evaluativa. Estelí, Nicaragua.

Anexo 19: Intensidades máximas anuales de precipitación para la estación Condega, Estelí; Nicaragua.

 INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES INTENSIDADES MÁXIMAS ANUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)							
ESTACION : CONDEGA CODIGO : 045050 Periodo : 1984 - 2008				Latitud: 13° 22' 06" Longitud: 86° 23' 48" Elevación: 560 Tipo : HMP			
AÑOS	5	10	15	30	60	120	360
1983	111.6	111.6	99.6	79.2	48.2	24.2	10.7
1984	132.0	108.0	74.8	60.2	36.0	24.1	5.7
1985	148.8	136.8	109.6	83.8	43.2	22.0	7.8
1986	118.8	79.2	70.4	45.2	43.0	23.6	3.4
1987	156.0	150.0	132.0	102.0	64.6	11.9	4.6
1988	84.0	58.8	43.6	29.4	20.9	11.9	7.6
1989	116.4	69.6	59.2	35.2	17.8	2.5	1.3
1990	159.6	106.8	83.2	51.6	48.2	29.4	11.6
1991	120.0	102.0	79.2	58.0	57.7	32.8	11.8
1992	117.6	91.8	72.0	46.0	23.4	12.7	3.7
1993	118.8	93.6	78.8	49.8	23.8	16.8	6.5
1994	110.4	66.0	58.0	33.6	19.8	16.7	2.7
1995	120.0	87.0	71.6	40.8	38.7	13.0	6
1996	96.0	63.0	57.2	55.0	30.7	15.3	7.2
1997	84.0	52.8	44.0	35.6	31.8	19.3	6.7
1998	125.2	102.0	84.3	56.8	29.1	18.8	7.1
1999	118.8	117.6	78.4	49.6	43.6	33.2	-
2000	105.6	97.2	76.4	42.2	32.4	17.2	-
2001	120	119.4	114.8	58.6	40	22.9	-
2002	231.6	151.8	116	101.4	57.9	30.4	5.3
2003	118.8	117.0	82.0	78.2	62.8	22.0	5.7
2004	99.6	43.8	36.0	24.6	22.4	19.0	
2005	120.0	72.0	62.4	37.4	29.1	16.2	4.9
2006	117.6	94.8	75.2	58.2	50.9	11.4	
2007	115.2	82.8	76.0	60.4	37.9	17.0	2.3
2008	127.2	117.6	80.4	48.2	30.3	20.2	6.1

Tabla 32: Intensidades máximas anuales de precipitación para la estación Condega.
 Fuente: INETER. (2011). Intensidades de precipitación. Managua, Nicaragua.

Anexo 20: Intensidades máximas anuales para diferentes tiempos de duración, obtenidas del pluviógrafo y ordenadas en forma decreciente. (Aplicación del método de Gumbell).

Datos	Duración de lluvia						
n	5 min	10 min	15 min	30 min	60 min	120 min	360 min
1	231.6	151.8	132.0	102.0	64.6	33.2	11.8
2	159.6	150.0	116	101.4	62.8	32.8	11.6
3	156.0	136.8	114.8	83.8	57.9	30.4	10.7
4	148.8	119.4	109.6	79.2	57.7	29.4	7.8
5	132.0	117.6	99.6	78.2	50.9	24.2	7.6
6	127.2	117.6	84.3	60.4	48.2	24.1	7.2
7	125.2	117.0	83.2	60.2	48.2	23.6	7.1
8	120.0	111.6	82.0	58.6	43.6	22.9	6.7
9	120.0	108.0	80.4	58.2	43.2	22.0	6.5
10	120.0	106.8	79.2	58.0	43.0	22.0	6.1
11	120	102.0	78.8	56.8	40	20.2	6
12	118.8	102.0	78.4	55.0	38.7	19.3	5.7
13	118.8	97.2	76.4	51.6	37.9	19.0	5.7
14	118.8	94.8	76.0	49.8	36.0	18.8	5.3
15	118.8	93.6	75.2	49.6	32.4	17.2	4.9
16	117.6	91.8	74.8	48.2	31.8	17.0	4.6
17	117.6	87.0	72.0	46.0	30.7	16.8	3.7
18	116.4	82.8	71.6	45.2	30.3	16.7	3.4
19	115.2	79.2	70.4	42.2	29.1	16.2	2.7
20	111.6	72.0	62.4	40.8	29.1	15.3	2.3
21	110.4	69.6	59.2	37.4	23.8	13.0	1.3
22	105.6	66.0	58.0	35.6	23.4	12.7	-
23	99.6	63.0	57.2	35.2	22.4	11.9	-
24	96.0	58.8	44.0	33.6	20.9	11.9	-
25	84.0	52.8	43.6	29.4	19.8	11.4	-
26	84.0	43.8	36.0	24.6	17.8	2.5	-
Total Σ	3193.6	2493	2015.1	1421	984.2	504.5	128.7
Media \bar{X}	122.8	95.9	77.5	54.7	37.9	19.4	5.0
Des. Están δx	28.404	28.279	22.765	20.175	13.569	7.156	2.815
α	0.045	0.045	0.056	0.063	0.094	0.179	0.455
β	110.032	83.142	67.246	45.563	31.74	16.179	3.682

Tabla 33: Intensidades máximas anuales para diferentes tiempos de duración.

Fuente: Elaboración propia. (2012) Aplicación del Método Gumbell. Estelí, Nicaragua.

Anexo 21: Gráfico de Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF) de la estación metereológica de Condega, Esteli, Nicaragua

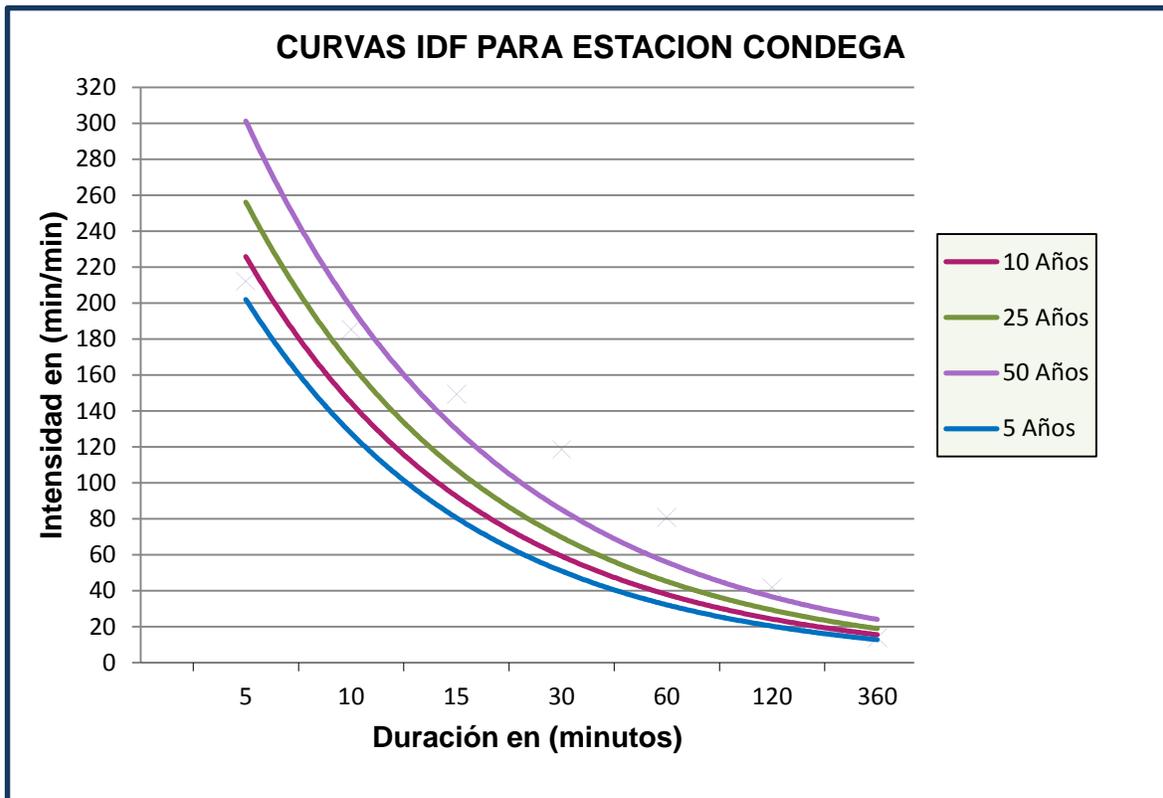


Figura 17: Curvas IDF
Fuente: Elaboración propia. (2012). Determinación de caudal de cuneta. Estelí, Nicaragua.

Anexo 22: Parámetros considerados para el cálculo hidráulico

Criterio	Norma Vigente según Reglamento de Drenaje Pluvial para el área del municipio de Managua	Criterio Propuesto
Periodo de retorno	Arto 31, capítulo V: 10 años para una colectora primaria de tránsito	10 años
Velocidad mínima y máxima	Acápitem 3.3 de Arto 3, capítulo I: La velocidad mínima será 0.75 m/seg. La velocidad máxima deberá ser 4 m/s. En casos especiales se permitirá velocidades hasta 5.00 m/s para PVC.	Mínima: 0.75 m/s. Máxima: 4.0 m/s.
Diámetro mínimo de tubería de conducción	Acápitem 3.3 de Arto 3, capítulo I: El diámetro mínimo permisible en tuberías pluvial, será de 15" pulgadas, siempre que se justifique a través de los criterios de diseño establecidos.	15 "
Diámetro de conexión tragante – pozo de visita pluvial PVP	La conexión entre tragantes y pozos de visita que podrá ser de 10" cuando se justifique a través de su cálculo correspondiente.	8 "
Profundidad o cobertura sobre la tubería	Acápitem 3.5 de Arto 3, capítulo I: vías de tránsito vehicular, profundidad mínima del alcantarillado pluvial, será de 1.00 m. sobre la corona. Se aceptarán profundidades máximas hasta de 5.00 metros siempre, que se provean las obras de defensa.	Para pozos Iniciales 1m, Resto: mayores de 1m.
Velocidad máxima para canales	Arto 4, capítulo I: No debe exceder los 7 m/seg.	No mayor a 7 m/s.
Ubicación de PVP	Acápitem 6.1 inciso a, de Arto 6, capítulo I Se colocarán pozos de visita pluvial (P.V.P) en todo cambio de alineación, pendiente, diámetro y elevación, también en los arranques y en las intersecciones con otras alcantarillas. Arto 2, capítulo 2: se ubicarán al centro de la vía.	PVP en cada cuadra al centro de la intercepción
Tensión tractiva mínima admisible		Para alcantarillado pluvial deberá ser mayor o igual a 1.5 Pa en todo el tramo
Tipo de Tubería		Tubería RIBLOC con n de Manning de 0.010
Aceleración de la Gravedad		9.81 m/ s ² .

Tabla 34: Parámetros considerados para el cálculo.

Fuente: Elaboración propia. (2012).Parámetros de Diseño. Estelí, Nicaragua.

Anexo 23: Descripción de columnas de la hoja de cálculo

◆ Determinación de Caudal de Cunetas

El desarrollo de los siguientes cálculos corresponde a la primera fila de la Tablas 5, 6, 7, donde se presenta un resumen final realizado por cada colector, mediante una Hoja de Cálculo en Microsoft Excel.

Columna 1: Identificación de colectores. Ver Hoja 3, juego de planos.

Columna 2: Área drenada

Columna 3: Longitud del tramo, en metros. Ver Hoja 3, juego de planos.

Columna 4: Altura máxima del terreno de escurrimiento, en metros.

Columna 5: Altura mínima del terreno de escurrimiento, en metros.

Columna 6: Pendiente del terreno

$$Sc = \frac{[4] - [5]}{[3]} * 100 = \%$$

$$Sc \text{ de PVP 0 - PVP1} = \frac{856.406\text{m} - 855.898\text{m}}{76.16\text{m}} * 100 = 0.70 \%$$

Columna 7: Uso del suelo del tramo

Us: 0.40

Columna 8: Tipo de suelo del tramo

Ts: 1.5

Columna 9: Pendiente del terreno del tramo, en %= [6]

Columna 10: Factor de la pendiente del terreno

Pt: 1

Columna 11: Coeficiente de Escorrentía, existen varios métodos y se calculó mediante el método Ruso.

C: [7] * [8] * [10]

Columna 12: Tiempo de concentración (tc), en minutos.

$$tc = 0.0041 \left(\frac{3.28 * [3]}{\sqrt{[6]}} \right)^{0.77} \quad tc = 0.0041 \left(\frac{3.28 * 76.16}{\sqrt{0.007}} \right)^{0.77} = 1.94 \text{ min}$$

Columna 13: Intensidad de diseño, corresponde al valor de intensidad en (mm/h), obtenido de la Grafica de Curva IDF (ver Anexo 21) cuyo valor obtenido resulta de interceptar el tiempo de concentración (tc), con la Frecuencia de diseño que para este proyecto se consideró de 10 años.

Columna 14: Caudal del tragante, producido según la Ecuación Racional

$$Q = 0.2778 * [2] * [11] * [13] = m^3/s$$

$$Q = 0.2778 * [0.00158] * [0.60] * [62.096] = 0.0164m^3/s$$

Se hizo sumatoria del Caudal que aporta cada una de las áreas tributarias que drenan al colector aferente.

◆ Diseño Hidráulico

Columna 15: Longitud entre colectores, en metros.

Columna 16: Altura máxima de la alcantarilla hasta el fondo, en metros.

Columna 17: Altura mínima de la alcantarilla hasta el fondo, en metros.

Columna 18: Pendiente (Sa) de la alcantarilla.

$$Sa = \frac{[16] - [17]}{[15]} * 100 = \%$$

$$Sa = \frac{[854.288] - [853.134]}{[95.63]} * 100 = 1.20 \%$$

Columna 19: Caudal de diseño = [14]

Columna 20: Diámetro calculado.

$$Dc = 1.548 * \left(\frac{n * [19]}{[18]^{1/2}} \right)^{3/8} = m$$

$$Dc = 1.548 * \left(\frac{0.01 * [0.086]}{[0.012]^{1/2}} \right)^{3/8} = 0.251m$$

Columna 21: Diámetro comercial, en pulgadas.

Columna 22: Caudal a tubo lleno.

$$Q_{II} = 0.312 \frac{[21]^{8/3} [18]^{1/2}}{n} = m^3/s$$

$$Q_{II} = 0.312 \frac{[0.254]^{8/3} [0.012]^{1/2}}{0.01} = 0.088 m^3/s$$

Columna 23: Velocidad a tubo lleno.

$$V_{II} = \frac{4 * [22]}{\pi * [21]^2} = m/s \quad V_{II} = \frac{4 * [0.088]}{\pi * [0.254]^2} = 1.745 m/s$$

Columna 24: Relación de caudal de diseño a caudal a tubo lleno, adimensional.

$$Q/Q_{II} = \frac{[19]}{[22]} \quad \frac{Q}{Q_{II}} = \frac{[0.086]}{[0.088]} = 0.97$$

Columna 25: Relación de velocidad real y la velocidad a tubo lleno, adimensional.

Encontrada en la Tabla 35

$$\frac{V}{V_{II}} = \frac{V}{V_{II}} = \text{Según Tabla } \frac{Q}{Q_{II}} \rightarrow 0.97 \rightarrow 1.038 \quad 1.038$$

Columna 26: Relación entre lámina de agua y diámetro de la tubería, adimensional. Encontrada en la Tabla 35.

$$\frac{d}{D} = \text{Según Tabla } \frac{Q}{Q_{II}} \rightarrow 0.97 \rightarrow \frac{d}{D} = 0.884$$

Columna 27: Velocidad real, en m/s.

$$V = [23] * [25] = m/s \quad V = [1.745] * [1.038] = 1.81 m/s$$

Columna 28: Altura de velocidad, en metros.

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{[27]^2}{2 * g} \quad \frac{V^2}{2g} = \frac{[1.81]^2}{2 * 9.81} = 0.17 m$$

Columna 29: Lámina o tirante de agua, en metros.

$$d = [21] * [26] = m \quad d = [0.254] * [0.884] = 0.225 m$$

Columna 30: H/D se encuentra en la Tabla 35 a partir de la Relación Q/Q_{II}

$$\frac{Q}{Q_{II}} = 0.97 \rightarrow \frac{H}{D} = 1.15$$

Columna 31: Profundidad Hidráulica o carga total, en metros.

$$H = [21] * [30] = m \quad H = [0.254] * [1.15] = 0.29 \text{ m}$$

Columna 32: Número de Froude

$$NF = \frac{[27]}{\sqrt{g * [31]}} = m \quad NF = \frac{[1.81]}{\sqrt{9.81 * [0.29]}} = 1.07 \text{ m}$$

Columna 33: Energía específica, en metros.

$$E = [28] + [29] = m \quad E = [0.17] + [0.225] = 0.39 \text{ m}$$

Columna 34: Radio Hidráulico

Columna 35: Tensión de arrastre

$$\tau = \rho * g * [18] * [34] = \text{Pa}$$
$$\tau = 1000 * 9.81 * [0.012] * [0.077] = 9.1 \text{ Pa}$$

◆ Características de los Pozos de Visita

Columna 36: Diámetro de entrada al pozo = Columna [18]

Columna 37: Diámetro del Pozo, seleccionado en la Tabla 36 de acuerdo al valor de la columna 36.

Columna 38: Relación del radio de curvatura con el diámetro de la tubería saliente.
Se adopta un diámetro de curvatura mínimo igual a la mitad del diámetro del pozo.

$$\frac{rc}{D} = \frac{[37]}{2} \quad \frac{rc}{D} = \frac{[1.20]}{2} = 0.60$$

Columna 39: Pérdidas por cambio de dirección ($K V^2/2g$), el valor de K se obtiene de la Tabla 36, en función de la relación rc/D (columna 32).

Columna 40: Pérdidas por la intersección.

$$\text{Como el } NF > 1 \rightarrow \text{Columna 32} = \text{columna 28} * 0.2.$$

Columna 41: Pérdidas totales en el régimen subcrítico.

$$\text{Perd} = [39] + [40] \quad \text{Perd} = 0.038 + 0.033 = 0.07$$

Columna 42: Diámetro de salida

$$Ds = [39] * 2 + [36] \quad Ds = [0.038] * 2 + [10] = 10 \text{ plg}$$

Columna 43: Relación entre el diámetro del pozo y el diámetro de la tubería saliente.

$$\frac{D_p}{D_s} = \frac{[42]}{[37]} \quad \frac{D_p}{D_s} = \frac{[1.20]}{[0.256]} = 4.69$$

Columna 44: Relación de tipo de entrada.

$$0.319 * \frac{[19]}{[42]^{2.5}} \quad 0.319 * \frac{[0.086]}{[0.256]^{2.5}} = 0.829$$

Columna 45: Coeficiente K. A partir del valor obtenido en la columna 38 y ubicado en la Tabla 36.

Columna 46: Término $H_w/D*K$, encontrado a partir de la columna [44] relación del tipo de entrada, multiplicado por coeficiente K de la columna [45].

Columna 47: Caída necesaria para el empate por la línea de energía, corresponde a la distancia entre el eje del colector principal entrante y la batea del colector saliente.

$$H_w = [42] * [46] \quad H_w = [0.256] * [2.417] = 0.618$$

Columna 48: Cota rasante en el pozo inicial y final.

Columna 49: Cota de clave, elevación a la profundidad del tubo.

En el pozo inicial = columna [16] y en el pozo final = columna [17]

Columna 50: Cota de batea, elevación al invert o profundidad en la base del tubo, columna [49] menos la columna [21] en metros.

Columna 51: Cota de energía en los pozos inicial y final, columna [50] más la columna [33].

Columna 52: Profundidad a la clave de las tuberías, columna [48] menos la columna [49].

Anexo 24: Tabla de Relaciones Hidráulicas para conductos circulares

Q/Qo	Rel. V/Vo	Rel. d/D	Rel. R/Ro	Rel. H/D	Q/Qo	Rel. V/Vo	Rel. d/D	Rel. R/Ro	Rel. H/D
0.00	0.000	0.000	0.000		0.29	0.645	0.417	0.886	0.314
0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	0.30	0.729	0.424	0.896	0.321
0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	0.31	0.732	0.431	0.907	0.328
0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.32	0.740	0.439	0.919	0.334
0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	0.33	0.750	0.447	0.931	0.341
0.05	0.453	0.182	0.449	0.116	0.34	0.755	0.452	0.938	0.348
0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.35	0.760	0.460	0.950	0.354
0.07	0.492	0.210	0.510	0.140	0.36	0.768	0.468	0.962	0.361
0.08	0.505	0.220	0.530	0.151	0.37	0.776	0.476	0.974	0.368
0.09	0.520	0.232	0.554	0.161	0.38	0.781	0.482	0.983	0.374
0.10	0.540	0.248	0.586	0.170	0.39	0.787	0.488	0.992	0.381
0.11	0.553	0.258	0.606	0.179	0.40	0.796	0.498	1.007	0.388
0.12	0.570	0.270	0.630	0.188	0.41	0.802	0.504	1.014	0.395
0.13	0.580	0.280	0.650	0.197	0.42	0.806	0.510	1.021	0.402
0.14	0.590	0.289	0.668	0.205	0.43	0.810	0.516	1.028	0.408
0.15	0.600	0.298	0.686	0.213	0.44	0.816	0.523	1.035	0.415
0.16	0.613	0.308	0.704	0.221	0.45	0.822	0.530	1.043	0.422
0.17	0.624	0.315	0.716	0.229	0.46	0.830	0.536	1.050	0.429
0.18	0.634	0.323	0.729	0.236	0.47	0.834	0.542	1.056	0.436
0.19	0.645	0.334	0.748	0.244	0.48	0.840	0.550	1.065	0.443
0.20	0.540	0.346	0.768	0.251	0.49	0.845	0.557	1.073	0.450
0.21	0.553	0.353	0.780	0.258	0.50	0.850	0.563	1.079	0.458
0.22	0.570	0.362	0.795	0.266	0.51	0.855	0.570	1.087	0.465
0.23	0.580	0.370	0.809	0.273	0.52	0.860	0.576	1.094	0.472
0.24	0.590	0.379	0.824	0.280	0.53	0.865	0.582	1.100	0.479
0.25	0.600	0.386	0.836	0.287	0.54	0.870	0.588	1.107	0.487
0.26	0.613	0.393	0.848	0.294	0.55	0.875	0.594	1.113	0.494
0.27	0.624	0.400	0.860	0.300	0.56	0.880	0.601	1.121	0.502
0.28	0.634	0.409	0.874	0.307	0.57	0.885	0.608	1.125	0.510

Q/Qo	Rel.	Rel.	Rel.	Rel.	Q/Qo	Rel.	Rel.	Rel.	Rel.
	V/Vo	d/D	R/Ro	H/D		V/Vo	d/D	R/Ro	H/D
0.58	0.890	0.615	1.129	0.518	0.87	1.007	0.804	1.219	0.852
0.59	0.895	0.620	1.132	0.526	0.88	1.011	0.813	1.215	0.871
0.60	0.900	0.626	0.136	0.534	0.89	1.015	0.820	1.214	0.892
0.61	0.903	0.632	1.139	0.542	0.90	1.018	0.826	1.212	0.915
0.62	0.908	0.639	1.143	0.550	0.91	1.021	0.835	1.210	0.940
0.63	0.913	0.645	1.147	0.559	0.92	1.024	0.843	1.207	0.966
0.64	0.918	0.651	1.151	0.568	0.93	1.027	0.852	1.204	0.995
0.65	0.922	0.658	1.155	0.576	0.94	1.030	0.860	1.202	1.027
0.66	0.927	0.666	1.160	0.585	0.95	1.033	0.868	1.200	1.063
0.67	0.931	0.672	1.163	0.595	0.96	1.036	0.876	1.197	1.103
0.68	0.936	0.678	1.167	0.604	0.97	1.038	0.884	1.195	1.149
0.69	0.941	0.686	1.172	0.614	0.98	1.039	0.892	1.192	1.202
0.70	0.945	0.692	1.175	0.623	0.99	1.040	0.900	1.190	1.265
0.71	0.951	0.699	1.179	0.633	1.00	1.041	0.914	1.172	1.344
0.72	0.955	0.705	1.182	0.644	1.01	1.042	0.920	1.164	1.445
0.73	0.958	0.710	1.184	0.654	1.02	1.042	0.931	1.150	1.584
0.74	0.961	0.719	1.188	0.665	1.03	1.042	0.942	1.136	
0.75	0.965	0.724	1.190	0.677	1.04	0.000	0.000	0.000	
0.76	0.969	0.732	1.193	0.688	1.05	0.000	0.000	0.000	
0.77	0.972	0.738	1.195	0.700	1.06	0.000	0.000	0.000	
0.78	0.975	0.743	1.197	0.713	1.07	0.000	0.000	0.000	
0.79	0.980	0.750	1.200	0.725	1.08	0.000	0.000	0.000	
0.80	0.984	0.756	1.202	0.739	1.09	0.000	0.000	0.000	
0.81	0.987	0.763	1.205	0.753					
0.82	0.990	0.770	1.208	0.767					
0.83	0.993	0.778	1.211	0.783					
0.84	0.997	0.785	1.214	0.798					
0.85	1.001	0.791	1.216	0.815					
0.86	1.005	0.798	1.219	0.833					

Tabla 35: Tabla de relaciones para conductos circulares.

Fuente: Relaciones Hidráulicas para conductos circulares. López Cualla. R. (1999). *Diseño de acueductos y alcantarillados. : Alcantarillado Pluvial. (2ª Edición).*México, D.F: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.de C.V

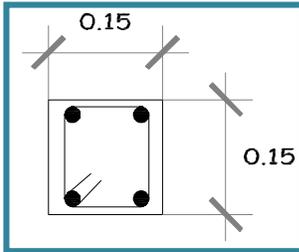
Anexo 25: Diámetros de pozos, coeficiente K y valores para el cálculo de pérdidas

Diámetro de Pozo de acuerdo Ø del colector de salida en pulg.		Para calcular pérdidas a partir del tipo de flujo		
Diámetro del colector de salida	Diámetro del pozo	Régimen	rc/D	ΔH_c
pulg	m			
8	1.20	Subcrítico:	3.0	0.05 $V^2/2g$
24	1.20		1.5	0.20 $V^2/2g$
27	1.50		1.0	0.40 $V^2/2g$
30	1.50	Supercrítico:	6.0	0.40 $V^2/2g$
33	1.80		8.0	0.20 $V^2/2g$
36	1.80		10.0	0.05 $V^2/2g$

Valor de K a partir la relación Ø de pozo/Ø tubería saliente	
D_p/D_s	K
2	1.2
1.6	1.3
1.3	1.4
1.2	1.5

Tabla 36: Diámetros de pozos, coeficiente K y valores para el cálculo de pérdidas.
 Fuente: López Cualla. R. (1999). *Diseño de acueductos y alcantarillados: Alcantarillado Pluvial*. (2ª Edición). México, D.F: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.de C.V.

Anexo 26: Memoria de cálculo de caja
Vigas y columnas (0.15m x 0.15 m)



$F'c = 3,000 \text{ PSI}$	$b = 6 \text{ pulg}$	$R = 635.4 \text{ lb/ pulg}^2$
$Fy = 40,000 \text{ PSI}$	$d' = 1.5 \text{ pulg}$	$\phi Mn \geq Mu \text{ ok!}$
$\rho \rightarrow 0.0186$	$d = 4.5 \text{ pulg}$	
$\phi = 0.90$	$Ab \# 3 = 0.1104 \text{ plg}^2$	

Figura 18: Viga de caja

$$As = \rho * b * d = (0.0186) * (6 \text{ pulg}) * (4.5 \text{ pulg}) = 0.502 \text{ plg}^2$$

$$a: (As * Fy) / (0.85 * F'c * b) = (0.502 \text{ plg}^2 * 40,000 \text{ lb/ plg}^2) / (0.85 * 3,000 \text{ lb/ pulg}^2 * 6 \text{ pulg}) = 1.312 \text{ plg}$$

$$Mu = As * Fy * (d - a/2) = 0.502 \text{ pulg}^2 * 40,000 \text{ lb/ pulg}^2 * (4.5 \text{ pulg} - (1.312 \text{ pulg}) / 2) = 77,187.52 \text{ lb*pulg}$$

$$Mn1 = R * b * d^2 = 635.4 \text{ lb/ pulg}^2 * 6 \text{ pulg} * (4.5 \text{ pulg})^2 = 77,201.10 \text{ lb*pulg}$$

$$\phi Mn1 = 69,480.99 \text{ lb*pulg}$$

$\phi Mn > Mu$ No cumple es necesario reforzar la zona de compresión.

$$Mn2 = (77,187.52 \text{ lb*pulg}) / 0.9 - (77,201.10 \text{ lb*pulg}) = 8,562.811 \text{ lb*pulg}$$

$$Mn = Mn1 + Mn2 = 85,763.911 \text{ lb*pulg} \quad \phi Mn = 77,187.52 \text{ lb*pulg}$$

$$\phi Mn \geq Mu \quad \text{ok!}$$

$$As = \rho * b * d = (0.0186) * (6 \text{ pulg}) * (4.5 \text{ pulg}) = 0.502 \text{ pulg}^2$$

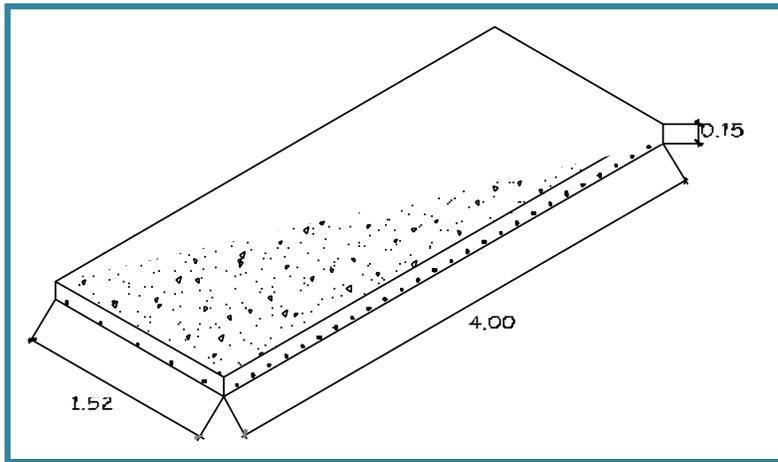
$N_{\text{e varilla}} = As / Ab = 0.502 \text{ pulg}^2 / 0.1104 \text{ pulg}^2 = 4.5 = 4$ varillas distribuidas 2 arriba en la zona de compresión y 2 en la zona de tensión.

Separación de varilla

$$S = b / N_{\text{e varilla}} = 6 \text{ pulg} / 2 = 3 \text{ pulg} > 1 \text{ pulg} \quad \text{ok!}$$

En total se requiere de 6 vigas con estas características

Losa (15 cm de espesor) para tramos de 4m x 1.54 m



$b = 1 \text{ pie} = 12 \text{ pulg}$ (Ancho unitario)

$L = 4 \text{ m} = 13.333 \text{ pie}$

$d = 5 \text{ pulg}$ (Peralte)

$d' = 1 \text{ pulg}$

(Recubrimiento)

$Ab \# 3 = 0.1104 \text{ pulg}^2$

Figura 19: Viga de caja

$CV = 10.061 \text{ lb / pie}$ (considerando el peso de un vehículo T3)

$CM = \text{Peso propio} = \gamma * b * h = 150 \text{ lb/ pulg}^3 * 1 \text{ pie} * (6 \text{ pulg/ } 12 \text{ pulg/pie})$

$CM = 75 \text{ lb/ pie}$

$W = 1.2 CM + 1.6 CV = 1.2 (75 \text{ lb/ pie}) + 1.6 (10.061 \text{ lb / pie}) = 106.098 \text{ lb/ pie}$

$M = (W * L^2) / 8 = (106.098 \text{ lb/ pie} * 13.333 \text{ pie}^2) / 8 = 2, 357.615 \text{ lb.pie}$

$M = 28, 291.38 \text{ lb.pulg}$

Área de acero para refuerzo Principal y Secundario

$As = M / (Fy * 0.9 * d) = 28, 291.38 \text{ lb.pulg} / (40,000 \text{ lb/ pulg}^2 * 0.9 * 5 \text{ pulg})$

$As = 0.157 \text{ plg}^2$

Cantidad de varillas

$N_{\text{e Varillas}} = As / Ab = 0.157 \text{ pulg}^2 / 0.1104 \text{ pulg}^2 = 1.42 = 2 \text{ varillas } \# 3$

Espaciamiento

$S = b / (N_{\text{e Varillas}} - 1) = 12 \text{ pulg} / (2) = 6 \text{ pulg}$

Ref. #3 @ 0.15 m en ambas direcciones.

Anexo 27: Estado y Material de rodamiento de las vías de la ciudad de Estelí

Tabla No.17 "Estado y material de rodamiento de las vías en Km."

Estado físico	Material de rodamiento						Total	
	Asfalto		Adoquín		Macadán		Km.	%
	Km.	%	Km.	%	Km.	%		
Bueno	5.9	47.6	28.56	90.8	-		34.46	20.3
Regular	5.6	45.2	1.73	5.5	126.0	100.0	133.33	78.5
Malo	0.9	7.2	1.15	3.7			2.05	1.2
Total	12.4	100.0	31.44	100	126.0		169.84	100.0

Fuente: Elaboración en base a información del Departamento de Catastro-AME. 2004

Figura 20: Estado y Material de rodamiento de las vías de la ciudad de Estelí.

Fuente: Elaboración en base a información del Departamento de Catastro-AME. 2004, comuna municipal de Estelí

Anexo 28: Barrios y asentamientos del área urbana de Estelí por distritos

DISTRITO I (barrios 23)			
Boris Vega	Alfredo Lazo	Justo Flores	William Fonseca
Juan Alberto Blandón	Héroes y Mártires	El Calvario	El Paraíso
Juno Rodríguez	Filemón Rivera	Miguel Alonso	Omar Torrijos
Osoar Benavides	Linda Vista	Igor Ubeda	Rene Barrantes
Virginia Quintero	Milenia Hernández	Hermanos Cárcamo	Elias Moncada
Orlando Ochoa	Paula Ubeda	Jaime Ubeda	-
DISTRITO II (barrios 15)			
Camilo Segundo	Juana Elena Mendoza	Boanerges López	José Santos Zelaya
Aristeo Benavides	Centenario	Primero de Mayo	Los Ángeles
Osoar Turcios	Michiguiste	José Benito Escobar	Sandino
Villa Esperanza	Santo Domingo	Ronaldo Araúz	
DISTRITO III (barrios 21)			
16 de Julio	Arlen Siu	Carlos Núñez	Dios Proveerá
Aldeas Meaux	Esteli Heroico	Noel Gámez	Belén
Osoar Arnulfo R.	El Rosario	El Jazmín	Ma. Elena Cuadra
14 de Abril	La Comuna	Panamá Soberana	La Unión
Osoar Gámez Nº 2	29 de Octubre	Nuevo Amanecer (La Porra)	Leonel Rugama
Osoar Gámez Nº 1			
PERIMETRO URBANO(*) (15 asentamientos)			
San Antonio	La Limonosa	Facundo Picado	Las Lajas
La Laguneta	Las Quistillas	El Limón	Las Limas
La Thompson	San Raimon	Mata de Palo	La Joya
Villa Vieja	santa Rita	Las Calabazas	

Fuente: Caracterización Municipal, ESTELÍ. 2 000; Dirección de Planificación Urbana, 2 004

Figura 21: Barrios y asentamientos del área urbana de Estelí por distritos
Fuente: Caracterización municipal. Estelí (2000), Dirección de Planificación Urbana.

Anexo 29: Caracterización del Drenaje Pluvial Existente de la Ciudad de Estelí

“La ciudad de Estelí es atravesada por los siguientes afluentes fluviales: el río Estelí, quebrada El Zapote y el zanjón de Los Cedros (estas dos quebradas son afluentes de tercer orden del río Estelí). El río Estelí, también funciona como drenaje principal de toda la cuenca del Valle Estelí; logrando infiltrar cierta cantidad de agua en los acuíferos subterráneos, que se presentan en las depresiones (valles) adyacentes a esta fuente fluvial, la otra parte del agua superficial, la que por una u otra forma no pasa a formar parte en la masa de agua subterránea, es drenada por este río, hacia el afluente fluvial de primer orden, como lo es el río Coco. El drenaje de las aguas meteóricas en la ciudad se da en sentido Este, hacia la zona baja y el cauce receptor de ellas es el zanjón de Los Cedros. Ello hace que los barrios ubicados en esta zona estén propensos a inundarse por la influencia topográfica del terreno que presentan pendientes del 0-2%.

En la zona central de la ciudad una parte de las aguas pluviales drena hacia la quebrada El Zapote, otra drena hacia el río Estelí y el zanjón de Los Cedros. En la zona alta el drenaje pluvial es hacia la quebrada El Zapote. En la denominada zona baja de la ciudad la presencia de drenaje pluvial es mínima, con un solo cauce que divide el barrio José Benito Escobar y los asentamientos de los retirados del Ejército Nacional, además de varias canaletas ubicadas en algunos tramos de vías del barrio José Benito Escobar.

La ciudad cuenta con una red de drenaje superficial de 2,225 mt entre cunetas, canales pequeños revestidos y cauces que funcionan en su mayoría a su mínima capacidad. De ellos 600 son tuberías de 457 mm., 900 tuberías de 304.8 mm. y 725 de diámetro desconocido. Posee además 42 tragantes de 60 x 40 cm. Los canales existentes no cubren la demanda de drenaje principalmente en las partes bajas aglomerando una considerable cantidad de basura y desechos que son arrastrados por la corriente y que causan el embotellamiento en estas partes. En los lugares en los que el drenaje es abierto por canales cuando converge con el sistema cerrado por tubería, la boca de esa tubería no es suficiente por lo que el agua busca un escape hacia las calles y partes bajas. Esta situación se observa en la ESSO y Shell en la carretera Panamericana. Ello también se observa en las esquinas de la NISSAN y alrededores en donde los hundimientos no permiten que el agua circule.”

Fuente: Alcaldía Municipio de Estelí. (2005). *Plan de desarrollo urbano 2005 – 2015 Estelí*. Estelí, Nicaragua: Ficha municipal.

Anexo 30: Diferentes fórmulas para calcular el Tiempo de Concentración

Método y fecha	Fórmula para t_c (min)	Observaciones
Kirpich (1940)	$t_c = 0.0078L^{0.77}S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, pies S = pendiente promedio de la cuenca, pies/pie</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales en Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 60(11.9L^3/H)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, mi H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, pies</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California (U. S. Bureau of Reclamation, 1973, pp. 67-71).
Izzard (1946)	$t_c = \frac{41.025(0.0007i + c)L^{0.33}}{S^{0.333}i^{0.667}}$ <p>i = intensidad de lluvia, pulg/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, pies S = pendiente de la trayectoria de flujo, pies/pie</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 500 .
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 1.8(1.1 - C)L^{0.50}/S^{0.333}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional L = longitud del flujo superficial, pies S = pendiente de la superficie, %</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

Figura 22: Diferentes Fórmulas para el cálculo del Tiempo de Concentración

Fuente: Ven Te Chow, Hidrología para Ingenieros (2000).