UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Jordana Lorena Travers Rizo

Br. Jourlen Josué López Espinoza

Br. Wilber Alexander Jiménez Gómez

Tutor

M.Sc. Ing. Mario Francisco Castellón Zelaya

Managua, Octubre de 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE TECONOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE

Managua, 04 de octubre de 2016

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba

Decano FTC

Su despacho.

Estimado Dr. Gutiérrez.

A través de la presente hago de su conocimiento que he dado seguimiento y revisado el trabajo de monografía titulado **"Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Matiguás, departamento de Matagalpa"** realizado por los bachilleres **Jordana Lorena Travers Rizo, Jourlen Josué López Espinoza y Wilber Alexander Jiménez Gómez.** Considero que el trabajo cumple con todos los requisitos para ser sometido a la evaluación de parte del tribunal que usted designe.

Si más que agregar, me despido.

M. Sc. Ing. Mario Francisco Castellón Zelaya

Docente Depto. Hidráulica y Medio Ambiente

Cc. Ing. Lino Aranda Salmerón – Jefe Dpto. Hidráulica y M.A.

Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

Líder en Ciencia y Tecnología

DEC-FTC-REF-No.1047
Managua, septiembre 30 del 2015

Bachilleres
JORDANA LORENA TRAVERS RIZO
JOURLEN JOSUE LOPEZ ESPINOZA
WILBER ALEXANDER JIMENEZ GOMEZ
Presente

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema Monográfico titulado "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUAS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA". ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el Ing. MARIO FRANCISCO CASTELLON ZELAYA, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el 30 de marzo del 2016.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción
MANAGUA, NICARAGUA

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo
DIOGS*mary

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

Líder en Ciencia y Tecnología

DEC.FTC.REF No. 071
Managua, 11 Abril del 2016.

Bachilleres
JORDANA LORENA TRAVERS RIZO
JOURLEN JOSUE LÓPEZ ESPINOZA
WILBER ALEXANDER JIMENEZ GÓMEZ
Presente

Estimados Bachilleres:

En atención a su carta de solicitud de **PRORROGA**, para finalizar su trabajo De **Monografía** titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUAS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA".** Esta Decanatura aprueba la misma considerando los problemas planteados en su comunicación.

Deberán presentar concluido su documento debidamente revisado por el tutor guía **el 11 de Julio del 2016.**

Esperando de ustedes puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción
DECANO
MANAGUA, NICARAGUA

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Tutor
Archivo-Consecutivo

AGRADECIMIENTO

Ante todo agradecemos primeramente a Dios, por habernos dado vida, fortaleza, salud, paciencia y sabiduría.

A nuestros padres y familiares por todo el apoyo moral, espiritual y económico que nos brindaron.

A nuestro tutor, M.Sc. Ing. Mario Francisco Castellón Zelaya, por el tiempo invertido, su persistencia, paciencia y motivación que nos brindó en el desarrollo del trabajo monográfico.

Al Arq. Guillermo González Obando, por el apoyo brindado durante el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Bismarck Castillo por su apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

A la Alcaldía de Matiguás por haber colaborado con la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra manera nos brindaron su apoyo en la realización de este trabajo, especialmente a todos los maestros que se esforzaron por darnos lo mejor de sus enseñanzas.

DEDICATORIAS

A Dios como ser supremo y creador por brindarme la sabiduría. A mis padres Sra. Elga Betania Espinoza Quintanilla y Sr. Omar López, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional; por brindarme la confianza, consejos, la oportunidad y los recursos para lograrlo, su paciencia y comprensión. Y por último a mis compañeros de monografía con los que compartimos todos estos años juntos.

Br. Jourlen Josué López Espinoza

A Dios por brindarme sabiduría y fortaleza guiándome en todo momento, por haberme permitirme llegar hasta esta etapa y alcanzar un sueño más. A mi madre Sra. María Cruz Gómez Lira, mi hermana Meyling Jiménez, así como también su esposo Francisco Hernández, quienes me han guiado y han puesto en mí su entera confianza para poder alcanzar este logro tan importante en mi vida.

Porque tú, oh señor Jehová,
eres mi esperanza, seguridad
mía desde mi juventud.
Salmos 71:5

Br. Wilber Alexander Jiménez Gómez

Dedico este gran esfuerzo primeramente a Dios por su infinita protección y guía, por permitirme llegar hasta este punto de mi carrera profesional, por darme una familia unida con la que siempre he podido contar. La dedico a mis padres Víctor Hugo Travers y Martha Lorena Rizo por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi formación, tanto académica, como personal; por enseñarme que todas las cosas hay que valorarlas, trabajarlas y luchar para lograr los objetivos; por su incondicional apoyo a través del tiempo.

A mi mamita que desde el cielo me cuida; sé que estará orgullosa de mi por este gran logro. A mis hermanos y a mi tía, ya que son una parte muy importante en mi vida. También a mis amigos que me acompañaron a lo largo de este proceso y a todos aquellos que indirectamente me ayudaron a que esto fuera una realidad.

Br. Jordana Lorena Travers Rizo

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento monográfico muestra el *diseño de la red de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Matiguás, departamento de Matagalpa*.

Se presenta una visión general de la importancia del alcantarillado sanitario en el municipio de Matiguás y las razones fundamentales que impulsaron la necesidad de contar con el diseño de dicho sistema, entre las cuales están: la contaminación del rio que atraviesa la ciudad y el aumento de la incidencia de enfermedades.

A continuación se realiza una descripción física, social y económica del municipio, incluyendo en ella temas de importancia específica como topografía, suelo, población, entre otras.

El diseño se apoya en las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales formulado por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA) así como en las guías formuladas por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

Se determinó la población actual del municipio en base a censo poblacional 2005[1], la cual es de 11,687 habitantes para el año 2016. Se proyectó con una tasa de crecimiento de 2.5%[2] para un periodo de diseño de 20 años, obteniendo una población de diseño de 19,152 habitantes para el año 2036.

El sistema de alcantarillado será de tipo convencional. De acuerdo a la topografía del terreno facilitada por el departamento de catastro de la Alcaldía Municipal las aguas residuales drenarán por gravedad en su totalidad y se tendrá una cobertura del 100%.

La red de alcantarillado sanitario del municipio está compuesta por un total de 407 pozos, de los cuales 115 corresponde a cabeceros y 211 pozos con caída. La

[1] Cifras oficiales censos nacionales, 2005 – INIDE.
[2] Tasa de crecimiento INAA – Cap. II

instalación consta de 28,408.24 m de tubería de PVC-SDR 41 con diámetros que varían desde 4 hasta 14 pulgadas.

El tratamiento preliminar está compuesto por un canal de entrada, una rejilla de limpieza manual, dos desarenadores y una canaleta Parshall para la medición de caudales. Para el sistema de tratamiento de las aguas residuales se analizaron 2 alternativas con el fin de hacer comparaciones técnicas y económicas entre ellas.

La suma de todos estos componentes de la alternativa seleccionada conllevó a un costo de inversión directo del proyecto de C$ 89, 175,669.30, seleccionándose como la alternativa más viable desde el punto de vista técnico-económico y de mejor adaptación a las características propias del lugar, la Alternativa 2 que corresponde a tanque Imhoff + laguna facultativa + laguna aeróbica, ya que significa una menor inversión y mejor adaptación ambiental.

La planta está propuesta a construirse en la finca del señor Leoncio Vega. Las aguas una vez tratadas serán vertidas en el Río Matiguás.

ACRÓNIMOS

AMUPNOR: Asociación de Municipios Productivos del Norte

CARE – PALESA: Cooperativa de Ayuda Remesas Exteriores – Proyecto de Agua, Letrinas y Educación en Salud

CAPS: Comité de Agua Potable y Saneamiento

DODT: Departamento de Ordenamiento y Desarrollo Territorial

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado

MINED: Ministerio de Educación y Deporte

MINSA: Ministerio de Salud

NTON: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense

PTAS: Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

PIA: Programa de Inversión Anual

STAR: Sistema de tratamiento de aguas residuales

UMAS: Unidad Municipal de Agua y Saneamiento

CIEMA: Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente

ÍNDICE

CAPITULO I. GENERALIDADES 1
1.1 Introducción 1
1.2 Antecedentes 2
1.3 Justificación 3
1.4 Objetivos 5
1.4.1 Objetivo general 5
1.4.2 Objetivos específicos 5
CAPITULO II. INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO 6
2.1 Descripción del sitio de estudio 6
2.2 Macro y micro localización del área de estudio 6
2.3 Organización territorial 7
2.4 Reseña histórica 8
2.5 Población 8
2.6 Características físicas y naturales de Matiguás 9
2.6.1 Clima 9
2.6.2 Temperatura 10
2.6.3 Precipitación 10
2.6.4 Hidrografía 10
2.6.5 Topografía y relieve 11
2.6.6 Geología 12
2.6.7 Suelos 12
2.6.8 Uso de suelos 12
2.6.9 Medio biológico 13
2.7 Riesgos naturales 14
2.7.1 Registros de desastres naturales 14
2.7.2 Sismicidad 14
2.8 Infraestructura social 15
2.8.1 Servicios básicos 15
2.8.2 Servicios municipales 16
2.8.3 Equipamiento socio cultural 17
2.8.4 Equipamiento social 17
2.8.5 Tipología de viviendas 19

CAPITULO III: MARCO TEORICO 20
3.1 Sistema de alcantarillado sanitario 20
3.1.1 Definición 20
3.1.2 Tipos de sistema de alcantarillado 20
3.1.3 Componentes de la red de recolección 20
3.2 Periodo de diseño 21
3.3 Proyección de la población 21
3.3.1 Tasa de crecimiento geométrico 22
3.4 Cantidades de aguas residuales 22
3.4.1 Dotación 22
3.4.2 Consumo doméstico 22
3.4.3 Gasto de infiltración (Qinf) 22
3.4.4 Gasto medio (Qm) 23
3.4.5 Gasto mínimo de aguas residuales (Qmín) 23
3.4.6 Gasto máximo de aguas residuales (Qmáx) 23
3.4.7 Gasto de diseño (Qd) 23
3.5 Hidráulica de las alcantarillas 23
3.5.1 Fórmula y coeficiente de rugosidad 23
3.5.2 Diámetro mínimo 23
3.5.3 Pérdida de carga adicional 23
3.5.4 Cambio de diámetro 24
3.5.5 Ángulos entre tuberías 24
3.5.6 Cobertura sobre tuberías 24
3.5.7 Velocidades mínimas y máximas 24
3.5.8 Pendiente longitudinal mínima y máxima 24
3.5.9 Tirante 24
3.6 Definición, tipos y características de las aguas residuales 24
3.6.1 Definición 24
3.6.2 Tipos de aguas residuales 25
3.6.3 Características físicas 26
3.6.4 Características químicas 27
3.6.5 Características biológicas 28
3.7 Sistemas de tratamiento 29

3.7.1 Objetivos del sistema de tratamiento 29
3.7.2 Parámetros de selección del sistema de tratamiento 30
3.7.3 Tipos de tratamientos 30
3.7.4 Disposición de las aguas tratadas 35
3.8 Criterios de diseño 37
3.8.1 Trazado de la red 37
3.8.2 Periodo de diseño 39
3.8.3 Proyección de población 39
3.8.4 Cantidades de aguas residuales 39
3.8.5 Hidráulicas de las alcantarillas 40
3.8.6 Sistema de tratamiento 43
3.9 Análisis de costos 45
3.9.1 Costos de construcción 45
3.9.2 Costos de mantenimiento y operación 45
CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO 46
4.1 Estudios preliminares 46
4.1.1 Recopilación de información 46
4.1.2 Reconocimiento de la zona 46
4.2 Levantamiento topográfico 46
4.2.1 Estudios geotécnicos 47
4.3 Diseño del sistema de recolección 48
4.3.1 Trazado de la red 48
4.3.2 Áreas tributarias 48
4.3.3 Localización de la red y numeración de pozos de visitas 48
4.4 Estudio de población 48
4.4.1 Población de diseño 49
4.5 Cantidades de aguas residuales 50
4.5.1 Gasto de infiltración 50
4.5.2 Gasto medio de aguas residuales 50
4.5.3 Gasto máximo y mínimo 50
4.5.4 Estimación del caudal de diseño 51
4.6 Análisis hidráulico 51
4.6.1 Diámetro 52

4.6.2 Pendiente mínima y máxima 52
4.6.3 Relaciones de sección parcialmente llena 52
4.6.4 Tensión de arrastre 52
4.6.5 Pérdida de carga 53
4.7 Calidad de las aguas servidas 53
4.7.1 Diseño de alternativas de sistemas de tratamiento de aguas residuales 53
4.7.2 Tratamiento primario 59
4.7.3 Tratamiento secundario 67
4.8 Comparación de alternativas de tratamiento 72
4.9 Estimación de costos 74
CAPITULO V: RESULTADOS 75
5.1 Periodo de diseño 75
5.2 Población de diseño 75
5.2.1 Método de proyección geométrica 75
5.3 Dotación 75
5.4 Estimación de caudales 75
5.5 Red de alcantarillado sanitario 76
5.5.1 Hidráulica de las alcantarillas 76
5.5.2 Topografía 76
5.6 Sistema de Tratamiento 78
5.6.1 Selección de alternativa 78
5.7 Tratamiento seleccionado 80
5.7.1 Tratamiento preliminar 80
5.7.2 Tratamiento primario 81
5.7.3 Tratamiento secundario 81
5.7.4 Tratamiento terciario 81
5.8 Costos del proyecto 81
5.8.1 Red de alcantarillado 81
5.8.2 Tratamientos preliminares 81
5.8.3 Alternativa 1 82
5.8.4 Alternativa 2 83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85
6.1 Conclusiones 85

6.2 Recomendaciones 85
BIBLIOGRAFIA 86
Anexo I
Estudio de suelo 87
Anexo II
Estimación del caudal de diseño 90
Anexo III
Hidráulica de las alcantarillas 106
Anexo IV
Cálculos topográficos 126
Anexo V
Alternativas de tratamientos 145
Anexo VI
Estimación de costos 175
Anexo VII
Especificaciones técnicas 233
Anexo VIII
Manual de operaciones y mantenimiento 251
Anexo IX
Planos 278

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.- Estancamiento de agua 4
Imagen 2.- Macro y micro localización 6
Imagen 3.- Calle principal con pendiente predominante 11
Imagen 4.- Distribución porcentual del uso de suelo en Matiguás 13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Comarcas del municipio de Matiguás. 7

Tabla 2.- Barrios del casco urbano 7

Tabla 3.- Barrios del área Sub Urbana....8

Tabla 4.- Población municipal proyectada al año 2014 9

Tabla 5.- Población urbana y rural....9

Tabla 6.- Distribución hidrográfica de Matiguás. 10

Tabla 7.- Ubicación de puestos de salud – Matiguás....19

Tabla 8.- Clasificación de los sólidos totales....27

Tabla 9.- Parámetros de calidad de vertidos líquidos 36

Tabla 10.- Distancia máxima entre pozos....38

Tabla 11.- Periodos de diseño para los diferentes tipos de estructura de la red de alcantarillado sanitario. 39

Tabla 12.- Dotaciones de agua 40

Tabla 13.- Valores del coeficiente de rugosidad "n" de Manning para las tuberías de uso más corriente 41

Tabla 14.- Contribuciones especiales de caudal 51

Tabla 15.- Alternativas de sistemas de tratamiento aguas residuales 54

Tabla 16.- Comparación y evaluación de alternativas por tipo de sistemas de tratamiento ..73

Tabla 17.- Población proyectada 75

Tabla 18.- Distribuciones de Diámetros de la Red 76

Tabla 19.- Resumen de las características principales de la red propuesta....76

Tabla 20.- Características topográficas de pozos....77

Tabla 21.- Comparación de las Alternativas 78

Tabla 22.- Comparación y evaluación de alternativas por tipo de sistemas de tratamiento ..79

Tabla 23.- Costo de red de alcantarillado sanitario 82

Tabla 24.- Costo de pre tratamiento....82

Tabla 25.- Costos de Alternativa 1....82

Tabla 26.- Costos de alternativa 2 83

Tabla 27.- Estimación de costos de cada componente de las distintas alternativas de tratamiento 83

Tabla 28.- Resumen de costo de alternativa seleccionada....84

Tabla 29.- Cálculos de tasas de crecimiento....91

Tabla 30.- Análisis de las tasas de crecimiento INIDE 91
Tabla 31.- Proyección geométrica 91
Tabla 32.- Caudal de diseño 92
Tabla 33.- Dotaciones 92
Tabla 34.- Consumo 92
Tabla 35.- Estimación de caudales 93
Tabla 36.- Elementos hidráulicos 107
Tabla 37.- Niveles topográficos 127
Tabla 38.- Certificado de análisis 146
Tabla 39.- Datos iniciales para el diseño del canal 147
Tabla 40.- Diseño del canal 147
Tabla 41.- Datos iniciales para el diseño de la reja 148
Tabla 42.- Diseño de la reja 149
Tabla 43.- Datos iniciales para el diseño del desarenador 150
Tabla 44.- Características de descarga de Canaleta Parshall 151
Tabla 45.- Valores de calibración 152
Tabla 46.- Datos iniciales para el diseño de la canaleta Parshall 152
Tabla 47.- Diseño del medidor Parshall 153
Tabla 48.- Tanque Imhoff 154
Tabla 49.- Diseño del sedimentación 156
Tabla 50.- Diseño de laguna aerobia 159
Tabla 51.- Diseño de Biofiltro 163
Tabla 52.- Diseño del Tanque Imhoff 165
Tabla 53.- Diseño del sedimentador 166
Tabla 54.- Diseño de laguna facultativa 168
Tabla 55.- Diseño de laguna aerobia 171
Tabla 56.- Costo estimado de la red 176
Tabla 57.- Detalles de la red 180
Tabla 58.- Tratamiento Preliminar 193
Tabla 59.- Tratamiento Primario - Tanque Imhoff 199
Tabla 60.- Tanque Imhoff 201
Tabla 61.- Lecho de secado 204
Tabla 62.- Laguna Aeróbica 206

Tabla 63.- Biofiltro 208
Tabla 64.- Resumen de alternativa 2 210
Tabla 65.- Tratamiento primario – Tanque Imhoff 212
Tabla 66.- Lecho de secado 215
Tabla 67.- Tratamiento secundario - Laguna facultativa 217
Tabla 68.- Laguna aeróbica 219
Tabla 69.- Operación y mantenimiento 221
Tabla 70.- Comparación de alternativa 1 y 2 222
Tabla 71.- Resumen total del proyecto 223
Tabla 72.- Parámetros de muestreo 274

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Los acueductos y alcantarillados de las principales ciudades de Nicaragua cuentan en su gran mayoría con más de treinta años desde su construcción, los cuales han cumplido con su vida útil en casi todos sus elementos. Hasta hoy la inversión para el saneamiento de aguas residuales no ha sido suficiente para dar cobertura a la totalidad de centros urbanos del país, además la falta de conocimiento de la población sobre el impacto negativo que causa la descarga libre de aguas residuales han agudizado las ya preocupantes condiciones de salubridad de las poblaciones.

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) invirtió desde el 2007 a julio del 2010 más de 3,300 millones de córdobas, destacándose a nivel regional en materia de agua y saneamiento, priorizando los sectores populares, equivalente a un incremento del 6% en la cobertura del servicio con más de 400 km en tubería de aguas servidas.

Además, el tratamiento de las aguas residuales se incrementó en un 200%, lo que disminuye la afectación del medio ambiente, ayudando a su protección y mejora; construyendo nuevas plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) en la ciudad de Managua, obra insignia de los nicaragüenses.

Pese a la inversión realizada, en el casco urbano del municipio de Matiguás todavía no existe un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que con el presente estudio se pretende realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario del casco urbano y sus respectivo sistema de tratamiento, cumpliendo con las normas exigidas por el INAA, haciendo también énfasis en el Decreto 33-95 y en la NTON 05 027-05, para regular los sistemas de tratamientos de aguas residuales y su reúso.

1.2 **Antecedentes**

El sector de agua potable y saneamiento es responsabilidad de ENACAL, quien cubre los servicios de planificación, administración y operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. En lo que se refiere al servicio de alcantarillado sanitario ENACAL opera y mantiene 23 sistemas de alcantarillado sanitario en un igual número de ciudades, asegurando el servicio sanitario a una población de 1.05 millones de habitantes, con una cobertura de alrededor del 37 % de la población urbana del país.

La ciudad con más alcantarillado y la primera que contó con alcantarillas en nuestro país es la ciudad de Managua. Según boletín informativo de ENACAL de Enero 2016 en relación al alcantarillado sanitario se proyecta beneficiar con mejor servicio a 102,484 familias con la ampliación, mejoramiento y mantenimiento de sistemas de alcantarillado en 23 ciudades: Managua, San Rafael del Sur, Ciudad Sandino, Boaco, Camoapa, San Marcos, Chinandega, El Viejo, Estelí, Jinotega, Diriomo, León, La Paz Centro, Nagarote, Somoto, Masatepe, Matagalpa, Sebaco, Jalapa, Ocotal, San Carlos, Rivas y San Juan del Sur.

En lo que respecta al municipio de Matiguás, en el año de 1994 se realizó el Estudio de Priorización de Inversiones en el Sector de Agua Potable y Alcantarillado. El estudio fue desarrollado por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) y contemplaba una inversión de US $ 81,528.00 para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario para la ciudad de Matiguás, sin embargo, se desconoce las causas por las que no llegó a ejecutarse.

1.3 **Justificación**

Las aguas residuales, debido a su composición y al no ser tratadas adecuadamente, son un foco de contaminación que provocan a su vez un sin número de enfermedades causadas por patógenos (organismos causantes de enfermedades) tales como: microbios, bacterias, virus y protozoarios; algunos de estos provenientes del excremento de las personas, los cuales pueden ser transmitidos fácilmente en aguas no contaminadas.

La falta de un alcantarillado obliga a la población a cubrir sus necesidades con diferentes formas de desagües; lo más común es descargar al patio siendo el desagüe directo en las calles por el 32.9 %. Estas son formas insalubres de desagües que afectan la salud de la comunidad con graves consecuencias sobre la calidad de vida.

El 71% de las viviendas poseen letrinas tomando en cuenta que es la forma más económica de desagüe y un 21% carecen de un sistema adecuado para la disposición de excretas; el 97% de la población abandonan las letrinas sellándolas con tierras y basuras cuando se llenan, pudiendo convertirse en un foco de contaminación de varias enfermedades relacionadas al origen hídrico[3].

La mortalidad en el municipio presenta incidencia de enfermedades infecto-contagiosas. Las incidencias de estas enfermedades provienen de algunos factores como:

- Bajo nivel de sanidad
- Falta de un adecuado abastecimiento de agua potable
- Bajo nivel de Higiene personal
- Situación de pobreza en los hogares e inadecuadas condiciones ambientales

Estos factores son prevalecientes debido a que las viviendas no tienen acceso a los servicios de acueducto y/o de alcantarillado.

[3] Estudio de priorización de inversiones en el sector de agua potable y alcantarillado - INAA

Entre las causas principales de mortalidad se encuentran las enfermedades respiratorias aguas con un 54.9%, el cólera 0.1%, diarréicas 20.2%, dengue parasitosis 7.6% y tifoidea 0.1%.

Como se puede observar, las enfermedades asociadas al consumo de agua y las condiciones de saneamiento corresponden a un 37.4% del total de los casos ocurridos.

Imagen 1.- Estancamiento de agua

Fuente: *Elaboración propia*

Se puede apreciar el problema causado por la falta de un conveniente sistema de recolección de aguas servidas, estas corren o son estancadas sin ningún tipo de control, produciendo criaderos de moscas y zancudos portadores de enfermedades fatales como el dengue y la malaria, así como el aspecto estético de la ciudad.

Debido a los impactos negativos causados al medio ambiente por la falta de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, se hace necesario la implementación de este proyecto, el cual pretende disminuir la descarga de las aguas residuales en las calles que causan la contaminación del medio ambiente y manto acuífero.

La realización de las redes de alcantarillado sanitario mejora las condiciones higiénicas en las localidades, tomando un efecto positivo sobre las incidencias de las enfermedades relacionadas al agua.

1.4 **Objetivos**

1.4.1 **Objetivo general**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario del casco urbano de Matiguás del departamento de Matagalpa, para mejorar la calidad del ambiente y la salud de la población.

1.4.2 **Objetivos específicos**

- ✓ Efectuar estudio del crecimiento de la población y estimación de consumos del área urbana.
- ✓ Realizar el estudio topográfico del área de proyecto para trazar la red colectora de las aguas residuales.
- ✓ Realizar cálculos hidráulicos y topográficos de la red de alcantarillado según lo establecido en las normas del INAA.
- ✓ Seleccionar y diseñar el sistema de tratamiento de las aguas residuales más adecuado para que cumplan con los parámetros de calidad de vertido del decreto 33 - 95.
- ✓ Calcular las cantidades de obras y costo estimado del proyecto.

CAPITULO II. INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO

2.1 **Descripción del sitio de estudio**[4]

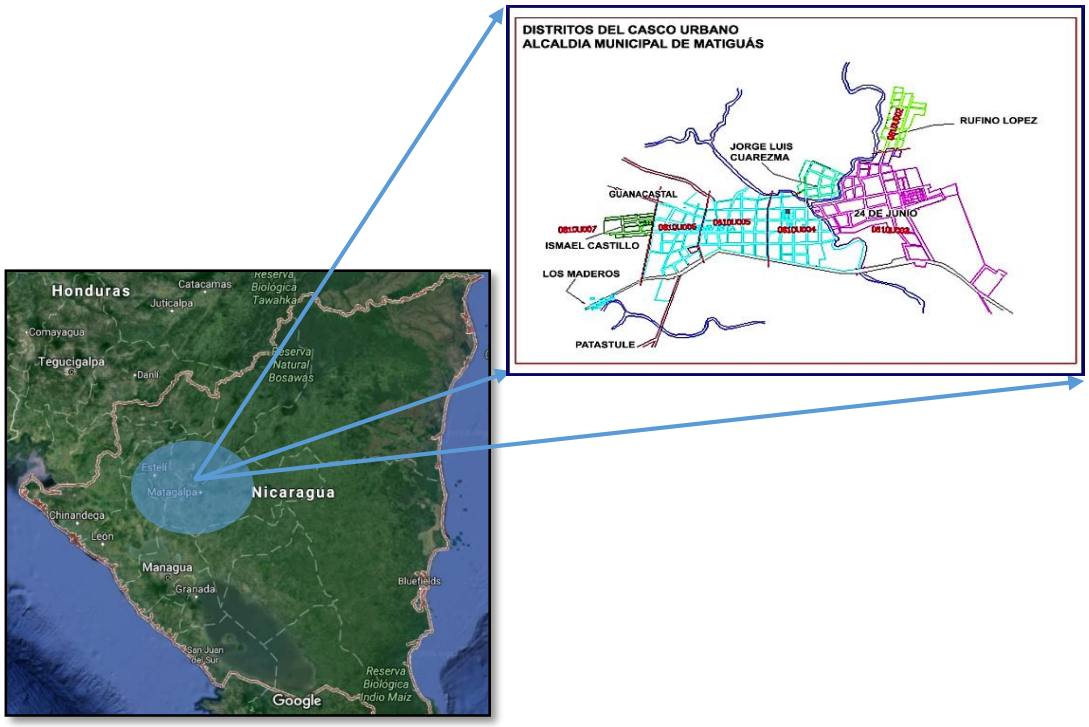
El municipio de Matiguás está ubicado a 249 km de la ciudad de Managua y pertenece al departamento de Matagalpa; cuenta con una extensión territorial de 1,532.25 km^2. Cartográficamente se localiza entre las coordenadas 12º 55' latitud Norte y 85º 50' de longitud Oeste, con una altitud de 640.93 m.s.n.m.

Los límites del municipio son los siguientes:

1. Norte con los municipios de El Tuma - La Dalia y Rancho Grande
2. Sur con los de Camoapa y Boaco
3. Este con los municipios de Río Blanco y Paiwas
4. Oeste con los de Muy Muy y San Ramón.

2.2 **Macro y micro localización del área de estudio**

Imagen 2.- Macro y micro localización



Fuente: *Elaboración propia*

[4] Diagnostico Matiguás AMUPNOR

2.3 **Organización territorial**

El municipio, lo conforman 26 comarcas, las cuales se encuentran estructuradas en 6 micro-regiones incluyendo el casco urbano[5].

Tabla 1.- Comarcas del municipio de Matiguás.

N°	Comarca	N°	Comarca
1	Quilile	14	Salto de la Olla
2	El Guabo	15	Las Minitas
3	El Sabalete	16	El Congo
4	El Cacao	17	El Corozo
5	Muy Muy Viejo	18	Pancasán
6	Bijagual	19	Patastule
7	Paiwita	20	Bilwas
8	Lagarto Colorado	21	Tierra Blanca
9	Saiz	22	Cebadilla
10	El Anzuelo	23	Quirragua
11	Likia	24	Apantillo
12	Sontolar	25	Cerro Colorado
13	Las Limas	26	San José de la Mula

Fuente: *ALCALDÍA – DODT/AMUPNOR*

Tabla 2.- Barrios del casco urbano

N°	Barrios	N°	Barrios
1	Jorge Luis Cuaresma	8	Ismael Castillo
2	24 de Junio	9	Rolando Orozco
3	Pancasán	10	Guanacastal
4	Julio Cuaresma	11	Los Maderos
5	Rufino López	12	Colver Rayo 1
6	Hugo Chávez	13	Boanerge Mendoza
7	Linda Vista	14	Oscar Luna

Fuente: *ALCALDÍA- DODT/ AMUPNOR*

[5]Alcaldía - DODT/ AMUPNOR y encuestas realizadas del 2013.

Tabla 3.- Barrios del área Sub Urbana

N°	Barrios
1	Miguel Obando
2	Los Bonetes
3	San Francisco
4	Lotificación La Planta
5	Nuevo Amancer
6	Colver Rayo 2

Fuente: *ALCALDÍA- DODT/ AMUPNOR*

2.4 **Reseña histórica**

"Ratón de Agua". El municipio así es llamado en lengua Náhuatl, ya que así se traduce el vocablo Matiguás, el cual se podría entender como "Ojo de Agua" o "Fuerza de Agua", debido a los numerosos ríos que rodean el municipio, así como los caños, riachuelos, arroyos y ojos de agua[6].

Según La Gaceta, diario oficial de la República de Nicaragua en su decreto de Ley Nº. 2151, publicado el miércoles 07 de abril de 1999 en el artículo primero, cita textualmente:

"Elevase a la categoría de ciudad, el actual pueblo de Matiguás del departamento de Matagalpa".

2.5 **Población**

El municipio ocupa el tercer lugar con mayor número de población en el departamento de Matagalpa. Según proyecciones de población del INIDE, para el año 2014 fue de aproximadamente 47,777 habitantes, de los cuales el 73 % se encuentra en la zona rural y el 27 % en el área urbana.

[6] Alcaldía Municipal de Matiguás

Tabla 4.- Población municipal proyectada al año 2014

Población Urbana	Población Rural	Total
*12,900	*34,877	*47,777
**16,220	**47,140	**63,360

Fuente: **INIDE **Estimaciones D.O.D.T AMUPNOR.*

Es importante destacar que la población por sexo está distribuida con diferencias en porcentajes mínimos. En el caso de la población masculina representan el 48.40 % y la población femenina el 51.60 %.

Tabla 5.- Población urbana y rural

Barrio	Ambos Sexos	Hombre		Mujer	
		Menor de 15 años	De 15 años y Más	Menor de 15 años	De 15 años y Más
	8,907	1,670	2,316	1,749	3,172
Reparto Alacrán	987	224	245	216	302
Rufino López	1,168	219	306	241	402
24 de Julio	1,668	295	428	294	651
Jorge Luis Cuarezma	775	154	209	147	265
Pancasán	2,344	407	628	433	876
Linda Vista	1,621	307	419	350	545
Sara Luis	178	33	46	32	67
Rolando Orozco	166	31	35	36	64

Fuente: *INIDE, 2005*

2.6 Características físicas y naturales de Matiguás

2.6.1 Clima

El municipio posee dos estaciones, una lluviosa que dura aproximadamente ocho meses y otra seca de cuatro meses, la cual presenta variante en los últimos años provocando canícula irregular o nula[7].

[7] Departamento de Ordenamiento y Desarrollo Territorial- D.OD.T AMUPNOR

2.6.2 **Temperatura**

La temperatura promedio oscila entre 20º a 32° C y con precipitaciones que van de 1200 hasta 2500 mm anual en las diferentes zonas, lo que permite que se desarrolle la ganadería con mayor presencia en la zona sur del municipio y desarrollo de una agricultura diversificada en la zona centro norte.

2.6.3 **Precipitación**

El comportamiento de las precipitaciones dentro del municipio varían un poco entre zonas, siendo la parte noroeste donde caen menos lluvias. La parte central del municipio en la sierra del cerro Quirragua presenta precipitaciones de 1600 a 2000 mm, y las mayores precipitaciones alcanzan los 2500 mm en el sur del territorio en las comarcas de Paiwitas, Lagarto colorado y Santolar.

2.6.4 **Hidrografía**

El municipio tiene entre sus cuencas hidrográficas nueve sub cuencas importantes, todas alimentan la cuenca 55, la cuenca del Río Grande de Matagalpa.

Tabla 6.- Distribución hidrográfica de Matiguás.

Distribución hidrográfica	
Rio Tuma-Bilampi	Drenan a Rancho grande
Rio Sabalar	Drena a Rancho Grande
Rio Muy Muy Viejo	Drena a Rio Blanco
Río Paiwas - Rio Blanco	Drena a Rio Blanco
Rio Grande de Matagalpa-Saiz	Drena a Boaco
Rio Grande de Matagalpa-Likia	Drena a Boaco
Rio Tuma Bijao	Drena al Tuma La Dalia
Rio Upa-Wabule	Drena a San Ramón
Rio Grande de Matagalpa-Matiguás	Drena a Muy Muy

Fuente: *Diagnostico Matiguás AMUPNOR*

La red hidrográfica del municipio está conformada por ríos principales. Entre los ríos más grandes de este municipio se encuentran El Bulbul, El Saíz, que

descargan al rio grande de Matagalpa, y el Sabalar que descarga al rio Tuma. Los afluentes del Sabalar son El Guapotal y el Bálsamo.

2.6.5 **Topografía y relieve**

La topografía del terreno es bastante accidentada, caracterizada por planicies y cordilleras con pendientes que pueden llegar hasta el 50 % en áreas cultivadas, con alturas que van desde 200 msnm a más de los 1400 msnm en el punto más alto.

Alrededor de la cabecera municipal, se encuentran terrenos bajos y casi planos, en su mayoría cubiertos por praderas establecidas y pastos naturales dedicados a la ganadería. De acuerdo al análisis de pendiente realizado por AMUPNOR para el plan de ordenamiento territorial, la topografía predominante en el municipio es del 15 al 30 %, abarcando unos 535 km^2. En este particular se destaca que el 53 % del municipio tiene pendientes menores a 15 % lo que representa un amplio potencial para el desarrollo de actividades agropecuarias intensivas sobre todo la ganadería como el principal rubro económico del municipio.

Imagen 3.- Calle principal con pendiente predominante

Fuente: *Elaboración propia*

Se observa una panorámica de una de las calles principales en donde se puede apreciar la irregularidad del terreno sobre el cual se asienta la ciudad

2.6.6 **Geología**

La geología del municipio está caracterizada por 6 tipos de formaciones: Coyol inferior, Superior, Formación Tamarindo, Intrusivos Cretácicos, Formación Matagalpa, La geología de esta zona está relacionada a un fuerte e intenso vulcanismo del periodo terciario[8].

Grupo Coyol Inferior y superior tiene una amplia distribución en el departamento de Matagalpa. Corresponde al sistema Neoceno Superior, serie del Mioceno-Medio-Superior, con una litología dominada por lavas basálticas y andesito-basálticas, andesito-dacitas, riodacitas, tobas y brechas tobáceas de riolitas y dacitas aglomeríticas.

2.6.7 **Suelos**

El suelo predominante es tipo arcilloso, por ello tiene alta vocación para la producción agrícola y pecuaria. De acuerdo al clima y tipo de roca de la región, los suelos más predominantes son molisoles y ultisoles[9].

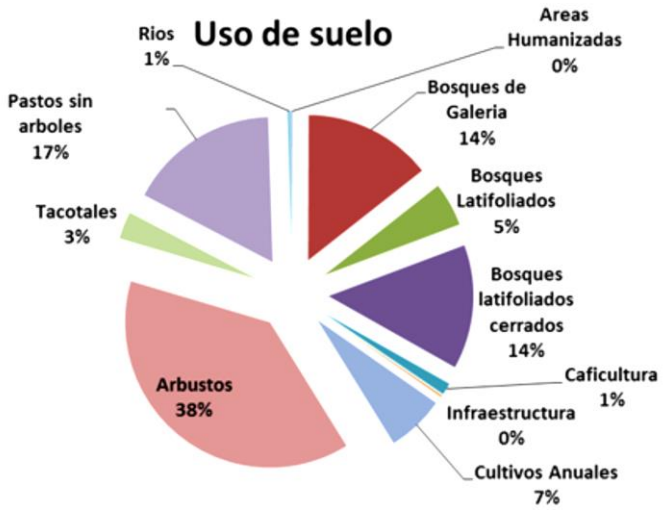
2.6.8 **Uso de suelos**

El uso predominante son las categorías relacionadas con la ganadería extensiva: pasto sin árboles, arbustos y tacotales que representan el 58 % del territorio. Le sigue en importancia las áreas de bosque con el 33 % localizada en zonas con topografía alta a moderada y de difícil accesibilidad y su mayor parte dentro de áreas protegidas como cerro Quirragua, Pancasán y Musún.

Estas áreas se encuentran bajo presión debido a las amenazas del avance de la frontera agrícola, de la expansión de la ganadería y del cultivo del café que representa el 1.3 %, concentrado mayormente al noroeste del municipio, en la zona más húmeda con altitudes de 1200 a 1600 msnm. El 7 % es ocupado para cultivos anuales y el restante 9 % esta ocupados con otros tipos de uso como áreas humanizadas, infraestructuras y ríos.

[8] Fuente: INETER-2000. Análisis AMUPNOR MARZO 2014
[9] Departamento de Ordenamiento y Desarrollo Territorial- D.O.D.T AMUPNOR

Imagen 4.- Distribución porcentual del uso de suelo en Matiguás[10]



Fuente: *AMUPNOR*

2.6.9 **Medio biológico**

2.6.9.1 **Fauna**

La fauna a raíz de los despales, ha sufrido pérdidas de incalculable valor, en la desaparición total o poner en peligro de extinción especies animales como: venado, tigre, tigrillo, danto.

Las causas principales mencionadas por los productores de la zona son caza indiscriminada por los habitantes de la población cercana. La explotación desmesurada de los bosques y la falta de conciencia ecológica de los habitantes de la zona (algunas especies de animales silvestres son cazadas por considerarse dañinos).

2.6.9.2 **Flora**

Matiguás es altamente fragmentado lo cual el 68.2 % del área es destinada a potreros, este aún mantiene una diversidad florística alta, con 180 especies arbóreas. No es posible saber qué porcentaje retiene de la flora original dado que no existen datos florísticos sobre los bosques de la región, pero es probable que algunas especies han disminuido en abundancia o hayan sido eliminadas debido

[10] AMUPNOR

a la alta deforestación del paisaje y la actividad ganadera, como ha ocurrido en otros agros paisajes.

2.7 **Riesgos naturales**

2.7.1 **Registros de desastres naturales**

Las inundaciones son la mayor amenaza que presenta el municipio. Las áreas de las riberas de los ríos que se localizan al norte, sur y este del territorio como el río Grande de Matagalpa, Tuma y Paiwitas son los que principalmente registran inundaciones cuando se producen fuertes lluvias[11].

- Deslizamiento de terrenos

Entre los fenómenos de inestabilidad de suelos que presenta el municipio de Matiguás son: deslizamientos de terrenos que se presentan de diferente forma sub estabilizados de grandes dimensiones, deslizamientos rotacionales, coladas o flujos superficiales, deslizamientos peliculares o superficiales y, en menor grado, derrumbes.

Estos se centran principalmente en la zona norte del municipio coincidiendo con los sectores:

1. San Antonio Marceras
2. El Corozo, Bocana y el Congo
3. Las Brisas, La Gloria y Las Mercedes, esto coincide al pie del Quirragua.

2.7.2 **Sismicidad**

Según el mapa de zonificación sísmica realizado por INETER, el municipio de Matiguás se encuentra ubicado en la zona sísmica B, que ha sido definida como de ***peligro bajo***. Estudios realizados por la Universidad de Stanford, California (1976), indican que para la zona sísmica II la aceleración de los sismos aumenta con relación a los períodos de retorno del evento. Sin embargo existen otros estudios que afirman de la existencia de fallas Matiguás por la formación geológica que se sitúa de NO a SE del municipio.

[11] INETER (1998), Registro Realizados por Defensa Civil 2010

2.8 **Infraestructura social**

2.8.1 **Servicios básicos**

El Municipio cuenta con los servicios de agua potable, energía eléctrica y telefonía.

- Agua y saneamiento:

El Plan de Emergencia ante Inundaciones y Deslizamientos del Municipio, refleja que los habitantes de la comunidad de Matiguás se abastecen de agua por gravedad del río Cusiles Arriba y los habitantes del Barrio Rufino López se abastecen de ojos de agua de los alrededores. Se cuenta además con un sistema de galería. Existen 2 tanques de recolección con capacidad de almacenamiento de 100,000 y 30,000 galones.

En total cuentan con este servicio aproximadamente 1,147 usuarios, el resto se abastece de ríos y quebradas.

- Energía

El municipio está integrado al sistema interconectado nacional, en la sub-estación Matiguás, con capacidad de distribución de 10,000 kilovatios.

Las comunidades que tienen acceso a este servicio son: Matiguás, La Patriota, Pancasán, Salto de la Olla, Saiz, Patastule, Cerro Colorado, Paiwas, Santa Cruz, El Jobo, Comajón y El Guabo.

- Comunicaciones

El servicio de teléfono y correo es administrado por la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones.

Para el año 2012 se registran en la guía telefónica un total de 1,406 cuñas privadas. Además se presta servicio telefónico al público a través de 4 cabinas telefónicas.

Una Antena Satelital de ENITEL- Claro y una antena MOVISTAR para comunicación por telefonía celular.

2.8.2 **Servicios municipales**

2.8.2.1 **Recolección de basura**

Los servicios que brinda la municipalidad son: recolección de basura, rastro, vertedero, cementerio, parque y ornato.

La recolección de basura se realiza en el ruteo de 5 viajes diarios, beneficiando aproximadamente a 15,000 personas, con una cobertura de 3,000 viviendas. El volumen de recolección es de aproximadamente 600 metros cúbicos mensuales, para el deposito final esta se realiza en el vertedero municipal que está ubicado a 3 kilómetros al noroeste del casco urbano, con un área de 1.704 manzanas, no se le da un adecuado tratamiento ya que el vertedero es a cielo abierto.

2.8.2.2 **Cementerio**

La municipalidad solamente cuenta con 1 cementerio ubicado salida a Matagalpa, construido en 1992, con un área aproximada 5 Manzanas, es atendido por 1 persona para su atención, en cuanto a infraestructura existen aproximadamente 400 metros lineales de muro frontal hacia el norte, 60 metros de andenes y una capilla. La taza de pago tiene un valor de C$ 120.00 por el área a utilizar.

2.8.2.3 **Mercado municipal**

En el laboran 96 arrendatarios entre comedores, Puestos de Verduras, salas de belleza, kioscos, abarrotes, textiles, molinos, talleres, servicios higiénicos, teléfonos, etc. El mercado municipal es la principal fuente de abastecimiento de la población urbana y rural ya que ofrece a nuestros visitantes un gran variado de mercadería en general.

2.8.2.4 **Rastro municipal**

Se encuentra ubicada salida a Rio Blanco, a 2 Km del casco urbano, con un área de 110 vr^2 de infraestructura, se sacrifican aproximadamente entre 50 y 60 reses mensualmente, teniendo un costo de servicio de C$ 125.00 por res.

El rastro municipal cuenta con 2 personas para su atención, el fiel del rastro y guarda de seguridad, se le da tratamiento a los residuos líquidos a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales, las limitaciones que enfrenta el rastro

es con la ampliación y mejoramiento del techo. Es necesario mejorar los indicadores de sostenibilidad del rastro, que permita que este servicio cubra sus costos de operación.

2.8.3 **Equipamiento socio cultural**

Actualmente se dispone de un parque que se encuentra frente a la iglesia católica con un área de 10,000 Vrs². En la misma área se ubica una cancha de baloncesto, monumento a la Bandera Nacional, juegos infantiles, Biblioteca Municipal, tres cafetines y una fuente de agua.

2.8.4 **Equipamiento social**

2.8.4.1 **Turismo**

El municipio de Matiguás posee un gran potencial turístico los cuales serán mencionados a continuación:

- Reserva natural Cerro Pancasán

Este cerro, con 1,090 msnm, es la principal altura de una antigua estructura volcánica de la época del Terciario, que comprende también los cerros cercanos de los Mojones y Paipí. Está ubicada entre las serranías del Wabule y del Quirragua. Su mayor potencial turístico se aprecia recorriendo los senderos guiados que permiten disfrutar de una naturaleza pura y de vistas Panorámicas desde el punto más alto de la reserva.

- Reserva Quirragua

En esta reserva se puede entrar en contacto directo con la realidad actual de las fincas agropecuarias, conocer más sobre el proceso de extracción de leche y manejo del ganado, así como conocer diferentes cultivos que forman parte de la dieta de los nicaragüenses, en un escenario de espesos bosques y rocas sobresalientes. Recorriendo la carretera que se ha ganado el nombre de la “VIA LACTEA’’ por su función de acopio lechero, se llega al Cerro Musun como sus ríos y cascadas que se desarrollan en un escenario de naturaleza intacta.

2.8.4.2 **Educación**

La población en edad escolar del municipio es de aproximadamente 18,920 estudiantes, en edades de entre 5 a19 años;[12] de los cuales se encuentra estudiando 12,670 en la matricula inicial[13] lo que es equivalente al 67 % de la población en edad escolar, este porcentaje cumple con el rango mínimo establecido a nivel nacional.

Del total de la población en edad Escolar, 1,065 estudiantes son atendidos en el nivel preescolar, que representan el 8.40 %; 8,867 estudiantes son atendidos en el nivel de Educación Primaria en las modalidades de Primaria Regular, Multigrado y primaria acelerada nocturna, que representan el 70 % de la población total estudiantil, 2,363 estudiantes son atendidos en la modalidad secundaria y representan para el municipio el 18.65 % de la población estudiantil.

La demanda educativa es atendida por 283 docentes en 141 centros educativos a nivel municipal, que atienden las modalidades de Preescolares, Educación Primaria y Educación Secundaria, con una relación estudiantil de 66 estudiantes por cada profesor; de este análisis se deduce que la relación sobrepasa la norma urbana; que establece que para cada docente la cantidad de estudiantes en atender como mínimo es de 25 estudiantes y como máximo de 40 estudiantes.

2.8.4.3 **Salud**

La Red de Salud en el municipio está integrada por el “Centro de Salud – San José”, se encuentra en el casco urbano, a través del personal del Centro de Salud se prestan los Servicios Actualmente presta los servicios sobre control de crecimiento y desarrollo, unidad de rehidratación oral, emergencia, inmunizaciones, control de embarazadas, tuberculosis, odontología, laboratorios y consultas médicas en general.

[12] Proyecciones INIDE 2014
[13] Datos proporcionados por el MINED – Matiguás 2013

2.8.4.3.1 **Servicios prestados**

La población de la zona rural es atendida en 5 puestos de salud comunitarios, en la siguiente tabla se muestra la ubicación y cobertura.

Tabla 7.- Ubicación de puestos de salud – Matiguás

Unidad Salud	Ubicación	Cobertura (Ha)
Centro de Salud	Matiguás	21,190
Puesto de Salud Comarca	Patriota	4,769
Puesto de Salud Comarca	El jobo	5,665
Puesto de Salud Comarca	Likia	1,841
Puesto de Salud Comarca	El Corozo	3,299
Puesto de Salud Comarca	Pancasán	7,808
Total Cobertura		44,572

Fuente: *Diagnostico Matiguás AMUPNOR*

2.8.5 **Tipología de viviendas**

La falta de aplicación del Reglamento Nacional de la Construcción, así como la utilización de material de mala calidad en la construcción de las viviendas, muchas de ellas son construidas de adobe y están ubicadas a la orilla de los ríos por lo que sufrieron problemas de erosionamiento que propició el colapso o caída de la misma durante el huracán Mitch y otros eventos hidrometeoro lógicos ocurridos en el municipio de Matiguás.

CAPITULO III: MARCO TEORICO

3.1 Sistema de alcantarillado sanitario

3.1.1 Definición

Alcantarillado sanitario, también denominado red de saneamiento, red de aguas servidas o red de aguas residuales; es un conjunto integrado por distintas estructuras hidráulicas (tuberías, conectores, canales, etc.) situadas a fin de aprovechar las mejores condiciones para la recolección y disposición final de las aguas residuales donde luego serán despojadas de elementos indeseables para ser reutilizadas.

3.1.2 Tipos de sistema de alcantarillado

De acuerdo a la manera en que los sistemas de alcantarillado pueden transportar las aguas servidas y pluviales, es posible clasificarlos en dos tipos: Sistema Combinado o Unitario y Sistema Separado.

Los alcantarillados sanitarios también se pueden clasificar según las estructuras de registros, tipo de conexión domiciliar, diámetros, coberturas y ubicación de tuberías en los sistemas de redes en cuatro tipos:

- Sistema convencional.
- Redes de alcantarillado sin arrastre de sólidos.
- Redes de alcantarillado simplificado.
- Sistema de alcantarillado en régimen de condominio.

3.1.3 Componentes de la red de recolección

3.1.3.1 Conexión domiciliar

Son pequeñas cámaras construidas de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado, interior a la propiedad, con el público en las vías.

3.1.3.2 **Conductos**

Son tuberías destinadas a la recolección del agua proveniente de las viviendas, se clasifican de acuerdo a su ubicación de la siguiente manera:

- Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades y transportan las aguas servidas hasta su destino final.
- Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de los colectores terciarios y los conducen a los colectores principales.
- Colectores terciarios: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro), a los cuales se conectan las acometidas domiciliares.

3.1.3.3 **Pozos de visitas**

Son cámaras de inspección verticales que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento. Se construyen de ladrillos de barro y tienen diámetros internos de 1.20 m.

3.2 **Periodo de diseño**

El período de diseño se estima en base a factores que inciden en la capacidad y buen funcionamiento del sistema, estos factores son:

- Vida útil de los elementos que componen el sistema.
- Planes de desarrollo futuro.
- Tasa de crecimiento de la población
- Funcionamiento del sistema en sus primeros años de vida
- Capacidad de población del área de estudio.
- Población de saturación.

3.3 **Proyección de la población**

Una proyección de población es un cálculo que refiere el crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar para un año futuro dado. Con el fin de determinar la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad y definir el tipo de tratamiento de la población existente y futuras extensiones del servicio, que será fijado para un periodo económico de diseño.

3.3.1 **Tasa de crecimiento geométrico**

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua.

3.4 **Cantidades de aguas residuales**

El Sistema de Alcantarillado de Aguas Residuales está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua; así que los aportes de aguas que circulan por esas tuberías están casi en su totalidad constituidos por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales etc.

Se considera aproximadamente un 80 % de la Dotación doméstica de agua potable. La dotación que se considera para el diseño del sistema de Alcantarillado Sanitario es un poco mayor a la que se considera en el diseño del sistema de Abastecimiento de Agua Potable debido a que en el futuro, la población probablemente usará instalaciones sanitarias, tales como inodoros, lavamanos, urinarios, bañeras, y en algunos casos trituradoras de basura y comida, así como lavadoras, las cuales generalmente gastan mucha agua.

3.4.1 **Dotación**

Se entiende por dotación el consumo diario de agua, que sirve para calcular los caudales de diseño.

3.4.2 **Consumo doméstico**

Se conoce como consumo doméstico a todas las aguas provenientes de las viviendas, edificios públicos y otras instalaciones de las actividades netamente domésticas como inodoros, fregaderos, baños, trituradores de basura, etc.

3.4.3 **Gasto de infiltración (Qinf)**

El gasto de infiltración, justificado por la presencia de agua de origen pluvial que pueda introducirse en las tapas de los pozos de visita así como en las tuberías.

3.4.4 **Gasto medio (Qm)**

Es el caudal promedio obtenido de un año de registros y es la base para la estimación del caudal máximo diario y del máximo horario.

3.4.5 **Gasto mínimo de aguas residuales (Qmín)**

El gasto mínimo Qmín es el menor volumen de escurrimiento que se presenta.

3.4.6 **Gasto máximo de aguas residuales (Qmáx)**

El gasto máximo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado, este se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon.

3.4.7 **Gasto de diseño (Qd)**

El caudal de diseño para alcantarillas es el caudal máximo, para el caso de alcantarillado con un adecuado control en las conexiones domiciliarias será caudal máximo más caudales adicionales como Caudal de infiltración y caudales especiales que pueden ser, comerciales, industriales, institucionales u otros.

3.5 **Hidráulica de las alcantarillas**

3.5.1 **Fórmula y coeficiente de rugosidad**

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base al criterio de la tensión de arrastre y a la fórmula de Manning.

Se pueden usar diferentes clases de tuberías, las cuales se seleccionarán de acuerdo a las condiciones en que funcionará el sistema, a los costos de inversión, de Operación y Mantenimiento.

3.5.2 **Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo de tubería es aquel que produzca el buen funcionamiento del sistema sin obstrucción, siendo de 150 mm.

3.5.3 **Pérdida de carga adicional**

Las pérdidas de carga en tuberías están compuestas por las pérdidas en la entrada y salida del pozo de visita.

3.5.4 **Cambio de diámetro**

En el caso de que un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, el diámetro de la tubería de salida es igual o mayor que el de la tubería de entrada de mayor diámetro.

3.5.5 **Ángulos entre tuberías**

En todos los pozos de visita o cajas de registro, tanto la tubería de entrada como la de salida constaran de un ángulo de 90° y máximo de 270°.

3.5.6 **Cobertura sobre tuberías**

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima sobre la corona de la tubería en toda su longitud de acuerdo con su resistencia estructural y que facilite el drenaje de las viviendas hacia las recolectoras.

3.5.7 **Velocidades mínimas y máximas**

Los colectores de aguas residuales deben diseñarse considerando velocidades mínimas de autolimpieza, evitando a su vez depósitos de sólidos en las tuberías que provoquen azolves y taponamiento.

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructura de drenaje sanitario.

3.5.8 **Pendiente longitudinal mínima y máxima**

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la tensión de arrastre, que será ≥1 Pa. En cuanto Pendiente Máxima en el sistema convencional es aquella pendiente que produzca una velocidad de diseño no mayor de 3 m/s.

3.5.9 **Tirante**

El tirante de agua, es la profundidad máxima del agua en el canal.

3.6 **Definición, tipos y características de las aguas residuales**

3.6.1 **Definición**

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por

consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolos sin tratamiento en cuerpos de agua convencionales.

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para el proyecto y explotación de las infraestructuras, tanto de recolección como de tratamiento y evacuación de las aguas residuales, así como para la gestión de la calidad del medio ambiente las características de las aguas residuales de una localidad en particular deben averiguarse, por medio de pruebas de laboratorio, para determinar cuál será el tratamiento necesario y aplicar los métodos más efectivos.

3.6.2 **Tipos de aguas residuales**

Se ha dado nombres descriptivos a los diferentes tipos de aguas negras según su procedencia.

3.6.2.1 **Aguas residuales domésticas**

Son las que contienen desechos humanos, animales y caseros. También se incluyen las infiltraciones subterráneas. Estas aguas negras son típicas de las zonas residenciales en las que no se efectúan operaciones industriales, o sólo en muy corta escala.

3.6.2.2 **Aguas residuales sanitarias**

Son las mismas que las domésticas, pero que incluyen no sólo las aguas negras domésticas, sino también gran parte, si no es que todos los desechos industriales de la población.

3.6.2.3 **Aguas pluviales**

Formadas por todo el escurrimiento superficial de las lluvias, que fluyen desde los techos, pavimentos y otras superficies naturales del terreno.

3.6.2.4 **Aguas residuales combinadas**

Son una mezcla de las aguas negras domésticas o sanitarias y de las aguas pluviales, cuando se colectan en las mismas alcantarillas.

3.6.2.5 **Aguas residuales industriales**

Son las aguas de desecho provenientes de los procesos industriales. Pueden colectarse y disponerse aisladamente o pueden agregarse y formar parte de las aguas negras sanitarias o combinadas

3.6.3 **Características físicas**

Las características físicas más importantes del agua residual es su contenido total de sólidos, los cuales están compuestos de materia flotante y materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución.

3.6.3.1 **Temperatura**

Es una propiedad muy importante debido a su influencia en el desarrollo de muchos procesos físicos, químicos y biológicos. Las variaciones de temperatura tienen efectos positivos y negativos en la dinámica de los ecosistemas acuáticos. Al aumentar la temperatura tienden a acelerarse las reacciones químicas y bioquímicas, el oxígeno disuelto disminuye y otras veces da lugar a la proliferación de las plantas acuáticas y hongos (Metcalf & Eddy, 1998). La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre 25ºC y los 35ºC.

3.6.3.2 **Color**

El color del agua residual depende de su composición, concentración y edad. El agua residual reciente suele ser gris, sin embargo cuando los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero y el color cambia a negro. En esta condición se dice que el agua residual es séptica.

3.6.3.3 **Olor**

Los olores en las aguas residuales son debido a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar algo desagradable, pero más tolerable que el agua residual séptica

3.6.3.4 **Sólidos totales**

Al conjunto de sustancias sólidas en el agua residual se le denomina sólidos totales, estos se encuentran en suspensión, en estado coloidal y disuelto. Se

determinan en el laboratorio, vaporando y secando una muestra a una temperatura de 103 a 105 grados centígrados. Se clasifican en sólidos en suspendidos y disueltos.

Tabla 8.- Clasificación de los sólidos totales

Clasificación de los sólidos totales			
Solidos totales	Suspendidos (30%)	Sedimentables	Orgánicos volátiles (75%)
			Orgánicos fijos (25%)
		No sedimentables (50%)	Orgánico (75%)
			Inorgánico (25%)
	Solidos disueltos (70%)	Coloidal (10-20%)	Orgánicos (80%)
			Inorgánico (20%)
		Disuelto (80-90%)	Orgánico (40%)
			Inorgánico (60%)

Fuente: *Elaboración propia*

3.6.4 **Características químicas**

3.6.4.1 **Materia orgánica**

La materia orgánica procede de todos los alimentos de origen animal, vegetal y de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de los compuestos orgánicos. Éstos están formados por una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en algunos casos. Otros elementos importantes tales como azufre, fósforo y hierro pueden encontrarse presentes.

Los principales grupos de sustancias orgánicas halladas en el agua residual son: proteínas, carbohidratos, grasas y aceites. En pequeñas cantidades, agentes tenso activos, fenoles y pesticidas (provenientes de la agricultura).

3.6.4.2 **Materia inorgánica**

- Ph
- Alcalinidad: presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos (calcio, sodio, potasio, amoníaco).
- Nitrógeno y fósforo: esenciales para el crecimiento de protistas y plantas.

- Gases: nitrógenos, oxígeno, anhídricos carbónicos, sulfuro de hidrógeno, amoníacos, metanos procedentes de la descomposición de la materia orgánica.
- Oxígeno disuelto: es necesario para la respiración de los microorganismos, aerobios así como anaerobios.

3.6.4.3 **Gases disueltos**

Las aguas negras contienen pequeñas y variables concentraciones de gases disueltos. Entre los gases más importantes está el oxígeno, presente en el agua original del abastecimiento y disuelto también al ponerse en contacto con el aire.

Este oxígeno, que familiarmente se conoce como oxígeno disuelto, es un componente sumamente importante de las aguas negras. Además del oxígeno disuelto, las aguas negras pueden contener otros gases, como el bióxido de carbono, que resulta de la descomposición de la materia orgánica; el nitrógeno disuelto de la atmósfera; el ácido sulfhídrico que se forma por la descomposición de los compuestos orgánicos y ciertos compuestos inorgánicos del azufre.

Las aguas negras pueden contener líquidos volátiles, por lo general se trata de líquidos que hierven a menos de 100 grados centígrados, como por ejemplo, la gasolina.

3.6.5 **Características biológicas**

3.6.5.1 **Microorganismos**

En las aguas residuales se hacen presentes microorganismos, así como aquellos que intervienen en el tratamiento biológico - saprófito, que se encargan de degradar la materia orgánica hasta estabilizarla. Los principales grupos encontrados son protistas, virus, plantas como las algas y animales.

3.6.5.2 **Agentes patógenos**

Una de las razones más importantes para tratar las aguas negras o servidas es la eliminación de todos los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de cortar el ciclo epidemiológico de transmisión, los

agentes patógenos son capaces de sobrevivir lo suficiente para contaminar a los usuarios de las aguas afectadas. Entre este grupo tenemos Coliformes totales, Coliformes fecales, Salmonellas y Virus.

La determinación del grado de contaminación de las aguas residuales o la carga biológica presente en ellas se mide indirectamente por vía de la determinación del número más probable de microorganismos (NMP/100 ml) y mediante el conteo general de bacterias.

3.7 **Sistemas de tratamiento**

La conceptualización y selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales, depende principalmente de las características del agua cruda, la calidad requerida del efluente, la disponibilidad del terreno, los costos de construcción, operación y mantenimiento, la eficiencia del sistema de tratamiento y la capacidad técnica existente en el país.

Los esfuerzos para colectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están sujetos a regulaciones y estándares locales, en el caso de Nicaragua, ENACAL es el ente regulador para el diseño y construcción de cualquier estructura para fines sanitarios y MARENA es el ente regulador de la calidad del efluente a través del Decreto Nº 33 – 95 y Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

3.7.1 **Objetivos del sistema de tratamiento**

Los objetivos que hay que tomar en consideración en el tratamiento de aguas negras incluyen:

1. La conservación de las fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico.
2. La prevención de enfermedades.
3. La prevención de molestias tales como los olores provenientes de aguas sucias sin tratar o aquellas de carácter estético.
4. El mantenimiento de aguas limpias para propósitos recreativos.
5. Mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de los peces.

6. Conservación del agua para usos industriales y agrícolas.
7. La prevención del azolve de los canales navegables.

3.7.2 **Parámetros de selección del sistema de tratamiento**

Para seleccionar el método más adecuado para el tratamiento de las aguas servidas, es necesario analizar factores climatológicos, económicos y topográficos.

El sistema de tratamiento seleccionado deberá producir un efluente de calidad, tal que, el vertido de este, cause el mínimo impacto ambiental sobre el cuerpo receptor, para lo cual se requiere de los siguientes parámetros de calidad:

- Reducir la incidencia de las enfermedades hídricas y contribuir en el fortalecimiento de la salud pública a través de la remoción de patógenos en los procesos de tratamiento.
- Reducir el consumo de oxigeno de la fuente receptora, a través de la remoción de la demanda bioquímica de oxigeno (DBO) de los efluentes vertidos.
- Reducir la turbiedad y permitir mayor penetración de la luz por medio de la remoción de sólidos en suspensión y sedimentables.
- Minimizar el impacto ambiental de las estructuras de tratamiento misma y de las descarga de los efluentes, debiéndose cumplir con las disposiciones del Decreto Nº 33 – 95 Disposiciones para el Control contaminación provenientes de Descargas de Aguas Residuales Domesticas, Industriales y Agropecuarias y Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

3.7.3 **Tipos de tratamientos**

Existen diferentes tipos de tratamiento los cuales se determinan su uso de acuerdo a las necesidades específicas de cada proyecto, sin embargo es posible agruparlos en cuatro grupos:

- Tratamiento preliminar
- Tratamiento primario

- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario

3.7.3.1 **Tratamiento preliminar**

Los dispositivos en el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, a eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas. Sirven también para minimizar algunos efectos negativos al tratamiento como grandes variaciones de caudal u obstrucciones a los equipos mecánicos y tuberías

- ✓ **Rejillas**

Son universalmente usadas en la remoción de sólidos y cuerpos flotantes y constituyen la primera unidad de tratamiento. Son un conjunto de barras colocadas una al lado de la otra, éstas pueden ser rectangulares o circulares y con un determinado grado de inclinación.

Las rejillas de barras pueden ser de limpieza manual o mecánica. Según el tamaño de las aberturas se clasifican como rejillas gruesas o finas.

- ✓ **Desarenadores**

La función de los desarenadores en el tratamiento de aguas residuales es remover arena, grava, cenizas, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos putrescibles de las aguas residuales.

Dispositivos para medición de caudal

- **Medidor Parshall**

El canal Parshall ha sido empleado como dispositivo de medición de gastos en las plantas de tratamiento de aguas residuales, instalaciones en las que el bajo costo es cuestión de importancia. Ha resultado un medio de aforo satisfactorio y también muy útil para verificar la velocidad en los desarenadores.

El medidor Parshall presenta las ventajas de: depender de sus propias características hidráulicas, una sola determinación de carga es suficiente, la pérdida de carga es baja, posee sistema de auto-limpieza que hace que no haya obstáculos capaces de provocar formación de depósitos, por lo tanto es el más recomendable para medir caudales de aguas residuales sin tratar.

3.7.3.2 **Tratamiento primario**

El tratamiento primario sirve para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, de ahí conocido también como tratamiento mecánico.

- ✓ **Tanque Imhoff**

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación
- Cámara de digestión de lodos
- Área de ventilación y acumulación de natas

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador.

El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación. Los lodos acumulados en el digestor se extraen

periódicamente por diferencial de presión a través de tuberías y se conducen a lechos de secado.

3.7.3.3 **Tratamiento secundario**

- ✓ **Lagunas facultativas**

Las lagunas facultativas son aquellas que poseen una zona aerobia y una zona anaerobia, situadas respectivamente en superficie y fondo. Por tanto, en estas lagunas podemos encontrar cualquier tipo de microorganismo, desde anaerobios estrictos en el fango del fondo hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie.

- ✓ **Biofiltro**

Humedales de flujo sub-superficial (Biofiltro de flujo horizontal subsuperficial). Es un sistema de tratamiento que requiere de poca profundidad en el que se encuentran sembradas plantas acuáticas con el objeto de remover los agentes contaminantes, como metales pesados y tóxicos. Son de gran ventaja ya que no requieren de energía eléctrica para operar, son muy agradables a la vista y además efectivos en la purificación final de las aguas en todos los aspectos (eliminación de olor, color, turbiedad y agentes patógenos).

- ✓ **Lecho filtrante**

Los criterios para seleccionar el lecho filtrante son la granulometría, la porosidad, la permeabilidad y la resistencia física contra el desgaste provocado por las aguas residuales. Los materiales utilizados son grava, piedra triturada o piedra volcánica.

En Nicaragua existen materiales resistentes que poseen alta porosidad, tales como el hormigón rojo, hormigón negro y la piedra volcánica negra. Los primeros dos, que se encuentran naturalmente en bancos de arena volcánica del país, tienen una porosidad entre 40 % y 60 %, mientras que la piedra negra, de mayor granulometría, tiene una porosidad superior al 70 %. De acuerdo con las investigaciones del Centro de Investigación de Estudios del Medio Ambiente

(CIEMA), se recomienda un material con porosidad menor que el 80 %, que corresponde a la definición de arena gruesa.

- ✓ **Plantas de pantano**

Las raíces de las plantas ayudan a incrementar los efectos físicos tales como la filtración y el desarrollo de los microorganismos en su área superficial. La introducción de oxígeno en el lecho filtrante permite la formación de una población microbiana aeróbica en zonas cercanas a las raíces de las plantas.

En Nicaragua existe experiencia con el tratamiento por medio de Carrizos, es de fácil manejo y se adapta sin problema a la zona donde se proyecta la planta de tratamiento.

- ✓ **Lagunas aerobias**

Son lagunas poco profundidades de 1 m a 1.5 m, la carga orgánica que reciben es menor de 150 KgDBO_5/Ha*día con la cual prevalecen las condiciones aerobias.

3.8.3.4 Tratamiento terciario

El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente, especialmente mediante la remoción de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, DBO_5 y DQO que no pudieron ser removido en el tratamiento secundario, hasta dar como resultado un efluente con el estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.). Más de un proceso terciario puede ser usado en una planta de tratamiento. Algunos de los métodos utilizados como tratamiento terciario se presentan a continuación.

- ✓ **Filtración**

La filtración por arena remueve gran parte de los residuos de materia suspendida. El carbón activado sobrante de la filtración remueve las toxinas residuales.

- ✓ **Lagunaje**

El tratamiento de lagunas proporciona el establecimiento necesario y fomenta la mejora biológica de almacenaje en charcos o lagunas artificiales. Se trata de una imitación de los procesos de autodepuración que somete un río o un lago al agua residual de forma natural. Estas lagunas son altamente aerobias y la colonización por los macrophytes nativos, especialmente cañas, se dan a menudo.

- ✓ **Tierras húmedas construidas**

Las tierras húmedas construidas incluyen camas de caña y un rango similar de metodologías similares que proporcionan un alto grado de mejora biológica aerobia y pueden ser utilizados a menudo en lugar del tratamiento secundario para las comunidades pequeñas.

- ✓ **Remoción de nutrientes**

La remoción del nitrógeno o del fósforo de las aguas residuales se puede alcanzar mediante la precipitación química o biológica. La remoción del nitrógeno se efectúa con la oxidación biológica del nitrógeno del amoníaco a nitrato (nitrificación que implica nitrificar bacterias tales como Nitrobacter y Nitrosomonus), y entonces mediante la reducción, el nitrato es convertido en gas nitrógeno (desnitrificación), que se lanza a la atmósfera. Los filtros de arena, las lagunas y las camas de lámina se pueden utilizar para reducir el nitrógeno.

3.7.4 **Disposición de las aguas tratadas**

Existen tres métodos a seguir para llevar a cabo la disposición final de las aguas negras:

3.7.4.1 **Disposición por dilución**

El lugar lógico de evacuación de las aguas residuales de una ciudad es un cuerpo natural de agua. Esta forma de desagüe se denomina evacuación por dilución y ha sido empleada con mayor o menor éxito por muchas ciudades, con poco o ningún tratamiento.

3.7.4.2 **Sistemas de tratamientos en el suelo**

Consiste en la aplicación controlada de agua residual sobre la superficie de un terreno, para alcanzar un grado determinado de tratamiento a través de procesos físicos, químicos y biológicos.

Actualmente se realiza por medio de absorción superficial sobre el suelo; este sistema es conocido como campos de infiltración o campos de drenaje y consta de una serie de zanjas de relativa profundidad, 0.9 m a 2.4 m, llenas de grava.

3.7.4.3 **Disposición por irrigación**

Las descargas de aguas residuales tratadas utilizadas para el riego agrícola, en la producción de cultivos hortícolas deberán cumplir con los rangos y límites máximos permisibles descritos a continuación:

Tabla 9.- Parámetros de calidad de vertidos líquidos[14]

Parámetros físicos químicos	Límites máximos o rangos
Temperatura °C	50
PH	6.10
Conductividad Eléctrica (micromhos/cm)	5,000
Aceites y Grasas totales (mg/l)	150
Aceites y grasas Minerales (mg/l)	20
Demanda Bioquímica de oxigeno (mg/l)	400
Demanda Química de Oxígeno (DQO) (MG/L)	900
Fosforo Total (mg/l)	-----
Parámetros Físicos – Químicos Limites	Máximos o Rangos
Notrógeno total (mg/l)	-----
Sólidos Flotantes	Ausentes
Sólidos Suspendidos (mg/l)	400
Sólidos Totales (mg/l)	1,500

[14] Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias - Decreto 33-95

Parámetros físicos químicos	Límites máximos o rangos
Mercurio (mg/l)	0.02
Arsénico (mg/i-)	1.0
Cadmio (mg/l)	1.0
Cromo Hexavalante (mg/l)	0.5
Cromo Trivalante (mg/i)	3
Cianuro (mg/l)	2
Cobre (mg/l)	3
Plomo (mg/l)	1
Fenoles (mg/l)	1
Níquel (mg/l)	3

Fuente: *Decreto 33-95, Art 19*

3.8 **Criterios de diseño**

Los criterios técnicos para realizar el diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario se basan en las "Normas Técnicas para el Diseño y Construcción de Sistemas de Alcantarillados Sanitario" publicado por la Dirección de Alcantarillado Sanitario de Managua del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA); aplicadas para un Sistema de Alcantarillado Sanitario Convencional.

3.8.1 **Trazado de la red**

La red de alcantarillado sanitaria se diseña para que se ajuste lo más posible a la pendiente natural del terreno. La distancia horizontal de las alcantarillas con otros sistemas de redes u objetos no deberá ser menor que:

- Se ubicara a una distancia de 3 m de los postes de tendido eléctrico y telefónico.
- No deberá estar a menos de 0.5 m de los cables de energía eléctrica.
- Deberá existir una distancia libre de 2 m de los troncos de los árboles.
- Estará ubicada a 1.5 m del eje de la cuneta.

3.8.1.1 **Pozos de visita**

3.8.1.1.1 **Ubicación de las alcantarillas**

Se deberán ubicar pozos de visita (PVS) o cámaras de inspección, en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro, en las

intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "Registros terminales" (cleanout).

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía.

En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50 m.

3.8.1.1.2 **Distancia máxima entre pozos**

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 10.-Distancia máxima entre pozos

Equipos	Diámetros (mm)	Separación Máxima
Técnicamente Avanzados	150-400	150
	450 y mayores	200
Tradicional	150-400	100
	450 y mayores	120

Fuente: *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento aguas residuales.*

3.8.1.1.3 **Característica del pozo de visita**

- El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto.
- Para pozos con profundidades mayores de 3 m, el proyectista deberá determinar el grosor de la pared, para que resista los esfuerzos a que será sometida durante el funcionamiento del sistema.
- El diámetro interno Ø del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con Ø: 750 mm y menores; para alcantarillas con Ø mayores de 750 mm, Ø deberá ser igual a Ø + 600 mm.

3.8.1.1.4 **Pozos de vista con caída**

Los pozos de vista de caída se deberán utilizar cuando el Invert de la tubería entrante este a más de 60 cm por encima del Invert de la tubería de salida.

3.8.2 **Periodo de diseño**

En nuestro país se considera razonable diseñar el proyecto para un período de 20 a 25 años.

Tabla 11.-Periodos de diseño para los diferentes tipos de estructura de la red de alcantarillado sanitario.

Tipos de estructuras	Características especiales	Periodo de diseño/años
Colectores principales Emisarios de descarga	Difíciles y costosos de agrandar	10 a 50
Tuberías secundarias hasta θ 375 mm		25 o mas
Plantas de tratamiento de aguas residuales servidas	Pueden desarrollarse por etapas. Deben considerarse las tasas de interés por los fondos a invertir	10 a 25
Edificaciones y estructuras de concreto.		50
Equipos de bombeo a) De gran tamaño b) Normales		15 a 25 10 a 15

Fuente: *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento aguas residuales.*

3.8.3 **Proyección de población**

3.8.3.1 **Tasa de crecimiento geométrico**

Las tasas recomendadas por las Normas Nicaragüenses no deben ser menores al 2.5 % y no mayores al 4 %.

3.8.4 **Cantidades de aguas residuales**

3.8.4.1 **Dotación**

Para las de interior del país, la dotación se obtiene de la siguiente tabla.

Tabla 12.-Dotaciones de agua

Rango de Población	Dotación (L/hab/día)
0 - 5,000	75
5,000 - 10,000	95
10,000 - 15,000	113
15,000 - 20,000	132
20,000 - 30,000	151
30,000 - 50,000	170
50,000 – 100,000 y mas	160

Fuente: *INAA-Norma de diseño de sistema de abastecimiento y potabilización del agua*

3.8.4.2 **Gasto de infiltración**

- Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

3.8.4.3 **Gasto medio (Qm)**

El gasto medio de aguas residuales domésticas se deberá estimar igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

3.8.4.4 **Gasto mínimo de aguas residuales (Qmín)**

Se calculara como el 20% del gasto medio.

3.8.4.5 **Gasto máximo de aguas residuales (Qmáx)**

El gasto máximo de aguas residuales deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00.

3.8.5 **Hidráulicas de las alcantarillas**

3.8.5.1 **Fórmula y coeficiente de rugosidad**

Para el flujo en canales abiertos usando el coeficiente de Rugosidad (n) igual a 0.013 y 0.010 para PVC, para todos los tamaños de tubería. Este valor de "n" toma en cuenta las pérdidas de cargas debidas a conexiones, pozos de visita, desechos y lodos cloacales.

Tabla 13.-Valores del coeficiente de rugosidad “n” de Manning para las tuberías de uso más corriente

Material	Coeficiente “n”
Concreto	0.013
Polivinilo PVC	0.009
Polietileno PE	0.009
Asbesto-Cemento AC	0.010
hierro galvanizado (H°G°)	0.014
Hierro Fundido(HºFº)	0.012
Fibra de vidrio	0.010

Fuente: *INAA*

3.8.5.2 **Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo es de 6” (150 mm) para las alcantarillas de las calles y de 4” (100 mm) para las conexiones domiciliares en el sistema simplificado. Se usan diámetros mínimos de 8” (200 mm) para el sistema convencional, sin embargo en casos justificados se puede usar tubos de 6” de diámetro, si las condiciones técnicas lo permiten.

3.8.5.3 **Pérdida de carga adicional**

Para todo cambio de alineación sea horizontal o vertical se incluirá una pérdida de carga igual a 0.25 $(Vm)^2/2g$ entre la entrada y la salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente, no pudiendo ser en ninguno de los casos, menor de 3 cm.

3.8.5.4 **Cambio de diámetro**

El diámetro de cualquier tramo de tubería deberá ser igual o mayor, que el diámetro del tramo aguas arriba, por ningún motivo podrá ser menor. En el caso de que en un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, el diámetro de la tubería de salida deberá ser igual o mayor que el de la tubería de entrada de mayor diámetro.

3.8.5.5 **Ángulos entre tuberías**

En todos los pozos de visita o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y la tubería de salida deberá tener un valor mínimo de 90º y máximo de 270º medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

3.8.5.6 **Cobertura sobre tuberías**

Si por salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales se hace necesario colocar la tubería a pequeñas profundidades, la tubería será encajonada en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo.

3.8.5.7 **Conexiones domiciliares**

Las conexiones domiciliarles serán conectadas a las alcantarillas de diversos diámetros. Todos tendrán un diámetro uniforme de 100 mm (4 pulgadas) y podrán ser de tubos y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC).

Todas las conexiones domiciliares, deberán iniciar en el tubo de la red de recolección (alcantarilla) y a su vez finalizará en la caja de registro de cada vivienda.

3.8.5.8 **Velocidades mínimas y máximas**

La velocidad a tubo lleno debe ser como mínimo de 0.60 m/s y máximo entre 4 m/s y 5 m/s.

3.8.5.9 **Tirante**

Los tirantes se miden sobre el eje vertical de la tubería, relacionándose con el diámetro de la tubería, así:

$$\frac{\boldsymbol{d}}{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{max} = \mathbf{0.80}$$

Dónde:

d= Tirante medido desde el invert del tubo hasta la superficie del líquido.

D= Diámetro de la tubería

El área no ocupada por el flujo, servirá para la ventilación, movimiento de gases y flujos excepcionales no previsibles.

3.8.6 **Sistema de tratamiento**

3.8.6.1 **Criterios de selección para ubicación de sistema de tratamiento según NTON 05 027-05**

Independientemente de las alternativas seleccionada existe un único sitio para la ubicación de la planta de tratamiento, esta afirmación se basa en los criterios técnicos establecido, los cuales se mencionan a continuación:

- La ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales deben cumplir con todos los criterios establecidos en el Acápite 6[15] de la presente normativa.
- Es el único sitio, cuya ubicación permite que el sistema de recolección de las aguas servidas sea conducido por gravedad hasta el STAR.
- El predio seleccionado está localizado a una distancia de 500 m (> 300 m) de la casa más próxima.
- Los vientos predominantes ocurren en dirección N-E, o sea que pasa por la localidad y luego por el sitio donde se emplazara el sistema de tratamiento.
- La posibilidad de contaminación de fuentes subterráneas y superficiales a implementar, es mínima.
- El predio tiene una área aproximada de 6 hectáreas (Ha) y está ubicado, al este de la localidad, a una distancia de 1300 m del casco urbano.

3.8.6.2 **Tratamiento preliminar**

- ✓ **Rejillas**

La longitud de la rejilla de limpieza manual no debe exceder de lo que pueda rastrillarse fácilmente a mano. En la parte superior de la rejilla debe proveerse una placa de drenaje o placa perforada para que los objetos rastrillados puedan almacenarse temporalmente para su escurrimiento.

[15] Criterios para la ubicación de los sistemas de tratamientos de aguas residuales. NTON

Las barras de la rejilla no deberán ser menores de 1 cm de anchura por 5 cm de profundidad. Por su gran importancia, la velocidad de aproximación deberá ser de 0.45 m/s a caudal promedio.

- ✓ **Desarenadores**

Los desarenadores de flujo horizontal para aguas residuales, se diseñan para una velocidad horizontal de flujo aproximadamente igual a 0.3 m/s.

Generalmente los desarenadores para aguas residuales se diseñan para remover todas las partículas de diámetro mayor de 0.20 mm.

3.8.6.3 **Tratamiento primario**

- ✓ **Tanque Imhoff**

Elimina del 40 % al 50 % de sólidos suspendidos y reduce la DBO del 40 % al 60%.

3.8.6.4 **Tratamiento secundario**

- ✓ **Lagunas facultativas**

Se diseñan con una profundidad de 1 m a 2.5 m. y pueden recibir agua residual bruta o bien procedentes de lagunas anaerobias. La carga admitida a temperaturas de 12ºC a 25ºC respectivamente está en el rango de 150 $KgDBO_5/Ha*día$ a 600 $KgDBO_5/Ha*día$. La reducción DBO_5 depende de la temperatura y los tiempos de retención (7 días a 15 días).

- ✓ **Biofiltro**

Un humedal de flujo horizontal consta de pilas rectangulares con profundidades que oscilan entre 60 cm y 100 cm, con un relleno de material grueso (5 cm a 10 cm de diámetro) en las zonas de distribución (entrada) y recolección (salida). La fracción principal del lecho filtrante, ubicada entre las zonas de material grueso, es homogénea y más fina, normalmente de 0.5 mm a 15 mm de diámetro.

3.9 **Análisis de costos**

3.9.1 **Costos de construcción**

Es el gasto económico que representa llevar a cabo el proyecto, son todas aquellas erogaciones que se tienen que efectuar para construir la obra, ya sea materiales, mano de obra, maquinaria y equipos, además de los gastos de administración, salarios, seguro, prestaciones sociales entre otros.

3.9.2 **Costos de mantenimiento y operación**

Se refiere a los costos para mantener de manera óptima todos y cada uno de los componentes del STAR, incluyendo dispositivos que requieran ser sustituidos con el paso del tiempo y personal de mantenimiento para operar y velar por el bienestar físico de cada estructura.

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO

Todos los criterios se basan en la guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario de tratamiento de aguas residuales emitidas por INAA.

4.1 Estudios preliminares

4.1.1 Recopilación de información

Inicialmente se programó una reunión con el gerente de proyecto Ing. Ibi Jarquín, de la Alcaldía de Matiguás para plantear el proyecto a desarrollar y garantizar el respaldo de dicha institución en lo que compete a la recolección de información necesaria para el desarrollo del proyecto monográfico.

Luego de abordar la reunión, el Arq. Jonathan Matus facilitó la siguiente información.

1. Plano catastral del casco urbano de Matiguás en AutoCAD 2D.
2. Plano planimétrico y altimétrico.
3. Diagnóstico AMUPNOR realizado el año 2014.
4. Caracterización de Matiguás.
5. Informe de estudio geotécnico actual.

Finalmente, se utilizó como herramienta de apoyo la web, de donde se obtuvieron diversa información, tal como: Censo de población y vivienda elaborado por Instituto Nicaragüense de Información para el Desarrollo (INIDE), en el año 2005 y Normas de INAA para el diseño, operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado y plantas de tratamientos de aguas residuales.

4.1.2 Reconocimiento de la zona

Luego de consolidar toda la información, se procedió a realizar visita de campo en la zona de estudio así como también la verificación de plano topográfico, el uso actual de suelo y áreas de expansión.

4.2 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico fue facilitado por la Alcaldía Municipal, con el cual se procedió a verificar las condiciones del terreno a través de visitas de campo.

4.2.1 **Estudios geotécnicos**

Es importante mencionar que la mayor parte de las calles de la ciudad de Matiguás se encuentran adoquinadas, dificultando la extracción de muestras.

Sin embargo, la Alcaldía de Matiguás facilitó un informe realizado con el apoyo de “Ingeniería de Materiales”, S.A (NICASOLUM).

Este consiste en el estudio geotécnico en las afueras de la ciudad conforme al PIA 2016. Además, comprende información relevante sobre las perforaciones en suelo, ensayos SPT, muestreo, investigación del nivel freático y observaciones de campo. Estas perforaciones fueron realizadas entre el 07 y 08 de mayo del 2016.

Por cada perforación realizada se obtuvieron los siguientes resultados:

- Cantidad y tamaño de las muestras
- Número de Golpes aplicados durante el ensayo de SPT
- Clasificación SUCS
- Descripción de la muestra
- Color Profundidad de perforación del Material
- Compacidad o consistencia del sub-suelo
- Columna estratigráfica del sub-suelo en el sitio de perforación
- Gráfico de resistencia a la penetración estándar
- Limites Atterberg
- Humedad natural

En el estudio se realizó un total de cuatro sondeos manuales con 1.5 m profundidades para cada una. Se extrajeron muestras alteradas de los diferentes estratos encontrados, siguiendo los procedimientos descritos en la designación ASTM D - 420.

Para cada sondeo se obtuvieron los siguientes resultados:

- Profundidad del sondeo
- Descripción de la muestra
- Distribución granulométrica de los materiales

- Limites Atterberg
- Clasificación S.U.C.S

4.3 **Diseño del sistema de recolección**

4.3.1 **Trazado de la red**

Una vez identificada el área de estudio y verificada la topografía del terreno, se procedió al trazado de la red de recolección, procurando a su vez que los flujos se muevan por gravedad. En cuanto a los pozos de visita sanitarios, se ubicaron de acuerdo con los parámetros de distancia permisible y cambio de alineación establecidos por INAA. Debido a la topografía variable de la zona fue necesaria la ubicación de algunos tramos de tubería contra la pendiente del terreno.

4.3.2 **Áreas tributarias**

Para la delimitación de áreas se tomó en cuenta el trazado de colectores, asignando áreas proporcionales de acuerdo a las figuras geométricas que el trazado configura. La unidad de medida es en hectáreas (Ha).

4.3.3 **Localización de la red y numeración de pozos de visitas**

La orientación de la red de recolección se realizó en las bandas Norte y Oeste de los ejes centrales de las vías. Los pozos fueron ubicados a una distancia no mayor de 100 m y en cualquier cambio de dirección presentado en la configuración de las vías.

Se trazó la red manteniendo el siguiente orden: los prefijos PVS 1 hasta PVS 34 para la colectora principal. Para las colectoras secundarias se enumeró consecutivamente desde aguas arriba hacia aguas abajo.

4.4 **Estudio de población**

Para realizar el estudio de población se utilizaron los datos de los Censos Nacionales de Población y Vivienda realizados por el ahora llamado Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) de los años 1971, 1995 y 2005, donde se obtuvo la población actual 2016.

4.4.1 **Población de diseño**

La población de diseño se estimó por el método geométrico, cumpliendo con los criterios según la norma de INAA.

4.4.1.1 **Proyección y tasa de crecimiento geométrico**

Con los datos de población urbana tomados de los Censos Nacionales de Población y Vivienda se calcularon las tasas de crecimiento poblacionales, para los diferentes períodos intercensales, mediante el método geométrico, donde se obtuvo un promedio menor del 2.5 %[16].

Las fórmulas empleadas para la determinación de la tasa de crecimiento intercensales y para la proyección de la población están dadas por:

1) $$\boldsymbol{Pn = Po(1 + r)^n}$$

2) $$\boldsymbol{r = \left(\frac{Pn}{Po}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}$$

Donde,

Pn: población del año n.

Po: población al inicio del periodo de diseño.

r : tasa de crecimiento en el periodo de diseño, expresado en notación decimal.

n: número de años que comprende el periodo de diseño.

4.4.1.2 **Población actual (2016)**

En base al método geométrico planteado en *ítem* anterior, se estimó una población actual tomando como población base la del 2005.

4.4.1.3 **Dotación**

En base a la población calculada se seleccionó la dotación correspondiente según lo establecido en la norma de agua potable.

[16] Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales INAA.

4.5 **Cantidades de aguas residuales**

4.5.1 **Gasto de infiltración**

El gasto medio fue dividido entre la longitud total de la red para tener un gasto por metro de longitud de tubería, esto para facilitar los cálculos de caudales por tramo, dada la irregularidad del municipio, al multiplicar la longitud del tramo en cuestión por dicho gasto unitario.

4.5.2 **Gasto medio de aguas residuales**

Para la estimación del consumo promedio se utilizó una dotación de 132 l/hab/día[17].

$$3)\quad Q_m = \frac{P*D*0.8}{86{,}400}\,[lps]$$

Dónde:

D= Dotación de agua potable (lps)

P= Población

Para la estimación del gasto medio de aguas residuales domesticas se utilizó un factor de retorno del 80 % de la dotación del consumo de agua.

4.5.3 **Gasto máximo y mínimo**

- **Gasto máximo**

Para el cálculo del gasto máximo (Qmáx) se utilizó el factor de Harmon,

$$4)\quad H = 1 + \frac{4}{4+\sqrt{P}}$$

$$5)\quad Q_{max} = H * Q_m$$

Donde:

H= Factor de Harmon

P=Población en miles

[17] Norma de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua

4.5.4 **Estimación del caudal de diseño**

El caudal de diseño se estimó como la suma del gasto máximo, el gasto comercial, industrial y público de aguas residuales, y el gasto de infiltración tal como se ejemplifica en la siguiente fórmula.

$$6)\quad Q_D = Q_{max} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{inf} + Q_{ind}$$

Dónde;

Qcom= Gasto comercial

Qins= Gasto institucional público

Qind= Gasto industrial

- **Gasto mínimo**

Para la verificación del gasto mínimo en las alcantarillas se empleó la siguiente formula:

$$7)\quad \boldsymbol{Qmin = \frac{1}{5}\, Qm}$$

4.5.4.1 **Gasto comercial, industrial y público de aguas residuales**

Se estimó según lo establecido en INAA como porcentaje del gasto medio de aguas residuales.

Tabla 14.-Contribuciones especiales de caudal

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Industrial	2
Público	7

Fuente: *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento aguas residuales.*

4.6 **Análisis hidráulico**

En el proceso de diseño hidráulico, se calculó detalladamente cada uno de los tramos que forman parte del sistema de alcantarillado. Los datos de ingreso al proceso de cálculo fueron las características topográficas (niveles de tapa), la longitud del tramo y el caudal de diseño.

Los resultados obtenidos se basaron en una memoria de cálculo de Excel determinando a su vez, el diámetro de conducto requerido, la pendiente necesaria, las condiciones de escurrimiento de caudales: relación de llenado (h/D), velocidad y tensión de arrastre de fondo, pérdida de carga (caída en cada pozo de visita) y los niveles de tubería (corona e invert).

4.6.1 **Diámetro**

Se estableció un diámetro inicial de 6 pulgadas (150 mm), diámetro mínimo de alcantarillas según INAA, y un diámetro final de 14 pulgadas (355.6 mm) para la red principal, los cuales fueron revisados en conjunto con la pendiente del conducto para determinar la idoneidad de la tubería.

4.6.2 **Pendiente mínima y máxima**

La pendiente longitudinal mínima es aquella que produzca una velocidad de 0.60 m/s. También puede considerarse como pendiente mínima la que produzca una velocidad de diseño de auto limpiado que propicie una tensión de arrastre de 1 Pa.

A excepción de aquellos tramos cabeceros, con el fin de evitar profundidades exageradas y reducir los costos de excavación, se optó por no aumentar las pendientes cumpliendo en todo caso con la velocidad mínima de 0.3 m/s.

La pendiente longitudinal máxima, es aquella que produzca una velocidad no mayor de 3 m/s con el gasto de diseño de tuberías.

4.6.3 **Relaciones de sección parcialmente llena**

Para conocer las condiciones de escurrimiento, se calculó la relación entre el caudal de diseño del tramo y el caudal a tubo lleno (q/Q), de donde se obtiene las relaciones de tirante (d/D), velocidad (v/V) y radios hidráulicos (rh/Rh), utilizados en el cálculo del tirante, velocidad y tensión de arrastre en el conducto.

4.6.4 **Tensión de arrastre**

Luego de calcular el radio hidráulico de la tubería con el caudal mínimo, calculado como el producto de la relación rh/Rh y la cuarta parte del diámetro del tubo, se calculó la tensión de arrastre multiplicando el peso específico del líquido (9810

N/m^3) por el radio hidráulico calculado por la pendiente del tramo en análisis. Tal como lo indica el criterio de tensión de arrastre según la siguiente ecuación:

$$8) \quad f = W * R * S$$

Dónde:

f= Tensión de arrastre

w= Peso específico del líquido [N/m^3]

R= Radio hidráulico a gasto mínimo [m]

S=pendiente mínima [m/m]

4.6.5 **Pérdida de carga**

Para todo cambio de alineación, tanto como horizontal o vertical, se incluyó una pérdida de carga igual a 0.25*Vm^2/2g, donde Vm es la velocidad a caudal medio y g la aceleración de la gravedad[18]. *Ver Anexo III*

4.7 **Calidad de las aguas servidas**

La calidad de las aguas residuales, se asumió de los datos del sistema de tratamiento en ciudad de Darío del departamento de Matagalpa; siendo estos recopilados por el CIEMA de la UNI[19]. *Ver Anexo V*

4.7.1 **Diseño de alternativas de sistemas de tratamiento de aguas residuales**

Se diseñaron dos alternativas de tratamiento basadas en procesos naturales, que tuvieran un alto nivel de descomposición de la materia orgánica, se tomó en cuenta primordialmente el área superficial, el tipo de agua residual (doméstica), cantidad de aguas residuales, calidad del efluente, facilidad de operación y mantenimiento, disponibilidad y ubicación del terreno, capacidad de absorción del suelo, distancia de las viviendas y a pozos de agua y los factores económicos.

[18] Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales

[19] Monografía: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento en el casco urbano del municipio de San Isidro del departamento de Matagalpa

El dimensionamiento de las plantas de tratamiento se realizó tratando que la calidad del efluente se apegara a las normas sobre la calidad de las aguas residuales que se pueden depositar en un cuerpo receptor, según el Decreto 33-95 del MARENA.

Tabla 15.-Alternativas de sistemas de tratamiento aguas residuales

Alternativa	Sistema de Tratamiento Propuestos
1	Tanque Imhoff (2) + Laguna Aerobia Secundaria(2) + Biofiltro(2)
2	Tanque Imhoff + Laguna Facultativa Secundaria + Laguna Aerobia Terciaria

Fuente: *Elaboración propia*

De estas dos alternativas fue seleccionada la segunda (tanque Imhoff + laguna facultativa secundaria + laguna aerobia terciaria). Este sistema es una de las mejores alternativas para este tipo de localidades, ya que está en concordancia con la realidad económica, debido a que no requiere altos costos de operación y ni operadores de mano de obra especializada.

Como tratamiento preliminar se diseñó una reja de barras de limpieza manual, un canal de entrada, un desarenador de flujo horizontal doble en paralelo y un medidor de caudal tipo Parshall, para posterior conducir las aguas a los procesos de tratamiento.

4.7.1.1 **Tratamiento preliminar**

Se procedió a realizar el diseño del tratamiento preliminar de las aguas servidas, donde este corresponde al mismo para las dos alternativas propuestas, ya que ambos poseen el mismo diseño de la red de recolección y son formuladas para construirse en la misma área superficial.

4.7.1.1.1 **Canal de entrada y rejillas**

El diseño de la rejilla depende del ancho y pendiente longitudinal del canal de aproximación respectivo. Se seleccionaron barras circulares de 1/2’’ de diámetro

por ser de fácil adquisición comercial y no poseen lados que puedan herir en caso de remover los desechos con la mano[20]. *Ver Anexo V Tabla 41*

Los criterios de diseño corresponden a lo especificado en la norma de INAA.

a) Canal de entrada: Cálculo de la velocidad máxima y velocidad media

$$9)\ V_{max} = \frac{Q_{max}}{B * H_{max}}$$

$$10)\ V_{med} = \frac{Q_{med}}{B * H_{med}}$$

Dónde:

Qmáx= Caudal máximo de aguas residuales
Qmed= Caudal medio de aguas residuales
Hmáx= Altura máxima de aguas residuales tomada del canal de entrada
Hmed= Altura media de aguas residuales tomada del canal de entrada
B= Ancho del canal, tomada del canal de entrada
Ver Anexo V Tabla 39

b) Condiciones en la rejilla

- Área total mojada (At)

$$11)\ A_t = B * H_{max}$$

- Eficiencia (E)

$$12)\ E = \frac{a}{a+t}$$

Dónde:
a= separación entre rejas
t= Espesor de las rejas

- Área útil (Au)

$$13)\ \mathrm{A_u} = \mathrm{A_t} * \mathrm{E}$$

- Velocidad de paso (V_p)

[20] Información típica para el diseño de rejillas de barra de limpieza manual – INAA Cap. 9

$$14)\ V_p = \frac{Q_{max}}{B * A_u}$$

c) Verificación de velocidad media

- Área total y útil con Vmed (At', Au')

$$15)\ A'_t = B * H_{med}$$

$$16)\ A'_u = A'_t * E$$

- Velocidad media (V'm)

$$17)\ V'_m = \frac{Q_{med}}{A'_u}$$

d) Pérdidas y altura del canal

- Pérdida de carga en rejas limpias

$$18)\ H_f = \beta \left(\frac{t}{a}\right)^{4/3} * sin\ \theta * \frac{V^2_{med}}{2 * g}$$

- Pérdida de carga en rejas parcialmente obstruidas (50%)

$$19)\ \mathrm{H_{fo}} = \left(\frac{\mathrm{E}}{0.5 * \mathrm{E}}\right)^2 *\ \mathrm{H_f}$$

- Altura del canal (H)

$$20)\ \mathrm{H} = \mathrm{H_{max}} + \mathrm{H_f} + \mathrm{H_{fo}}$$

4.7.1.1.2 **Desarenador**

Los desarenadores fueron diseñados para cumplir con todas las especificaciones y criterios de diseño de las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales y de la guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores (CEPIS/OPS/2005).

Se diseñaron dos desarenadores de flujo horizontal en paralelo. Como dato inicial se tomó el caudal, el diámetro de las partículas a remover (0.20 mm), la velocidad horizontal de flujo, 0.30 m/s (de acuerdo a las guías técnicas para el diseño alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales), el

coeficiente de Manning para concreto (n=0.013), una carga superficial de 1600 m3/m2/día (entre 700 y 1600 según INAA) y se propuso como tiempo de retención de sedimentos 15 días, la cantidad de material retenido se tomó como 0.029 l/m3, valor para zona residencial según CEPIS. Durante el diseño se prestó especial atención a las velocidades de sedimentación de manera que se cumpliera en el diseño especificado. *Ver Anexo V Tabla 43*

Luego de comprobar que el diseño cumplía con las velocidades y el volumen de tolva propuesto era mayor que el mínimo requerido para arenas, se obtuvieron las dimensiones para cada unidad de desarenador.

El diseño obedeció la siguiente línea de cálculo:

a) Zona de sedimentación:

- Área superficial (As):

$$21)\ \mathrm{As} = \mathrm{Q_d} * 86400/\mathrm{Cs}$$

- Ancho del desarenador (B): Igual al canal

- Longitud del desarenador (L):

$$22)\ \mathrm{L} = \frac{\mathrm{V}*\mathrm{Hagua}*86400}{\mathrm{Cs}}$$

- Velocidad de sedimentación (V_s):

Según criterio CEPIS

- Altura del agua en el canal de llegada (H_{agua}):

$$23)\ \mathrm{H_{agua}} = \frac{\mathrm{Qd}}{\mathrm{b}*\mathrm{V}}$$

- Longitud de transición (L_t):

$$24)\ \mathrm{Lt} = \frac{2\mathrm{B}-\mathrm{Bcanal}}{2*\tan 12.5^\circ}$$

- Incremento de longitud por turbulencia (Lturb):

$$25)\ \mathrm{L_{turb}} = 2\mathrm{H_t} - 0.5\mathrm{L}$$

- Radio hidráulico (Rh):

$$25)\ \mathrm{Rh} = \frac{\mathrm{B} * \mathrm{H_{agua}}}{\mathrm{B} + 2\mathrm{H_{agua}}}$$

- Pendiente longitudinal del desarenador (S):

$$27)\ \mathrm{S} = \left(\frac{\mathrm{n} * \mathrm{V_h}}{\mathrm{Rh}^{2/3}}\right)^2$$

- Pérdidas en el desarenador (H_f):

$$28)\ \mathrm{H_f} = \mathrm{S} * \mathrm{L}$$

b) Zona de lodos:

- Volumen de material retenido: Se tomó 0.029 lt/m3, según OPS/OMS/CEPIS

- Ancho de tolva: B

- Altura de tolva (H_{tolva}): Propuesta

- Volumen de Tolva (V_{tolva}):

$$29)\ \mathrm{Vtolva} = \frac{\text{cantidad de material retenido} * \mathrm{t}}{86400}$$

4.7.1.1.3 **Dispositivo de medición de caudal**

- **Canaleta Parshall**

Se seleccionó canaleta Parshall como dispositivo de medición de caudal, ya que el caudal a ser medido correspondía al caudal total de todo el sistema de alcantarillas de Matiguás.

Inicialmente se escogió un ancho de garganta y con la ecuación para gasto máximo y gasto mínimo de la misma tabla, se comprobó que la selección de ancho de garganta cumple con el límite modular. A continuación se procedió a efectuar los cálculos correspondientes a las condiciones hidráulicas en la entrada, la garganta y la salida de la canaleta. *Ver anexo V Tabla 44*

4.7.2 **Tratamiento primario**

4.6.2.1 Tanque Imhoff y lecho de secado

En la alternativa 1 se hizo necesario el diseño de dos tanques Imhoff, ambos tanques constan de 2 cámaras de sedimentación y dos cámaras de digestión.

En la alternativa 2 se realizó el diseño de 1 tanque Imhoff, el cual consta igualmente de 2 cámaras de sedimentación y dos cámaras de digestión.

Para el dimensionamiento se utilizaron todos los parámetros de diseño plasmados. *Ver anexo V Tabla 48 Alternativa 1, Tabla 52 Alternativa 2.*

Se procedió al dimensionamiento de las cámaras de sedimentación, del deflector de espuma, la zona de ventilación de gases y las cámaras de digestión de acuerdo a la metodología de cálculo propuesta por el CEPIS (Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización). El período de limpieza del tanque se fijó en 30 días.

El dimensionamiento del tanque Imhoff respondió a la siguiente metodología de diseño:

a) Cámara de sedimentación

Para el dimensionamiento de la cámara de sedimentación, en ambas alternativas se utilizo una carga superficial (Cs) de 1.4 $m^3/m^2/h$, valor comprendido en el rango recomendado por INAA (1 - 1.7$m^3/m^2/h$), un tiempo de retención (Tr) de 3 horas, una relación largo/ancho de 5 y una pendiente de fondo de (V/H) de 3/2. La longitud de abertura entre compartimentos se estableció en 0.25 m; al igual que la longitud del saliente, la velocidad horizontal del flujo se estableció menor o igual a 30 cm/min. El caudal medio se dividió entre el número de unidades a construir para establecer el caudal de diseño de cada tanque.

- Área superficial total (Ast):

$$30)\ \mathrm{Ast} = \frac{\mathrm{Q_m}}{\mathrm{Cs}}$$

- Área superficial por sedimentador (Asu):

$$31)\ \mathrm{Asu} = \frac{\mathrm{Ast}}{\mathrm{n}}$$

Dónde:

n: Número de tanques

- Volumen total de sedimentación (Vst):

$$32)\ \mathrm{Vst} = \mathrm{Qm} * \mathrm{Tr}$$

Dónde:

n: Número de tanques

- Volumen por sedimentador (Vsu):

$$33)\ \mathrm{Vsu} = \frac{\mathrm{Vst}}{\mathrm{n}}$$

- Ancho del sedimentador (Bs):

$$34)\ \mathrm{Bs} = \sqrt{\frac{\mathrm{Asu}}{\Delta \mathrm{L}}}$$

- Longitud del sedimentador (Ls):

$$35)\ \mathrm{Ls} = \Delta \mathrm{L} * \mathrm{Bs}$$

- Altura triangular del sedimentador (Htrs):

$$36)\ \mathrm{Htrs} = \frac{\mathrm{Bs}}{2} * (5/4)$$

- Área triangular del sedimentador (Ats):

$$37)\ \mathrm{Ats} = \frac{\mathrm{Bs} * \mathrm{Htrs}}{2}$$

- Área rectangular del sedimentador (Ars):

$$38)\ \mathrm{Ars} = \frac{\mathrm{Vsu} - (\mathrm{Ats} * \mathrm{Ls})}{\mathrm{Ls}}$$

- Altura rectangular del sedimentador (Hrs):

$$39)\ \mathrm{Hrs} = \frac{\mathrm{Ars}}{\mathrm{Bs}}$$

- Altura total del sedimentador (HTs):

$$40)\ HTs = Htrs + Hrs$$

- Área total del sedimentador (AT):

$$41)\ \mathrm{AT} = \mathrm{Ats} * \mathrm{Ars}$$

- Velocidad de flujo horizontal (Vs):

$$42)\ \mathrm{Vs} = \frac{\mathrm{Qm}}{\mathrm{NT}*\mathrm{AT}} \leq 30\mathrm{cm/min}$$

b) Deflector de espumas

En ambas alternativas se dimensionó con un borde libre de 60 cm, con 30 cm por encima y por debajo de la superficie del líquido.

c) Zona de ventilación de gases:

Se dimensiono de acuerdo a lo establecido en las normativas.

d) Cámara de digestión

Se propusieron dos cámaras de digestión en ambas alternativas con el objetivo de maximizar el volumen de digestión sin incrementar la profundidad del tanque. La pendiente del fondo se propuso en 1:2 para asegurar que los lodos escurran al fondo de la cámara y facilite su extracción, la cual se realizará por diferencial de presiones a través de tubería. Para el cálculo del volumen de digestión se utilizó una temperatura media de 24.20°C, según datos de INETER.

- Volumen por cámara Vcu

$$43)\ \mathrm{Vcu} = \frac{70*\frac{\text{Población}}{\mathrm{n}}*\mathrm{Fcr}}{1000}$$

- Volumen de almacenamiento por cámara (Vdc)

$$44)\ \mathrm{Vdc} = \frac{\mathrm{Vdt}}{2}$$

- Base mayor de la cámara de digestión (BM)

$$45)\ \mathrm{BM} = 2\mathrm{Bs} + 2(\text{Anchura de abertura}) + \text{separación entre sedimentadores}$$

- Base menor de la cámara de digestión (Bm): 3 m, asumido.

- Longitud de la cámara (Lc):

$$46)\ \mathrm{Lc} = \mathrm{Ls}$$

-Altura trapezoidal:

$$47)\ \mathrm{Htz} = \frac{BMc - Bmc}{2 * a}$$

- Altura triangular (Ht):

$$48)\ \mathrm{Htc} = \frac{\mathrm{Bs}}{2} * \mathrm{h}$$

- Volumen trapezoidal (Vt):

$$49)\ \mathrm{Vt} = \frac{\mathrm{Htc}}{3} * \left(\mathrm{Lc} * \mathrm{BM} + \mathrm{Bm}^2 + \sqrt{\mathrm{Lc} * \mathrm{BM} + \mathrm{Bm}^2}\right)$$

- Volumen rectangular (Vr):

$$50)\ \mathrm{Vr} = \mathrm{Vdc} - \mathrm{Vt}$$

- Altura de lodos en zona recta (Hr):

$$51)\ \mathrm{Hr} = \frac{\mathrm{Vr}}{\mathrm{Lc} * \mathrm{BMc}}$$

- Distancia libre de lodos (Dl): Según intervalo de INAA

- Altura total del tanque (HT): Asumido.

e) Lecho de secado de lodos

El lecho de secado de lodos se diseñó de acuerdo a criterios de diseño CEPIS (Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización). Se asumió un espesor de capa y un ancho con los que se

comprobó que su dimensionamiento cumple con los parámetros y criterios de diseño.

El diseño del lecho de secado estuvo sujeto a la siguiente metodología de cálculo:

-Carga de sólidos en el sedimentador (C):

$$52)\ \mathrm{C} = \mathrm{Qm} * \mathrm{SS}$$

- Masa de sólidos totales desechados al día (Msd):

$$53)\ \mathrm{Msd} = 0.325 * C$$

- Volumen de lodos por día (Vd):

$$54)\ \mathrm{Vd} = \frac{\mathrm{Msd}}{\rho\mathrm{lodos} * \left(\frac{\%Solidos}{100}\right)}$$

Dónde:

ρ= Densidad relativa de lodos, 1.04 según CEPIS

%Solidos= % de humedad del sólido, 10% según CEPIS

- Volumen de lodos a extraer (Ve):

$$55)\ \mathrm{Ve} = \mathrm{Vld} * \mathrm{Trc}$$

- Altura de lecho: *Asumido*

- Ancho (B): Asumido

- Largo del lecho de secado (L):

$$56)\ \mathrm{L} = \frac{\mathrm{Als}}{\mathrm{B}}$$

4.6.2.2 Laguna facultativa

A pesar de utilizar grandes extensiones de tierra, se decidió considerar, lagunas facultativas, ya que debido a su funcionalidad, son tratamientos de aguas residuales de mayor uso en el país. Se diseñó las lagunas facultativas partiendo de los criterios y parámetros de diseño de CEPIS (Guía para el Diseño de Tanques

Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización). *Ver Anexo V, Tabla 54 Alternativa 2*

Como datos iniciales se tiene el caudal medio, la temperatura del agua y las características del afluente. Se dimensionó en base a la metodología ampliamente abordada en la guía antes mencionada y se verificó la eficiencia de remoción de DBO_5 y coliformes fecales de acuerdo a numerosos métodos.

a) Dimensionamiento

Se procedió a calcular la carga total aplicada (CTA) multiplicando la concentración de DBO_5 en el afluente por el caudal medio. Con este resultado y utilizando la ecuación $CSmáx = 357.4*1.085^{(Ta-20ºC)}$, luego se calculó la carga superficial aplicada multiplicando la carga superficial máxima (CSmáx) por un factor de 0.40.

Dividiendo la carga total aplicada entre la carga superficial aplicada se obtiene el área para las lagunas. Se propuso una altura de laguna entre 1.5m a 2.5 m de acuerdo a las recomendaciones en la guía técnica de diseño de INAA. Además se propuso dimensiones de longitud de manera que hubiera una relación largo ancho (L/B) de 2. Las dimensiones se variaron de acuerdo al período de retención, que según recomendaciones de INAA debe variar entre 7-15 días.

b) Modelos de remoción de DBO_5

Se intentó respetar al máximo los rangos en los criterios de diseño y la metodología de diseño con el fin de cumplir con los parámetros de calidad del efluente. De esta manera para la laguna se llevó a cabo el análisis de remoción de DBO_5 y de coliformes fecales de acuerdo a distintos modelos.

Finalmente se calculó la remoción de DBO_5 de acuerdo a tres métodos distintos:

-Marais Chow

$$K_{20ºC} = \frac{P_r}{(-14.77 + 4.46 * P_r)}$$

$$S = \frac{S_0}{\left(1 + (K_d * P_r)\right)}$$

$$57)\ K_d = K_{20^oC} * 1.085^{(T_a - 20^oC)}$$

Dónde:

S= DBO_5 remanente en el efluente

S_o= DBO_5 en el afluente

$K_{20°C}$= Constante de biodegradación orgánica a 20°C

K_d= Constante de reacción de primer orden a temperatura ambiente

P_r= Período de retención

T_a= Temperatura del agua en el mes más frío

- Dr. Yánez:

$$CSremov = 7.67 + 0.806 * CSA$$

$$Csreman = CSA - CSremov$$

$$CTefluente = CSreman * A_T$$

$$58)\ S = \frac{CTefluente}{Q_m}$$

Dónde:

CSremov= Carga superficial removida

CSA= Carga superficial aplicada

CSrman= Carga superficial remanente

CTefluente= Carga total en el efluente

A_T= Área total de laguna

S= concentración de DBO_5 en el efluente

- Thirimurty

$$59)\ d = \frac{x}{(-0.26118+0.25392+1.01368x^2)}$$

$$60)\ a = \left(1 + (4K_d * d * P_r)\right)^2$$

$$61)\ S = \frac{\left(S_0 * 4 * a * e^{\frac{1-a}{2d}}\right)}{(1+a)^2}$$

Dónde:

d= Factor de dispersión

x= Factor geométrico

a= Factor de DBO_5

S= Concentración de DBO_5 en el efluente

Pr= Período de retención

- **Modelos de remoción de coliformes fecales**

La remoción de coliformes fecales por dos métodos:

- Marais Chow

$$62)\ K_b = 0.84 * 1.07^{(T_a - 20ºC)}$$

$$63)\ CFRE = \frac{CFA}{(1+K_b+P_r)}$$

Dónde:

Ta= Temperatura del agua en el mes más frio

Kb= Coeficiente de mortandad de coliformes fecales

CFA= Coliformes fecales en el afluente

CFRE= Coliformes fecales remanentes en el efluente

Pr= Período de retención

- Thirimurty:

$$64)\ \mathrm{CFRE} = \frac{\left(\mathrm{CFA}*4*\mathrm{a}*\mathrm{e}^{\frac{1-\mathrm{a}}{2\mathrm{d}}}\right)}{(1+\mathrm{a})^2}$$

$$65)\ \mathrm{a} = \left(1 + (4\mathrm{K_d} * \mathrm{d} * \mathrm{P_r})\right)^2$$

$$66)\ \mathrm{d} = \frac{\mathrm{x}}{(-0.26118+0.25392+1.01368\mathrm{x}^2)}$$

Dónde:

CFA= Coliformes fecales en el afluente

CFRE= Coliformes fecales remanentes en el afluente

a= Factor de DBO_5

d= Factor de dispersión

4.7.3 **Tratamiento secundario**

4.1.1.1 Biofiltro

En la alternativa 1 se proyectaron biofiltros con plantas Carrizo debido a las buenas experiencias con estas plantas en la remoción de coliformes fecales y a los beneficios adicionales en su utilización. El diseño se basó en los criterios de INAA (Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales) y otras bibliografías donde se facilitan datos de acuerdo a la experiencia en proyectos similares en Nicaragua y otros países.

Se establecieron como parámetros evaluativos de la calidad del efluente la DBO_5 y los coliformes fecales, siendo la dimensión final, aquella que cumpliera con los límites de dichos valores para riego. Así mismo, se utilizó la temperatura media del mes de enero (mes más frío de la zona), 24.2°C según datos de INETER, con una porosidad de 0.35 y una conductividad hidráulica de 8000 m^3/m^2/día. *Ver Anexo V Tabla 51*

En general, el diseño de los biofiltros se realizó de la manera siguiente:

a) Datos iniciales:

- Temperatura crítica del aire (Tai): 24.2°C

- Const. Biodegradación a 20°C (K_{20}):

$$67)\ \mathrm{K_{20}} = \mathrm{K_o} * 37.31 * \mathrm{P}^{4.172}$$

Dónde:

K_o= Constante óptima de remoción para medio con zona de raíces completamente desarrollada, 1.839[21] para aguas residuales municipales.

P= Porosidad del lecho filtrante

- Constante de reacción de 1er orden a temperatura ambiente (Kt):

$$68)\ \mathrm{Kt} = \mathrm{K_{20}} * 1.06^{\mathrm{Ta-20}}$$

b) Área requerida, tiempo de retención hidráulica y cargas:

- Área superficial requerida (A_s):

$$69)\ \mathrm{A_s} = \frac{Qm*[(So)-\ln(S)]}{K_{(dTa)}*Hm*\eta}$$

Dónde:

So=DBO_5 Afluente

S=DBO_5 Efluente esperado

$K_{(dTa)}$=Constante de reacción de primer orden temperatura ambiente

Hm=Profundidad media de la humedad

ɳ=Porosidad

[21] Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

- Tiempo de retención hidráulica (TRH):

$$70)\ \mathrm{TRH} = \frac{\mathrm{A_s} * \mathrm{Hm} * \eta}{\mathrm{Q_m}}$$

- Carga orgánica (C_{org}):

$$71)\ \mathrm{Corg} = \frac{\mathrm{So} * \mathrm{Hm} * \eta}{\mathrm{Tr}}$$

Dónde:

So=DBO_5 Afluente

Hm=Profundidad media de la humedad

ŋ=Porosidad

Tr=Tiempo de retención hidráulica

- Carga hidráulica (C_h):

$$72)\ C_h = \frac{Q_m}{A_s}$$

4.1.1.2 Laguna Aerobia

Se diseñó una Laguna Aerobia luego de la Laguna Facultativa como parte de la segunda opción como Sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de Matiguás. *Ver anexo V Tabla 55, Alternativa 2*

a) Dimensionamiento

Se dimensiono de acuerdo a lo especificado en la guía del CEPIS (Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización).

Se calculó la carga total aplicada dividiendo el resultado de los distintos métodos con que se calculó la remoción de DBO_5 en la laguna facultativa entre el caudal medio. Acto seguido se calculó la carga superficial aplicada dividiendo las dos cargas total aplicada entre el área respectivamente.

Se propuso una altura entre 1 m a 1.5 m de acuerdo a lo recomendado en el diseño para este tipo de laguna. Se dimensionó para tener una relación de largo/ancho de 2.

b) Modelo de remoción de DBO_5

Se calculó la remoción de DBO_5 por tres métodos distintos:

- Marais Chow:

$$73)\ K_{20^oC} = \frac{P_r}{(-14.77+4.46*P_r)}$$

$$74)\ S = \frac{S_0}{(1+(K_d*P_r))}$$

$$75)\ K_d = K_{20^oC} * 1.085^{(T_a-20^oC)}$$

Dónde:

S= DBO_5 remanente en el efluente

S_0= DBO_5 en el afluente

$K_{20°C}$= Constante de biodegradación orgánica a 20°C

K_d= Constante de reacción de primer orden a temperatura ambiente

P_r= Período de retención

T_a= Temperatura del agua en el mes más frio

- Dr. Yánez

Se utiliza una relación de DBO_{5total}/$DBO_{5soluble}$ lo cual se encuentra dado en la tabla plasmada en el CEPIS.

$$76)\ CSA = \left(\frac{DBO_{5Total}}{DBO_{5\ soluble}}\right) * CS_{reman}$$

$$77)\ CSremov = 0.765 * CSA - 0.8$$

$$78)\ CSreman = CSA - CSremov$$

$$79)\ CTE = CSreman * A_T$$

$$80)\ S = \frac{CTA_{efleunte}}{Q_m}$$

Dónde:

CSA= Carga superficial aplicada

Csremov= Carga superficial removida

CSreman= Carga superficial remanente

CTE= Carga total en el efluente

S= concentración de DBO_5 en el efluente

Ta= Temperatura del agua en el mes más frío

- Thirimurty

$$81)\ d = \frac{x}{(-0.26118+0.25392+1.01368x^2)}$$

$$82)\ a = \left(1 + (4K_d * d * P_r)\right)^2$$

$$83)\ S = \frac{\left(S_0 * 4 * a * e^{\frac{1-a}{2d}}\right)}{(1+a)^2}$$

Dónde:

d= Factor de dispersión

x= Factor geométrico

a= Factor de DBO_5

S= Concentración de DBO_5 en el efluente

Pr= Período de retención

c) Modelos de remoción de coliformes fecales

La remoción de coliformes fecales se calculó por dos métodos:

- Marais Chow

$$84)\ K_b = 0.84 * 1.07^{(T_a - 20ºC)}$$

$$85)\ CFRE = \frac{CFA}{(1+K_b+P_r)}$$

Dónde:

Ta= Temperatura del agua en el mes más frio

Kb= Coeficiente de mortandad de coliformes fecales

CFA= Coliformes fecales en el afluente

CFRE= Coliformes fecales remanentes en el efluente

Pr= Período de retención

- Thirimurty

$$86)\ CFRE = \frac{\left(CFA*4*a*e^{\frac{1-a}{2d}}\right)}{(1+a)^2}$$

$$87)\ a = \left(1 + (4K_d * d * P_r)\right)^2$$

$$88)\ d = \frac{x}{(-0.26118+0.25392+1.01368x^2)}$$

Dónde:

CFA= Coliformes fecales en el afluente

CFRE= Coliformes fecales remanentes en el afluente

a= Factor de DBO_5

d= Factor de dispersión

4.8 **Comparación de alternativas de tratamiento**

Se analizaron los resultados de diseño de las dos alternativas de tratamiento propuestas, de las cuales se seleccionó la que mejor se adapte a las condiciones

del municipio y que cumpla con las especificaciones técnicas, económicas y ambientales establecidas en las normas.

Cada tecnología de tratamiento se evaluó otorgándole un símbolo *check*, que representa la mejor opción, **X** que significa la peor opción; con el fin de escoger la tecnología de tratamiento se evaluó cuál de las dos tecnologías tiene mayor cantidad de *check*. *Ver Capítulo V, Tabla 22*

Tabla 16.-Comparación y evaluación de alternativas por tipo de sistemas de tratamiento

Criterios aplicados	Alternativa 1	Alternativa 2
Tasa de capital local/extranjero		
Costos de operación y mantenimiento		
Requerimiento de energía eléctrica		
Requerimiento de operadores y personal		
Adaptación al medio		
Complejidad de operación y control		
Calidad del efluente		
Necesidad de equipos y materiales		
Requerimientos de menos área		
Construcción por etapas		
Usos beneficios adicionales		
Requerimiento de pre-tratamiento y tratamiento de lodos		
Contaminación potencial de aguas subterráneas y superficial		
Exposición de trabajadores		
Costo de construcción		

Fuente: *Elaboración propia*

4.9 **Estimación de costos**

Se realizó una valoración aproximada del costo del proyecto en la cual se consideran la cantidad de materiales, equipos y mano de obra necesaria para la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales, tomando en consideración los siguientes parámetros:

1. La cantidad de tubería y sus diámetros de PVC.
2. Los costos de instalación, que están en dependencia de la profundidad a la que van las tuberías y del diámetro de las mismas.
3. La cantidad de obra y costo total de todos los dispositivos de registro: pozos de visita, cajas y conexiones domiciliares.
4. El costo de los sistemas de tratamiento, tanto pre tratamiento, primario como secundario, para cada una de las alternativas propuestas.
5. También se presentan los costos indirectos totales del proyecto.

A continuación se exponen los costos de la red de alcantarillado, tratamiento preliminar y los sistemas de tratamiento correspondientes a cada alternativa. Ver Anexo VI.

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño se estimó en 20 años en base a factores que inciden en la capacidad y buen funcionamiento del sistema.

5.2 Población de diseño

La población de diseño fue de 19,152 habitantes correspondientes al año 2036.

5.2.1 Método de proyección geométrica

La población urbana estimada para el año 2005 es de 8,907 habitantes a partir de los datos censales del INIDE. Los datos de población del 2016 fueron calculados utilizando una tasa de crecimiento del 2.5 %, ya que el promedio de las tasas calculadas para los periodos inter- censales era menor a la mínima tasa especificada por INAA. *Ver Anexo II, Tabla 31*

Población urbana en el año 2005 (INIDE) = 8,907 habitantes

Población actual 2016 = $8{,}907\ (1+0.025)^{11}$ = 11,687 habitantes

Tabla 17.-Población proyectada

Año	Población (Tg=2.5 %)
2016	11,687 Habitantes
2021	13,223 Habitantes
2026	14,961 Habitantes
2031	16,927 Habitantes
2036	19,152 Habitantes

5.3 Dotación

Debido a la existencia del sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio, se realizó un análisis histórico de la dotación siendo esta menor de 132 l/hab/día.

5.4 Estimación de caudales

El caudal de diseño de las redes de alcantarillado se calculó en 77.78 l/s. *Ver Anexo II, Tabla 35*

5.5 **Red de alcantarillado sanitario**

5.5.1 **Hidráulica de las alcantarillas**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Matiguás, consta de 28,408.24 m de longitud de tubería de PVC-SDR 41 con diámetros que varían desde 6'' hasta 14''. *Ver Anexo III, Tabla 36*

Tabla 18.- Distribuciones de Diámetros de la Red

Diámetro	Longitud de Tubería (m)
4''	865.62
6''	24,339.85
8''	297.99
10''	508.49
12''	681.65
14''	1714.65

Tabla 19.-Resumen de las características principales de la red propuesta

Descripción	Valor	Unidad de medida
Pendiente Máxima	7.3	%
Pendiente Mínima	0.1	%
Pendiente Promedio	1.3	%
Velocidad de Diseño Máxima	2.1	m/s
Velocidad de Diseño Mínima	0.1	m/s
Velocidad de Diseño Promedio	0.7	m/s
Tensión de Arrastre Máxima	9.6	Pa
Tensión de Arrastre Mínima	0.1	Pa
Tensión de Arrastre Promedio	1.5	Pa

5.5.2 **Topografía**

El sistema de recolección está compuesto por 407 pozos de visita de los cuales 211 son pozos con caída.

Tabla 20.-Características topográficas de pozos

Descripción	Unidad	Cantidad
Pozos de visita sanitarios	c/u	407
Pozos cabeceros	c/u	115
Pozos con caída	c/u	211
Profundidad de 1.0-1.5m	c/u	13
Profundidad de 1.5-2.0m	c/u	181
Profundidad de2.0-2.5m	c/u	34
Profundidad de 2.5-3.0m	c/u	18
Profundidad de 3.0-3.5m	c/u	28
Profundidad de 3.5-4.0m	c/u	25
Profundidad de 4.0-4.5m	c/u	26
Profundidad de 4.5-5.0m	c/u	20
Profundidad de 5.0-5.5m	c/u	18
Profundidad de 5.5-6.0m	c/u	11
Profundidad de 6.0-6.5m	c/u	9
Profundidad de 6.5-7.0m	c/u	4
Profundidad de 7.0-7.50m	c/u	4
Profundidad de 7.50-8.0m	c/u	5
Profundidad de 8.0-8.5m	c/u	5
Profundidad de 8.5-9.0m	c/u	1
Profundidad de 9.0-9.5m	c/u	3
Profundidad de 9.5-10.0m	c/u	2

5.6 Sistema de Tratamiento

5.6.1 Selección de alternativa

Tabla 21.-Comparación de las Alternativas

Parámetro	Alternativa 1				Alternativa 2			
	Tanque Imhoff	Laguna Aerobia	Biofiltro	Total	Tanque Imhoff	Laguna Facultativa	Laguna Aeróbica	Total
Cantidad	2	2	2		1	1	1	
Área (Ha)	0.03	2.78	2.76	5.57	0.01	2.3	2.3	4.61
	Calidad del Efluente				Calidad del Efluente			
	Remoción de DBO_5				Remoción de DBO_5			
Calidad (mg/lt)	230.40	31.52	2		192	10.401	0.109	
Eficiencia (%)	40	86.32	93.66		50	94.58	98.95	
	Remoción de Coliformes Fecales							
Calidad (NMP)	1.11E+08	1.540E+03	9.77E+01		1.11E+08	5.331E+05	2.646E+01	
Eficiencia (%)	15	99.99	93.66		15.00	99.51	99.99	

En la tabla 21 se muestra los criterios de evaluación y selección de las tecnologías de los sistemas de tratamiento de las dos alternativas propuestas, el cual determina la opción que mejor se adapta a los criterios de diseño y a las condiciones existentes en el municipio.

Las variaciones más importantes son las siguientes:

- En el caso de área a cubrir la alternativa 2 ocupa un 82.76 % menos con respecto a la alternativa 1.
- El porcentaje de remoción de DBO_5 en la alternativa 2 es mayor con respecto a la alternativa 1.
- El porcentaje de remoción de coliformes fecales en la alternativa 2 es 6.33% mayor que la alternativa 1.

Se puede notar que ambas alternativas funcionan bien técnicamente y que no existe una diferencia relevante en los modelos de remoción orgánica y de coliformes fecales.

Tabla 22.-Comparación y evaluación de alternativas por tipo de sistemas de tratamiento

Criterios aplicados	Alternativa 1	Alternativa 2
Tasa de capital local/extranjero	✓	✓
Costos de operación y mantenimiento	x	✓
Requerimiento de energía eléctrica	✓	✓
Requerimiento de operadores y personal	✓	✓
Adaptación al medio	✓	✓
Complejidad de operación y control	x	✓
Calidad del efluente	x	✓
Necesidad de equipos y materiales	✓	✓
Requerimientos de menos área	x	✓
Construcción por etapas	✓	x
Usos beneficios adicionales	✓	✓
Requerimiento de pre-tratamiento y tratamiento de lodos	✓	✓
Contaminación potencial de aguas subterráneas y superficial	✓	✓
Exposición de trabajadores	✓	✓
Costo de construcción	x	✓

Las alternativas de los sistemas de tratamiento primario y secundario se resumen en la Tabla 22, en ella puede observarse que los sistemas de Tanque + Lagunas de Estabilización, cumplen los requerimientos de depuración especificados en la normativa nacional, específicamente en lo que se refiere a remoción de coliformes fecales (mayor a 1+E03 NMP/100 ml), debido a que la metodología de diseño se basó en el caudal a tratar, en los criterios y parámetros de diseño estipulados por el CEPIS, da como resultado lagunas con dimensiones y tiempo de retención suficientes para ser una vía efectiva para el tratamiento de las aguas residuales.

5.7 **Tratamiento seleccionado**

Alternativa	Sistema de tratamiento
2	Tanque Imhoff + Laguna Facultativa Secundaria + Laguna Aerobia Terciaria

El sistema consiste en estructuras de pretratamiento y tratamiento primario, así como tratamiento final, las cuales ocupan un área aproximadamente de 4.6 hectáreas (Ha). Estas se ubican a unos 1300 m hacia el este de la ciudad, estos terrenos fueron escogidos debido a que el patrón de drenaje de la ciudad es orientado hacia el este y además los terrenos son bastantes extensos. Se suma a la selección el hecho de que los vientos están dirigidos del suroeste al noreste, evitándose así el problema de olores perjudiciales a la salud de la población.

5.7.1 **Tratamiento preliminar**

El sistema de tratamiento de agua residual está compuesto por: canal de entrada, una reja, 2 desarenadores y un medidor Parshall, todos colocados en un canal de concreto rectangular.

5.7.1.1 **Canal**

Este tiene una longitud de 2 m, con un ancho de 0.5 m y una altura de 0.52 m y a su vez tiene la capacidad de conducir el caudal de diseño (máximo: 77.79 l/s) a velocidades de 0.711 m/s y 0.552 m/s, las cuales no permiten que se formen sedimentos en el fondo del canal.

5.7.1.2 **Reja**

Es de limpieza manual con el mismo ancho y alto del canal y una inclinación de 45° con respecto a la horizontal, la velocidad máxima antes de reja es de 0.711 m/s y la velocidad media antes de la reja es de 0.522 m/s, la velocidad de paso 0.889 m/s utilizando barras circulas de 3/8’’.

5.7.1.3 **Desarenador**

Se encuentra a 2 m después de la reja, es de 0.50 m de ancho y 1.57 m de altura total son dos unidades paralela, estas sedimentaran el material mayor a 0.20 mm. Serán construidos de concreto reforzado de 3000 PSI.

5.7.2 **Tratamiento primario**

El tratamiento primario se realizara mediante un tanque Imhoff de doble cámara de sedimentación y digestión con periodo de limpieza interdiario o semanal según la guía de operación y mantenimiento de Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización. Este está construido de concreto reforzado de 3500 psi su totalidad y se encuentra en su mayoría por debajo del nivel superficial.

5.7.3 **Tratamiento secundario**

El tratamiento secundario se realizara mediante una laguna facultativa, con una longitud total de 213.48 m y un ancho total de 107.74 m, la cual se diseñó bajo el modelo de carga superficial utilizando el criterio de CEPIS Yánez.

5.7.4 **Tratamiento terciario**

El tratamiento secundario se realizara mediante una laguna aeróbica, con una longitud total de 213.48 m y un ancho total de 107.74 m.

5.8 **Costos del proyecto**

5.8.1 **Red de alcantarillado**

Este *ítem* comprende los costos preliminares, el sistema de colectoras, obras para registros, caídas de pozos de visita, las conexiones domiciliares, así mismo influye la rotura y reposición para aquellas calles que se encuentran adoquinadas y por último la limpieza final.

5.8.2 **Tratamientos preliminares**

Los costos de esta área del proyecto corresponden a un solo diseño para la etapa de tratamiento primario y secundario de las aguas residuales de Matiguás.

Tabla 23.-Costo de red de alcantarillado sanitario

Etapa	Descripción	Costo total C$
1	Preliminares	6,585,025.20
2	Sistema de Colectoras	38,279,393.92
3	Obras para registro	14,038,995.65
4	Caída de Pozos de visita	755,628.01
5	Conexiones domiciliares	8,788,244.76
6	Rotura y reposición de carpeta	5,624,501.41
7	Limpieza Final	382,484.12

Tabla 24.-Costo de pre tratamiento

Etapa	Descripción	Costo total C$
1	Limpieza Inicial	201,078.00
2	Construcción de canal	8,101.04
3	Construcción de rejas	270.45
4	Construcción de desarenador	57,002.04
5	Medidor Parshall	7,530.00
6	Cajas de recolección y distribución	41,145.76
7	Operación y acabado	1,042,848.51

5.8.3 **Alternativa 1**

Tabla 25.-Costos de Alternativa 1

Descripción	Costo total C$		
	Mano de obra	Materiales	Equipo
Tratamiento Primario			
Tanque Imhoff	1,232,585.45	1,701,879.68	641,096.40
Lecho de Secado	29,925.56	67,165.50	48,421.47
Tratamiento Secundario			
Laguna Aeróbica	2,389,051.54	3,140,708.39	5,401,641.82
Tratamiento Terciario			
Biofiltro	4,009,966.81	3,287,449.43	5,948,905.84

5.8.4 **Alternativa 2**

Tabla 26.-Costos de alternativa 2

Descripción	Costo Total C$		
	Mano de obra	Materiales	Equipo
Tratamiento Primario			
Tanque Imhoff	491,030.40	779,491.41	137,375.07
Lecho de Secado	26,243.87	58,499.30	46,886.27
Tratamiento Secundario			
Laguna Facultativa	1,959,258.54	4,428,365.34	2,279,957.14
Tratamiento Terciario			
Laguna Aeróbica	1,959,258.54	4,428,365.34	2,279,957.14

Tabla 27.-Estimación de costos de cada componente de las distintas alternativas de tratamiento

Alternativa No	Descripción	Total C$
1	Alcantarillado	108,402,833.86
	Preliminares	2,167,121.97
	Tanque Imhoff	5,623,679.10
	Lecho de Secado	228,863.56
	Laguna Facultativa	17,193,026.94
	Biofiltro	20,833,942.80
	Operación y mantenimiento	639,801.88
2	Alcantarillado	108,402,833.86
	Preliminares	2,167,121.97
	Tanque Imhoff	2,214,312.61
	Lecho de Secado	207,028.09

Alternativa No	Descripción	Total C$
	Laguna Facultativa	13,632,459.03
	Laguna Aeróbica	13,632,459.03
	Operación y mantenimiento	215,892.86

En la tabla 27 se presenta de forma global, las estimaciones de costos siendo de las dos alternativas propuestas, en ella se puede observar que la alternativa 1 presenta un costo de **C$ 46, 046,634.37** mayor que la alternativa 2, la cual presenta un costo de **C$ 31, 853,380.72** además, el costo de operación y mantenimiento de la Alternativa 2 es menor a la alternativa 1.

Tabla 28.-Resumen de costo de alternativa seleccionada

Alternativa No	Descripción	Total C$
2	Alcantarillado	C$ 108,402,833.86
	Preliminares	2,167,121.97
	Tanque Imhoff	2,302,752.80
	Lecho de Secado	75,398.14
	Laguna Facultativa	8,961,377.90
	Laguna Aeróbica	6,848,134.81
	TOTAL	**C$ 128,757,619.47**
		$ 4,490,803.36

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- ✓ El análisis del registro histórico de los datos poblaciones del casco urbano del municipio de Matiguás obtenidos por el INIDE, determinó que la población perteneciente al año 2016 equivale a 11,687 habitantes, con un crecimiento anual del 2.5 %, hasta alcanzar una población de diseño de 19,152 habitantes para el año 2036.

- ✓ El diseño de la red de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Matiguás es de tipo convencional, consta de 28,408.24 m de longitud de tubería de PVC-SDR 41.

- ✓ El sistema de tratamiento más adecuado para el casco urbano del municipio de Matiguás está compuesto por Tanque Imhoff + Laguna Facultativa + Laguna Aerobia, siendo la calidad del efluente resultante de 0.109 mg/l de DBO_5 y de 26.46 NMP/100 ml de coliformes fecales.

6.2 Recomendaciones

- ✓ Actualizar el levantamiento topográfico de la ciudad al momento de la construcción. Esto debido a que las condiciones topográficas pueden variar entre el periodo de aprobación del proyecto y la ejecución del mismo. Además para el diseño no se tomaron en cuenta las condiciones actuales de aceras, calles y otros. Los datos de cotas se tomaron directamente del plano topográfico de la ciudad.

- ✓ Incentivar a la población para promover el desuso de letrinas o evacuar aguas domesticas a las calles y brindarles la información necesaria para que adquieran conocimientos básicos del buen uso y funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario. Así mismo darles a conocer que la red es, únicamente para recolectar agua de desechos domésticos y no pluviales, para que o recarguen a las tuberías de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

1. Asociación de municipios productivos del norte. Diagnostico municipal Matiguás
2. Edmundo Pedroza González - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Canal Parshall
3. Empresa Nicaragüense de acueductos y Alcantarillados. Plantas de tratamiento de aguas residuales.
4. Fabián Yánez, Ph.D. Lagunas de Estabilización – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).
5. Factibilidad técnica - económica del sistema de alcantarillado sanitario para la ciudad de Juigalpa
6. Guías para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización – OPS/CEPIS/05.163.
7. Instituto Nacional de Información de Desarrollo. Matiguás en cifras
8. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (s.f.). *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales. Managua, Nicaragua.*
9. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. (s.f.). Decreto 33-95 Disposiciones para el control de contaminación proveniente de descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias. 3526.
10. Norma técnica obligatoria nicaragüense para regular los sistemas de tratamientos de aguas residuales y su reusó. NTON 05 027-05
11. OPS/CEPIS/05.169. *Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado*

Anexo I

Estudio de suelo

A.1 **Estudio de suelo**

A continuación se presentan los resultados obtenidos del informe de estudio geotécnico, facilitado por la alcaldía de Matiguás con apoyo de la empresa NICASOLUM.

Perforaciones

1. El subsuelo en el área investigada por las perforaciones está conformado por estratos de limo con poca arena (MH), arcilla con poca arena (CH), limo con poca arena (ML) y arcilla con rastros de arena (CH)
2. Los suelos que clasifican como MH, se encontraron en la perforación S-1, localizados entre la superficie del terreno natural y 4.25 m de profundidad máxima, con una compacidad densa, la resistencia en estos estratos varía entre 1.73 kg/cm^2 y 3.85 kg/cm^2.
3. Los suelos que clasifican como CH, se encontraron en todas las perforaciones, localizados entre la superficie del terreno natural y 4.25 m de profundidad máxima, con una compacidad variable entre medio densa y muy densa, la resistencia en estos estratos varía entre 1.20 kg/cm^2 y 5.00 kg/ cm^2.
4. El suelo que clasifica como ML, se encontró en la perforación S-2, localizado entre la superficie del terreno natural y 1.45 m de profundidad máxima, con una compacidad medio densa, la resistencia en estos estratos varía entre 1.73 kg/cm^2 y 2.58 kg/cm$^{2.}$
5. Los estratos que clasifican como CH y MH son suelos de alta expansibilidad y compresibilidad. Sin un mejoramiento adecuado estos suelos pueden producir levantamiento de los pisos y agrietamiento de los miembros estructurales de las edificaciones.
6. En el subsuelo se encuentran estratos con características variables entre un punto y otro.

❖ **Sondeos manuales**

1. El subsuelo que se encuentra en los sitios donde se realizaron los sondeos manuales, está conformado por los suelos tipo A-7-5 y A-7-6
2. El suelo que se clasifica como A-7-6, se encontró en todos los sondeos manuales. Este suelo se localiza entre la superficie del terreno natural y 1.5 m de profundidad máxima.
3. El suelo que se clasifica como A-7-5, se encontró en el sondeo manual SM-1 y el sondeo manual SM-4. Este suelo se localiza entre la superficie del terreno natural y 1.00 m de profundidad máxima.
4. Los suelos A-7-6 y A-7-5 están propensos a incrementar su volumen y disminuir su resistencia cuando se incrementa su humedad natural o a disminuir su volumen cuando se reduce su humedad natural.
5. Los estratos clasificados como A-7-5 y A-7-6 con índice de grupo entre 25 y 62 son suelos de alta expansibilidad y compresibilidad.

nicaSolum

Registro de Perforación
Sondeo S-2

LOCALIZACIÓN: Ver Figura 2
MÉTODO DE PERFORACIÓN: Cuchara partida y Barreno (SPT)
EXTRACCIÓN DE MUESTRA: Ensayo SPT, Designación ASTM D1586-98
ELEVACIÓN:

PROYECTO: Construccion de obras de recreacion, (parque de gran atractivo y demas obras asociadas)
CLIENTE: Alcaldia de Matiguas
MUNICIPIO DE MATIGUAS, MATAGALPA, NICARAGUA
INFORME NÚMERO: INF1824-1000-6214

INGENIERO DE CAMPO: Joel Cano
PERFORADOR: Marlon Palacios
FECHA DE INICIO: 07-05-2016
FECHA DE TERMINACIÓN: 07-05-2016

Profundidad en metros	Muestra Numero	Muestra	Esfuerzo de Muestreo cada 0.15 metros (N)	Penetrómetro kg/cm²	Resultados de Ensayos	Identificación A.S.T.M D 2487	Descripción de Muestras	Granulometría % Grava	% Arena G.	% Arena M.	% Arena F.	% Limo y/o Arcilla	Método de Perforación	Columna Estratigráfica
0	1				G	ML	Limo con poca arena, gris oscuro, compacidad medio densa	0	2	4	7	87		
1	2		8/9/16											
	3		13/19/16											
2	4		19/16/15			CH	Arcilla con poca arena, gris claro, compacidad densa	0	9	1	0	10	87	HSA
3	5													
	6		13/13/16			CH	Arcilla con poca arena, gris claro, compacidad variable entre medio densa y muy densa	0	2	1	1	10	87	
4	7		25/30/35				Fin de Sondeo 4.25 m							
5														
6														
7														
8														
9														

Ensayo de Penetración Estándar (S.P.T)
Número de Golpes cada 0.30 mts.
Condición de Humedad (% de peso)
Límite Plástico — Contenido Natural — Límite Líquido
0 20 40 60 80

Símbolos Usados en los Resultados de Ensayos

G - Granulometría
U - Esfuerzo no Confinado (kg/cm²)
T - Compresión en Cámara Triaxial
C - Consolidación
P - Penetrómetro de Mano (kg/cm²)
PU - Peso Unitario (Densidad) Seco
DR - Densidad Relativa
NEAPP - No encontrado a profundidad programada
NP - No Plástico

Simbología de Columna Estratigráfica

Arena, Grava, Arcilla, Limo, Bolones, Bloques de Roca

Nivel Freático

Profundidad	Fecha	Símbolo
NEAPP	07-05-2016	

Ingeniería de Materiales, S.A.

nicaSolum

Registros Manuales
Sondeo Manual SM-1

LOCALIZACIÓN: Ver Figura 2
MÉTODO DE PERFORACIÓN: Perforación con Auger
EXTRACCIÓN DE MUESTRAS: Manual Designación ASTM D-75
ELEVACIÓN:

PROYECTO: Construccion de obras de recreacion, parque de gran atractivo y demas obras asociadas
CLIENTE: Alcaldia de Matiguas
MUNICIPIO DE MATIGUAS, MATAGALPA, NICARAGUA
INFORME NÚMERO: INF1824-1000-6214

INGENIERO DE CAMPO: Joel Cano
PERFORADOR: Dario Espinoza
FECHA DE INICIO: 07-05-2016
FECHA DE TERMINACIÓN: 07-05-2016

Profundidad en metros	Muestra Numero	Muestra	Esfuerzo de Muestreo cada 0.15 metros (N)	Penetrómetro kg/cm²	Resultados de Ensayos	Clasificación S.U.C.S.	Descripción de Muestras	Granulometría: % Grava	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% Limo y/o Arcilla	Método de Perforación	Columna Estratigráfica
0 – 1					G	CH	Arcilla, negro	0	0	3	5	92	Manual	
1 – 2					G	CH	Arcilla ligeramente gravosa, gris	21	3	3	3	70		
2 – 3							Fin del Sondeo: 1.50 m							

Ensayo de Penetración Estándar (S.P.T.)
Número de Golpes cada 0.30 mts.
Condición de Humedad (% de peso)
Límite Plástico — Contenido Natural — Límite Líquido
0 20 40 60 80

Símbolos Usados en los Resultados de Ensayos

G - Granulometría
U - Esfuerzo no Confinado
T - Compresión en Cámara Triaxial
C - Consolidación
P - Penetrómetro de Mano (kg/cm²)
PU - Peso Unitario (Densidad) Seco
DR - Densidad Relativa
NEAPP - No encontrado a profundidad programada
NP - No Plástico

Simbología de Columna Estratigráfica

Arena, Grava, Arcilla, Limo, Bolones, Capa Vegetal

Nivel Freático

Profundidad	Fecha	Símbolo
NEAPP	07-05-2016	

Ingeniería de Materiales, S.A.

Anexo II

Estimación del caudal de diseño

B.2 Estudio de población

Tabla 29.-Cálculos de tasas de crecimiento

Cálculos de tasas de crecimiento					
Año	**Población**	**Periodo**	**Intervalos (Años)**	**Tasa de crecimiento %**	**Tasa de crecimiento promedio %**
1971	29749	1971-1995	24	1.089	2.216
1995	38584	1995-2005	10	0.640	
2005	41127	2005-2014	9	4.919	

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 30.-Análisis de las tasas de crecimiento INIDE

Datos		
Población Urbana INIDE 2005	8,907	Hab
Tasa de Crecimiento INIDE 2015-2020	0.5	%
Tasa de Crecimiento a utilizar (según Norma INAA)	2.5	%

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 31.- Proyección geométrica

Poblaciones				
Población 2005-2016	n=	11	11687	Hab
Población 2016-2021	n=	5	13223	Hab
Población 2021-2026	n=	5	14961	Hab
Población 2026-2031	n=	5	16927	Hab
Población 2031-2036	n=	5	19152	Hab

Fuente: *Elaboración propia*

C.3 Estimación del caudal de diseño

Tabla 32.-Caudal de diseño

Caudales de aguas residuales												
Población[22]	Caudal de Infiltración			Caudal Industrial			Caudal Máximo			Caudal de diseño		
	lpd	m^3/d	l/s	lpd	m^3/d	l/s	lpd	m^3/d	l/s	lpd	m^3/d	l/s
19,152	78,620	78.92	0.91	375,000	375	4.34	6,267,000	6,267	72.54	6,721,000	6,721	77.79

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 33.-Dotaciones

Dotación:	
Población	19,152 hab
Dotación[23]	132
Consumo Comercial (7%)	9.24
Consumo Público (7%)	9.24
Consumo Industrial (2%)	2.64
Total	153.12

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 34.-Consumo

Consumos	
Factor de retorno	0.8
N° de comercios	244
N° de instituciones	47
N° de industrias	2
Q Comercial	1.901 lps
Q Institucional	1.901 lps
Q Industrial	0.543 lps
q Comercial Unitario	0.008 lps/comercio
q Institucional unitario	0.040 lps/institución
q Industrial Industrial	0.272 lps/institución

Fuente: *Elaboración propia*

[22] Población geométrica proyectada

[23] Guías técnicas ara el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales

D.4 Caudales por tramo

Q infiltración PVC lt/hr/100 mts x 25 mm de diámetro	2
Diámetro mínimo	150 mm
Q infiltración	0.91 l/s
q infiltración	1.11E-02 lps/m

D.4.1 Cálculos de caudales

Tabla 35.-Estimación de caudales

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom	Qinst	Qind	Q diseño
	Desde	Hasta											lps	lps	lps	
1	34.8.4	34.8.1.2.2.1	55.342	0.255	0.000	0.260	61	0.087	4.296	3	0.372	0.003	0.000	0.000	0.000	0.375
2	34.8.1.2.2.1	34.8.1.2.2	79.216	0.255	0.260	0.520	122	0.173	4.219	3	0.731	0.006	0.000	0.000	0.000	0.737
3	34.8.1.2.2	34.8.1.2.1	81.420	0.195	0.520	0.720	169	0.240	4.174	3	1.001	0.008	0.000	0.040	0.000	1.050
4	34.8.1.2.1	34.8.1.2	81.420	0.195	0.720	0.920	216	0.306	4.136	3	1.268	0.010	0.023	0.040	0.000	1.342
5	34.8.1.2	34.8.1.1	99.871	0.502	0.920	1.420	334	0.473	4.058	3	1.920	0.016	0.023	0.040	0.000	2.000
6	34.8.1.1	34.8.1	99.871	0.502	1.420	1.920	451	0.640	3.997	3	2.557	0.021	0.023	0.040	0.000	2.642
7	34.7.3	34.8.4	25.042	0.017	0.000	0.020	5	0.007	4.441	3	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030
8	34.8.4	34.8.3	59.866	0.148	0.020	0.170	40	0.057	4.333	3	0.245	0.002	0.000	0.000	0.000	0.247
9	34.8.3	34.8.2	59.866	0.148	0.170	0.320	75	0.107	4.275	3	0.456	0.004	0.000	0.000	0.000	0.459
10	34.7.1	34.8.2	23.281	0.024	0.000	0.020	5	0.007	4.441	3	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030
11	34.8.2	34.8.1	34.964	0.129	0.340	0.470	110	0.157	4.232	3	0.663	0.005	0.000	0.000	0.000	0.668
12	34.8.1	34.8	44.824	0.021	2.390	2.410	566	0.803	3.946	3	3.168	0.027	0.023	0.040	0.000	3.259
13	34.8	34.7	22.127	0.013	2.410	2.420	569	0.806	3.945	3	3.180	0.027	0.023	0.040	0.000	3.271
14	34.7.3	34.7.2	59.515	0.080	0.000	0.080	19	0.027	4.384	3	0.117	0.001	0.000	0.000	0.000	0.118
15	34.7.2	34.7.1	59.515	0.080	0.080	0.160	38	0.053	4.338	3	0.231	0.002	0.000	0.000	0.000	0.233
16	34.6.2	34.7.1	49.068	0.152	0.000	0.150	35	0.050	4.343	3	0.217	0.002	0.000	0.000	0.000	0.219

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
17	34.7.1	34.7	79.878	0.082	0.310	0.390	92	0.130	4.254	3	0.553	0.004	0.000	0.000	0.000	0.557
18	34.7	34.6	35.718	0.056	2.810	2.870	674	0.956	3.904	3	3.733	0.032	0.023	0.081	0.000	3.869
19	34.2.2	34.6.2	92.845	0.152	0.000	0.150	35	0.050	4.343	3	0.217	0.002	0.000	0.000	0.000	0.219
20	34.6.2	34.6.1	53.087	0.089	0.150	0.240	56	0.080	4.304	3	0.344	0.003	0.023	0.000	0.000	0.370
21	34.6.1	34.6	53.087	0.089	0.240	0.330	78	0.110	4.272	3	0.470	0.004	0.023	0.000	0.000	0.497
22	34.6	34.5	49.722	0.092	3.200	3.290	773	1.096	3.869	3	4.241	0.037	0.047	0.081	0.000	4.405
23	34.7.4	34.7.3	79.032	0.176	0.000	0.180	42	0.060	4.329	3	0.260	0.002	0.000	0.000	0.000	0.262
24	34.7.3	34.2.2	47.915	0.219	0.180	0.400	94	0.133	4.251	3	0.566	0.004	0.000	0.000	0.000	0.571
25	34.2.2	34.2	49.341	0.211	0.400	0.610	143	0.203	4.197	3	0.853	0.007	0.000	0.000	0.000	0.860
26	32.3	34.2.1	67.515	0.256	0.000	0.260	61	0.087	4.296	3	0.372	0.003	0.000	0.000	0.000	0.375
27	34.2.1	34.2	62.805	0.256	0.260	0.520	122	0.173	4.219	3	0.731	0.006	0.000	0.000	0.000	0.737
28	34.5	34.4	58.699	0.044	3.290	3.330	782	1.109	3.866	3	4.289	0.037	0.047	0.081	0.000	4.454
29	34.4	34.3	58.686	0.044	3.330	3.370	792	1.123	3.863	3	4.337	0.038	0.070	0.081	0.000	4.526
30	34.6.2	34.3	51.095	0.175	0.000	0.180	42	0.060	4.329	3	0.260	0.002	0.000	0.000	0.000	0.262
31	34.3	34.2	81.717	0.065	3.550	3.620	851	1.206	3.844	3	4.636	0.040	0.070	0.121	0.000	4.868
32	34.2	34.1	88.920	0.362	4.750	5.110	1201	1.702	3.747	3	6.379	0.057	0.070	0.121	0.000	6.628
33	34.1	34	88.920	0.362	5.110	5.470	1285	1.822	3.727	3	6.792	0.061	0.070	0.121	0.000	7.044
34	17.2	34.1	86.797	0.365	0.000	0.360	85	0.120	4.263	3	0.511	0.004	0.000	0.000	0.000	0.515
35	34.10	34.9	86.797	0.365	0.360	0.720	169	0.240	4.174	3	1.001	0.008	0.000	0.000	0.000	1.009
36	34.9	34	86.485	0.365	0.720	1.080	254	0.360	4.109	3	1.478	0.012	0.000	0.000	0.000	1.490
37	34.7.4	32.4	78.996	0.176	0.000	0.180	42	0.060	4.329	3	0.260	0.002	0.000	0.000	0.000	0.262
38	32.4	32.3	95.368	0.467	0.180	0.650	153	0.217	4.188	3	0.907	0.007	0.000	0.000	0.000	0.914
39	31.2	32.3.1	50.429	0.167	0.000	0.170	40	0.057	4.333	3	0.245	0.002	0.000	0.000	0.000	0.247
40	32.3.1	32.3	50.420	0.167	0.170	0.340	80	0.113	4.269	3	0.484	0.004	0.000	0.000	0.000	0.487
41	32.3	32.2	60.357	0.268	0.990	1.260	296	0.420	4.081	3	1.713	0.014	0.023	0.000	0.000	1.750
42	32.2	32.1	57.339	0.281	1.260	1.540	362	0.513	4.042	3	2.074	0.017	0.023	0.000	0.000	2.114
43	32.1	32	57.200	0.281	1.540	1.820	428	0.606	4.008	3	2.430	0.020	0.023	0.081	0.000	2.555
44	32.4	31.3.1	54.735	0.166	0.000	0.170	40	0.057	4.333	3	0.245	0.002	0.000	0.040	0.000	0.288
45	31.3.1	31.3	54.735	0.166	0.170	0.340	80	0.113	4.269	3	0.484	0.004	0.000	0.081	0.000	0.568
46	31.3	31.2	79.107	0.282	0.340	0.620	146	0.207	4.195	3	0.867	0.007	0.000	0.121	0.000	0.995
47	31.2	31.1	71.863	0.153	0.620	0.770	181	0.257	4.164	3	1.068	0.009	0.023	0.121	0.000	1.221
48	32.2	31.1	89.644	0.368	0.000	0.370	87	0.123	4.260	3	0.525	0.004	0.000	0.000	0.000	0.529
49	31.1	31	88.921	0.266	1.140	1.410	331	0.470	4.060	3	1.907	0.016	0.023	0.121	0.000	2.067
50	17.18	31.5	76.257	0.434	0.000	0.430	101	0.143	4.242	3	0.608	0.005	0.000	0.000	0.000	0.613
51	31.5	31.4	90.063	0.452	0.430	0.880	207	0.293	4.143	3	1.215	0.010	0.000	0.000	0.000	1.224
52	31.4	31	90.063	0.452	0.880	1.330	313	0.443	4.071	3	1.804	0.015	0.023	0.000	0.000	1.842

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
53	17.16	30.1.1	97.719	0.298	0.000	0.300	70	0.100	4.282	3	0.428	0.003	0.000	0.000	0.000	0.431
54	31.5	30.1.1	78.061	0.399	0.000	0.400	94	0.133	4.251	3	0.566	0.004	0.000	0.000	0.000	0.571
55	30.1.1	30.1	83.817	0.393	0.700	1.090	256	0.363	4.107	3	1.491	0.012	0.023	0.000	0.000	1.527
56	17.14	30.2	60.031	0.213	0.000	0.210	49	0.070	4.316	3	0.302	0.002	0.000	0.000	0.000	0.304
57	30.2	30.1	46.770	0.213	0.210	0.420	99	0.140	4.245	3	0.594	0.005	0.000	0.000	0.000	0.599
58	30.1	30	89.563	0.174	1.510	1.680	395	0.560	4.025	3	2.253	0.019	0.023	0.000	0.000	2.295
59	31.2	29.2	49.113	0.134	0.000	0.130	31	0.043	4.353	3	0.189	0.001	0.000	0.000	0.000	0.190
60	29.2	29.1	84.175	0.288	0.130	0.420	99	0.140	4.245	3	0.594	0.005	0.023	0.000	0.000	0.622
61	31.1	29.1	64.913	0.179	0.000	0.180	42	0.060	4.329	3	0.260	0.002	0.000	0.000	0.000	0.262
62	29.1	29	50.958	0.247	0.600	0.847	199	0.282	4.149	3	1.171	0.009	0.023	0.000	0.000	1.203
63	28.7.2	29	69.179	0.163	0.000	0.163	38	0.054	4.337	3	0.235	0.002	0.023	0.000	0.000	0.261
64	17.12	28.8	50.546	0.199	0.000	0.199	47	0.066	4.320	3	0.286	0.002	0.000	0.000	0.000	0.289
65	28.8	28.7	57.054	0.199	0.199	0.398	94	0.133	4.251	3	0.564	0.004	0.000	0.000	0.000	0.568
66	30.1	28.7.2	37.217	0.122	0.000	0.122	29	0.041	4.358	3	0.177	0.001	0.000	0.000	0.000	0.178
67	28.7.2	28.7.1	52.435	0.135	0.122	0.257	60	0.086	4.297	3	0.368	0.003	0.000	0.000	0.000	0.371
68	28.7.1	28.7	52.436	0.135	0.257	0.392	92	0.131	4.253	3	0.555	0.004	0.000	0.000	0.000	0.560
69	28.7	28	28.657	0.109	0.790	0.899	211	0.300	4.139	3	1.240	0.010	0.000	0.000	0.000	1.250
70	31.3	28.4.2	69.861	0.241	0.000	0.241	57	0.080	4.303	3	0.346	0.003	0.000	0.000	0.000	0.348
71	28.4.2	28.4.1	69.288	0.172	0.241	0.413	97	0.138	4.247	3	0.584	0.005	0.023	0.000	0.000	0.612
72	28.4.1.1	28.4.1	58.659	0.147	0.000	0.147	35	0.049	4.345	3	0.213	0.002	0.000	0.000	0.000	0.214
73	28.3.1	28.4.1	70.417	0.184	0.000	0.184	43	0.061	4.327	3	0.265	0.002	0.000	0.000	0.000	0.267
74	28.4.1	28.4	72.027	0.162	0.744	0.906	213	0.302	4.138	3	1.249	0.010	0.047	0.000	0.000	1.306
75	28.6	28.5	66.900	0.124	0.000	0.124	29	0.041	4.357	3	0.180	0.001	0.000	0.000	0.000	0.181
76	28.5	28.4	16.730	0.124	0.124	0.248	58	0.083	4.301	3	0.355	0.003	0.000	0.000	0.000	0.358
77	28.4	28.3	58.801	0.222	1.154	1.376	323	0.458	4.064	3	1.863	0.015	0.047	0.000	0.000	1.925
78	31.3	28.3.1	71.801	0.201	0.000	0.201	47	0.067	4.320	3	0.289	0.002	0.000	0.000	0.000	0.291
79	29.2	28.2.1	35.796	0.143	0.000	0.143	34	0.048	4.347	3	0.207	0.002	0.000	0.000	0.000	0.209
80	28.2.1	28.3.1	61.306	0.165	0.143	0.308	72	0.103	4.279	3	0.439	0.003	0.023	0.000	0.000	0.466
81	28.3.1	28.3	71.188	0.159	0.509	0.668	157	0.223	4.185	3	0.931	0.007	0.023	0.081	0.000	1.043
82	28.3	28.2	57.995	0.240	2.044	2.284	537	0.761	3.958	3	3.012	0.025	0.070	0.081	0.000	3.188
83	28.2.1	28.2	74.251	0.150	0.000	0.150	35	0.050	4.343	3	0.217	0.002	0.000	0.000	0.000	0.219
84	28.2	28.1	52.477	0.246	2.434	2.680	630	0.893	3.921	3	3.500	0.030	0.093	0.081	0.000	3.705
85	28.1	28	51.014	0.246	2.680	2.926	688	0.975	3.899	3	3.801	0.033	0.093	0.081	0.000	4.008
86	25.1.1	27.1	50.030	0.167	0.000	0.167	39	0.056	4.335	3	0.241	0.002	0.000	0.000	0.000	0.243
87	27.1	27	50.030	0.167	0.167	0.334	78	0.111	4.271	3	0.475	0.004	0.000	0.000	0.000	0.479
88	28.6	25.4	81.958	0.139	0.000	0.139	33	0.046	4.349	3	0.201	0.002	0.000	0.000	0.000	0.203

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
89	25.4	25.3	52.319	0.186	0.139	0.325	76	0.108	4.274	3	0.463	0.004	0.000	0.000	0.000	0.466
90	25.3	25.2	50.257	0.186	0.325	0.511	120	0.170	4.221	3	0.719	0.006	0.023	0.000	0.000	0.748
91	28.4	25.2.1	51.283	0.189	0.000	0.189	44	0.063	4.325	3	0.272	0.002	0.000	0.000	0.000	0.274
92	25.2.1	25.2	51.283	0.189	0.189	0.378	89	0.126	4.257	3	0.536	0.004	0.000	0.000	0.000	0.540
93	25.2	25.1	91.253	0.302	0.889	1.191	280	0.397	4.091	3	1.623	0.013	0.023	0.000	0.000	1.660
94	28.2	25.1.1	42.866	0.175	0.000	0.175	41	0.058	4.331	3	0.253	0.002	0.000	0.081	0.000	0.335
95	25.1.1	25.1	93.347	0.328	0.175	0.503	118	0.168	4.223	3	0.708	0.006	0.000	0.081	0.000	0.794
96	25.1	25	95.951	0.319	1.694	2.013	473	0.671	3.987	3	2.673	0.022	0.047	0.081	0.000	2.823
97	17.1	25	51.556	0.106	0.000	0.106	25	0.035	4.367	3	0.154	0.001	0.000	0.000	0.000	0.155
98	25.4	24.3	92.460	0.146	0.000	0.146	34	0.049	4.345	3	0.211	0.002	0.000	0.000	0.000	0.213
99	24.3	24.2	98.123	0.451	0.146	0.597	140	0.199	4.200	3	0.835	0.007	0.000	0.000	0.000	0.842
100	25.2	24.2	74.857	0.251	0.000	0.251	59	0.084	4.300	3	0.360	0.003	0.000	0.000	0.000	0.362
101	24.2	24.1	92.557	0.333	0.848	1.181	278	0.393	4.093	3	1.610	0.013	0.023	0.000	0.000	1.647
102	25.1	24.1	66.998	0.252	0.000	0.252	59	0.084	4.299	3	0.361	0.003	0.000	0.000	0.000	0.364
103	24.1	24	96.284	0.325	1.433	1.758	413	0.586	4.015	3	2.352	0.020	0.023	0.000	0.000	2.395
104	24.3	22.4	91.741	0.302	0.000	0.302	71	0.101	4.281	3	0.431	0.003	0.000	0.000	0.000	0.434
105	22.4	22.3	95.614	0.391	0.302	0.693	163	0.231	4.179	3	0.965	0.008	0.000	0.000	0.000	0.973
106	24.2	22.3.1	51.657	0.201	0.000	0.201	47	0.067	4.320	3	0.289	0.002	0.000	0.000	0.000	0.291
107	22.3.1	22.3	51.657	0.201	0.201	0.402	94	0.134	4.250	3	0.569	0.004	0.023	0.040	0.000	0.638
108	22.3	22.2	95.163	0.370	1.095	1.465	344	0.488	4.052	3	1.978	0.016	0.023	0.040	0.000	2.058
109	24.1	22.2.1	53.994	0.226	0.000	0.226	53	0.075	4.309	3	0.324	0.003	0.000	0.000	0.000	0.327
110	22.2.1	22.2	53.943	0.226	0.226	0.452	106	0.151	4.236	3	0.638	0.005	0.000	0.000	0.000	0.643
111	22.2	22.1	50.699	0.203	1.917	2.120	498	0.706	3.98	3	2.807	0.024	0.062	0.040	0.000	2.934
112	22.1	22	50.699	0.203	2.120	2.323	546	0.774	3.95	3	3.060	0.026	0.101	0.040	0.000	3.228
113	24.3	21.5.3.2	51.210	0.060	0.000	0.060	14	0.020	4.399	3	0.088	0.001	0.000	0.000	0.000	0.089
114	21.5.3.2	21.5.3.1	28.790	0.060	0.060	0.120	28	0.040	4.359	3	0.174	0.001	0.000	0.000	0.000	0.176
115	21.5.3.1	21.5.3	28.790	0.060	0.120	0.180	42	0.060	4.329	3	0.260	0.002	0.000	0.000	0.000	0.262
116	21.5.3	21.5.2	42.128	0.049	0.180	0.229	54	0.076	4.308	3	0.329	0.003	0.023	0.000	0.000	0.355
117	22.4	21.5.2	93.028	0.346	0.000	0.346	81	0.115	4.267	3	0.492	0.004	0.000	0.000	0.000	0.496
118	21.5.2	21.5.1	51.580	0.098	0.575	0.673	158	0.224	4.184	3	0.938	0.007	0.039	0.000	0.000	0.984
119	21.5.1	21.5	51.580	0.098	0.673	0.771	181	0.257	4.163	3	1.069	0.009	0.039	0.000	0.000	1.117
120	21.5	21.4	96.266	0.224	0.771	0.995	234	0.331	4.123	3	1.367	0.011	0.039	0.000	0.000	1.417
121	22.4	21.4.1	51.296	0.203	0.000	0.203	48	0.068	4.319	3	0.292	0.002	0.000	0.000	0.000	0.294
122	21.4.1	21.4	51.296	0.203	0.203	0.406	95	0.135	4.249	3	0.575	0.005	0.000	0.081	0.000	0.660
123	21.4	21.3	88.755	0.329	1.401	1.730	407	0.576	4.019	3	2.316	0.019	0.039	0.081	0.000	2.455
124	22.3	21.3	94.437	0.357	0.000	0.357	84	0.119	4.264	3	0.507	0.004	0.023	0.081	0.000	0.615

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom	Qinst	Qind	Q diseño
	Desde	Hasta											lps	lps	lps	
125	21.3	21.2	97.231	0.386	2.087	2.473	581	0.824	3.940	3	3.246	0.028	0.062	0.162	0.000	3.497
126	22.2	21.2	86.121	0.326	0.000	0.326	77	0.109	4.273	3	0.464	0.004	0.023	0.000	0.000	0.491
127	21.2	21.1	53.528	0.202	2.799	3.001	705	1.000	3.893	3	3.892	0.033	0.086	0.162	0.000	4.173
128	21.1	21	53.528	0.202	3.001	3.203	753	1.067	3.876	3	4.136	0.036	0.086	0.162	0.000	4.419
129	21.4	19.4	93.828	0.435	0.000	0.435	102	0.145	4.241	3	0.615	0.005	0.000	0.000	0.000	0.619
130	19.4	19.3	93.446	0.332	0.435	0.767	180	0.256	4.164	3	1.064	0.009	0.000	0.000	0.000	1.073
131	21.3	19.3	97.613	0.335	0.000	0.335	79	0.112	4.271	3	0.477	0.004	0.023	0.081	0.000	0.585
132	19.3	19.2	51.434	0.180	1.102	1.282	301	0.427	4.078	3	1.742	0.014	0.023	0.081	0.000	1.860
133	19.2	19.1	44.293	0.180	1.282	1.462	344	0.487	4.053	3	1.974	0.016	0.023	0.081	0.000	2.094
134	21.2	19.1.1	51.284	0.199	0.000	0.199	47	0.066	4.320	3	0.286	0.002	0.000	0.000	0.000	0.289
135	19.1.1	19.1	50.816	0.199	0.199	0.398	94	0.133	4.251	3	0.564	0.004	0.000	0.000	0.000	0.568
136	19.1	19	98.190	0.370	1.860	2.230	524	0.743	3.964	3	2.945	0.025	0.023	0.081	0.000	3.074
137	17.6	19.5	57.211	0.261	0.000	0.261	61	0.087	4.296	3	0.374	0.003	0.039	0.000	0.000	0.415
138	19.5	19	57.211	0.261	0.261	0.522	123	0.174	4.218	3	0.734	0.006	0.078	0.000	0.000	0.817
139	19.3	17.2	94.932	0.325	0.000	0.325	76	0.108	4.274	3	0.463	0.004	0.023	0.000	0.000	0.490
140	17.2	17.1	96.837	0.360	0.325	0.685	161	0.228	4.181	3	0.954	0.008	0.047	0.040	0.000	1.049
141	19.1	17.1	98.851	0.342	0.000	0.342	80	0.114	4.268	3	0.486	0.004	0.023	0.000	0.000	0.514
142	17.1	17	95.914	0.364	1.027	1.391	327	0.463	4.062	3	1.883	0.015	0.093	0.040	0.000	2.032
143	17.2	17.19	70.721	0.292	0.000	0.292	69	0.097	4.285	3	0.417	0.003	0.000	0.000	0.000	0.420
144	17.19	17.18	70.721	0.292	0.292	0.584	137	0.195	4.203	3	0.818	0.007	0.023	0.000	0.000	0.848
145	17.18	17.17	51.201	0.101	0.584	0.685	161	0.228	4.181	3	0.954	0.008	0.023	0.000	0.000	0.985
146	17.17	17.16	51.202	0.101	0.685	0.786	185	0.262	4.160	3	1.089	0.009	0.023	0.000	0.000	1.122
147	17.16	17.15	54.736	0.105	0.786	0.891	209	0.297	4.141	3	1.229	0.010	0.023	0.000	0.000	1.262
148	17.15	17.14	54.736	0.105	0.891	0.996	234	0.332	4.122	3	1.368	0.011	0.023	0.000	0.000	1.402
149	17.14	17.13	57.194	0.096	0.996	1.092	257	0.364	4.107	3	1.494	0.012	0.023	0.000	0.000	1.529
150	17.13	17.12	57.194	0.096	1.092	1.188	279	0.396	4.092	3	1.619	0.013	0.023	0.000	0.000	1.656
151	17.12	17.11	69.995	0.163	1.188	1.351	317	0.450	4.068	3	1.831	0.015	0.023	0.000	0.000	1.869
152	17.11	17.1	69.995	0.163	1.351	1.514	356	0.504	4.046	3	2.041	0.017	0.023	0.000	0.000	2.081
153	17.1	17.9	86.556	0.103	1.514	1.617	380	0.539	4.033	3	2.172	0.018	0.023	0.000	0.000	2.214
154	17.9	17.8	86.556	0.226	1.617	1.843	433	0.614	4.006	3	2.459	0.021	0.023	0.000	0.000	2.503
155	17.8	17.7	86.048	0.226	1.843	2.069	486	0.689	3.980	3	2.744	0.023	0.047	0.000	0.000	2.813
156	17.7	17.6	86.048	0.282	2.069	2.351	552	0.783	3.952	3	3.095	0.026	0.047	0.000	0.000	3.168
157	17.6	17.5	63.455	0.085	2.351	2.436	572	0.812	3.943	3	3.200	0.027	0.047	0.000	0.000	3.274
158	17.5	17.4	63.455	0.085	2.436	2.521	592	0.840	3.935	3	3.305	0.028	0.047	0.000	0.000	3.380
159	17.4.3	17.4.2	53.974	0.088	0.000	0.088	21	0.029	4.379	3	0.128	0.001	0.000	0.000	0.000	0.129
160	17.4.2	17.4.1	55.945	0.088	0.088	0.176	41	0.059	4.331	3	0.254	0.002	0.000	0.000	0.000	0.256

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
161	17.4.1	17.4	93.803	0.167	0.176	0.343	81	0.114	4.268	3	0.488	0.004	0.000	0.000	0.000	0.492
162	17.4	17.3	63.132	0.246	2.864	3.110	731	1.036	3.884	3	4.024	0.035	0.086	0.000	0.000	4.144
163	17.4.3	17.3.3.1	52.251	0.106	0.000	0.106	25	0.035	4.367	3	0.154	0.001	0.000	0.000	0.000	0.155
164	17.3.3.1	17.3.3	52.251	0.106	0.106	0.212	50	0.071	4.315	3	0.305	0.002	0.000	0.000	0.000	0.307
165	17.3.3	17.3.2	51.276	0.172	0.212	0.384	90	0.128	4.256	3	0.544	0.004	0.000	0.000	0.000	0.549
166	17.3.2	17.3.1	51.276	0.172	0.384	0.556	131	0.185	4.210	3	0.780	0.006	0.000	0.000	0.000	0.786
167	17.4.1	17.3.1	85.134	0.234	0.000	0.234	55	0.078	4.306	3	0.336	0.003	0.000	0.000	0.000	0.338
168	17.3.1	17.3	94.836	0.292	0.790	1.082	254	0.360	4.108	3	1.481	0.012	0.000	0.000	0.000	1.493
169	17.3	17	86.097	0.350	4.192	4.542	1067	1.513	3.782	3	5.722	0.051	0.086	0.040	0.000	5.899
170	17.3.1	16	91.255	0.326	0.000	0.326	77	0.109	4.273	3	0.464	0.004	0.039	0.000	0.000	0.507
171	17.3.3	15	99.204	0.281	0.000	0.281	66	0.094	4.289	3	0.401	0.003	0.039	0.040	0.000	0.484
172	17.1	13.2	99.234	0.456	0.000	0.456	107	0.152	4.235	3	0.643	0.005	0.000	0.081	0.000	0.729
173	16	13.2	94.024	0.361	0.000	0.361	85	0.120	4.262	3	0.513	0.004	0.000	0.000	0.000	0.517
174	13.2	13.1	98.224	0.457	0.817	1.274	299	0.424	4.079	3	1.731	0.014	0.000	0.081	0.543	2.369
175	15	13.1	95.916	0.369	0.000	0.369	87	0.123	4.260	3	0.524	0.004	0.000	0.000	0.000	0.528
176	13.1	13	97.592	0.338	1.643	1.981	465	0.660	3.990	3	2.633	0.022	0.000	0.081	0.543	3.279
177	17.2	11.9	95.155	0.371	0.000	0.371	87	0.124	4.259	3	0.526	0.004	0.023	0.000	0.000	0.554
178	11.9	11.8	51.862	0.316	0.371	0.687	161	0.229	4.181	3	0.957	0.008	0.047	0.000	0.000	1.011
179	11.8	11.7	51.862	0.316	0.687	1.003	236	0.334	4.121	3	1.377	0.011	0.070	0.000	0.000	1.458
180	13.1	11.7	97.609	0.344	0.000	0.344	81	0.115	4.268	3	0.489	0.004	0.023	0.000	0.000	0.516
181	11.7	11.6	76.344	0.284	1.347	1.631	383	0.543	4.031	3	2.190	0.018	0.117	0.000	0.000	2.325
182	11.6	11.5	21.510	0.103	1.631	1.734	407	0.578	4.018	3	2.321	0.019	0.140	0.000	0.000	2.481
183	13	11.5.1	51.340	0.221	0.000	0.221	52	0.074	4.311	3	0.317	0.002	0.023	0.000	0.000	0.343
184	11.5.1	11.5	51.342	0.221	0.221	0.442	104	0.147	4.239	3	0.624	0.005	0.047	0.000	0.000	0.676
185	11.5	11.4	19.406	0.175	2.176	2.351	552	0.783	3.952	3	3.095	0.026	0.210	0.000	0.000	3.331
186	11.4	11.3	20.711	0.175	2.351	2.526	594	0.842	3.935	3	3.311	0.028	0.234	0.000	0.000	3.573
187	11.3	11.2	76.706	0.192	2.526	2.718	639	0.905	3.917	3	3.547	0.030	0.257	0.040	0.000	3.875
188	11.2	11.1	45.945	0.191	2.718	2.909	684	0.969	3.900	3	3.780	0.032	0.280	0.040	0.000	4.133
189	11.1	11	49.009	0.191	2.909	3.100	728	1.033	3.885	3	4.012	0.035	0.304	0.040	0.000	4.391
190	7.9	9.4.2.4	50.187	0.087	0.000	0.087	20	0.029	4.379	3	0.127	0.001	0.000	0.000	0.000	0.128
191	9.4.2.4	9.4.2.3	46.244	0.138	0.087	0.225	53	0.075	4.310	3	0.323	0.003	0.000	0.000	0.000	0.326
192	9.4.2.3	9.4.2.2	51.198	0.095	0.225	0.320	75	0.107	4.275	3	0.456	0.004	0.000	0.000	0.000	0.459
193	9.4.2.2	9.4.2	70.103	0.092	0.320	0.412	97	0.137	4.247	3	0.583	0.005	0.000	0.000	0.000	0.588
194	9.4.2.4	9.4.2.1	93.208	0.329	0.000	0.329	77	0.110	4.273	3	0.468	0.004	0.000	0.000	0.000	0.472
195	7.6	9.4.2.1	72.922	0.257	0.000	0.257	60	0.086	4.297	3	0.368	0.003	0.000	0.000	0.000	0.371
196	9.4.2.1	9.4.2	94.036	0.291	0.586	0.877	206	0.292	4.143	3	1.211	0.010	0.000	0.000	0.000	1.220

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
197	9.4.5.6	9.4.5.1.5	62.590	0.090	0.000	0.090	21	0.030	4.377	3	0.131	0.001	0.000	0.000	0.000	0.132
198	9.4.5.1.5	9.4.5.1.4	62.590	0.090	0.090	0.180	42	0.060	4.329	3	0.260	0.002	0.000	0.000	0.000	0.262
199	9.4.5.1.4	9.4.5.1.3	70.801	0.244	0.180	0.424	100	0.141	4.244	3	0.599	0.005	0.000	0.000	0.000	0.604
200	9.4.5.5	9.4.5.1.3.1	55.930	0.133	0.000	0.133	31	0.044	4.352	3	0.193	0.001	0.000	0.000	0.000	0.194
201	9.4.5.1.3.1	9.4.5.1.3	55.927	0.133	0.133	0.266	63	0.089	4.294	3	0.381	0.003	0.000	0.000	0.000	0.383
202	9.4.5.1.3	9.4.5.1.2	58.235	0.254	0.690	0.944	222	0.314	4.131	3	1.299	0.011	0.000	0.000	0.000	1.310
203	9.4.5.1.2	9.4.5.1.1	58.235	0.254	0.944	1.198	282	0.399	4.090	3	1.632	0.013	0.000	0.000	0.000	1.646
204	9.4.5.3	9.4.5.1.1	93.679	0.316	0.000	0.316	74	0.105	4.277	3	0.450	0.004	0.000	0.000	0.000	0.454
205	9.4.5.1.1	9.4.5.1	65.437	0.175	1.514	1.689	397	0.563	4.024	3	2.264	0.019	0.000	0.000	0.000	2.283
206	9.4.5.1.4	9.4.9.2	66.588	0.133	0.000	0.133	31	0.044	4.352	3	0.193	0.001	0.000	0.000	0.000	0.194
207	9.4.9.2	9.4.9	66.570	0.133	0.133	0.266	63	0.089	4.294	3	0.381	0.003	0.000	0.000	0.000	0.383
208	9.4.9.1	9.4.9	84.673	0.158	0.000	0.158	37	0.053	4.339	3	0.228	0.002	0.000	0.000	0.000	0.230
209	9.4.9	9.4.8	57.428	0.140	0.424	0.564	133	0.188	4.208	3	0.791	0.006	0.000	0.000	0.000	0.797
210	9.4.8.1	9.4.8	66.014	0.182	0.000	0.182	43	0.061	4.328	3	0.262	0.002	0.000	0.000	0.000	0.264
211	9.4.8	9.4.7	32.894	0.148	0.746	0.894	210	0.298	4.140	3	1.233	0.010	0.000	0.000	0.000	1.243
212	9.4.5.1.3	9.4.7.1	52.558	0.162	0.000	0.162	38	0.054	4.337	3	0.234	0.002	0.000	0.000	0.000	0.236
213	9.4.7.1	9.4.7	51.011	0.162	0.162	0.324	76	0.108	4.274	3	0.461	0.004	0.000	0.000	0.000	0.465
214	9.4.7	9.4.6	72.233	0.244	1.218	1.462	344	0.487	4.053	3	1.974	0.016	0.000	0.000	0.000	1.990
215	9.4.5.1.1	9.4.6	93.262	0.281	0.000	0.281	66	0.094	4.289	3	0.401	0.003	0.000	0.000	0.000	0.405
216	9.4.6	9.4.5	56.904	0.205	1.743	1.948	458	0.649	3.994	3	2.592	0.022	0.000	0.000	0.000	2.613
217	9.4.5.6	9.4.5.5	79.002	0.171	0.000	0.171	40	0.057	4.333	3	0.247	0.002	0.000	0.000	0.000	0.249
218	9.4.5.5	9.4.5.4	81.905	0.085	0.171	0.256	60	0.085	4.298	3	0.367	0.003	0.000	0.000	0.000	0.369
219	9.4.5.4	9.4.5.3	98.334	0.250	0.256	0.506	119	0.169	4.222	3	0.712	0.006	0.000	0.000	0.000	0.717
220	9.1	9.4.5.3.3	50.109	0.175	0.000	0.175	41	0.058	4.331	3	0.253	0.002	0.000	0.000	0.000	0.254
221	9.4.5.3.3	9.4.5.3.2	50.109	0.175	0.175	0.350	82	0.117	4.266	3	0.497	0.004	0.000	0.040	0.000	0.542
222	9.4.5.3.2	9.4.5.3.1	90.572	0.333	0.350	0.683	160	0.228	4.181	3	0.951	0.008	0.000	0.040	0.000	0.999
223	9.4.5.3.1	9.4.5.3	90.572	0.333	0.683	1.016	239	0.338	4.119	3	1.394	0.011	0.000	0.040	0.000	1.446
224	9.4.5.3	9.4.5.2	66.187	0.459	1.522	1.981	465	0.660	3.990	3	2.633	0.022	0.000	0.040	0.000	2.696
225	9.4.5.2	9.4.5.1	95.943	0.261	1.981	2.242	527	0.747	3.962	3	2.960	0.025	0.000	0.040	0.000	3.025
226	9.4.5.1	9.4.5	94.794	0.265	3.931	4.196	986	1.398	3.804	3	5.318	0.047	0.000	0.040	0.000	5.405
227	9.4.5	9.4.4	51.368	0.165	6.144	6.309	1482	2.102	3.683	3	7.742	0.070	0.000	0.040	0.000	7.852
228	9.4.4	9.4.3	19.787	0.000	6.309	6.309	1482	2.102	3.683	3	7.742	0.070	0.000	0.040	0.000	7.852
229	9.4.3	9.4.2	39.785	0.021	6.309	6.330	1487	2.109	3.682	3	7.765	0.070	0.000	0.040	0.000	7.876
230	9.4.2	9.4.1	91.914	0.278	7.619	7.897	1856	2.631	3.611	3	9.500	0.088	0.000	0.040	0.000	9.628
231	9.4.2.1	9.4.1.1	95.877	0.292	0.000	0.292	69	0.097	4.285	3	0.417	0.003	0.000	0.000	0.000	0.420
232	7.4	9.4.1.1	67.680	0.379	0.000	0.379	89	0.126	4.257	3	0.538	0.004	0.000	0.000	0.000	0.542

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
233	9.4.1.1	9.4.1	98.332	0.444	0.671	1.115	262	0.371	4.103	3	1.524	0.012	0.000	0.000	0.000	1.536
234	9.4.1	9.4	85.779	0.375	9.012	9.387	2206	3.127	3.552	3	11.109	0.105	0.000	0.040	0.000	11.254
235	19.4	9.1	93.058	0.438	0.000	0.438	103	0.146	4.240	3	0.619	0.005	0.000	0.000	0.000	0.624
236	17.2	9.10.1	63.451	0.166	0.000	0.166	39	0.055	4.335	3	0.240	0.002	0.000	0.000	0.000	0.242
237	9.10.1	9.1	32.118	0.166	0.166	0.332	78	0.111	4.272	3	0.472	0.004	0.000	0.000	0.000	0.476
238	9.1	9.9	99.179	0.525	0.770	1.295	304	0.431	4.076	3	1.758	0.014	0.000	0.000	0.000	1.773
239	11.9	9.9	97.841	0.359	0.000	0.359	84	0.120	4.263	3	0.510	0.004	0.000	0.000	0.000	0.514
240	9.9	9.8	80.207	0.501	1.654	2.155	506	0.718	3.971	3	2.851	0.024	0.000	0.040	0.000	2.916
241	11.7	9.8.1	87.021	0.246	0.000	0.246	58	0.082	4.302	3	0.353	0.003	0.000	0.000	0.000	0.355
242	9.8.1	9.8	26.890	0.246	0.246	0.492	116	0.164	4.226	3	0.693	0.005	0.000	0.000	0.000	0.698
243	9.8	9.7	13.945	0.000	2.647	2.647	622	0.882	3.924	3	3.460	0.029	0.000	0.040	0.000	3.530
244	9.7	9.6	9.469	0.000	2.647	2.647	622	0.882	3.924	3	3.460	0.029	0.000	0.040	0.000	3.530
245	9.6	9.5	95.586	0.213	2.647	2.860	672	0.953	3.905	3	3.720	0.032	0.000	0.040	0.000	3.793
246	11.3	9.5.1	62.237	0.245	0.000	0.245	58	0.082	4.302	3	0.351	0.003	0.000	0.000	0.000	0.354
247	9.5.1	9.5	51.766	0.245	0.245	0.490	115	0.163	4.226	3	0.690	0.005	0.000	0.000	0.000	0.695
248	9.5	9.4	95.349	0.280	3.350	3.630	853	1.209	3.843	3	4.648	0.040	0.000	0.040	0.000	4.729
249	9.4	9.3	71.009	0.239	13.017	13.256	3115	4.416	3.428	3	15.141	0.148	0.000	0.081	0.000	15.369
250	9.3	9.2	41.534	0.239	13.256	13.495	3171	4.496	3.422	3	15.384	0.150	0.000	0.081	0.000	15.615
251	11.2	9.2	29.151	0.208	0.000	0.208	49	0.069	4.317	3	0.299	0.002	0.000	0.000	0.000	0.301
252	9.2	9.1	64.519	0.283	13.703	13.986	3286	4.659	3.408	3	15.881	0.156	0.000	0.081	0.000	16.118
253	7.2	9.1.1	69.535	0.333	0.000	0.333	78	0.111	4.271	3	0.474	0.004	0.000	0.000	0.000	0.478
254	9.1.1	9.1	69.535	0.333	0.333	0.666	156	0.222	4.185	3	0.929	0.007	0.000	0.000	0.000	0.936
255	9.1	9	98.653	0.449	14.652	15.101	3548	5.031	3.379	3	17.002	0.168	0.000	0.081	0.000	17.251
256	5.7	7.11.1	83.042	0.129	0.000	0.129	30	0.043	4.354	3	0.187	0.001	0.000	0.000	0.000	0.189
257	7.11.1	7.11	83.078	0.129	0.129	0.258	61	0.086	4.297	3	0.369	0.003	0.000	0.000	0.000	0.372
258	7.11	7.1	71.248	0.139	0.258	0.397	93	0.132	4.252	3	0.562	0.004	0.000	0.000	0.000	0.567
259	7.8.2	7.1	73.891	0.330	0.000	0.330	78	0.110	4.272	3	0.470	0.004	0.000	0.000	0.000	0.473
260	7.1	7.9	39.185	0.078	0.727	0.805	189	0.268	4.157	3	1.115	0.009	0.000	0.000	0.000	1.124
261	7.9	7.8	29.586	0.078	0.805	0.883	207	0.294	4.142	3	1.219	0.010	0.000	0.000	0.000	1.228
262	7.8.2	7.8.1	59.122	0.193	0.000	0.193	45	0.064	4.323	3	0.278	0.002	0.000	0.040	0.000	0.321
263	5.5	7.8.1	96.796	0.421	0.000	0.421	99	0.140	4.245	3	0.595	0.005	0.000	0.000	0.000	0.600
264	7.8.1	7.8	79.223	0.462	0.614	1.076	253	0.358	4.109	3	1.473	0.012	0.000	0.040	0.000	1.525
265	7.8	7.7	44.035	0.158	1.959	2.117	497	0.705	3.975	3	2.804	0.024	0.000	0.040	0.000	2.868
266	7.7	7.6	18.655	0.158	2.117	2.275	535	0.758	3.959	3	3.001	0.025	0.000	0.040	0.000	3.066
267	7.6	7.5	42.495	0.193	2.275	2.468	580	0.822	3.940	3	3.240	0.027	0.000	0.040	0.000	3.308
268	7.5	7.4	63.283	0.193	2.468	2.661	625	0.887	3.922	3	3.477	0.030	0.000	0.040	0.000	3.547

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
269	5.3	7.4.1	81.078	0.440	0.000	0.440	103	0.147	4.240	3	0.621	0.005	0.000	0.000	0.000	0.626
270	7.4.1	7.4	81.078	0.440	0.440	0.880	207	0.293	4.143	3	1.215	0.010	0.000	0.000	0.000	1.224
271	7.4	7.3	51.504	0.280	3.541	3.821	898	1.273	3.830	3	4.875	0.043	0.000	0.040	0.000	4.958
272	7.3	7.2	51.504	0.280	3.821	4.101	964	1.366	3.810	3	5.206	0.046	0.000	0.040	0.000	5.292
273	5.2	7.2.1	88.384	0.363	0.000	0.363	85	0.121	4.262	3	0.515	0.004	0.000	0.000	0.000	0.519
274	7.2.1	7.2	88.384	0.363	0.363	0.726	171	0.242	4.172	3	1.009	0.008	0.000	0.000	0.000	1.017
275	7.2	7.1	31.902	0.312	4.827	5.139	1208	1.712	3.746	3	6.413	0.057	0.000	0.040	0.000	6.510
276	7.1	7.0	63.481	0.312	5.139	5.451	1281	1.816	3.728	3	6.770	0.061	0.000	0.081	0.000	6.912
277	5.21.3.1	5.21.3	69.864	0.083	0.000	0.083	20	0.028	4.382	3	0.121	0.001	0.000	0.000	0.000	0.122
278	5.21.3	5.21.2	60.797	0.169	0.083	0.252	59	0.084	4.299	3	0.361	0.003	0.000	0.000	0.000	0.364
279	5.21.2.1	5.21.2	70.442	0.170	0.000	0.170	40	0.057	4.333	3	0.245	0.002	0.000	0.000	0.000	0.247
280	5.21.2	5.21.1	65.270	0.173	0.422	0.595	140	0.198	4.201	3	0.833	0.007	0.000	0.000	0.000	0.839
281	5.21.1	5.21	66.152	0.184	0.595	0.779	183	0.260	4.162	3	1.080	0.009	0.000	0.000	0.000	1.089
282	5.22	5.21	69.635	0.351	0.000	0.351	82	0.117	4.266	3	0.499	0.004	0.000	0.000	0.000	0.503
283	5.21	5.2	86.948	0.374	1.130	1.504	353	0.501	4.047	3	2.028	0.017	0.000	0.000	0.000	2.045
284	1.22	5.2	73.080	0.220	0.000	0.220	52	0.073	4.312	3	0.316	0.002	0.000	0.000	0.000	0.318
285	5.2	5.19	85.451	0.288	1.724	2.012	473	0.670	3.987	3	2.672	0.022	0.000	0.000	0.000	2.695
286	5.19.1	5.19	98.541	0.223	0.000	0.223	52	0.074	4.311	3	0.320	0.002	0.000	0.040	0.000	0.363
287	5.19	5.18	44.787	0.185	2.235	2.420	569	0.806	3.945	3	3.180	0.027	0.000	0.040	0.000	3.248
288	1.2	5.18	70.996	0.216	0.000	0.216	51	0.072	4.313	3	0.310	0.002	0.000	0.000	0.000	0.313
289	5.18	5.17	12.901	0.100	2.636	2.736	643	0.911	3.916	3	3.569	0.030	0.000	0.040	0.000	3.640
290	5.17.2	5.17.1	21.432	0.097	0.000	0.097	23	0.032	4.373	3	0.141	0.001	0.000	0.000	0.000	0.142
291	5.17.1	5.17	26.865	0.097	0.097	0.194	46	0.065	4.323	3	0.279	0.002	0.000	0.000	0.000	0.282
292	5.17	5.16	61.206	0.120	2.930	3.050	717	1.016	3.889	3	3.951	0.034	0.000	0.040	0.000	4.026
293	5.16.1	5.16	58.436	0.140	0.000	0.140	33	0.047	4.348	3	0.203	0.002	0.000	0.000	0.000	0.204
294	1.19	5.16	74.456	0.170	0.000	0.170	40	0.057	4.333	3	0.245	0.002	0.000	0.000	0.000	0.247
295	5.16	5.15	61.206	0.137	3.360	3.497	822	1.165	3.853	3	4.489	0.039	0.000	0.040	0.000	4.569
296	5.15.1	5.15	91.119	0.264	0.000	0.264	62	0.088	4.295	3	0.378	0.003	0.000	0.000	0.000	0.381
297	1.18	5.15	73.610	0.151	0.000	0.151	35	0.050	4.343	3	0.218	0.002	0.000	0.000	0.000	0.220
298	5.15	5.14	57.929	0.116	3.912	4.028	946	1.342	3.815	3	5.120	0.045	0.000	0.040	0.000	5.205
299	5.10.4	5.14	88.507	0.320	0.000	0.320	75	0.107	4.275	3	0.456	0.004	0.000	0.040	0.000	0.500
300	5.10.4	5.10.3	76.340	0.164	0.000	0.164	39	0.055	4.336	3	0.237	0.002	0.000	0.000	0.000	0.239
301	5.10.3	5.10.2	76.330	0.164	0.164	0.328	77	0.109	4.273	3	0.467	0.004	0.000	0.000	0.000	0.471
302	5.10.2	5.10.1	76.330	0.164	0.328	0.492	116	0.164	4.226	3	0.693	0.005	0.000	0.000	0.000	0.698
303	5.10.1	5.1	78.570	0.341	0.492	0.833	196	0.278	4.151	3	1.152	0.009	0.000	0.000	0.000	1.161
304	1.17	5.14	72.941	0.144	0.000	0.144	34	0.048	4.346	3	0.208	0.002	0.000	0.000	0.000	0.210

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
305	5.14	5.13	56.450	0.203	4.492	4.695	1103	1.564	3.772	3	5.900	0.052	0.000	0.081	0.000	6.033
306	5.13	5.12	56.311	0.203	4.695	4.898	1151	1.632	3.760	3	6.135	0.055	0.000	0.081	0.000	6.271
307	1.15	5.12	73.219	0.290	0.000	0.290	68	0.097	4.286	3	0.414	0.003	0.000	0.000	0.000	0.417
308	5.12	5.11	66.384	0.309	5.188	5.497	1292	1.831	3.726	3	6.823	0.061	0.000	0.081	0.000	6.965
309	5.11	5.1	63.864	0.309	5.497	5.806	1364	1.934	3.709	3	7.174	0.065	0.000	0.121	0.000	7.360
310	5.1	5.9	68.294	0.360	6.639	6.999	1645	2.332	3.650	3	8.511	0.078	0.000	0.121	0.000	8.711
311	5.9	5.8	68.294	0.360	6.999	7.359	1729	2.452	3.634	3	8.909	0.082	0.000	0.121	0.000	9.113
312	5.8	5.7	68.377	0.360	7.359	7.719	1814	2.572	3.618	3	9.305	0.086	0.000	0.121	0.000	9.512
313	1.1	5.7	86.385	0.429	0.000	0.429	101	0.143	4.243	3	0.606	0.005	0.000	0.000	0.000	0.611
314	5.7	5.6	38.722	0.168	8.148	8.316	1954	2.770	3.594	3	9.956	0.093	0.000	0.121	0.000	10.170
315	5.6	5.5	45.569	0.162	8.316	8.478	1992	2.824	3.587	3	10.132	0.094	0.000	0.121	0.000	10.347
316	1.8	5.5	97.638	0.269	0.000	0.269	63	0.090	4.293	3	0.385	0.003	0.000	0.000	0.000	0.388
317	5.5	5.4	75.053	0.459	8.747	9.206	2163	3.067	3.559	3	10.915	0.103	0.000	0.121	0.000	11.139
318	1.7	5.4	98.893	0.314	0.000	0.314	74	0.105	4.277	3	0.447	0.003	0.000	0.000	0.000	0.451
319	5.4	5.3	97.109	0.499	9.520	10.019	2354	3.338	3.530	3	11.781	0.112	0.000	0.202	0.000	12.095
320	1.6	5.3	96.129	0.426	0.000	0.426	100	0.142	4.243	3	0.602	0.005	0.000	0.000	0.000	0.607
321	5.3	5.2	92.885	0.440	10.445	10.885	2558	3.626	3.500	3	12.693	0.121	0.000	0.202	0.000	13.017
322	5.2	5.1	48.285	0.303	10.885	11.188	2629	3.727	3.490	3	13.010	0.125	0.000	0.202	0.000	13.337
323	1.4	5.1	97.460	0.360	0.000	0.360	85	0.120	4.263	3	0.511	0.004	0.000	0.000	0.000	0.515
324	5.1	5	50.570	0.234	11.548	11.782	2769	3.925	3.472	3	13.627	0.131	0.000	0.202	0.000	13.961
325	1.3	5	98.124	0.402	0.000	0.402	94	0.134	4.250	3	0.569	0.004	0.000	0.000	0.000	0.574
326	5.21.3	1.22.2	72.093	0.083	0.000	0.083	20	0.028	4.382	3	0.121	0.001	0.000	0.000	0.000	0.122
327	1.22.2	1.22.1	60.167	0.223	0.083	0.306	72	0.102	4.280	3	0.436	0.003	0.008	0.000	0.000	0.448
328	5.21.2	1.22.1	74.992	0.183	0.000	0.183	43	0.061	4.327	3	0.264	0.002	0.000	0.040	0.000	0.306
329	1.22.1	1.22	65.963	0.237	0.489	0.726	171	0.242	4.172	3	1.009	0.008	0.008	0.040	0.000	1.065
330	5.21.1	1.22	80.452	0.199	0.000	0.199	47	0.066	4.320	3	0.286	0.002	0.000	0.000	0.000	0.289
331	1.22	1.21	89.487	0.439	0.925	1.364	321	0.454	4.066	3	1.848	0.015	0.008	0.040	0.000	1.911
332	1.21	1.2	43.650	0.302	1.364	1.666	391	0.555	4.027	3	2.235	0.019	0.008	0.040	0.000	2.302
333	1.20.2	1.20.1	68.092	0.220	0.000	0.220	52	0.073	4.312	3	0.316	0.002	0.000	0.000	0.000	0.318
334	1.20.1	1.2	68.092	0.220	0.220	0.440	103	0.147	4.240	3	0.621	0.005	0.000	0.000	0.000	0.626
335	1.2	1.19	72.484	0.158	2.106	2.264	532	0.754	3.960	3	2.987	0.025	0.008	0.040	0.000	3.060
336	1.19	1.18	64.538	0.122	2.264	2.386	561	0.795	3.948	3	3.138	0.027	0.008	0.081	0.000	3.254
337	1.18	1.17	60.878	0.114	2.386	2.500	587	0.833	3.937	3	3.279	0.028	0.008	0.081	0.000	3.396
338	1.17	1.16	53.244	0.153	2.500	2.653	623	0.884	3.923	3	3.467	0.030	0.008	0.081	0.000	3.586
339	1.16	1.15	53.162	0.153	2.653	2.806	659	0.935	3.909	3	3.655	0.031	0.008	0.081	0.000	3.774
340	1.15	1.14	44.218	0.243	2.806	3.049	716	1.016	3.889	3	3.950	0.034	0.008	0.081	0.000	4.073

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
341	1.14	1.13	50.379	0.243	3.049	3.292	774	1.097	3.869	3	4.243	0.037	0.008	0.081	0.000	4.369
342	1.13	1.12	94.011	0.194	3.292	3.486	819	1.161	3.854	3	4.476	0.039	0.008	0.081	0.000	4.604
343	1.12	1.11	70.541	0.194	3.486	3.680	865	1.226	3.840	3	4.708	0.041	0.008	0.081	0.000	4.837
344	1.11	1.1	80.519	0.194	3.680	3.874	910	1.291	3.826	3	4.938	0.043	0.008	0.081	0.000	5.070
345	1.10.2	1.10.1	54.979	0.107	0.000	0.107	25	0.036	4.367	3	0.156	0.001	0.000	0.000	0.000	0.157
346	1.10.1	1.1	54.976	0.107	0.107	0.214	50	0.071	4.314	3	0.308	0.002	0.000	0.000	0.000	0.310
347	1.10	1.9	27.774	0.159	4.088	4.247	998	1.415	3.801	3	5.377	0.047	0.008	0.121	0.000	5.554
348	1.9	1.8	35.012	0.159	4.247	4.406	1035	1.468	3.790	3	5.564	0.049	0.008	0.121	0.000	5.742
349	1.8	1.7	70.533	0.247	4.406	4.653	1093	1.550	3.775	3	5.851	0.052	0.008	0.121	0.000	6.032
350	1.7.1.A	1.7.1	99.707	0.359	0.000	0.359	84	0.119	4.263	3	0.509	0.004	0.000	0.000	0.000	0.513
351	1.7.1	1.7	37.266	0.215	0.359	0.573	135	0.191	4.206	3	0.803	0.006	0.000	0.000	0.000	0.809
352	1.7	1.6	99.888	0.283	5.226	5.509	1295	1.835	3.725	3	6.836	0.061	0.008	0.121	0.000	7.027
353	1.10.2	1.4.2.4	51.137	0.103	0.000	0.103	24	0.034	4.369	3	0.150	0.001	0.000	0.000	0.000	0.151
354	1.4.2.4	1.7.1.A	57.604	0.103	0.103	0.206	48	0.068	4.318	3	0.296	0.002	0.000	0.000	0.000	0.298
355	1.7.1.A	1.4.2.3	23.935	0.112	0.206	0.317	74	0.106	4.276	3	0.452	0.004	0.000	0.000	0.000	0.455
356	1.4.2.3	1.4.2.2	75.153	0.112	0.317	0.429	101	0.143	4.243	3	0.606	0.005	0.000	0.000	0.000	0.611
357	1.4.2.2.2	1.4.2.2.1	65.390	0.162	0.000	0.162	38	0.054	4.337	3	0.234	0.002	0.000	0.000	0.000	0.236
358	1.4.2.2.1	1.4.2.2	62.504	0.162	0.162	0.324	76	0.108	4.274	3	0.461	0.004	0.000	0.000	0.000	0.465
359	1.4.2.2	1.4.2.1	60.126	0.382	0.753	1.135	267	0.378	4.100	3	1.550	0.013	0.000	0.000	0.000	1.563
360	1.4.2.1	1.4.2	60.126	0.382	1.135	1.517	356	0.505	4.045	3	2.045	0.017	0.000	0.000	0.000	2.061
361	1.4.4	1.4.3	76.314	0.269	0.000	0.269	63	0.090	4.293	3	0.385	0.003	0.000	0.000	0.000	0.388
362	1.4.3	1.4.2	52.336	0.269	0.269	0.538	126	0.179	4.214	3	0.755	0.006	0.000	0.000	0.000	0.761
363	1.4.2	1.4.1	87.005	0.345	2.055	2.400	564	0.800	3.947	3	3.156	0.027	0.000	0.040	0.000	3.223
364	1.4.1	1.4	87.005	0.345	2.400	2.745	645	0.914	3.915	3	3.580	0.031	0.000	0.040	0.000	3.651
365	1.4.2.2	1.6.2	83.604	0.283	0.000	0.283	66	0.094	4.288	3	0.404	0.003	0.000	0.000	0.000	0.407
366	1.6.2	1.6.1	41.900	0.283	0.283	0.566	133	0.189	4.208	3	0.793	0.006	0.000	0.000	0.000	0.800
367	1.7.1	1.6.1	100.283	0.319	0.000	0.319	75	0.106	4.276	3	0.454	0.004	0.000	0.000	0.000	0.458
368	1.6.1	1.6	41.900	0.181	0.885	1.066	250	0.355	4.111	3	1.460	0.012	0.000	0.000	0.000	1.472
369	1.6	1.5	67.030	0.359	6.575	6.934	1629	2.310	3.653	3	8.439	0.077	0.008	0.121	0.000	8.646
370	1.5	1.4	67.030	0.359	6.934	7.293	1714	2.430	3.637	3	8.837	0.081	0.008	0.121	0.000	9.047
371	1.4	1.3	57.858	0.165	10.038	10.203	2397	3.399	3.523	3	11.976	0.114	0.008	0.162	0.000	12.259
372	1.3	1.2	71.724	0.167	10.203	10.370	2437	3.455	3.518	3	12.152	0.115	0.008	0.162	0.000	12.437
373	1.2	1.1	76.314	0.167	10.370	10.537	2476	3.510	3.512	3	12.328	0.117	0.008	0.162	0.000	12.615
374	1.1	1	77.980	0.167	10.537	10.704	2515	3.566	3.506	3	12.504	0.119	0.008	0.162	0.000	12.792
375	34	33	63.646	0.353	6.550	6.903	1622	2.300	3.655	3	8.405	0.077	0.070	0.121	0.000	8.673
376	33	32	63.646	0.353	6.903	7.256	1705	2.417	3.639	3	8.796	0.081	0.109	0.121	0.000	9.107

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
377	32	31	58.728	0.299	9.076	9.375	2203	3.123	3.553	3	11.096	0.104	0.132	0.243	0.000	11.576
378	31	30	40.523	0.104	12.115	12.219	2871	4.071	3.459	3	14.079	0.136	0.218	0.364	0.000	14.797
379	30	29	53.887	0.099	13.899	13.998	3289	4.663	3.408	3	15.894	0.156	0.241	0.364	0.000	16.655
380	29	28	96.868	0.293	15.008	15.301	3595	5.098	3.374	3	17.201	0.170	0.327	0.364	0.000	18.063
381	28	27	55.862	0.154	19.126	19.280	4530	6.423	3.284	3	21.096	0.215	0.460	0.445	0.000	22.215
382	27	26	50.845	0.217	19.614	19.831	4660	6.607	3.273	3	21.625	0.221	0.499	0.485	0.000	22.830
383	26	25	50.845	0.217	19.831	20.048	4711	6.679	3.269	3	21.833	0.223	0.499	0.485	0.000	23.040
384	25	24	58.872	0.155	22.167	22.322	5245	7.437	3.226	3	23.988	0.249	0.584	0.607	0.000	25.427
385	24	23	53.303	0.311	24.080	24.391	5731	8.126	3.190	3	25.918	0.272	0.608	0.607	0.000	27.403
386	23	22	53.303	0.260	24.391	24.651	5792	8.212	3.185	3	26.158	0.274	0.647	0.607	0.000	27.686
387	22	21	83.943	0.323	26.974	27.297	6414	9.094	3.143	3	28.583	0.304	0.748	0.647	0.000	30.282
388	21	20	51.323	0.233	30.500	30.733	7222	10.239	3.094	3	31.673	0.342	0.872	0.890	0.000	33.778
389	20	19	51.323	0.233	30.733	30.966	7276	10.316	3.090	3	31.881	0.345	0.911	0.971	0.000	34.108
390	19	18	52.791	0.217	33.718	33.935	7974	11.305	3.052	3	34.500	0.378	1.013	1.051	0.000	36.942
391	18	17	52.790	0.217	33.935	34.152	8025	11.378	3.049	3	34.690	0.380	1.052	1.051	0.000	37.173
392	17	16	99.589	0.354	40.085	40.439	9502	13.472	2.977	3	40.102	0.450	1.231	1.132	0.000	42.916
393	16	15	98.004	0.350	40.765	41.115	9661	13.697	2.970	3	40.675	0.458	1.270	1.173	0.000	43.575
394	15	14	94.696	0.270	41.396	41.666	9791	13.881	2.964	3	41.141	0.464	1.348	1.213	0.000	44.165
395	14	13	97.827	0.174	41.666	41.840	9832	13.939	2.962	3	41.287	0.466	1.348	1.213	0.000	44.314
396	13	12	62.705	0.142	43.821	43.963	10330	14.646	2.941	3	43.069	0.490	1.387	1.294	0.543	46.783
397	12	11	60.037	0.142	43.963	44.105	10364	14.694	2.939	3	43.188	0.491	1.387	1.294	0.543	46.903
398	11	10	50.243	0.145	47.205	47.350	11126	15.775	2.908	3	45.880	0.527	1.729	1.415	0.543	50.095
399	10	9	50.243	0.145	47.350	47.495	11160	15.823	2.907	3	46.000	0.529	1.729	1.415	0.543	50.217
400	9	8	68.294	0.126	62.596	62.722	14738	20.896	2.786	3	58.214	0.698	1.768	1.577	0.543	62.801
401	8	7	68.294	0.126	62.722	62.848	14768	20.938	2.785	3	58.313	0.700	1.784	1.577	0.543	62.917
402	7	6	91.610	0.186	68.299	68.485	16093	22.816	2.747	3	62.686	0.763	1.784	1.658	0.543	67.433
403	6	5	90.163	0.186	68.485	68.671	16136	22.878	2.746	3	62.829	0.765	1.823	1.699	0.543	67.658
404	5	4	71.320	0.121	80.855	80.976	19028	26.977	2.674	3	72.143	0.902	1.862	1.901	0.543	77.350
405	4	3	71.317	0.121	80.976	81.097	19056	27.017	2.674	3	72.233	0.903	1.862	1.901	0.543	77.441
406	3	2	68.763	0.204	81.097	81.301	19104	27.085	2.672	3	72.385	0.905	1.901	1.901	0.543	77.635
407	2	1	68.763	0.204	81.301	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
408	1	1A	92.890	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
409	1A	1B	86.560	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
410	1B	1C	98.000	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
411	1C	1D	98.250	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
412	1D	1E	98.950	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789

Tramo	Pozos		Long (m)	Área Local	Área Tributaria	Área Total	Pob	Qm (Lps)	Factor Harmon Calculado	Factor Harmon	Q Máx (Lps)	Q Inf (Lps)	Qcom lps	Qinst lps	Qind lps	Q diseño
	Desde	Hasta														
413	1E	1F	97.090	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
414	1F	1G	90.420	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
415	1G	1H	99.340	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
416	1H	1I	96.770	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
417	1I	1J	78.080	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
418	1J	1K	80.980	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
419	1K	1L	79.360	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789
420	1L	S	87.730	0.000	81.505	81.505	19152	27.153	2.671	3	72.537	0.908	1.901	1.901	0.543	77.789

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo III

Hidráulica de las alcantarillas

E.5 Cálculos hidráulicos

Tabla 36.-Elementos hidráulicos

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	∅ m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
1	34.8.4	34.8.1.2.2.1	55.342	0.15	314.320	313.200	2.0	2.0	31.110	0.375	1.760	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.46	0.60	0.03
2	34.8.1.2.2.1	34.8.1.2.2	76.216	0.15	313.200	312.200	1.3	1.3	25.082	0.737	1.419	0.029	0.443	0.117	0.295	0.011	1.41	0.63	0.03
3	34.8.1.2.2	34.8.1.2.1	81.420	0.15	312.200	311.090	1.4	1.4	26.029	1.050	1.473	0.040	0.488	0.137	0.341	0.013	1.76	0.72	0.03
4	34.8.1.2.1	34.8.1.2	81.420	0.15	311.090	310.140	1.2	1.1	23.072	1.342	1.306	0.058	0.545	0.164	0.403	0.015	1.63	0.71	0.03
5	34.8.1.2	34.8.1.1	99.871	0.15	310.140	311.170	-1.0	0.5	15.710	2.000	0.889	0.127	0.686	0.241	0.568	0.021	1.07	0.61	0.03
6	34.8.1.1	34.8.1	99.871	0.15	311.170	311.890	-0.7	0.4	14.592	2.642	0.826	0.181	0.758	0.288	0.661	0.025	1.07	0.63	0.03
7	34.7.3	34.8.4	25.042	0.10	313.980	314.320	-1.4	2.0	10.552	0.030	1.343	0.003	0.098	0.022	0.056	0.001	0.27	0.13	0.03
8	34.8.4	34.8.3	59.866	0.15	314.320	312.890	2.4	2.5	34.782	0.247	1.968	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.20	0.45	0.03
9	34.8.3	34.8.2	59.866	0.15	312.890	312.260	1.1	1.3	25.082	0.459	1.419	0.018	0.384	0.094	0.238	0.009	1.14	0.55	0.03
10	34.7.1	34.8.2	23.281	0.15	312.400	312.260	0.6	2.0	31.110	0.030	1.760	0.001	0.033	0.007	0.019	0.001	0.14	0.06	0.03
11	34.8.2	34.8.1	34.964	0.15	312.260	311.890	1.1	1.0	21.998	0.668	1.245	0.030	0.448	0.119	0.300	0.011	1.10	0.56	0.03
12	34.8.1	34.8	44.824	0.15	311.890	311.410	1.1	0.4	13.913	3.259	0.787	0.234	0.817	0.329	0.737	0.028	1.08	0.64	0.03
13	34.8	34.7	22.127	0.15	311.410	311.300	0.5	0.4	13.913	3.271	0.787	0.235	0.818	0.330	0.739	0.028	1.09	0.64	0.03
14	34.7.3	34.7.2	59.515	0.10	313.980	313.130	1.4	2.5	11.797	0.118	1.502	0.010	0.326	0.072	0.186	0.005	1.14	0.49	0.03
15	34.7.2	34.7.1	59.515	0.15	313.130	312.400	1.2	3.0	38.102	0.233	2.156	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.24	0.42	0.03
16	34.6.2	34.7.1	49.068	0.15	312.470	312.400	0.1	2.9	37.655	0.219	2.131	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.21	0.42	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
17	34.7.1	34.7	79.878	0.15	312.400	311.300	1.4	1.1	23.072	0.557	1.306	0.024	0.418	0.107	0.271	0.010	1.10	0.55	0.03
18	34.7	34.6	35.718	0.15	311.300	310.840	1.3	0.4	13.561	3.869	0.767	0.285	0.862	0.366	0.800	0.030	1.12	0.66	0.03
19	34.2.2	34.6.2	92.845	0.15	313.750	312.470	1.4	3.0	38.102	0.219	2.156	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.24	0.42	0.03
20	34.6.2	34.6.1	53.087	0.15	312.470	311.690	1.5	1.4	26.029	0.370	1.473	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.09	0.52	0.03
21	34.6.1	34.6	53.087	0.15	311.690	310.840	1.6	1.2	24.098	0.497	1.364	0.021	0.403	0.101	0.256	0.010	1.13	0.55	0.03
22	34.6	34.5	49.722	0.15	310.840	309.660	2.4	0.4	13.199	4.405	0.747	0.334	0.900	0.398	0.854	0.032	1.13	0.67	0.03
23	34.7.4	34.7.3	79.032	0.15	314.370	313.980	0.5	2.2	32.629	0.262	1.846	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.21	0.48	0.03
24	34.7.3	34.2.2	47.915	0.15	313.980	313.750	0.5	1.1	23.072	0.571	1.306	0.025	0.423	0.109	0.276	0.010	1.12	0.55	0.03
25	34.2.2	34.2	49.341	0.15	313.750	312.870	1.8	0.8	19.676	0.860	1.113	0.044	0.502	0.143	0.355	0.013	1.04	0.56	0.03
26	32.3	34.2.1	67.515	0.10	314.100	313.780	0.5	1.3	8.507	0.375	1.083	0.044	0.502	0.143	0.355	0.009	1.13	0.54	0.03
27	34.2.1	34.2	62.805	0.15	313.780	312.870	1.5	0.9	20.281	0.737	1.148	0.036	0.488	0.130	0.325	0.012	1.02	0.56	0.03
28	34.5	34.4	58.699	0.15	309.660	310.600	-1.6	0.4	13.014	4.454	0.736	0.342	0.905	0.403	0.862	0.032	1.11	0.67	0.03
29	34.4	34.3	58.686	0.15	310.600	311.540	-1.6	0.4	13.014	4.526	0.736	0.348	0.910	0.407	0.868	0.033	1.12	0.67	0.03
30	34.6.2	34.3	51.095	0.15	312.470	311.540	1.8	2.2	32.629	0.262	1.846	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.21	0.48	0.03
31	34.3	34.2	81.717	0.15	311.540	312.870	-1.6	0.4	13.014	4.868	0.736	0.374	0.928	0.424	0.894	0.034	1.15	0.68	0.03
32	34.2	34.1	88.920	0.15	312.870	310.810	2.3	0.3	12.049	6.628	0.682	0.550	1.024	0.529	1.036	0.039	1.14	0.70	0.03
33	34.1	34	88.920	0.15	310.810	307.670	3.5	0.3	11.640	7.044	0.659	0.605	1.047	0.561	1.072	0.040	1.10	0.69	0.03
34	17.20	34.1	86.797	0.10	302.740	304.700	-2.3	1.0	7.461	0.515	0.950	0.069	0.574	0.178	0.434	0.011	1.06	0.55	0.03
35	34.10	34.9	86.797	0.15	304.700	305.030	-0.4	0.8	19.676	1.009	1.113	0.051	0.525	0.154	0.380	0.014	1.12	0.58	0.03
36	34.9	34	86.485	0.15	305.030	307.670	-3.1	0.7	17.736	1.490	1.004	0.084	0.607	0.196	0.474	0.018	1.13	0.61	0.03
37	34.7.4	32.4	78.996	0.15	314.370	314.250	0.2	2.5	34.782	0.262	1.968	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.37	0.51	0.03
38	32.4	32.3	95.368	0.15	314.250	314.100	0.2	0.8	20.041	0.914	1.134	0.046	0.508	0.146	0.363	0.014	1.11	0.58	0.03
39	31.2	32.3.1	50.429	0.15	314.040	314.120	-0.2	2.5	34.782	0.247	1.968	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.20	0.45	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
40	32.3.1	32.3	50.420	0.15	314.120	314.100	0.0	1.2	24.098	0.487	1.364	0.020	0.398	0.099	0.251	0.009	1.11	0.54	0.03
41	32.3	32.2	60.357	0.15	314.100	312.720	2.3	0.6	17.040	1.750	0.964	0.103	0.646	0.218	0.519	0.019	1.15	0.62	0.03
42	32.2	32.1	57.339	0.15	312.720	311.460	2.2	0.6	16.462	2.114	0.932	0.128	0.687	0.242	0.569	0.021	1.17	0.64	0.03
43	32.1	32	57.200	0.15	311.460	306.970	7.9	0.5	14.757	2.555	0.835	0.173	0.749	0.281	0.649	0.024	1.07	0.63	0.03
44	32.4	31.3.1	54.735	0.15	314.250	314.500	-0.5	2.0	31.110	0.288	1.760	0.009	0.293	0.065	0.167	0.006	1.23	0.52	0.03
45	31.3.1	31.3	54.735	0.15	314.500	314.270	0.4	1.1	23.072	0.568	1.306	0.025	0.423	0.109	0.276	0.010	1.12	0.55	0.03
46	31.3	31.2	79.107	0.15	314.270	314.040	0.3	0.9	20.281	0.995	1.148	0.049	0.519	0.151	0.373	0.014	1.17	0.60	0.03
47	31.2	31.1	71.863	0.15	314.040	311.920	3.0	0.8	19.051	1.221	1.078	0.064	0.561	0.172	0.420	0.016	1.16	0.60	0.03
48	32.2	31.1	89.644	0.15	312.720	311.920	0.9	1.2	24.098	0.529	1.364	0.022	0.408	0.103	0.261	0.010	1.15	0.56	0.03
49	31.1	31	88.921	0.15	311.920	306.820	5.7	0.6	16.314	2.067	0.923	0.127	0.686	0.241	0.568	0.021	1.15	0.63	0.03
50	17.18	31.5	76.257	0.15	304.420	306.180	-2.3	1.1	23.072	0.613	1.306	0.027	0.433	0.113	0.285	0.011	1.15	0.57	0.03
51	31.5	31.4	90.063	0.15	306.180	307.380	-1.3	0.7	18.405	1.224	1.042	0.067	0.569	0.175	0.429	0.016	1.10	0.59	0.03
52	31.4	31	90.063	0.15	307.380	309.820	-2.7	0.6	17.040	1.842	0.964	0.108	0.655	0.222	0.529	0.020	1.17	0.63	0.03
53	17.16	30.1.1	97.719	0.10	303.370	305.830	-2.5	1.1	7.825	0.431	0.996	0.055	0.537	0.160	0.393	0.010	1.06	0.54	0.03
54	31.5	30.1.1	78.061	0.15	306.180	305.830	0.5	1.1	23.072	0.571	1.306	0.025	0.423	0.109	0.276	0.010	1.12	0.55	0.03
55	30.1.1	30.1	83.817	0.15	305.830	307.280	-1.7	0.6	16.969	1.527	0.960	0.090	0.620	0.203	0.488	0.018	1.07	0.60	0.03
56	17.14	30.2	60.031	0.15	303.610	306.000	-4.0	1.5	26.942	0.304	1.525	0.011	0.333	0.075	0.193	0.007	1.06	0.51	0.03
57	30.2	30.1	46.770	0.15	306.000	307.280	-2.7	1.1	23.072	0.599	1.306	0.026	0.428	0.111	0.280	0.011	1.13	0.56	0.03
58	30.1	30	89.563	0.15	307.280	306.810	0.5	0.5	15.555	2.295	0.880	0.148	0.717	0.260	0.607	0.023	1.12	0.63	0.03
59	31.2	29.2	49.113	0.15	314.040	313.980	0.1	5.0	49.190	0.190	2.784	0.004	0.130	0.029	0.074	0.003	1.36	0.36	0.03
60	29.2	29.1	84.175	0.15	313.980	311.500	3.0	1.0	21.998	0.622	1.245	0.028	0.438	0.115	0.290	0.011	1.07	0.55	0.03
61	31.1	29.1	64.913	0.15	311.920	311.500	0.7	2.5	34.782	0.262	1.968	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.37	0.51	0.03
62	29.1	29	50.958	0.15	311.500	306.950	8.9	0.7	18.405	1.203	1.042	0.065	0.564	0.173	0.423	0.016	1.09	0.59	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
63	28.7.2	29	69.179	0.15	307.660	306.950	1.0	2.5	34.782	0.261	1.968	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.20	0.45	0.03
64	17.12	28.8	50.546	0.10	303.100	305.020	-3.8	1.4	8.828	0.289	1.124	0.033	0.460	0.124	0.312	0.008	1.07	0.52	0.03
65	28.8	28.7	57.054	0.15	305.020	307.100	-3.7	0.5	15.555	0.568	0.880	0.037	0.476	0.132	0.329	0.012	0.61	0.42	0.03
66	30.1	28.7.2	37.217	0.15	307.280	307.660	-1.0	5.0	49.190	0.178	2.784	0.004	0.130	0.029	0.074	0.003	1.36	0.36	0.03
67	28.7.2	28.7.1	52.435	0.15	307.660	307.380	0.5	1.4	26.029	0.371	1.473	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.09	0.52	0.03
68	28.7.1	28.7	52.436	0.15	307.380	307.100	0.5	1.1	23.072	0.560	1.306	0.024	0.418	0.107	0.271	0.010	1.10	0.55	0.03
69	28.7	28	28.657	0.15	307.100	306.100	3.5	0.7	18.405	1.250	1.042	0.068	0.571	0.177	0.431	0.016	1.11	0.59	0.03
70	31.3	28.4.2	69.861	0.15	314.270	313.500	1.1	1.5	26.942	0.348	1.525	0.013	0.348	0.080	0.206	0.008	1.14	0.53	0.03
71	28.4.2	28.4.1	69.288	0.15	313.500	312.440	1.5	1.0	21.998	0.612	1.245	0.028	0.438	0.115	0.290	0.011	1.07	0.55	0.03
72	28.4.1.1	28.4.1	58.659	0.15	310.770	312.440	-2.9	3.0	38.102	0.214	2.156	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.24	0.42	0.03
73	28.3.1	28.4.1	70.417	0.15	313.130	312.440	1.0	2.2	32.629	0.267	1.846	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.21	0.48	0.03
74	28.4.1	28.4	72.027	0.15	312.440	310.930	2.1	0.7	18.666	1.306	1.056	0.070	0.576	0.179	0.437	0.016	1.16	0.61	0.03
75	28.6	28.5	66.900	0.10	309.660	310.820	-1.7	1.8	10.038	0.181	1.278	0.018	0.384	0.094	0.238	0.006	1.06	0.49	0.03
76	28.5	28.4	16.730	0.15	310.820	310.930	-0.7	1.5	26.942	0.358	1.525	0.013	0.348	0.080	0.206	0.008	1.14	0.53	0.03
77	28.4	28.3	58.801	0.15	310.930	311.330	-0.7	0.6	16.314	1.925	0.923	0.118	0.672	0.232	0.551	0.021	1.11	0.62	0.03
78	31.3	28.3.1	71.188	0.15	314.270	313.130	1.6	3.0	38.102	0.291	2.156	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.64	0.56	0.03
79	29.2	28.2.1	35.796	0.15	313.980	312.990	2.8	3.0	38.102	0.209	2.156	0.005	0.163	0.036	0.093	0.003	1.03	0.35	0.03
80	28.2.1	28.3.1	61.306	0.15	312.990	313.130	-0.2	1.2	24.098	0.466	1.364	0.019	0.391	0.096	0.245	0.009	1.08	0.53	0.03
81	28.3.1	28.3	71.188	0.15	313.130	311.330	2.5	0.8	19.676	1.043	1.113	0.053	0.531	0.157	0.387	0.015	1.14	0.59	0.03
82	28.3	28.2	57.995	0.15	311.330	310.680	1.1	0.4	14.257	3.188	0.807	0.224	0.806	0.322	0.724	0.027	1.12	0.65	0.03
83	28.2.1	28.2	74.251	0.15	312.990	310.680	3.1	4.0	43.997	0.219	2.490	0.005	0.163	0.036	0.093	0.003	1.37	0.41	0.03
84	28.2	28.1	52.477	0.15	310.680	309.150	2.9	0.4	13.913	3.705	0.787	0.266	0.845	0.352	0.778	0.029	1.14	0.67	0.03
85	28.1	28	51.014	0.15	309.150	308.100	2.1	0.4	13.561	4.008	0.767	0.296	0.871	0.373	0.813	0.030	1.14	0.67	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
86	25.1.1	27.1	50.030	0.15	309.460	308.010	2.9	3.0	38.102	0.243	2.156	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.24	0.42	0.03
87	27.1	27	50.030	0.15	308.010	306.600	2.8	1.2	24.098	0.479	1.364	0.020	0.398	0.099	0.251	0.009	1.11	0.54	0.03
88	28.6	25.4	81.958	0.15	309.660	307.670	2.4	3.0	38.102	0.203	2.156	0.005	0.163	0.036	0.093	0.003	1.03	0.35	0.03
89	25.4	25.3	52.319	0.15	307.670	308.600	-1.8	1.2	24.098	0.466	1.364	0.019	0.391	0.096	0.245	0.009	1.08	0.53	0.03
90	25.3	25.2	50.257	0.15	308.600	308.410	0.4	1.0	21.998	0.748	1.245	0.034	0.464	0.126	0.316	0.012	1.16	0.58	0.03
91	28.4	25.2.1	51.283	0.15	310.930	309.590	2.6	2.7	35.811	0.274	2.026	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.45	0.53	0.03
92	25.2.1	25.2	51.283	0.15	309.590	308.410	2.3	1.1	23.072	0.540	1.306	0.023	0.413	0.105	0.266	0.010	1.08	0.54	0.03
93	25.2	25.1	91.253	0.15	308.410	306.800	1.8	0.6	17.040	1.660	0.964	0.097	0.635	0.211	0.506	0.019	1.12	0.61	0.03
94	28.2	25.1.1	42.866	0.15	310.680	309.460	2.9	2.8	36.810	0.335	2.083	0.009	0.293	0.065	0.167	0.006	1.72	0.61	0.03
95	25.1.1	25.1	93.347	0.15	309.460	306.800	2.9	1.8	29.514	0.794	1.670	0.027	0.448	0.119	0.300	0.011	1.99	0.75	0.03
96	25.1	25	95.951	0.15	306.800	303.870	3.1	0.5	14.757	2.823	0.835	0.191	0.771	0.296	0.677	0.025	1.12	0.64	0.03
97	17.10	25	51.556	0.15	300.810	303.870	-5.9	5.0	49.190	0.155	2.784	0.003	0.098	0.022	0.056	0.002	1.03	0.27	0.03
98	25.4	24.3	92.460	0.15	307.670	305.730	2.1	3.0	38.102	0.213	2.156	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.24	0.42	0.03
99	24.3	24.2	98.123	0.15	305.730	306.490	-0.8	0.9	20.869	0.842	1.181	0.040	0.488	0.137	0.341	0.013	1.13	0.58	0.03
100	25.2	24.2	74.857	0.15	308.410	306.490	2.6	1.4	26.029	0.362	1.473	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.09	0.52	0.03
101	24.2	24.1	92.557	0.15	306.490	304.880	1.7	0.6	17.040	1.647	0.964	0.097	0.635	0.211	0.506	0.019	1.12	0.61	0.03
102	25.1	24.1	66.998	0.15	306.800	304.880	2.9	1.4	26.029	0.364	1.473	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.09	0.52	0.03
103	24.1	24	96.284	0.15	304.880	302.170	2.8	0.5	15.555	2.395	0.880	0.154	0.725	0.266	0.617	0.023	1.13	0.64	0.03
104	24.3	22.4	91.741	0.15	305.730	303.560	2.4	2.4	34.080	0.434	1.928	0.013	0.348	0.080	0.206	0.008	1.82	0.67	0.03
105	22.4	22.3	95.614	0.15	303.560	303.670	-0.1	1.3	25.082	0.973	1.419	0.039	0.484	0.135	0.337	0.013	1.61	0.69	0.03
106	24.2	22.3.1	51.657	0.15	306.490	305.070	2.8	2.7	36.147	0.291	2.045	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.48	0.53	0.03
107	22.3.1	22.3	51.657	0.15	305.070	303.670	2.7	1.4	26.029	0.638	1.473	0.024	0.418	0.107	0.271	0.010	1.40	0.62	0.03
108	22.3	22.2	95.163	0.15	303.670	302.080	1.7	0.6	16.462	2.058	0.932	0.125	0.683	0.239	0.564	0.021	1.16	0.64	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
109	24.1	22.2.1	53.994	0.15	304.880	303.270	3.0	3.0	38.102	0.327	2.156	0.009	0.293	0.065	0.167	0.006	1.84	0.63	0.03
110	22.2.1	22.2	53.943	0.15	303.270	302.080	2.2	1.3	25.082	0.643	1.419	0.026	0.428	0.111	0.280	0.011	1.34	0.61	0.03
111	22.2	22.1	50.699	0.15	302.080	300.710	2.7	1.9	30.323	2.934	1.716	0.097	0.635	0.211	0.506	0.019	3.54	1.09	0.06
112	22.1	22	50.699	0.15	300.710	299.610	2.2	0.5	15.555	3.228	0.880	0.208	0.790	0.309	0.701	0.026	1.29	0.70	0.03
113	24.3	21.5.3.2	51.210	0.10	305.730	303.870	3.6	4.7	16.176	0.089	2.060	0.005	0.163	0.036	0.093	0.002	1.07	0.34	0.03
114	21.5.3.2	21.5.3.1	28.790	0.15	303.870	302.840	3.6	4.9	48.695	0.176	2.756	0.004	0.130	0.029	0.074	0.003	1.33	0.36	0.03
115	21.5.3.1	21.5.3	28.790	0.15	302.840	301.810	3.6	3.0	38.102	0.262	2.156	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.43	0.49	0.03
116	21.5.3	21.5.2	42.128	0.15	301.810	300.810	2.4	2.0	31.110	0.355	1.760	0.011	0.333	0.075	0.193	0.007	1.42	0.59	0.03
117	22.4	21.5.2	93.028	0.15	303.560	300.810	3.0	1.5	26.942	0.496	1.525	0.018	0.384	0.094	0.238	0.009	1.31	0.59	0.03
118	21.5.2	21.5.1	51.580	0.15	300.810	299.400	2.7	2.5	34.782	0.984	1.968	0.028	0.438	0.115	0.290	0.011	2.67	0.86	0.04
119	21.5.1	21.5	51.580	0.15	299.400	297.990	2.7	2.7	36.147	1.117	2.045	0.031	0.452	0.121	0.304	0.011	3.02	0.92	0.04
120	21.5	21.4	96.266	0.15	297.990	301.440	-3.6	0.8	19.676	1.417	1.113	0.072	0.581	0.181	0.442	0.017	1.30	0.65	0.03
121	22.4	21.4.1	51.296	0.15	303.560	302.510	2.1	2.0	31.110	0.294	1.760	0.009	0.293	0.065	0.167	0.006	1.23	0.52	0.03
122	21.4.1	21.4	51.296	0.15	302.510	301.440	2.1	1.0	21.666	0.660	1.226	0.030	0.448	0.119	0.300	0.011	1.07	0.55	0.03
123	21.4	21.3	88.755	0.15	301.440	301.790	-0.4	0.5	14.920	2.455	0.844	0.165	0.740	0.275	0.636	0.024	1.08	0.62	0.03
124	22.3	21.3	94.437	0.15	303.670	301.790	2.0	1.0	21.998	0.615	1.245	0.028	0.438	0.115	0.290	0.011	1.07	0.55	0.03
125	21.3	21.2	97.231	0.15	301.790	300.710	1.1	0.4	13.913	3.497	0.787	0.251	0.832	0.342	0.759	0.028	1.12	0.66	0.03
126	22.2	21.2	86.121	0.15	302.080	300.710	1.6	1.2	24.098	0.491	1.364	0.020	0.398	0.099	0.251	0.009	1.11	0.54	0.03
127	21.2	21.1	53.528	0.15	300.710	299.270	2.7	0.4	13.014	4.173	0.736	0.321	0.891	0.390	0.840	0.032	1.08	0.66	0.03
128	21.1	21	53.528	0.15	299.270	297.220	3.8	2.0	31.110	4.419	1.760	0.142	0.708	0.255	0.596	0.022	4.39	1.25	0.08
129	21.4	19.4	93.828	0.15	301.440	298.640	3.0	3.0	38.102	0.619	2.156	0.016	0.369	0.088	0.225	0.008	2.48	0.80	0.03
130	19.4	19.3	93.446	0.15	298.640	300.050	-1.5	0.8	19.676	1.073	1.113	0.055	0.537	0.160	0.393	0.015	1.16	0.60	0.03
131	21.3	19.3	97.613	0.15	301.790	300.050	1.8	1.1	23.072	0.585	1.306	0.025	0.423	0.109	0.276	0.010	1.12	0.55	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
132	19.3	19.2	51.434	0.15	300.050	300.020	0.1	0.6	16.462	1.860	0.932	0.113	0.663	0.227	0.540	0.020	1.11	0.62	0.03
133	19.2	19.1	44.293	0.15	300.020	299.410	1.4	0.6	16.314	2.094	0.923	0.128	0.687	0.242	0.569	0.021	1.15	0.63	0.03
134	21.2	19.1.1	51.284	0.15	300.720	299.710	2.0	2.0	30.719	0.289	1.738	0.009	0.293	0.065	0.167	0.006	1.20	0.51	0.03
135	19.1.1	19.1	50.816	0.15	299.710	299.410	0.6	1.1	23.072	0.568	1.306	0.025	0.423	0.109	0.276	0.010	1.12	0.55	0.03
136	19.1	19	98.190	0.15	299.410	295.310	4.2	0.5	14.757	3.074	0.835	0.208	0.790	0.309	0.701	0.026	1.16	0.66	0.03
137	17.6	19.5	57.211	0.10	291.400	293.870	-4.3	1.2	8.173	0.415	1.041	0.051	0.525	0.154	0.380	0.010	1.12	0.55	0.03
138	19.5	19	57.211	0.15	293.870	295.310	-2.5	0.9	20.519	0.817	1.161	0.040	0.488	0.137	0.341	0.013	1.09	0.57	0.03
139	19.3	17.2	94.932	0.15	300.050	298.600	1.5	1.5	26.942	0.490	1.525	0.018	0.384	0.094	0.238	0.009	1.31	0.59	0.03
140	17.2	17.1	96.837	0.15	298.600	300.810	-2.3	0.8	19.051	1.049	1.078	0.055	0.537	0.160	0.393	0.015	1.08	0.58	0.03
141	19.1	17.1	98.851	0.15	299.410	300.810	-1.4	1.2	23.591	0.514	1.335	0.022	0.408	0.103	0.261	0.010	1.10	0.54	0.03
142	17.1	17	95.914	0.15	300.810	301.300	-0.5	0.5	15.863	2.032	0.898	0.128	0.687	0.242	0.569	0.021	1.09	0.62	0.03
143	17.20	17.19	70.721	0.15	302.740	304.430	-2.4	1.3	24.595	0.420	1.392	0.017	0.376	0.091	0.232	0.009	1.07	0.52	0.03
144	17.19	17.18	70.721	0.15	304.430	304.420	0.0	0.8	20.162	0.848	1.141	0.042	0.495	0.140	0.348	0.013	1.08	0.56	0.03
145	17.18	17.17	51.201	0.15	304.420	303.730	1.4	0.8	19.241	0.985	1.089	0.051	0.525	0.154	0.380	0.014	1.07	0.57	0.03
146	17.17	17.16	51.202	0.15	303.730	303.370	0.7	0.7	18.405	1.122	1.042	0.061	0.554	0.168	0.412	0.015	1.06	0.58	0.03
147	17.16	17.15	54.736	0.15	303.370	303.690	-0.6	0.7	17.871	1.262	1.011	0.071	0.578	0.180	0.440	0.017	1.07	0.58	0.03
148	17.15	17.14	54.736	0.15	303.690	303.610	0.2	0.6	17.321	1.402	0.980	0.081	0.601	0.192	0.466	0.017	1.06	0.59	0.03
149	17.14	17.13	57.194	0.15	303.610	303.390	0.4	0.6	16.897	1.529	0.956	0.091	0.622	0.204	0.491	0.018	1.07	0.59	0.03
150	17.13	17.12	57.194	0.15	303.390	303.100	0.5	0.6	16.623	1.656	0.941	0.100	0.641	0.215	0.491	0.018	1.03	0.60	0.03
151	17.12	17.11	69.995	0.15	303.100	302.730	0.5	0.5	16.015	1.869	0.906	0.117	0.670	0.231	0.548	0.021	1.07	0.61	0.03
152	17.11	17.1	69.995	0.15	302.730	302.290	0.6	0.5	15.555	2.081	0.880	0.134	0.696	0.248	0.581	0.022	1.07	0.61	0.03
153	17.1	17.9	86.556	0.15	302.290	299.400	3.3	0.5	15.241	2.214	0.862	0.145	0.713	0.258	0.602	0.023	1.06	0.61	0.03
154	17.9	17.8	86.556	0.15	299.400	296.610	3.2	1.5	26.942	2.503	1.525	0.093	0.626	0.207	0.496	0.019	2.74	0.95	0.05

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
155	17.8	17.7	86.048	0.15	296.610	294.040	3.0	2.7	36.147	2.813	2.045	0.078	0.594	0.189	0.459	0.017	4.56	1.22	0.08
156	17.7	17.6	86.048	0.15	294.040	291.400	3.1	2.9	37.719	3.168	2.134	0.084	0.607	0.196	0.474	0.018	5.13	1.30	0.09
157	17.6	17.5	63.455	0.15	291.400	293.350	-3.1	0.4	13.720	3.274	0.776	0.239	0.821	0.333	0.744	0.028	1.06	0.64	0.03
158	17.5	17.4	63.455	0.15	293.350	295.560	-3.5	0.4	13.632	3.380	0.771	0.248	0.831	0.341	0.758	0.028	1.07	0.64	0.03
159	17.4.3	17.4.2	53.974	0.10	302.200	300.400	3.3	3.4	13.758	0.129	1.752	0.009	0.293	0.065	0.167	0.004	1.40	0.51	0.03
160	17.4.2	17.4.1	55.945	0.15	300.400	298.720	3.0	2.9	37.591	0.256	2.127	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.40	0.49	0.03
161	17.4.1	17.4	93.803	0.15	298.720	295.560	3.4	2.0	31.110	0.492	1.760	0.016	0.369	0.088	0.225	0.008	1.66	0.65	0.03
162	17.4	17.3	63.132	0.15	295.560	298.020	-3.9	0.5	15.555	4.144	0.880	0.266	0.845	0.352	0.778	0.029	1.43	0.74	0.03
163	17.4.3	17.3.3.1	52.251	0.10	302.200	302.340	-0.3	2.0	10.552	0.155	1.343	0.015	0.362	0.086	0.219	0.005	1.07	0.49	0.03
164	17.3.3.1	17.3.3	52.251	0.15	302.340	302.340	0.0	1.5	26.942	0.307	1.525	0.011	0.333	0.075	0.193	0.007	1.06	0.51	0.03
165	17.3.3	17.3.2	51.276	0.15	302.340	302.950	-1.2	1.1	23.072	0.549	1.306	0.024	0.418	0.107	0.271	0.010	1.10	0.55	0.03
166	17.3.2	17.3.1	51.276	0.15	302.950	301.960	1.9	1.0	21.998	0.786	1.245	0.036	0.472	0.130	0.325	0.012	1.19	0.59	0.03
167	17.4.1	17.3.1	85.134	0.15	298.720	301.960	-3.8	1.5	26.942	0.338	1.525	0.013	0.348	0.080	0.206	0.008	1.13	0.53	0.03
168	17.3.1	17.3	94.836	0.15	301.960	298.020	4.2	0.7	18.405	1.493	1.042	0.081	0.601	0.192	0.466	0.017	1.20	0.63	0.03
169	17.3	17	86.097	0.15	298.020	297.300	0.8	0.3	12.049	5.899	0.682	0.490	0.998	0.494	0.992	0.037	1.09	0.68	0.03
170	17.3.1	16	91.255	0.15	301.960	298.000	4.3	1.2	24.098	0.507	1.364	0.021	0.403	0.101	0.256	0.010	1.13	0.55	0.03
171	17.3.3	15	99.204	0.15	302.340	298.060	4.3	1.1	23.488	0.484	1.329	0.021	0.403	0.101	0.256	0.010	1.07	0.54	0.03
172	17.1	13.2	99.234	0.15	300.810	300.150	0.7	0.9	20.985	0.729	1.187	0.035	0.468	0.128	0.321	0.012	1.07	0.56	0.03
173	16	13.2	94.024	0.15	298.000	300.150	-2.3	1.1	23.177	0.517	1.312	0.022	0.408	0.103	0.261	0.010	1.06	0.54	0.03
174	13.2	13.1	98.224	0.15	300.150	298.430	1.8	0.5	15.033	2.369	0.851	0.158	0.730	0.269	0.624	0.023	1.07	0.62	0.03
175	15	13.1	95.916	0.15	298.060	298.430	-0.4	1.7	28.682	0.528	1.623	0.018	0.384	0.094	0.238	0.009	1.49	0.62	0.03
176	13.1	13	97.592	0.15	298.430	296.980	1.5	0.4	13.738	3.279	0.777	0.239	0.821	0.333	0.744	0.028	1.07	0.64	0.03
177	17.2	11.9	95.155	0.15	298.600	297.350	1.3	1.3	25.082	0.554	1.419	0.022	0.408	0.103	0.261	0.010	1.25	0.58	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
178	11.9	11.8	51.862	0.15	297.350	296.520	1.6	1.6	27.564	1.011	1.560	0.037	0.476	0.132	0.329	0.012	1.90	0.74	0.03
179	11.8	11.7	51.862	0.15	296.520	295.310	2.3	2.5	34.782	1.458	1.968	0.042	0.495	0.140	0.348	0.013	3.20	0.97	0.05
180	13.1	11.7	97.609	0.15	298.430	295.310	3.2	1.1	23.177	0.516	1.312	0.022	0.408	0.103	0.261	0.010	1.06	0.54	0.03
181	11.7	11.6	76.344	0.15	295.310	294.480	1.1	1.1	22.542	2.325	1.276	0.103	0.646	0.218	0.519	0.019	2.00	0.82	0.03
182	11.6	11.5	21.510	0.15	294.480	294.400	0.4	0.5	14.822	2.481	0.839	0.167	0.742	0.277	0.639	0.024	1.07	0.62	0.03
183	13	11.5.1	51.340	0.15	296.980	295.170	3.5	3.5	41.155	0.343	2.329	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.92	0.61	0.03
184	11.5.1	11.5	51.342	0.15	295.170	294.400	1.5	1.0	21.441	0.676	1.213	0.032	0.456	0.123	0.308	0.012	1.08	0.55	0.03
185	11.5	11.4	19.406	0.15	294.400	294.280	0.6	0.4	13.826	3.331	0.782	0.241	0.823	0.335	0.746	0.028	1.08	0.64	0.03
186	11.4	11.3	20.711	0.15	294.280	294.160	0.6	0.4	13.435	3.573	0.760	0.266	0.845	0.352	0.778	0.029	1.07	0.64	0.03
187	11.3	11.2	76.706	0.15	294.160	292.700	1.9	1.8	29.840	3.875	1.689	0.130	0.690	0.244	0.573	0.021	3.88	1.17	0.07
188	11.2	11.1	45.945	0.15	292.700	292.090	1.3	1.2	24.098	4.133	1.364	0.172	0.748	0.281	0.647	0.024	2.86	1.02	0.05
189	11.1	11	49.009	0.15	292.090	292.660	-1.2	0.5	15.555	4.391	0.880	0.282	0.860	0.363	0.796	0.030	1.46	0.76	0.03
190	7.9	9.4.2.4	50.187	0.15	296.050	295.040	2.0	7.3	59.355	0.128	3.359	0.002	0.065	0.014	0.037	0.001	0.99	0.22	0.03
191	9.4.2.4	9.4.2.3	46.244	0.15	295.040	294.120	2.0	1.4	26.122	0.326	1.478	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.03	0.50	0.03
192	9.4.2.3	9.4.2.2	51.198	0.15	294.120	293.250	1.7	1.2	24.198	0.459	1.369	0.019	0.391	0.096	0.245	0.009	1.09	0.54	0.03
193	9.4.2.2	9.4.2	70.103	0.15	293.250	292.820	0.6	1.0	22.217	0.588	1.257	0.026	0.428	0.111	0.280	0.011	1.05	0.54	0.03
194	9.4.2.4	9.4.2.1	93.208	0.15	295.040	292.820	2.4	2.4	34.080	0.472	1.928	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.87	0.68	0.03
195	7.6	9.4.2.1	72.922	0.15	296.670	292.820	5.3	4.5	46.665	0.371	2.641	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	2.46	0.69	0.03
196	9.4.2.1	9.4.2	94.036	0.15	292.820	292.820	0.0	0.7	18.073	1.220	1.023	0.068	0.571	0.177	0.431	0.016	1.07	0.58	0.03
197	9.4.5.6	9.4.5.1.5	62.590	0.15	299.810	298.630	1.9	7.3	59.355	0.132	3.359	0.002	0.065	0.014	0.037	0.001	0.99	0.22	0.03
198	9.4.5.1.5	9.4.5.1.4	62.590	0.15	298.630	297.150	2.4	2.1	31.803	0.262	1.800	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.15	0.47	0.03
199	9.4.5.1.4	9.4.5.1.3	70.801	0.15	297.150	296.700	0.6	1.0	21.998	0.604	1.245	0.027	0.433	0.113	0.285	0.011	1.05	0.54	0.03
200	9.4.5.5	9.4.5.1.3.1	55.930	0.15	298.580	297.630	1.7	4.9	48.546	0.194	2.747	0.004	0.130	0.029	0.074	0.003	1.33	0.36	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
201	9.4.5.1.3.1	9.4.5.1.3	55.927	0.15	297.630	296.700	1.7	1.3	25.274	0.383	1.430	0.015	0.362	0.086	0.219	0.008	1.06	0.52	0.03
202	9.4.5.1.3	9.4.5.1.2	58.235	0.15	296.700	296.010	1.2	0.7	17.736	1.310	1.004	0.074	0.585	0.184	0.448	0.017	1.07	0.59	0.03
203	9.4.5.1.2	9.4.5.1.1	58.235	0.15	296.010	295.390	1.1	0.6	16.623	1.646	0.941	0.099	0.639	0.214	0.511	0.019	1.07	0.60	0.03
204	9.4.5.3	9.4.5.1.1	93.679	0.15	295.500	295.390	0.1	1.2	24.198	0.454	1.369	0.019	0.391	0.096	0.245	0.009	1.09	0.54	0.03
205	9.4.5.1.1	9.4.5.1	65.437	0.15	295.390	294.890	0.8	0.5	15.161	2.283	0.858	0.151	0.721	0.263	0.613	0.023	1.07	0.62	0.03
206	9.4.5.1.4	9.4.9.2	66.588	0.15	297.150	295.910	1.9	4.9	48.446	0.194	2.741	0.004	0.130	0.029	0.074	0.003	1.32	0.36	0.03
207	9.4.9.2	9.4.9	66.570	0.15	295.910	294.670	1.9	1.3	25.274	0.383	1.430	0.015	0.362	0.086	0.219	0.008	1.06	0.52	0.03
208	9.4.9.1	9.4.9	84.673	0.15	293.650	294.670	-1.2	2.9	37.591	0.230	2.127	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.20	0.42	0.03
209	9.4.9	9.4.8	57.428	0.15	294.670	294.330	0.6	0.9	20.400	0.797	1.154	0.039	0.484	0.135	0.337	0.013	1.07	0.56	0.03
210	9.4.8.1	9.4.8	66.014	0.15	293.500	294.330	-1.3	2.1	31.726	0.264	1.795	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.14	0.47	0.03
211	9.4.8	9.4.7	32.894	0.15	294.330	294.860	-1.6	0.7	17.966	1.243	1.017	0.069	0.574	0.178	0.434	0.016	1.06	0.58	0.03
212	9.4.5.1.3	9.4.7.1	52.558	0.15	296.700	295.750	1.8	2.9	37.655	0.236	2.131	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.21	0.42	0.03
213	9.4.7.1	9.4.7	51.011	0.15	295.750	294.860	1.7	1.2	23.896	0.465	1.352	0.019	0.391	0.096	0.245	0.009	1.06	0.53	0.03
214	9.4.7	9.4.6	72.233	0.15	294.860	294.380	0.7	0.5	15.710	1.990	0.889	0.127	0.686	0.241	0.568	0.021	1.07	0.61	0.03
215	9.4.5.1.1	9.4.6	93.262	0.15	295.390	294.380	1.1	1.3	24.888	0.405	1.408	0.016	0.369	0.088	0.225	0.008	1.06	0.52	0.03
216	9.4.6	9.4.5	56.904	0.15	294.380	293.920	0.8	0.4	14.609	2.613	0.827	0.179	0.756	0.286	0.658	0.025	1.07	0.62	0.03
217	9.4.5.6	9.4.5.5	79.002	0.15	299.810	298.580	1.6	2.9	37.591	0.249	2.127	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.40	0.48	0.03
218	9.4.5.5	9.4.5.4	81.905	0.15	298.580	297.590	1.2	1.4	25.748	0.369	1.457	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.07	0.52	0.03
219	9.4.5.4	9.4.5.3	98.334	0.15	297.590	295.500	2.1	0.9	21.157	0.717	1.197	0.034	0.464	0.126	0.316	0.012	1.08	0.56	0.03
220	9.1	9.4.5.3.3	50.109	0.15	297.050	295.270	3.6	3.5	41.155	0.254	2.329	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.44	0.46	0.03
221	9.4.5.3.3	9.4.5.3.2	50.109	0.15	295.270	294.380	1.8	1.8	29.514	0.542	1.670	0.018	0.384	0.094	0.238	0.009	1.58	0.64	0.03
222	9.4.5.3.2	9.4.5.3.1	90.572	0.15	294.380	293.520	1.0	1.0	21.777	0.999	1.232	0.046	0.508	0.146	0.363	0.014	1.31	0.63	0.03
223	9.4.5.3.1	9.4.5.3	90.572	0.15	293.520	295.500	-2.2	0.6	17.181	1.446	0.972	0.084	0.583	0.183	0.445	0.017	1.00	0.57	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
224	9.4.5.3	9.4.5.2	66.187	0.15	295.500	293.680	2.8	0.4	14.509	2.696	0.821	0.186	0.765	0.292	0.669	0.025	1.07	0.63	0.03
225	9.4.5.2	9.4.5.1	95.943	0.15	293.680	294.890	-1.3	0.4	14.000	3.025	0.792	0.216	0.798	0.316	0.712	0.027	1.06	0.63	0.03
226	9.4.5.1	9.4.5	94.794	0.15	294.890	293.920	1.0	0.3	12.069	5.405	0.683	0.448	0.973	0.469	0.959	0.036	1.06	0.66	0.03
227	9.4.5	9.4.4	51.368	0.15	293.920	293.340	1.1	0.3	11.065	7.852	0.626	0.710	1.085	0.622	1.131	0.042	1.05	0.68	0.03
228	9.4.4	9.4.3	19.787	0.15	293.340	293.110	1.2	0.3	11.043	7.852	0.625	0.711	1.085	0.622	1.131	0.042	1.05	0.68	0.03
229	9.4.3	9.4.2	39.785	0.15	293.110	292.820	0.7	0.3	11.065	7.876	0.626	0.712	1.086	0.623	1.132	0.042	1.05	0.68	0.03
230	9.4.2	9.4.1	91.914	0.15	292.820	292.720	0.1	0.2	10.641	9.628	0.602	0.905	1.133	0.746	1.205	0.045	1.04	0.68	0.03
231	9.4.2.1	9.4.1.1	95.877	0.15	292.820	295.010	-2.3	1.3	24.595	0.420	1.392	0.017	0.376	0.091	0.232	0.009	1.07	0.52	0.03
232	7.4	9.4.1.1	67.680	0.15	295.440	295.010	0.6	1.1	22.861	0.542	1.294	0.024	0.418	0.107	0.271	0.010	1.08	0.54	0.03
233	9.4.1.1	9.4.1	98.332	0.15	295.010	292.720	2.3	0.6	16.897	1.536	0.956	0.091	0.622	0.204	0.491	0.018	1.07	0.59	0.03
234	9.4.1	9.4	85.779	0.15	292.720	292.500	0.3	0.3	11.431	11.254	0.647	0.985	1.140	0.807	1.217	0.046	1.21	0.74	0.03
235	19.4	9.1	93.058	0.15	298.640	297.050	1.7	1.0	21.998	0.624	1.245	0.028	0.438	0.115	0.290	0.011	1.07	0.55	0.03
236	17.2	9.10.1	63.451	0.15	298.600	297.270	2.1	2.9	37.591	0.242	2.127	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.20	0.42	0.03
237	9.10.1	9.1	32.118	0.15	297.270	297.050	0.7	1.2	23.896	0.476	1.352	0.020	0.398	0.099	0.251	0.009	1.09	0.54	0.03
238	9.1	9.9	99.179	0.15	297.050	294.910	2.2	1.5	26.942	1.773	1.525	0.066	0.566	0.174	0.426	0.016	2.35	0.86	0.04
239	11.9	9.9	97.841	0.15	297.350	294.910	2.5	2.0	31.110	0.514	1.760	0.017	0.376	0.091	0.232	0.009	1.71	0.66	0.03
240	9.9	9.8	80.207	0.15	294.910	294.190	0.9	0.4	14.154	2.916	0.801	0.206	0.788	0.308	0.698	0.026	1.06	0.63	0.03
241	11.7	9.8.1	87.021	0.15	295.310	293.650	1.9	1.9	30.323	0.355	1.716	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.39	0.58	0.03
242	9.8.1	9.8	26.890	0.15	293.650	294.190	-2.0	0.9	21.339	0.698	1.208	0.033	0.460	0.124	0.312	0.012	1.08	0.56	0.03
243	9.8	9.7	13.945	0.15	294.190	294.060	0.9	0.4	13.471	3.530	0.762	0.262	0.842	0.349	0.773	0.029	1.07	0.64	0.03
244	9.7	9.6	9.469	0.15	294.060	293.930	1.4	0.4	13.471	3.530	0.762	0.262	0.842	0.349	0.773	0.029	1.07	0.64	0.03
245	9.6	9.5	95.586	0.15	293.930	292.690	1.3	0.4	13.236	3.793	0.749	0.287	0.864	0.367	0.802	0.030	1.07	0.65	0.03
246	11.3	9.5.1	62.237	0.15	294.160	292.670	2.4	2.4	34.080	0.354	1.928	0.010	0.326	0.072	0.186	0.007	1.64	0.63	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
247	9.5.1	9.5	51.766	0.15	292.670	292.690	0.0	0.9	21.328	0.695	1.207	0.033	0.460	0.124	0.312	0.012	1.08	0.56	0.03
248	9.5	9.4	95.349	0.15	292.690	292.500	0.2	0.3	12.483	4.729	0.706	0.379	0.931	0.427	0.899	0.034	1.06	0.66	0.03
249	9.4	9.3	71.009	0.15	292.500	292.750	-0.4	0.5	15.555	15.369	0.880	0.988	1.140	0.809	1.217	0.046	2.24	1.00	0.05
250	9.3	9.2	41.534	0.15	292.750	292.000	1.8	0.5	15.863	15.615	0.898	0.984	1.140	0.806	1.217	0.046	2.33	1.02	0.05
251	11.2	9.2	29.151	0.15	292.700	292.000	2.4	1.5	26.581	0.301	1.504	0.011	0.333	0.075	0.193	0.007	1.04	0.50	0.03
252	9.2	9.1	64.519	0.15	292.000	291.890	0.2	0.6	16.314	16.118	0.923	0.988	1.140	0.809	1.217	0.046	2.46	1.05	0.06
253	7.2	9.1.1	69.535	0.15	292.920	292.503	0.6	1.1	23.488	0.478	1.329	0.020	0.398	0.099	0.251	0.009	1.05	0.53	0.03
254	9.1.1	9.1	69.535	0.15	292.503	291.890	0.9	0.8	19.553	0.936	1.106	0.048	0.515	0.149	0.370	0.014	1.08	0.57	0.03
255	9.1	9	98.653	0.15	291.890	291.130	0.8	0.6	17.461	17.251	0.988	0.988	1.140	0.809	1.217	0.046	2.82	1.13	0.06
256	5.7	7.11.1	83.078	0.15	300.680	298.610	2.5	3.7	42.143	0.189	2.385	0.004	0.130	0.029	0.074	0.003	1.00	0.31	0.03
257	7.11.1	7.11	83.078	0.15	298.610	296.950	2.0	1.4	25.748	0.372	1.457	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.07	0.52	0.03
258	7.11	7.1	71.248	0.15	296.950	296.300	0.9	1.0	22.434	0.567	1.269	0.025	0.423	0.109	0.276	0.010	1.06	0.54	0.03
259	7.8.2	7.1	73.891	0.15	297.950	296.300	2.2	1.2	23.896	0.473	1.352	0.020	0.398	0.099	0.251	0.009	1.09	0.54	0.03
260	7.1	7.9	39.185	0.15	296.300	296.050	0.6	0.7	18.405	1.124	1.042	0.061	0.554	0.168	0.412	0.015	1.06	0.58	0.03
261	7.9	7.8	29.586	0.15	296.050	296.270	-0.7	0.7	18.006	1.228	1.019	0.068	0.571	0.177	0.431	0.016	1.06	0.58	0.03
262	7.8.2	7.8.1	59.122	0.15	297.950	298.010	1.0	1.4	26.122	0.321	1.478	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.03	0.50	0.03
263	5.5	7.8.1	96.796	0.15	300.420	298.010	2.5	1.0	21.998	0.600	1.245	0.027	0.433	0.113	0.285	0.011	1.05	0.54	0.03
264	7.8.1	7.8	79.223	0.15	298.010	296.270	2.2	0.6	16.969	1.525	0.960	0.090	1.140	0.811	1.217	0.046	2.66	1.09	0.06
265	7.8	7.7	44.035	0.15	296.270	296.570	-0.7	0.4	14.257	2.868	0.807	0.201	0.782	0.304	0.691	0.026	1.07	0.63	0.03
266	7.7	7.6	18.655	0.15	296.570	296.670	-0.5	0.4	13.930	3.066	0.788	0.220	0.802	0.319	0.718	0.027	1.06	0.63	0.03
267	7.6	7.5	42.495	0.15	296.670	296.860	-0.5	0.4	13.650	3.308	0.772	0.242	0.824	0.335	0.748	0.028	1.06	0.64	0.03
268	7.5	7.4	63.283	0.15	296.860	295.440	2.2	0.4	13.417	3.547	0.759	0.264	0.844	0.351	0.775	0.029	1.06	0.64	0.03
269	5.3	7.4.1	81.078	0.15	295.380	295.380	0.0	1.0	21.888	0.626	1.239	0.029	0.443	0.117	0.295	0.011	1.07	0.55	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
270	7.4.1	7.4	81.078	0.15	295.380	295.440	-0.1	0.7	18.114	1.224	1.025	0.068	0.571	0.177	0.431	0.016	1.07	0.59	0.03
271	7.4	7.3	51.504	0.15	295.440	293.670	3.4	0.3	12.288	4.958	0.695	0.403	0.946	0.442	0.921	0.035	1.06	0.66	0.03
272	7.3	7.2	51.504	0.15	293.670	292.920	1.5	0.3	12.129	5.292	0.686	0.436	0.966	0.462	0.948	0.036	1.06	0.66	0.03
273	5.2	7.2.1	88.384	0.15	293.600	293.310	0.3	1.1	22.861	0.519	1.294	0.023	0.413	0.105	0.266	0.010	1.06	0.53	0.03
274	7.2.1	7.2	88.384	0.15	293.310	292.920	0.4	0.8	19.051	1.017	1.078	0.053	0.531	0.157	0.387	0.015	1.07	0.57	0.03
275	7.2	7.1	31.902	0.15	292.920	292.720	0.6	0.3	11.536	6.510	0.653	0.564	1.030	0.537	1.045	0.039	1.06	0.67	0.03
276	7.1	7.0	63.481	0.15	292.720	292.330	0.6	0.3	11.388	6.912	0.644	0.607	1.048	0.562	1.073	0.040	1.06	0.68	0.03
277	5.21.3.1	5.21.3	69.864	0.10	317.330	315.610	2.5	3.2	13.347	0.122	1.699	0.009	0.293	0.065	0.167	0.004	1.31	0.50	0.03
278	5.21.3	5.21.2	60.797	0.15	315.610	316.230	-1.0	1.4	25.748	0.364	1.457	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.07	0.52	0.03
279	5.21.2.1	5.21.2	70.442	0.15	317.920	316.230	2.4	2.1	31.726	0.247	1.795	0.008	0.261	0.058	0.149	0.006	1.14	0.47	0.03
280	5.21.2	5.21.1	65.270	0.15	316.230	316.860	-1.0	0.8	20.162	0.839	1.141	0.042	0.495	0.140	0.348	0.013	1.08	0.56	0.03
281	5.21.1	5.21	66.152	0.15	316.860	317.140	-0.4	0.7	18.666	1.089	1.056	0.058	0.545	0.164	0.403	0.015	1.07	0.58	0.03
282	5.22	5.21	69.635	0.15	318.170	317.140	1.5	1.1	23.177	0.503	1.312	0.022	0.408	0.103	0.261	0.010	1.06	0.54	0.03
283	5.21	5.2	86.948	0.15	317.140	314.730	2.8	0.5	15.633	2.045	0.885	0.131	0.692	0.245	0.575	0.022	1.07	0.61	0.03
284	1.22	5.2	73.080	0.15	314.670	314.730	-0.1	1.5	26.535	0.318	1.502	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.07	0.51	0.03
285	5.2	5.19	85.451	0.15	314.730	312.260	2.9	0.4	14.509	2.695	0.821	0.186	0.765	0.292	0.669	0.025	1.07	0.63	0.03
286	5.19.1	5.19	98.541	0.15	312.760	312.260	0.5	1.4	25.748	0.363	1.457	0.014	0.355	0.083	0.212	0.008	1.07	0.52	0.03
287	5.19	5.18	44.787	0.15	312.260	310.990	2.8	0.8	19.676	3.248	1.113	0.165	0.740	0.275	0.636	0.024	1.87	0.82	0.03
288	1.2	5.18	70.996	0.15	310.900	310.990	-0.1	1.5	26.626	0.313	1.507	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.07	0.51	0.03
289	5.18	5.17	12.901	0.15	310.990	310.610	3.0	0.4	13.345	3.640	0.755	0.273	0.852	0.357	0.786	0.029	1.06	0.64	0.03
290	5.17.2	5.17.1	21.432	0.15	310.810	310.670	0.7	7.3	59.436	0.142	3.363	0.002	0.065	0.014	0.037	0.001	0.99	0.22	0.03
291	5.17.1	5.170	26.865	0.15	310.670	310.610	0.2	1.8	29.759	0.282	1.684	0.009	0.293	0.065	0.167	0.006	1.12	0.49	0.03
292	5.17	5.16	61.206	0.15	310.610	309.420	1.9	0.4	13.014	4.026	0.736	0.309	0.881	0.381	0.827	0.031	1.06	0.65	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
293	5.16.1	5.16	58.436	0.15	309.440	309.420	0.0	3.7	42.028	0.204	2.378	0.005	0.163	0.036	0.093	0.003	1.25	0.39	0.03
294	1.19	5.16	74.456	0.15	309.090	309.420	-0.4	2.4	34.292	0.247	1.941	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.16	0.44	0.03
295	5.16	5.15	61.206	0.15	309.420	308.050	2.2	0.3	12.599	4.569	0.713	0.363	0.920	0.417	0.883	0.033	1.07	0.66	0.03
296	5.15.1	5.150	91.119	0.15	308.480	308.050	0.5	1.3	25.274	0.381	1.430	0.015	0.362	0.086	0.219	0.008	1.06	0.52	0.03
297	1.18	5.15	73.610	0.15	307.500	308.050	-0.8	2.9	37.655	0.220	2.131	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.21	0.42	0.03
298	5.150	5.140	57.929	0.15	308.050	308.110	-0.1	0.3	12.129	5.205	0.686	0.429	0.961	0.457	0.942	0.035	1.05	0.66	0.03
299	5.10.4	5.140	88.507	0.15	306.950	308.110	-1.3	1.1	23.488	0.500	1.329	0.021	0.403	0.101	0.256	0.010	1.07	0.54	0.03
300	5.10.4	5.10.3	76.340	0.15	306.950	305.670	1.7	2.4	34.362	0.239	1.944	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.17	0.44	0.03
301	5.10.3	5.10.2	76.330	0.15	305.670	303.500	2.8	2.0	31.110	0.471	1.760	0.015	0.362	0.086	0.219	0.008	1.61	0.64	0.03
302	5.10.2	5.10.1	76.330	0.15	303.500	302.210	1.7	1.9	30.323	0.698	1.716	0.023	0.413	0.105	0.266	0.010	1.86	0.71	0.03
303	5.10.1	5.1	78.570	0.15	302.210	303.500	-1.6	0.7	18.405	1.161	1.042	0.063	0.559	0.171	0.417	0.016	1.07	0.58	0.03
304	1.170	5.140	72.941	0.15	308.600	308.110	0.7	2.9	37.655	0.210	2.131	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.21	0.42	0.03
305	5.140	5.130	56.450	0.15	308.110	307.170	1.7	0.3	11.764	6.033	0.666	0.513	1.007	0.508	1.009	0.038	1.06	0.67	0.03
306	5.130	5.120	56.311	0.15	307.170	307.150	0.0	0.3	11.640	6.271	0.659	0.539	1.019	0.523	1.028	0.039	1.06	0.67	0.03
307	1.15	5.12	73.219	0.15	309.820	307.150	3.7	2.5	34.782	0.417	1.968	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.83	0.67	0.03
308	5.12	5.11	66.384	0.15	307.150	306.460	1.0	0.4	13.014	6.965	0.736	0.535	1.017	0.521	1.026	0.038	1.32	0.75	0.03
309	5.11	5.1	63.864	0.15	306.460	303.500	4.6	0.3	11.217	7.360	0.635	0.656	1.067	0.591	1.102	0.041	1.05	0.68	0.03
310	5.1	5.9	68.330	0.15	303.500	301.520	2.9	0.2	10.844	8.711	0.614	0.803	1.112	0.679	1.172	0.044	1.05	0.68	0.03
311	5.9	5.8	68.294	0.15	301.520	301.160	0.5	0.2	10.732	9.113	0.607	0.849	1.123	0.707	1.189	0.045	1.04	0.68	0.03
312	5.8	5.7	68.377	0.15	301.160	300.680	0.7	0.2	10.664	9.512	0.603	0.892	1.130	0.736	1.202	0.045	1.04	0.68	0.03
313	1.1	5.7	86.385	0.15	302.840	300.680	2.5	2.5	34.782	0.611	1.968	0.018	0.384	0.094	0.238	0.009	2.19	0.76	0.03
314	5.7	5.6	38.722	0.15	300.680	300.360	0.8	0.7	18.405	10.170	1.042	0.553	1.025	0.530	1.037	0.039	2.67	1.07	0.06
315	5.600	5.500	45.569	0.15	300.360	300.420	-0.1	0.2	10.504	10.347	0.594	0.985	1.140	0.807	1.217	0.046	1.02	0.68	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
316	1.8	5.5	97.638	0.15	302.640	300.420	2.3	1.3	25.274	0.388	1.430	0.015	0.362	0.086	0.219	0.008	1.06	0.52	0.03
317	5.5	5.4	75.053	0.15	300.420	299.260	1.6	0.3	11.431	11.139	0.647	0.975	1.140	0.798	1.217	0.046	1.21	0.74	0.03
318	1.7	5.4	98.893	0.15	299.470	299.260	0.2	1.2	24.198	0.451	1.369	0.019	0.391	0.096	0.245	0.009	1.09	0.54	0.03
319	5.4	5.3	97.109	0.15	299.260	295.380	4.0	3.0	38.102	12.095	2.156	0.317	0.888	0.387	0.836	0.031	9.22	1.91	0.19
320	1.6	5.3	96.129	0.15	295.750	295.380	0.4	1.0	21.998	0.607	1.245	0.028	0.438	0.115	0.290	0.011	1.07	0.55	0.03
321	5.3	5.2	92.885	0.15	295.380	293.600	1.9	1.2	24.098	13.017	1.364	0.540	1.019	0.523	1.029	0.039	4.54	1.39	0.10
322	5.2	5.1	48.285	0.15	293.600	292.560	2.2	0.4	13.471	13.337	0.762	0.990	1.140	0.811	1.217	0.046	1.68	0.87	0.04
323	1.4	5.1	97.460	0.15	292.740	292.560	0.2	1.1	23.177	0.515	1.312	0.022	0.408	0.103	0.261	0.010	1.06	0.54	0.03
324	5.1	5	50.570	0.15	292.560	292.320	0.5	0.4	14.240	13.961	0.806	0.980	1.140	0.802	1.217	0.046	1.88	0.92	0.04
325	1.3	5	98.124	0.15	292.100	292.320	-0.2	1.0	22.434	0.574	1.269	0.026	0.428	0.111	0.280	0.011	1.07	0.54	0.03
326	5.21.3	1.22.2	72.093	0.10	315.610	313.880	2.4	4.0	14.923	0.122	1.900	0.008	0.261	0.058	0.149	0.004	1.46	0.50	0.03
327	1.22.2	1.22.1	60.167	0.15	313.880	314.220	-0.6	1.2	24.198	0.448	1.369	0.018	0.384	0.094	0.238	0.009	1.06	0.53	0.03
328	5.21.2	1.22.1	74.992	0.15	316.230	314.220	2.7	1.6	27.999	0.306	1.584	0.011	0.333	0.075	0.193	0.007	1.15	0.53	0.03
329	1.22.1	1.22	65.963	0.15	314.220	314.670	-0.7	0.7	18.795	1.065	1.064	0.057	0.542	0.163	0.399	0.015	1.07	0.58	0.03
330	5.21.1	1.22	80.452	0.15	316.860	314.670	2.7	1.6	27.999	0.289	1.584	0.010	0.326	0.072	0.186	0.007	1.11	0.52	0.03
331	1.22	1.21	89.487	0.15	314.670	312.170	2.8	0.5	15.939	1.911	0.902	0.120	0.675	0.234	0.555	0.021	1.07	0.61	0.03
332	1.21	1.2	43.650	0.15	312.170	310.900	2.9	0.5	15.161	2.302	0.858	0.152	0.723	0.264	0.614	0.023	1.07	0.62	0.03
333	1.20.2	1.20.1	68.092	0.15	310.370	310.710	-0.5	1.5	26.626	0.318	1.507	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.07	0.51	0.03
334	1.20.1	1.2	68.092	0.15	310.710	310.900	-0.3	1.0	21.777	0.626	1.232	0.029	0.443	0.117	0.295	0.011	1.06	0.55	0.03
335	1.2	1.19	72.484	0.15	310.900	309.090	2.5	0.4	14.000	3.060	0.792	0.219	0.801	0.318	0.717	0.027	1.07	0.63	0.03
336	1.19	1.18	64.538	0.15	309.090	307.500	2.5	1.5	26.942	3.254	1.525	0.121	0.677	0.235	0.557	0.021	3.07	1.03	0.05
337	1.18	1.17	60.878	0.15	307.500	308.600	-1.8	0.5	15.555	3.396	0.880	0.218	0.800	0.317	0.715	0.027	1.32	0.70	0.03
338	1.17	1.16	53.244	0.15	308.600	308.020	1.1	0.4	13.417	3.586	0.759	0.267	0.846	0.353	0.779	0.029	1.07	0.64	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
339	1.16	1.15	53.162	0.15	308.020	309.820	-3.4	0.4	13.236	3.774	0.749	0.285	0.862	0.366	0.800	0.030	1.07	0.65	0.03
340	1.15	1.14	44.218	0.15	309.820	309.540	0.6	0.4	13.913	4.073	0.787	0.293	0.868	0.371	0.809	0.030	1.19	0.68	0.03
341	1.14	1.13	50.379	0.15	309.543	308.600	1.9	0.3	12.732	4.369	0.721	0.343	0.906	0.404	0.863	0.032	1.06	0.65	0.03
342	1.13	1.12	94.011	0.15	308.600	306.280	2.5	0.3	12.579	4.604	0.712	0.366	0.922	0.419	0.886	0.033	1.07	0.66	0.03
343	1.12	1.11	70.541	0.15	306.280	305.250	1.5	1.2	24.098	4.837	1.364	0.201	0.782	0.304	0.691	0.026	3.05	1.07	0.06
344	1.11	1.1	80.519	0.15	305.250	302.840	3.0	1.5	26.942	5.070	1.525	0.188	0.767	0.448	0.930	0.035	5.13	1.17	0.07
345	1.10.2	1.10.1	54.979	0.10	302.840	304.240	-2.6	3.0	12.923	0.157	1.645	0.012	0.340	0.077	0.199	0.005	1.46	0.56	0.03
346	1.10.1	1.1	54.976	0.15	304.240	302.840	2.6	1.5	26.581	0.310	1.504	0.012	0.340	0.077	0.199	0.007	1.07	0.51	0.03
347	1.10	1.9	27.774	0.15	302.840	302.780	0.2	0.3	11.989	5.554	0.678	0.463	0.981	0.478	0.971	0.036	1.06	0.67	0.03
348	1.9	1.8	35.012	0.15	302.780	302.640	0.4	0.3	11.846	5.742	0.670	0.485	0.993	0.491	0.989	0.037	1.05	0.67	0.03
349	1.8	1.7	70.533	0.15	302.640	299.470	4.5	0.3	11.744	6.032	0.665	0.514	1.007	0.508	1.010	0.038	1.06	0.67	0.03
350	1.7.1.A	1.7.1	99.707	0.15	300.000	299.640	0.4	1.1	23.177	0.513	1.312	0.022	0.408	0.103	0.261	0.010	1.06	0.54	0.03
351	1.7.1	1.7	37.266	0.15	299.640	299.470	0.5	0.9	20.400	0.809	1.154	0.040	0.488	0.137	0.341	0.013	1.08	0.56	0.03
352	1.7	1.6	99.888	0.15	299.470	295.750	3.7	2.0	31.110	7.027	1.760	0.226	1.053	0.571	1.082	0.041	7.96	1.85	0.18
353	1.10.2	1.4.2.4	51.137	0.15	302.840	302.520	0.6	4.9	48.446	0.151	2.741	0.003	0.098	0.022	0.056	0.002	1.00	0.27	0.03
354	1.4.2.4	1.7.1.A	57.604	0.15	302.520	300.000	4.4	4.0	43.997	0.298	2.490	0.007	0.228	0.050	0.130	0.005	1.92	0.57	0.03
355	1.7.1.A	1.4.2.3	23.935	0.15	300.000	299.010	4.1	3.6	41.739	0.455	2.362	0.011	0.333	0.075	0.193	0.007	2.55	0.79	0.03
356	1.4.2.3	1.4.2.2	75.153	0.15	299.010	296.880	2.8	0.5	15.555	0.611	0.880	0.039	0.484	0.135	0.337	0.013	0.62	0.43	0.03
357	1.4.2.2.2	1.4.2.2.1	65.390	0.15	300.170	298.480	2.6	3.5	41.155	0.236	2.329	0.006	0.196	0.043	0.112	0.004	1.44	0.46	0.03
358	1.4.2.2.1	1.4.2.2	62.504	0.15	298.480	296.880	2.6	1.8	29.514	0.465	1.670	0.016	0.369	0.088	0.225	0.008	1.49	0.62	0.03
359	1.4.2.2	1.4.2.1	60.126	0.15	296.880	296.100	1.3	1.5	26.942	1.563	1.525	0.058	0.545	0.164	0.403	0.015	2.22	0.83	0.04
360	1.4.2.1	1.4.2	60.126	0.15	296.100	294.960	1.9	2.0	31.110	2.061	1.760	0.066	0.566	0.174	0.426	0.016	3.13	1.00	0.05
361	1.4.4	1.4.3	76.314	0.15	297.540	295.890	2.2	2.8	36.810	0.388	2.083	0.011	0.333	0.075	0.193	0.007	1.98	0.69	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
362	1.4.3	1.4.2	52.336	0.15	295.890	294.960	1.8	0.9	20.636	0.761	1.168	0.037	0.476	0.132	0.329	0.012	1.06	0.56	0.03
363	1.4.2	1.4.1	87.005	0.15	294.960	293.780	1.4	1.0	21.998	3.223	1.245	0.147	0.716	0.259	0.605	0.023	2.23	0.89	0.04
364	1.4.1	1.4	87.005	0.15	293.780	292.740	1.2	1.5	26.942	3.651	1.525	0.136	0.699	0.249	0.584	0.022	3.22	1.07	0.06
365	1.4.2.2	1.6.2	83.604	0.15	296.880	296.020	1.0	1.3	24.888	0.407	1.408	0.016	0.369	0.088	0.225	0.008	1.06	0.52	0.03
366	1.6.2	1.6.1	41.900	0.15	296.020	295.890	0.3	0.9	20.400	0.800	1.154	0.039	0.484	0.135	0.337	0.013	1.07	0.56	0.03
367	1.7.1	1.6.1	100.283	0.15	299.640	295.890	3.7	4.0	43.997	0.458	2.490	0.010	0.326	0.072	0.186	0.007	2.74	0.81	0.03
368	1.6.1	1.6	41.900	0.15	295.890	295.750	0.3	0.6	17.040	1.472	0.964	0.086	0.612	0.198	0.478	0.018	1.06	0.59	0.03
369	1.6	1.5	67.030	0.15	295.750	294.310	2.2	1.2	24.098	8.646	1.364	0.359	0.917	0.414	0.879	0.033	3.88	1.25	0.08
370	1.5	1.4	67.030	0.15	294.310	292.740	2.3	1.5	26.942	9.047	1.525	0.336	0.809	0.323	0.726	0.027	4.01	1.23	0.08
371	1.4	1.3	57.858	0.15	292.740	292.100	1.1	1.0	22.217	12.259	1.257	0.552	1.025	0.530	1.037	0.039	3.89	1.29	0.08
372	1.3	1.2	71.724	0.15	292.100	294.550	-3.4	0.3	12.599	12.437	0.713	0.987	1.140	0.808	1.217	0.046	1.47	0.81	0.03
373	1.2	1.1	76.314	0.15	294.550	295.240	-0.9	0.3	12.827	12.615	0.726	0.983	1.140	0.805	1.217	0.046	1.52	0.83	0.03
374	1.1	1	77.980	0.15	295.240	293.640	2.1	0.4	13.014	12.792	0.736	0.983	1.140	0.805	1.217	0.046	1.57	0.84	0.04
375	34	33	63.646	0.15	307.670	306.740	1.5	0.3	10.999	8.673	0.622	0.789	1.108	0.669	1.167	0.044	1.07	0.69	0.03
376	33	32	63.646	0.15	306.740	306.970	-0.4	0.3	10.999	9.107	0.622	0.828	1.118	0.694	1.181	0.044	1.09	0.70	0.03
377	32	31	58.728	0.15	306.970	306.820	0.3	0.3	11.846	11.576	0.670	0.977	1.140	0.800	1.217	0.046	1.30	0.76	0.03
378	31	30	40.523	0.20	306.820	306.810	0.0	0.2	21.187	14.797	0.674	0.698	1.081	0.615	1.124	0.056	1.10	0.73	0.03
379	30	29	53.887	0.20	306.810	306.950	-0.3	0.2	21.187	16.655	0.674	0.786	1.107	0.668	1.165	0.058	1.14	0.75	0.03
380	29	28	96.868	0.20	306.950	306.100	0.9	0.2	20.651	18.063	0.657	0.875	1.127	0.725	1.198	0.060	1.12	0.74	0.03
381	28	27	55.862	0.20	306.100	306.600	-0.9	0.2	22.671	22.215	0.722	0.980	1.140	0.802	1.217	0.061	1.37	0.82	0.03
382	27	26	50.845	0.20	306.600	305.260	2.6	0.2	23.161	22.830	0.737	0.986	1.140	0.807	1.217	0.061	1.43	0.84	0.04
383	26	25	50.845	0.25	305.260	303.870	2.7	0.2	34.359	23.040	0.700	0.671	1.072	0.600	1.111	0.069	1.09	0.75	0.03
384	25	24	58.872	0.25	303.870	302.170	2.9	0.2	34.359	25.427	0.700	0.740	1.095	0.640	1.145	0.072	1.12	0.77	0.03

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
385	24	23	53.303	0.25	302.170	301.580	1.1	0.2	33.268	27.403	0.678	0.824	1.117	0.691	1.180	0.074	1.09	0.76	0.03
386	23	22	53.303	0.25	301.580	299.610	3.7	0.2	33.268	27.686	0.678	0.832	1.118	0.696	1.183	0.074	1.09	0.76	0.03
387	22	21	83.943	0.25	299.610	297.220	2.9	0.2	33.268	30.282	0.678	0.910	1.133	0.749	1.206	0.075	1.11	0.77	0.03
388	21	20	51.323	0.25	297.220	296.440	1.5	2.2	127.408	27.686	2.596	0.217	0.799	0.317	0.714	0.045	9.63	2.07	0.22
389	20	19	51.323	0.25	296.440	295.310	2.2	0.2	33.268	30.282	0.678	0.910	1.133	0.749	1.206	0.075	1.11	0.77	0.03
390	19	18	52.791	0.25	295.310	297.960	-5.0	0.2	34.359	33.778	0.700	0.983	1.140	0.805	1.217	0.076	1.19	0.80	0.03
391	18	17	52.790	0.25	297.960	297.300	1.3	0.2	34.786	34.108	0.709	0.980	1.140	0.802	1.217	0.076	1.22	0.81	0.03
392	17	16	99.589	0.30	297.300	298.000	-0.7	0.1	50.363	36.942	0.712	0.734	1.093	0.636	1.142	0.086	1.09	0.78	0.03
393	16	15	98.004	0.30	298.000	298.060	-0.1	0.1	50.363	37.173	0.712	0.738	1.094	0.639	1.144	0.086	1.09	0.78	0.03
394	15	14	94.696	0.30	298.060	297.900	0.2	0.1	48.387	42.916	0.685	0.887	1.129	0.733	0.900	0.068	0.79	0.77	0.03
395	14	13	97.827	0.30	297.900	296.980	0.9	0.1	48.387	43.575	0.685	0.901	1.132	0.743	1.204	0.090	1.06	0.77	0.03
396	13	12	62.705	0.30	296.980	294.870	3.4	0.1	48.387	44.165	0.685	0.913	1.134	0.751	1.207	0.091	1.07	0.78	0.03
397	12	11	60.037	0.30	294.870	292.660	3.7	0.1	48.387	44.314	0.685	0.916	1.134	0.753	1.208	0.091	1.07	0.78	0.03
398	11	10	50.253	0.30	292.660	291.500	2.3	0.1	48.387	46.783	0.685	0.967	1.139	0.792	1.216	0.091	1.07	0.78	0.03
399	10	9	50.243	0.30	291.500	291.130	0.7	0.1	48.387	46.903	0.685	0.969	1.139	0.793	1.216	0.091	1.07	0.78	0.03
400	9	8	68.294	0.30	291.130	291.640	-0.8	0.1	52.077	50.095	0.737	0.962	1.139	0.788	1.215	0.091	1.24	0.84	0.04
401	8	7	68.294	0.35	291.640	292.330	-1.0	0.1	66.629	62.801	0.693	0.943	1.137	0.773	1.213	0.106	1.04	0.79	0.03
402	7	6	91.610	0.35	292.330	292.660	-0.4	0.1	69.562	67.433	0.723	0.969	1.139	0.793	1.216	0.106	1.14	0.82	0.03
403	6	5	90.163	0.35	292.660	292.320	0.4	0.1	69.562	67.658	0.723	0.973	1.139	0.796	1.216	0.106	1.14	0.82	0.03
404	5	4	71.320	0.35	292.320	294.940	-3.7	0.1	78.836	77.350	0.819	0.981	1.140	0.803	1.217	0.106	1.46	0.93	0.04
405	4	3	71.317	0.35	294.940	295.030	-0.1	0.1	78.836	77.441	0.819	0.982	1.140	0.804	1.217	0.106	1.46	0.93	0.04
406	3	2	68.763	0.35	295.030	294.200	1.2	0.1	78.836	77.635	0.819	0.985	1.140	0.807	1.217	0.106	1.46	0.93	0.04
407	2	1	68.763	0.35	294.200	293.640	0.8	0.1	78.836	77.789	0.819	0.987	1.140	0.808	1.217	0.106	1.46	0.93	0.04

Tramo	Pozo de visita		Long (m)	Ø m	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%)	Pendiente del tubo (%) propuesto	QLL (Lps)	Qd (Lps)	VLL (m/s)	Qd/QLL	Vd/VLL	Y/D	Rh/RhLL	Rh (m)	T. Arrastre (Pa)	Vd (m/s)	hf (m)
	Desde	Hasta			Inicial	Final													
408	1	1A	92.890	0.35	293.640	291.580	2.2	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12
409	1A	1B	86.560	0.35	291.580	292.070	-0.6	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12
410	1B	1C	98.000	0.35	292.070	293.260	-1.2	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12
411	1C	1D	98.250	0.35	293.260	290.870	2.4	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12
412	1D	1E	98.950	0.35	290.870	286.650	4.3	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12
413	1E	1F	97.090	0.35	286.650	284.950	1.8	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12
414	1F	1G	90.420	0.35	284.950	284.500	0.5	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12
415	1G	1H	99.340	0.35	284.500	283.740	0.8	0.8	184.887	77.789	1.922	0.421	0.957	0.453	0.936	0.082	6.19	1.84	0.17
416	1H	1I	96.770	0.35	283.740	282.000	1.8	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12
417	1I	1J	78.080	0.35	282.000	281.810	0.2	0.2	103.221	77.789	1.073	0.754	1.098	0.648	0.752	0.066	1.55	1.18	0.07
418	1J	1K	80.980	0.35	281.810	280.500	1.6	0.8	188.454	77.789	1.959	0.413	1.011	0.513	1.016	0.089	6.98	1.98	0.20
419	1K	1L	79.360	0.35	280.500	279.700	1.0	0.8	188.454	77.789	1.959	0.413	1.011	0.513	1.016	0.089	6.98	1.98	0.20
420	1L	S	87.730	0.35	279.700	279.500	0.2	0.5	148.986	77.789	1.549	0.522	1.011	0.513	1.016	0.089	4.36	1.57	0.12

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo IV

Cálculos topográficos

F.6 Cálculos topográficos

F.6.1 Cálculos topográficos de la red

Tabla 37.-Niveles topográficos

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	ø (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
1	34.8.4	34.8.1.2.2.1	55.342	0.15	314.320	313.200	2	1.11	312.820	311.713	312.670	311.563
2	34.8.1.2.2.1	34.8.1.2.2	76.216	0.15	313.200	312.200	1.3	0.99	311.683	310.692	311.533	310.542
3	34.8.1.2.2	34.8.1.2.1	81.420	0.15	312.200	311.090	1.4	1.14	310.662	309.522	310.512	309.372
4	34.8.1.2.1	34.8.1.2	81.420	0.15	311.090	310.140	1.1	0.90	309.492	308.597	309.342	308.447
5	34.8.1.2	34.8.1.1	99.871	0.15	310.140	311.170	0.51	0.51	308.567	308.058	308.417	307.908
6	34.8.1.1	34.8.1	99.871	0.15	311.170	311.890	0.44	0.44	308.028	307.588	307.878	307.438
7	34.7.3	34.8.4	25.042	0.10	313.980	314.320	2	0.50	312.980	312.479	312.880	312.379
8	34.8.4	34.8.3	59.866	0.15	314.320	312.890	2.5	1.50	312.449	310.953	312.349	310.853
9	34.8.3	34.8.2	59.866	0.15	312.890	312.260	1.3	0.78	310.923	310.144	310.823	310.044
10	34.7.1	34.8.2	23.281	0.15	312.400	312.260	2	0.47	310.900	310.434	310.750	310.284
11	34.8.2	34.8.1	34.964	0.15	312.260	311.890	1	0.35	310.114	309.765	310.014	309.665
12	34.8.1	34.8	44.824	0.15	311.890	311.410	0.4	0.18	307.558	307.379	307.408	307.229
13	34.8	34.7	22.127	0.15	311.410	311.300	0.4	0.09	307.349	307.260	307.199	307.110
14	34.7.3	34.7.2	59.515	0.10	313.980	313.130	2.5	1.49	312.980	311.492	312.880	311.392
15	34.7.2	34.7.1	59.515	0.15	313.130	312.400	3	1.79	311.462	309.677	311.362	309.577

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
16	34.6.2	34.7.1	49.068	0.15	312.470	312.400	3	1.44	310.970	309.532	310.820	309.382
17	34.7.1	34.70	79.878	0.15	312.400	311.300	1	0.88	309.502	308.624	309.352	308.474
18	34.7	34.6	35.718	0.15	311.300	310.840	0.38	0.14	307.230	307.095	307.080	306.945
19	34.2.2	34.6.2	92.845	0.15	313.750	312.470	3	2.79	312.250	309.465	312.100	309.315
20	34.6.2	34.6.1	53.087	0.15	312.470	311.690	1.4	0.74	309.435	308.691	309.285	308.541
21	34.6.1	34.6	53.087	0.15	311.690	310.840	1.2	0.64	308.661	308.024	308.511	307.874
22	34.6	34.5	49.722	0.15	310.840	309.660	0.36	0.18	307.065	306.886	306.915	306.736
23	34.7.4	34.7.3	79.032	0.15	314.370	313.980	2.2	1.74	312.870	311.131	312.720	310.981
24	34.7.3	34.2.2	47.915	0.15	313.980	313.750	1.1	0.53	311.101	310.574	310.951	310.424
25	34.2.2	34.2	49.341	0.15	313.750	312.870	0.8	0.39	310.544	310.150	310.394	310.000
26	32.3	34.2.1	67.515	0.1	314.100	313.780	1.3	0.88	313.100	312.222	313.000	312.122
27	34.2.1	34.2	62.805	0.15	313.780	312.870	0.85	0.53	312.192	311.658	312.092	311.558
28	34.5	34.4	58.699	0.15	309.660	310.600	0.35	0.21	306.856	306.650	306.706	306.500
29	34.4	34.3	58.686	0.15	310.600	311.540	0.35	0.21	306.620	306.415	306.470	306.265
30	34.6.2	34.3	51.095	0.15	312.470	311.540	2.2	1.12	310.970	309.846	310.820	309.696
31	34.3	34.2	81.717	0.15	311.540	312.870	0.4	0.29	306.385	306.099	306.235	305.949
32	34.2	34.1	88.920	0.15	312.870	310.810	0.3	0.27	306.069	305.802	305.919	305.652
33	34.1	34	88.920	0.15	310.810	307.670	0.3	0.25	305.772	305.523	305.622	305.373
34	17.2	34.1	86.797	0.1	302.740	304.700	1	0.87	301.740	300.872	301.640	300.772
35	34.10	34.9	86.797	0.15	304.700	305.030	0.8	0.69	300.842	300.148	300.742	300.048
36	34.9	34	86.485	0.15	305.030	307.670	0.7	0.56	300.118	299.556	300.018	299.456
37	34.7.4	32.4	78.996	0.15	314.370	314.250	2.5	1.97	312.870	310.895	312.720	310.745
38	32.4	32.3	95.368	0.15	314.250	314.100	0.83	0.79	310.865	310.074	310.715	309.924
39	31.2	32.3.1	50.429	0.15	314.040	314.120	2.5	1.26	312.540	311.279	312.390	311.129
40	32.3.1	32.3	50.420	0.15	314.120	314.100	1.2	0.61	311.249	310.644	311.099	310.494

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
41	32.3	32.2	60.357	0.15	314.100	312.720	0.6	0.36	310.044	309.681	309.894	309.531
42	32.2	32.1	57.339	0.15	312.720	311.460	0.56	0.32	309.651	309.330	309.501	309.180
43	32.1	32	57.200	0.15	311.460	306.970	0.45	0.26	309.300	309.043	309.150	308.893
44	32.4	31.3.1	54.735	0.15	314.250	314.500	2	1.09	312.750	311.655	312.600	311.505
45	31.3.1	31.3	54.735	0.15	314.500	314.270	1.1	0.60	311.625	311.023	311.475	310.873
46	31.3	31.2	79.107	0.15	314.270	314.040	0.85	0.67	310.993	310.321	310.843	310.171
47	31.2	31.1	71.863	0.15	314.040	311.920	0.75	0.54	310.291	309.752	310.141	309.602
48	32.2	31.1	89.644	0.15	312.720	311.920	1.2	1.08	311.220	310.144	311.070	309.994
49	31.1	31	88.921	0.15	311.920	306.820	0.55	0.49	309.722	309.233	309.572	309.083
50	17.18	31.5	76.257	0.15	304.420	306.180	1.1	0.84	302.920	302.081	302.770	301.931
51	31.5	31.4	90.063	0.15	306.180	307.380	0.7	0.63	302.051	301.421	301.901	301.271
52	31.4	31	90.063	0.15	307.380	309.820	0.6	0.54	301.391	300.850	301.241	300.700
53	17.16	30.1.1	97.719	0.1	303.370	305.830	1.1	1.07	302.370	301.295	302.270	301.195
54	31.5	30.1.1	78.061	0.15	306.180	305.830	1.1	0.86	304.680	303.821	304.530	303.671
55	30.1.1	30.1	83.817	0.15	305.830	307.280	0.595	0.50	301.265	300.766	301.165	300.666
56	17.14	30.2	60.031	0.15	303.610	306.000	1.5	0.90	302.110	301.210	301.960	301.060
57	30.2	30.1	46.770	0.15	306.000	307.280	1.1	0.51	301.180	300.665	301.030	300.515
58	30.1	30	89.563	0.15	307.280	306.810	0.5	0.45	300.635	300.187	300.485	300.037
59	31.2	29.2	49.113	0.15	314.040	313.980	5	2.46	312.540	310.084	312.390	309.934
60	29.2	29.1	84.175	0.15	313.980	311.500	1	0.84	310.054	309.213	309.904	309.063
61	31.1	29.1	64.913	0.15	311.920	311.500	2.5	1.62	310.420	308.797	310.270	308.647
62	29.1	29	50.958	0.15	311.500	306.950	0.7	0.36	308.767	308.410	308.617	308.260
63	28.7.2	29	69.179	0.15	307.660	306.950	2.5	1.73	306.160	304.431	306.010	304.281
64	17.12	28.8	50.546	0.1	303.100	305.020	1.4	0.71	302.100	301.392	302.000	301.292
65	28.8	28.7	57.054	0.15	305.020	307.100	0.5	0.29	301.362	301.077	301.262	300.977

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
66	30.1	28.7.2	37.217	0.15	307.280	307.660	5	1.86	305.780	303.919	305.630	303.769
67	28.7.2	28.7.1	52.435	0.15	307.660	307.380	1.4	0.73	303.889	303.155	303.739	303.005
68	28.7.1	28.7	52.436	0.15	307.380	307.100	1.1	0.58	303.125	302.548	302.975	302.398
69	28.7	28	28.657	0.15	307.100	306.100	0.7	0.20	301.047	300.846	300.947	300.746
70	31.3	28.4.2	69.861	0.15	314.270	313.500	1.5	1.05	312.770	311.722	312.620	311.572
71	28.4.2	28.4.1	69.288	0.15	313.500	312.440	1	0.69	311.692	310.999	311.542	310.849
72	28.4.1.1	28.4.1	58.659	0.15	310.770	312.440	3	1.76	309.270	307.510	309.120	307.360
73	28.3.1	28.4.1	70.417	0.15	313.130	312.440	2.2	1.55	311.630	310.081	311.480	309.931
74	28.4.1	28.4	72.027	0.15	312.440	310.930	0.7	0.52	307.480	306.962	307.330	306.812
75	28.6	28.5	66.900	0.1	309.660	310.820	1.81	1.21	308.660	307.449	308.560	307.349
76	28.5	28.4	16.730	0.15	310.820	310.930	1.5	0.25	307.419	307.168	307.319	307.068
77	28.4	28.3	58.801	0.15	310.930	311.330	0.6	0.32	306.932	306.608	306.782	306.458
78	31.3	28.3.1	71.188	0.15	314.270	313.130	3	2.14	312.770	310.634	312.620	310.484
79	29.2	28.2.1	35.796	0.15	313.980	312.990	3	1.07	312.480	311.406	312.330	311.256
80	28.2.1	28.3.1	61.306	0.15	312.990	313.130	1.2	0.74	311.376	310.640	311.226	310.490
81	28.3.1	28.3	71.188	0.15	313.130	311.330	0.8	0.57	310.610	310.041	310.454	309.885
82	28.3	28.2	57.995	0.15	311.330	310.680	0.42	0.24	306.578	306.335	306.428	306.185
83	28.2.1	28.2	74.251	0.15	312.990	310.680	4	2.97	311.490	308.520	311.340	308.370
84	28.2	28.1	52.477	0.15	310.680	309.150	0.4	0.21	306.305	306.095	306.155	305.945
85	28.1	28	51.014	0.15	309.150	308.100	0.38	0.19	306.065	305.871	305.915	305.721
86	25.1.1	27.1	50.030	0.15	309.460	308.010	3	1.50	307.960	306.459	307.810	306.309
87	27.1	27	50.030	0.15	308.010	306.600	1.2	0.60	306.429	305.829	306.279	305.679
88	28.6	25.4	81.958	0.15	309.660	307.670	3.00	2.46	308.160	305.701	308.010	305.551
89	25.4	25.3	52.319	0.15	307.670	308.600	1.20	0.63	305.671	305.043	305.521	304.893
90	25.3	25.2	50.257	0.15	308.600	308.410	1.00	0.50	305.013	304.511	304.863	304.361

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
91	28.4	25.2.1	51.283	0.15	310.930	309.590	2.65	1.36	309.430	308.071	309.280	307.921
92	25.2.1	25.2	51.283	0.15	309.590	308.410	1.10	0.56	308.041	307.477	307.891	307.327
93	25.2	25.1	91.253	0.15	308.410	306.800	0.60	0.55	304.481	303.933	304.331	303.783
94	28.2	25.1.1	42.866	0.15	310.680	309.460	2.80	1.20	309.180	307.980	309.030	307.830
95	25.1.1	25.1	93.347	0.15	309.460	306.800	1.80	1.68	307.950	306.270	307.800	306.120
96	25.1	25	95.951	0.15	306.800	303.870	0.45	0.43	303.903	303.472	303.753	303.322
97	17.10	25	51.556	0.15	300.810	303.870	5	2.58	299.310	296.732	299.160	296.582
98	25.4	24.3	92.460	0.15	307.670	305.730	3	2.77	306.170	303.396	306.020	303.246
99	24.3	24.2	98.123	0.15	305.730	306.490	0.9	0.88	303.366	302.483	303.216	302.333
100	25.2	24.2	74.857	0.15	308.410	306.490	1.4	1.05	306.910	305.862	306.760	305.712
101	24.2	24.1	92.557	0.15	306.490	304.880	0.6	0.56	302.453	301.898	302.303	301.748
102	25.1	24.1	66.998	0.15	306.800	304.880	1.4	0.94	305.300	304.362	305.150	304.212
103	24.1	24	96.284	0.15	304.880	302.170	0.5	0.48	301.868	301.386	301.718	301.236
104	24.3	22.4	91.741	0.15	305.730	303.560	2.4	2.20	304.230	302.028	304.080	301.878
105	22.4	22.3	95.614	0.15	303.560	303.670	1.3	1.24	301.998	300.755	301.848	300.605
106	24.2	22.3.1	51.657	0.15	306.490	305.070	2.7	1.39	304.990	303.595	304.840	303.445
107	22.3.1	22.3	51.657	0.15	305.070	303.670	1.4	0.72	303.565	302.842	303.415	302.692
108	22.3	22.2	95.163	0.15	303.670	302.080	0.56	0.53	300.725	300.192	300.575	300.042
109	24.1	22.2.1	53.994	0.15	304.880	303.270	3	1.62	303.380	301.760	303.230	301.610
110	22.2.1	22.2	53.943	0.15	303.270	302.080	1.3	0.70	301.730	301.029	301.580	300.879
111	22.2	22.1	50.699	0.15	302.080	300.710	1.9	0.96	300.162	299.199	300.012	299.049
112	22.1	22	50.699	0.15	300.710	299.610	0.5	0.25	299.139	298.885	298.989	298.735
113	24.3	21.5.3.2	51.210	0.1	305.730	303.870	4.7	2.41	304.730	302.323	304.630	302.223
114	21.5.3.2	21.5.3.1	28.790	0.15	303.870	302.840	4.9	1.41	302.293	300.882	302.193	300.782
115	21.5.3.1	21.5.3	28.790	0.15	302.840	301.810	3	0.86	300.852	299.989	300.752	299.889

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
116	21.5.3	21.5.2	42.128	0.15	301.810	300.810	2	0.84	299.959	299.116	299.859	299.016
117	22.4	21.5.2	93.028	0.15	303.560	300.810	1.5	1.40	302.060	300.665	301.910	300.515
118	21.5.2	21.5.1	51.580	0.15	300.810	299.400	2.5	1.29	299.086	297.797	298.986	297.697
119	21.5.1	21.5	51.580	0.15	299.400	297.990	2.7	1.39	297.759	296.366	297.659	296.266
120	21.5	21.4	96.266	0.15	297.990	301.440	0.8	0.77	296.323	295.552	296.223	295.452
121	22.4	21.4.1	51.296	0.15	303.560	302.510	2	1.03	302.060	301.034	301.910	300.884
122	21.4.1	21.4	51.296	0.15	302.510	301.440	0.97	0.50	301.004	300.507	300.854	300.357
123	21.4	21.3	88.755	0.15	301.440	301.790	0.46	0.41	295.522	295.114	295.422	295.014
124	22.3	21.3	94.437	0.15	303.670	301.790	1	0.94	302.170	301.226	302.020	301.076
125	21.3	21.2	97.231	0.15	301.790	300.710	0.4	0.39	295.084	294.695	294.984	294.595
126	22.2	21.2	86.121	0.15	302.080	300.710	1.2	1.03	300.580	299.547	300.430	299.397
127	21.2	21.1	53.528	0.15	300.710	299.270	0.35	0.19	294.665	294.478	294.565	294.378
128	21.1	21	53.528	0.15	299.270	297.220	2	1.07	294.448	293.377	294.348	293.277
129	21.4	19.4	93.828	0.15	301.440	298.640	3	2.81	299.940	297.125	299.790	296.975
130	19.4	19.3	93.446	0.15	298.640	300.050	0.8	0.75	297.093	296.345	296.943	296.195
131	21.3	19.3	97.613	0.15	301.790	300.050	1.1	1.07	300.290	299.216	300.140	299.066
132	19.3	19.2	51.434	0.15	300.050	300.020	0.56	0.29	296.315	296.027	296.165	295.877
133	19.2	19.1	44.293	0.15	300.020	299.410	0.55	0.24	295.997	295.754	295.847	295.604
134	21.2	19.1.1	51.284	0.15	300.720	299.710	1.95	1.00	299.220	298.220	299.070	298.070
135	19.1.1	19.1	50.816	0.15	299.710	299.410	1.1	0.56	298.190	297.631	298.040	297.481
136	19.1	19	98.190	0.15	299.410	295.310	0.45	0.44	295.724	295.282	295.574	295.132
137	17.6	19.5	57.211	0.1	291.400	293.870	1.2	0.69	290.400	289.713	290.300	289.613
138	19.5	19	57.211	0.15	293.870	295.310	0.9	0.50	289.683	289.186	289.583	289.086
139	19.3	17.2	94.932	0.15	300.050	298.600	1.5	1.42	298.550	297.126	298.400	296.976
140	17.2	17.1	96.837	0.15	298.600	300.810	0.75	0.73	297.096	296.370	296.946	296.220

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
141	19.1	17.1	98.851	0.15	299.410	300.810	1.15	1.14	297.910	296.773	297.760	296.623
142	17.1	17	95.914	0.15	300.810	301.300	0.52	0.50	296.340	295.841	296.190	295.691
143	17.20	17.19	70.721	0.15	302.740	304.430	1.25	0.88	301.240	300.356	301.090	300.206
144	17.19	17.18	70.721	0.15	304.430	304.420	0.84	0.59	300.326	299.732	300.176	299.582
145	17.18	17.17	51.201	0.15	304.420	303.730	0.765	0.39	299.702	299.310	299.552	299.160
146	17.17	17.16	51.202	0.15	303.730	303.370	0.7	0.36	299.280	298.922	299.130	298.772
147	17.16	17.15	54.736	0.15	303.370	303.690	0.66	0.36	298.892	298.531	298.742	298.381
148	17.15	17.14	54.736	0.15	303.690	303.610	0.62	0.34	298.501	298.161	298.351	298.011
149	17.14	17.13	57.194	0.15	303.610	303.390	0.59	0.34	298.131	297.794	297.981	297.644
150	17.13	17.12	57.194	0.15	303.390	303.100	0.57	0.33	297.764	297.437	297.614	297.287
151	17.12	17.11	69.995	0.15	303.100	302.730	0.53	0.37	297.407	297.036	297.257	296.886
152	17.11	17.10	69.995	0.15	302.730	302.290	0.50	0.35	297.006	296.656	296.856	296.506
153	17.10	17.9	86.556	0.15	302.290	299.400	0.48	0.42	296.626	296.211	296.476	296.061
154	17.9	17.8	86.556	0.15	299.400	296.610	1.50	1.30	296.181	294.882	296.031	294.732
155	17.8	17.7	86.048	0.15	296.610	294.040	2.70	2.32	294.836	292.513	294.686	292.363
156	17.7	17.6	86.048	0.15	294.040	291.400	2.94	2.53	292.437	289.908	292.287	289.758
157	17.6	17.5	63.455	0.15	291.400	293.350	0.39	0.25	289.822	289.575	289.672	289.425
158	17.5	17.4	63.455	0.15	293.350	295.560	0.38	0.24	289.545	289.302	289.395	289.152
159	17.4.3	17.4.2	53.974	0.1	302.200	300.400	3.40	1.84	300.700	298.865	300.600	298.765
160	17.4.2	17.4.1	55.945	0.15	300.400	298.720	2.92	1.63	298.835	297.201	298.735	297.101
161	17.4.1	17.4	93.803	0.15	298.720	295.560	2.00	1.88	297.171	295.295	297.071	295.195
162	17.4	17.3	63.132	0.15	295.560	298.020	0.50	0.32	289.272	288.956	289.122	288.806
163	17.4.3	17.3.3.1	52.251	0.1	302.200	302.340	2.00	1.05	301.200	300.155	301.100	300.055
164	17.3.3.1	17.3.3	52.251	0.15	302.340	302.340	1.50	0.78	300.125	299.341	300.025	299.241
165	17.3.3	17.3.2	51.276	0.15	302.340	302.950	1.10	0.56	299.311	298.747	299.211	298.647

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
166	17.3.2	17.3.1	51.276	0.15	302.950	301.960	1.00	0.51	298.717	298.204	298.617	298.104
167	17.4.1	17.3.1	85.134	0.15	298.720	301.960	1.50	1.28	297.220	295.943	297.070	295.793
168	17.3.1	17.3	94.836	0.15	301.960	298.020	0.70	0.66	295.913	295.249	295.763	295.099
169	17.3	17	86.097	0.15	298.020	297.300	0.30	0.26	288.926	288.668	288.776	288.518
170	17.3.1	16	91.255	0.15	301.960	298.000	1.20	1.10	300.460	299.365	300.310	299.215
171	17.3.3	15	99.204	0.15	302.340	298.060	1.14	1.13	300.840	299.709	300.690	299.559
172	17.1	13.2	99.234	0.15	300.810	300.150	0.91	0.90	299.310	298.407	299.160	298.257
173	16	13.2	94.024	0.15	298.000	300.150	1.11	1.04	296.500	295.456	296.350	295.306
174	13.2	13.1	98.224	0.15	300.150	298.430	0.47	0.46	298.377	297.918	298.227	297.768
175	15	13.1	95.916	0.15	298.060	298.430	1.70	1.63	296.560	294.929	296.410	294.779
176	13.1	13	97.592	0.15	298.430	296.980	0.39	0.38	294.899	294.519	294.749	294.369
177	17.2	11.9	95.155	0.15	298.600	297.350	1.30	1.24	297.100	295.863	296.950	295.713
178	11.9	11.8	51.862	0.15	297.350	296.520	1.57	0.81	295.833	295.019	295.683	294.869
179	11.8	11.7	51.862	0.15	296.520	295.310	2.50	1.30	294.989	293.692	294.839	293.542
180	13.1	11.7	97.609	0.15	298.430	295.310	1.11	1.08	296.930	295.847	296.780	295.697
181	11.7	11.6	76.344	0.15	295.310	294.480	1.05	0.80	293.644	292.842	293.494	292.692
182	11.6	11.5	21.510	0.15	294.480	294.400	0.45	0.10	292.808	292.710	292.658	292.560
183	13	11.5.1	51.340	0.15	296.980	295.170	3.50	1.80	295.480	293.683	295.330	293.533
184	11.5.1	11.5	51.342	0.15	295.170	294.400	0.95	0.49	293.653	293.165	293.503	293.015
185	11.5	11.4	19.406	0.15	294.400	294.280	0.40	0.08	292.680	292.603	292.530	292.453
186	11.4	11.3	20.711	0.15	294.280	294.160	0.37	0.08	292.573	292.496	292.423	292.346
187	11.3	11.2	76.706	0.15	294.160	292.700	1.84	1.41	292.466	291.055	292.316	290.905
188	11.2	11.1	45.945	0.15	292.700	292.090	1.20	0.55	290.985	290.434	290.835	290.284
189	11.1	11	49.009	0.15	292.090	292.660	0.50	0.25	290.381	290.136	290.231	289.986
190	7.9	9.4.2.4	50.187	0.15	296.050	295.040	7.28	3.65	294.550	290.896	294.400	290.746

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
191	9.4.2.4	9.4.2.3	46.244	0.15	295.040	294.120	1.41	0.65	290.866	290.214	290.716	290.064
192	9.4.2.3	9.4.2.2	51.198	0.15	294.120	293.250	1.21	0.62	290.184	289.565	290.034	289.415
193	9.4.2.2	9.4.2	70.103	0.15	293.250	292.820	1.02	0.72	289.535	288.820	289.385	288.670
194	9.4.2.4	9.4.2.1	93.208	0.15	295.040	292.820	2.40	2.24	293.540	291.303	293.390	291.153
195	7.6	9.4.2.1	72.922	0.15	296.670	292.820	4.50	3.28	295.170	291.889	295.020	291.739
196	9.4.2.1	9.4.2	94.036	0.15	292.820	292.820	0.68	0.63	291.273	290.638	291.123	290.488
197	9.4.5.6	9.4.5.1.5	62.590	0.15	299.810	298.630	7.28	4.56	298.310	293.753	298.160	293.603
198	9.4.5.1.5	9.4.5.1.4	62.590	0.15	298.630	297.150	2.09	1.31	293.723	292.415	293.573	292.265
199	9.4.5.1.4	9.4.5.1.3	70.801	0.15	297.150	296.700	1.00	0.71	292.385	291.677	292.235	291.527
200	9.4.5.5	9.4.5.1.3.1	55.930	0.15	298.580	297.630	4.87	2.72	297.080	294.356	296.930	294.206
201	9.4.5.1.3.1	9.4.5.1.3	55.927	0.15	297.630	296.700	1.32	0.74	294.326	293.588	294.176	293.438
202	9.4.5.1.3	9.4.5.1.2	58.235	0.15	296.700	296.010	0.65	0.38	291.647	291.269	291.497	291.119
203	9.4.5.1.2	9.4.5.1.1	58.235	0.15	296.010	295.390	0.57	0.33	291.239	290.906	291.089	290.756
204	9.4.5.3	9.4.5.1.1	93.679	0.15	295.500	295.390	1.21	1.13	294.000	292.866	293.850	292.716
205	9.4.5.1.1	9.4.5.1	65.437	0.15	295.390	294.890	0.48	0.31	290.876	290.565	290.726	290.415
206	9.4.5.1.4	9.4.9.2	66.588	0.15	297.150	295.910	4.85	3.23	295.650	292.420	295.500	292.270
207	9.4.9.2	9.4.9	66.570	0.15	295.910	294.670	1.32	0.88	292.390	291.512	292.240	291.362
208	9.4.9.1	9.4.9	84.673	0.15	293.650	294.670	2.92	2.47	292.150	289.678	292.000	289.528
209	9.4.9	9.4.8	57.428	0.15	294.670	294.330	0.86	0.49	289.648	289.154	289.498	289.004
210	9.4.8.1	9.4.8	66.014	0.15	293.500	294.330	2.08	1.37	292.000	290.627	291.850	290.477
211	9.4.8	9.4.7	32.894	0.15	294.330	294.860	0.67	0.22	289.124	288.904	288.974	288.754
212	9.4.5.1.3	9.4.7.1	52.558	0.15	296.700	295.750	2.93	1.54	295.200	293.660	295.050	293.510
213	9.4.7.1	9.4.7	51.011	0.15	295.750	294.860	1.18	0.60	293.630	293.028	293.480	292.878
214	9.4.7	9.4.6	72.233	0.15	294.860	294.380	0.51	0.37	288.874	288.506	288.724	288.356
215	9.4.5.1.1	9.4.6	93.262	0.15	295.390	294.380	1.28	1.19	293.890	292.696	293.740	292.546

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
216	9.4.6	9.4.5	56.904	0.15	294.380	293.920	0.44	0.25	288.476	288.225	288.326	288.075
217	9.4.5.6	9.4.5.5	79.002	0.15	299.810	298.580	2.92	2.31	298.310	296.003	298.160	295.853
218	9.4.5.5	9.4.5.4	81.905	0.15	298.580	297.590	1.37	1.12	295.973	294.851	295.823	294.701
219	9.4.5.4	9.4.5.3	98.334	0.15	297.590	295.500	0.93	0.91	294.821	293.911	294.671	293.761
220	9.1	9.4.5.3.3	50.109	0.15	297.050	295.270	3.50	1.75	295.550	293.796	295.400	293.646
221	9.4.5.3.3	9.4.5.3.2	50.109	0.15	295.270	294.380	1.80	0.90	293.766	292.864	293.616	292.714
222	9.4.5.3.2	9.4.5.3.1	90.572	0.15	294.380	293.520	0.98	0.89	292.834	291.947	292.684	291.797
223	9.4.5.3.1	9.4.5.3	90.572	0.15	293.520	295.500	0.61	0.55	291.917	291.364	291.767	291.214
224	9.4.5.3	9.4.5.2	66.187	0.15	295.500	293.680	0.44	0.29	291.334	291.046	291.184	290.896
225	9.4.5.2	9.4.5.1	95.943	0.15	293.680	294.890	0.41	0.39	291.016	290.628	290.866	290.478
226	9.4.5.1	9.4.5	94.794	0.15	294.890	293.920	0.30	0.29	290.535	290.250	290.385	290.100
227	9.4.5	9.4.4	51.368	0.15	293.920	293.340	0.25	0.13	288.195	288.065	288.045	287.915
228	9.4.4	9.4.3	19.787	0.15	293.340	293.110	0.25	0.05	288.035	287.985	287.885	287.835
229	9.4.3	9.4.2	39.785	0.15	293.110	292.820	0.25	0.10	287.955	287.854	287.805	287.704
230	9.4.2	9.4.1	91.914	0.15	292.820	292.720	0.23	0.22	287.824	287.609	287.674	287.459
231	9.4.2.1	9.4.1.1	95.877	0.15	292.820	295.010	1.25	1.20	291.320	290.122	291.170	289.972
232	7.4	9.4.1.1	67.680	0.15	295.440	295.010	1.08	0.73	293.940	293.209	293.790	293.059
233	9.4.1.1	9.4.1	98.332	0.15	295.010	292.720	0.59	0.58	290.092	289.511	289.942	289.361
234	9.4.1	9.4	85.779	0.15	292.720	292.500	0.27	0.23	287.579	287.348	287.429	287.198
235	19.4	9.1	93.058	0.15	298.640	297.050	1.00	0.93	297.140	296.209	296.990	296.059
236	17.2	9.10.1	63.451	0.15	298.600	297.270	2.92	1.85	297.100	295.247	296.950	295.097
237	9.10.1	9.1	32.118	0.15	297.270	297.050	1.18	0.38	295.217	294.838	295.067	294.688
238	9.1	9.9	99.179	0.15	297.050	294.910	1.50	1.49	294.808	293.321	294.658	293.171
239	11.9	9.9	97.841	0.15	297.350	294.910	2.00	1.96	295.850	293.893	295.700	293.743
240	9.9	9.8	80.207	0.15	294.910	294.190	0.41	0.33	293.283	292.951	293.133	292.801

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
241	11.7	9.8.1	87.021	0.15	295.310	293.650	1.90	1.65	293.810	292.157	293.660	292.007
242	9.8.1	9.8	26.890	0.15	293.650	294.190	0.94	0.25	292.127	291.874	291.977	291.724
243	9.8	9.7	13.945	0.15	294.190	294.060	0.38	0.05	291.844	291.791	291.694	291.641
244	9.7	9.6	9.469	0.15	294.060	293.930	0.38	0.04	291.761	291.726	291.611	291.576
245	9.6	9.5	95.586	0.15	293.930	292.690	0.36	0.35	291.696	291.350	291.546	291.200
246	11.3	9.5.1	62.237	0.15	294.160	292.670	2.40	1.49	292.660	291.166	292.510	291.016
247	9.5.1	9.5	51.766	0.15	292.670	292.690	0.94	0.49	291.136	290.650	290.986	290.500
248	9.5	9.4	95.349	0.15	292.690	292.500	0.32	0.31	290.620	290.313	290.470	290.163
249	9.4	9.3	71.009	0.15	292.500	292.750	0.50	0.36	287.318	286.963	287.168	286.813
250	9.3	9.2	41.534	0.15	292.750	292.000	0.52	0.22	286.911	286.695	286.761	286.545
251	11.2	9.2	29.151	0.15	292.700	292.000	1.46	0.43	291.200	290.774	291.050	290.624
252	9.2	9.1	64.519	0.15	292.000	291.890	0.55	0.35	286.642	286.287	286.492	286.137
253	7.2	9.1.1	69.535	0.15	292.920	292.503	1.14	0.79	291.420	290.627	291.270	290.477
254	9.1.1	9.1	69.535	0.15	292.503	291.890	0.79	0.55	290.597	290.048	290.447	289.898
255	9.1	9	98.653	0.15	291.890	291.130	0.63	0.62	286.231	285.609	286.081	285.459
256	5.7	7.11.1	83.078	0.15	300.680	298.610	3.67	3.05	299.180	296.131	299.030	295.981
257	7.11.1	7.11	83.078	0.15	298.610	296.950	1.37	1.14	296.101	294.963	295.951	294.813
258	7.11	7.1	71.248	0.15	296.950	296.300	1.04	0.74	294.933	294.192	294.783	294.042
259	7.8.2	7.1	73.891	0.15	297.950	296.300	1.18	0.87	296.450	295.578	296.300	295.428
260	7.1	7.9	39.185	0.15	296.300	296.050	0.70	0.27	294.162	293.888	294.012	293.738
261	7.9	7.8	29.586	0.15	296.050	296.270	0.67	0.20	293.858	293.659	293.708	293.509
262	7.8.2	7.8.1	59.122	0.15	297.950	298.010	1.41	0.83	296.450	295.616	296.300	295.466
263	5.5	7.8.1	96.796	0.15	300.420	298.010	1.00	0.97	298.920	297.952	298.770	297.802
264	7.8.1	7.8	79.223	0.15	298.010	296.270	0.60	0.47	295.586	295.115	295.436	294.965
265	7.8	7.7	44.035	0.15	296.270	296.570	0.42	0.18	293.629	293.444	293.479	293.294

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
266	7.7	7.6	18.655	0.15	296.570	296.670	0.40	0.07	293.414	293.340	293.264	293.190
267	7.6	7.5	42.495	0.15	296.670	296.860	0.39	0.16	293.310	293.146	293.160	292.996
268	7.5	7.4	63.283	0.15	296.860	295.440	0.37	0.24	293.116	292.881	292.966	292.731
269	5.3	7.4.1	81.078	0.15	295.380	295.380	0.99	0.80	293.880	293.077	293.730	292.927
270	7.4.1	7.4	81.078	0.15	295.380	295.440	0.68	0.55	293.047	292.498	292.897	292.348
271	7.4	7.3	51.504	0.15	295.440	293.670	0.31	0.16	292.468	292.307	292.318	292.157
272	7.3	7.2	51.504	0.15	293.670	292.920	0.30	0.16	292.277	292.120	292.127	291.970
273	5.2	7.2.1	88.384	0.15	293.600	293.310	1.08	0.95	292.100	291.145	291.950	290.995
274	7.2.1	7.2	88.384	0.15	293.310	292.920	0.75	0.66	291.115	290.453	290.965	290.303
275	7.2	7.1	31.902	0.15	292.920	292.720	0.28	0.09	290.423	290.335	290.273	290.185
276	7.1	7.0	63.481	0.15	292.720	292.330	0.27	0.17	290.305	290.135	290.155	289.985
277	5.21.3.1	5.21.3	69.864	0.100	317.330	315.610	3.20	2.24	316.330	314.094	316.230	313.994
278	5.21.3	5.21.2	60.797	0.150	315.610	316.230	1.37	0.83	314.064	313.231	313.964	313.131
279	5.21.2.1	5.21.2	70.442	0.150	317.920	316.230	2.08	1.47	316.420	314.955	316.270	314.805
280	5.21.2	5.21.1	65.270	0.150	316.230	316.860	0.84	0.55	313.201	312.653	313.101	312.553
281	5.21.1	5.21	66.152	0.150	316.860	317.140	0.72	0.48	312.623	312.147	312.523	312.047
282	5.22	5.21	69.635	0.150	318.170	317.140	1.11	0.77	316.670	315.897	316.520	315.747
283	5.21	5.20	86.948	0.150	317.140	314.730	0.51	0.44	312.117	311.678	312.017	311.578
284	1.22	5.20	73.080	0.150	314.670	314.730	1.46	1.06	313.170	312.107	313.020	311.957
285	5.2	5.19	85.451	0.150	314.730	312.260	0.44	0.37	311.648	311.276	311.548	311.176
286	5.19.1	5.19	98.541	0.150	312.760	312.260	1.37	1.35	311.260	309.910	311.110	309.760
287	5.19	5.18	44.787	0.150	312.260	310.990	0.80	0.36	309.880	309.522	309.730	309.372
288	1.2	5.18	70.996	0.150	310.900	310.990	1.47	1.04	309.400	308.360	309.250	308.210
289	5.18	5.17	12.901	0.150	310.990	310.610	0.37	0.05	308.330	308.282	308.180	308.132
290	5.17.2	5.17.1	21.432	0.150	310.810	310.670	7.30	1.56	309.310	307.745	309.160	307.595

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
291	5.17.1	5.17	26.865	0.150	310.670	310.610	1.83	0.49	307.715	307.224	307.565	307.074
292	5.17	5.16	61.206	0.150	310.610	309.420	0.35	0.21	307.194	306.980	307.044	306.830
293	5.16.1	5.16	58.436	0.150	309.440	309.420	3.65	2.13	307.940	305.807	307.790	305.657
294	1.19	5.16	74.456	0.150	309.090	309.420	2.43	1.81	307.590	305.781	307.440	305.631
295	5.16	5.15	61.206	0.150	309.420	308.050	0.33	0.20	305.751	305.550	305.601	305.400
296	5.15.1	5.15	91.119	0.150	308.480	308.050	1.32	1.20	306.980	305.777	306.830	305.627
297	1.18	5.15	73.610	0.150	307.500	308.050	2.93	2.16	306.000	303.843	305.850	303.693
298	5.15	5.14	57.929	0.150	308.050	308.110	0.30	0.18	303.813	303.637	303.663	303.487
299	5.10.4	5.14	88.507	0.150	306.950	308.110	1.14	1.01	305.450	304.441	305.300	304.291
300	5.10.4	5.10.3	76.340	0.150	306.950	305.670	2.44	1.86	305.450	303.587	305.300	303.437
301	5.10.3	5.10.2	76.330	0.150	305.670	303.500	2.00	1.53	303.557	302.031	303.407	301.881
302	5.10.2	5.10.1	76.330	0.150	303.500	302.210	1.90	1.45	302.001	300.550	301.851	300.400
303	5.10.1	5.1	78.570	0.150	302.210	303.500	0.70	0.55	300.520	299.970	300.370	299.820
304	1.17	5.14	72.941	0.150	308.600	308.110	2.93	2.14	307.100	304.963	306.950	304.813
305	5.14	5.13	56.450	0.150	308.110	307.170	0.29	0.16	303.607	303.446	303.457	303.296
306	5.13	5.12	56.311	0.150	307.170	307.150	0.28	0.16	303.416	303.258	303.266	303.108
307	1.15	5.12	73.219	0.150	309.820	307.150	2.50	1.83	308.320	306.490	308.170	306.340
308	5.12	5.11	66.384	0.150	307.150	306.460	0.35	0.23	303.228	302.996	303.078	302.846
309	5.11	5.1	63.864	0.150	306.460	303.500	0.26	0.17	302.966	302.800	302.816	302.650
310	5.1	5.9	68.330	0.150	303.500	301.520	0.24	0.17	299.940	299.774	299.790	299.624
311	5.9	5.8	68.294	0.150	301.520	301.160	0.24	0.16	299.744	299.582	299.594	299.432
312	5.8	5.7	68.377	0.150	301.160	300.680	0.24	0.16	299.552	299.391	299.402	299.241
313	1.1	5.7	86.385	0.150	302.840	300.680	2.50	2.16	301.340	299.180	301.190	299.030
314	5.7	5.6	38.722	0.150	300.680	300.360	0.70	0.27	299.150	298.879	299.000	298.729
315	5.6	5.5	45.569	0.150	300.360	300.420	0.23	0.10	298.821	298.717	298.671	298.567

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
316	1.8	5.5	97.638	0.150	302.640	300.420	1.32	1.29	301.140	299.851	300.990	299.701
317	5.5	5.4	75.053	0.150	300.420	299.260	0.27	0.20	298.687	298.485	298.537	298.335
318	1.7	5.4	98.893	0.150	299.470	299.260	1.21	1.20	297.970	296.773	297.820	296.623
319	5.4	5.3	97.109	0.150	299.260	295.380	3.00	2.91	296.743	293.830	296.593	293.680
320	1.6	5.3	96.129	0.150	295.750	295.380	1.00	0.96	294.250	293.289	294.100	293.139
321	5.3	5.2	92.885	0.150	295.380	293.600	1.20	1.11	293.259	292.144	293.109	291.994
322	5.2	5.1	48.285	0.150	293.600	292.560	0.38	0.18	292.046	291.865	291.896	291.715
323	1.4	5.1	97.460	0.150	292.740	292.560	1.11	1.08	291.240	290.158	291.090	290.008
324	5.1	5	50.570	0.150	292.560	292.320	0.42	0.21	290.128	289.916	289.978	289.766
325	1.3	5	98.124	0.150	292.100	292.320	1.04	1.02	290.600	289.580	290.450	289.430
326	5.21.3	1.22.2	72.093	0.1	315.610	313.880	4.00	2.88	314.610	311.726	314.510	311.626
327	1.22.2	1.22.1	60.167	0.15	313.880	314.220	1.21	0.73	311.696	310.968	311.596	310.868
328	5.21.2	1.22.1	74.992	0.15	316.230	314.220	1.62	1.21	314.730	313.515	314.580	313.365
329	1.22.1	1.22	65.963	0.15	314.220	314.670	0.73	0.48	310.938	310.457	310.838	310.357
330	5.21.1	1.22	80.452	0.15	316.860	314.670	1.62	1.30	315.360	314.057	315.210	313.907
331	1.22	1.21	89.487	0.15	314.670	312.170	0.53	0.47	310.427	309.957	310.327	309.857
332	1.21	1.2	43.650	0.15	312.170	310.900	0.48	0.21	309.927	309.720	309.827	309.620
333	1.20.2	1.20.1	68.092	0.15	310.370	310.710	1.47	1.00	308.870	307.872	308.720	307.722
334	1.20.1	1.2	68.092	0.15	310.710	310.900	0.98	0.67	307.842	307.175	307.692	307.025
335	1.2	1.19	72.484	0.15	310.900	309.090	0.41	0.29	307.145	306.852	306.995	306.702
336	1.19	1.18	64.538	0.15	309.090	307.500	1.50	0.97	306.822	305.854	306.672	305.704
337	1.18	1.17	60.878	0.15	307.500	308.600	0.50	0.30	305.799	305.495	305.649	305.345
338	1.17	1.16	53.244	0.15	308.600	308.020	0.37	0.20	305.465	305.267	305.315	305.117
339	1.16	1.15	53.162	0.15	308.020	309.820	0.36	0.19	305.237	305.044	305.087	304.894
340	1.15	1.14	44.218	0.15	309.820	309.540	0.40	0.18	305.014	304.838	304.864	304.688

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
341	1.14	1.13	50.379	0.15	309.543	308.600	0.34	0.17	304.808	304.639	304.658	304.489
342	1.13	1.12	94.011	0.15	308.600	306.280	0.33	0.31	304.609	304.301	304.459	304.151
343	1.12	1.11	70.541	0.15	306.280	305.250	1.20	0.85	304.271	303.425	304.121	303.275
344	1.11	1.10	80.519	0.15	305.250	302.840	1.50	1.21	303.367	302.159	303.217	302.009
345	1.10.2	1.10.1	54.979	0.1	302.840	304.240	3.00	1.65	301.840	300.191	301.740	300.091
346	1.10.1	1.10	54.976	0.15	304.240	302.840	1.46	0.80	300.161	299.358	300.061	299.258
347	1.10	1.9	27.774	0.15	302.840	302.780	0.30	0.08	299.328	299.245	299.228	299.145
348	1.9	1.8	35.012	0.15	302.780	302.640	0.29	0.10	299.215	299.114	299.115	299.014
349	1.8	1.7	70.533	0.15	302.640	299.470	0.29	0.20	299.084	298.883	298.984	298.783
350	1.7.1.A	1.7.1	99.707	0.15	300.000	299.640	1.11	1.11	298.500	297.393	298.350	297.243
351	1.7.1	1.7	37.266	0.15	299.640	299.470	0.86	0.32	297.363	297.043	297.213	296.893
352	1.7	1.6	99.888	0.15	299.470	295.750	2.00	2.00	297.013	295.015	296.863	294.865
353	1.10.2	1.4.2.4	51.137	0.15	302.840	302.520	4.85	2.48	301.340	298.860	301.190	298.710
354	1.4.2.4	1.7.1.A	57.604	0.15	302.520	300.000	4.00	2.30	298.830	296.526	298.680	296.376
355	1.7.1.A	1.4.2.3	23.935	0.15	300.000	299.010	3.60	0.86	296.496	295.634	296.346	295.484
356	1.4.2.3	1.4.2.2	75.153	0.15	299.010	296.880	0.50	0.38	295.602	295.227	295.452	295.077
357	1.4.2.2.2	1.4.2.2.1	65.390	0.15	300.170	298.480	3.50	2.29	298.670	296.381	298.520	296.231
358	1.4.2.2.1	1.4.2.2	62.504	0.15	298.480	296.880	1.80	1.13	296.351	295.226	296.201	295.076
359	1.4.2.2	1.4.2.1	60.126	0.15	296.880	296.100	1.50	0.90	295.196	294.294	295.046	294.144
360	1.4.2.1	1.4.2	60.126	0.15	296.100	294.960	2.00	1.20	294.259	293.057	294.109	292.907
361	1.4.4	1.4.3	76.314	0.15	297.540	295.890	2.80	2.14	296.040	293.903	295.890	293.753
362	1.4.3	1.4.2	52.336	0.15	295.890	294.960	0.88	0.46	293.873	293.413	293.723	293.263
363	1.4.2	1.4.1	87.005	0.15	294.960	293.780	1.00	0.87	293.006	292.136	292.856	291.986
364	1.4.1	1.4	87.005	0.15	293.780	292.740	1.50	1.31	292.096	290.791	291.946	290.641
365	1.4.2.2	1.6.2	83.604	0.15	296.880	296.020	1.28	1.07	295.380	294.310	295.230	294.160

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
366	1.6.2	1.6.1	41.900	0.15	296.020	295.890	0.86	0.36	294.280	293.920	294.130	293.770
367	1.7.1	1.6.1	100.283	0.15	299.640	295.890	4.00	4.01	298.140	294.129	297.990	293.979
368	1.6.1	1.6	41.900	0.15	295.890	295.750	0.60	0.25	293.890	293.638	293.740	293.488
369	1.6	1.5	67.030	0.15	295.750	294.310	1.20	0.80	293.608	292.804	293.458	292.654
370	1.5	1.4	67.030	0.15	294.310	292.740	1.50	1.01	292.724	291.719	292.574	291.569
371	1.4	1.3	57.858	0.15	292.740	292.100	1.02	0.59	290.733	290.142	290.583	289.992
372	1.3	1.2	71.724	0.15	292.100	294.550	0.33	0.24	290.058	289.823	289.908	289.673
373	1.2	1.1	76.314	0.15	294.550	295.240	0.34	0.26	289.789	289.529	289.639	289.379
374	1.1	1	77.980	0.15	295.240	293.640	0.35	0.27	289.495	289.222	289.345	289.072
375	34	33	63.646	0.15	307.670	306.740	0.25	0.16	299.526	299.366	299.426	299.266
376	33	32	63.646	0.15	306.740	306.970	0.25	0.16	299.336	299.177	299.236	299.077
377	32	31	58.728	0.15	306.970	306.820	0.29	0.17	299.147	298.977	299.047	298.877
378	31	30	40.523	0.2	306.820	306.810	0.20	0.08	298.947	298.866	298.847	298.766
379	30	29	53.887	0.2	306.810	306.950	0.20	0.11	298.836	298.728	298.736	298.628
380	29	28	96.868	0.2	306.950	306.100	0.19	0.18	298.698	298.514	298.598	298.414
381	28	27	55.862	0.2	306.100	306.600	0.23	0.13	298.484	298.356	298.384	298.256
382	27	26	50.845	0.2	306.600	305.260	0.24	0.12	298.322	298.200	298.222	298.100
383	26	25	50.845	0.25	305.260	303.870	0.16	0.08	298.164	298.083	298.064	297.983
384	25	24	58.872	0.25	303.870	302.170	0.16	0.09	296.702	296.608	296.552	296.458
385	24	23	53.303	0.25	302.170	301.580	0.15	0.08	296.578	296.498	296.428	296.348
386	23	22	53.303	0.25	301.580	299.610	0.15	0.08	296.468	296.388	296.318	296.238
387	22	21	83.943	0.25	299.610	297.220	0.15	0.13	296.358	296.232	296.208	296.082
388	21	20	51.323	0.25	297.220	296.440	2.20	1.13	293.298	292.169	293.198	292.069
389	20	19	51.323	0.25	296.440	295.310	0.15	0.08	291.950	291.873	291.850	291.773
390	19	18	52.791	0.25	295.310	297.960	0.16	0.08	289.156	289.071	289.056	288.971

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
391	18	17	52.790	0.25	297.960	297.300	0.16	0.09	289.039	288.952	288.939	288.852
392	17	16	99.589	0.3	297.300	298.000	0.13	0.13	288.919	288.790	288.819	288.690
393	16	15	98.004	0.3	298.000	298.060	0.13	0.13	288.759	288.631	288.659	288.531
394	15	14	94.696	0.3	298.060	297.900	0.12	0.11	288.600	288.487	288.500	288.387
395	14	13	97.827	0.3	297.900	296.980	0.12	0.12	288.456	288.339	288.356	288.239
396	13	12	62.705	0.3	296.980	294.870	0.12	0.08	288.308	288.233	288.208	288.133
397	12	11	60.037	0.3	294.870	292.660	0.12	0.07	288.202	288.130	288.102	288.030
398	11	10	50.253	0.30	292.660	291.500	0.12	0.06	288.099	288.039	287.999	287.939
399	10	9	50.243	0.30	291.500	291.130	0.12	0.06	288.008	287.948	287.908	287.848
400	9	8	68.294	0.30	291.130	291.640	0.14	0.09	287.917	287.822	287.817	287.722
401	8	7	68.294	0.35	291.640	292.330	0.10	0.07	287.786	287.718	287.686	287.618
402	7	6	91.610	0.35	292.330	292.660	0.11	0.10	287.686	287.586	287.586	287.486
403	6	5	90.163	0.35	292.660	292.320	0.11	0.10	287.552	287.453	287.452	287.353
404	5	4	71.320	0.35	292.320	294.940	0.14	0.10	287.419	287.319	287.319	287.219
405	4	3	71.317	0.35	294.940	295.030	0.14	0.10	287.275	287.175	287.175	287.075
406	3	2	68.763	0.35	295.030	294.200	0.14	0.10	287.130	287.034	287.030	286.934
407	2	1	68.763	0.35	294.200	293.640	0.14	0.10	286.989	286.893	286.889	286.793
408	1	1A	92.890	0.35	294.200	291.580	0.50	0.46	286.849	286.384	286.749	286.284
409	1A	1B	86.560	0.35	291.580	292.070	0.50	0.43	286.259	285.827	286.159	285.727
410	1B	1C	98.000	0.35	292.070	293.260	0.50	0.49	285.702	285.212	285.602	285.112
411	1C	1D	98.250	0.35	293.260	290.870	0.50	0.49	285.087	284.595	284.987	284.495
412	1D	1E	98.950	0.35	290.870	286.650	0.50	0.49	284.471	283.976	284.371	283.876
413	1E	1F	97.090	0.35	286.650	284.950	0.50	0.49	283.851	283.365	283.751	283.265
414	1F	1G	90.420	0.35	284.950	284.500	0.50	0.45	283.240	282.788	283.140	282.688
415	1G	1H	99.340	0.35	284.500	283.740	0.77	0.76	282.663	281.899	282.563	281.799

Tramo	Pozo de visita		L. Tramo (m)	∅ (m)	Elev. Tapa		Pendiente del tubo (%) Propuest	Caida de alcant (m)	Elev de corona		Elev de Invert	
	Desde	Hasta			Inicial	Final			Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
416	1H	1I	96.770	0.35	283.740	282.000	0.50	0.48	281.726	281.242	281.626	281.142
417	1I	1J	78.080	0.35	282.000	281.810	0.24	0.19	281.118	280.930	281.018	280.830
418	1J	1K	80.980	0.35	281.810	280.500	0.80	0.65	280.859	280.212	280.759	280.112
419	1K	1L	79.360	0.35	280.500	279.700	0.80	0.63	280.012	279.377	279.912	279.277
420	1L	S	87.730	0.35	279.700	279.500	0.50	0.44	279.177	278.738	279.077	278.638

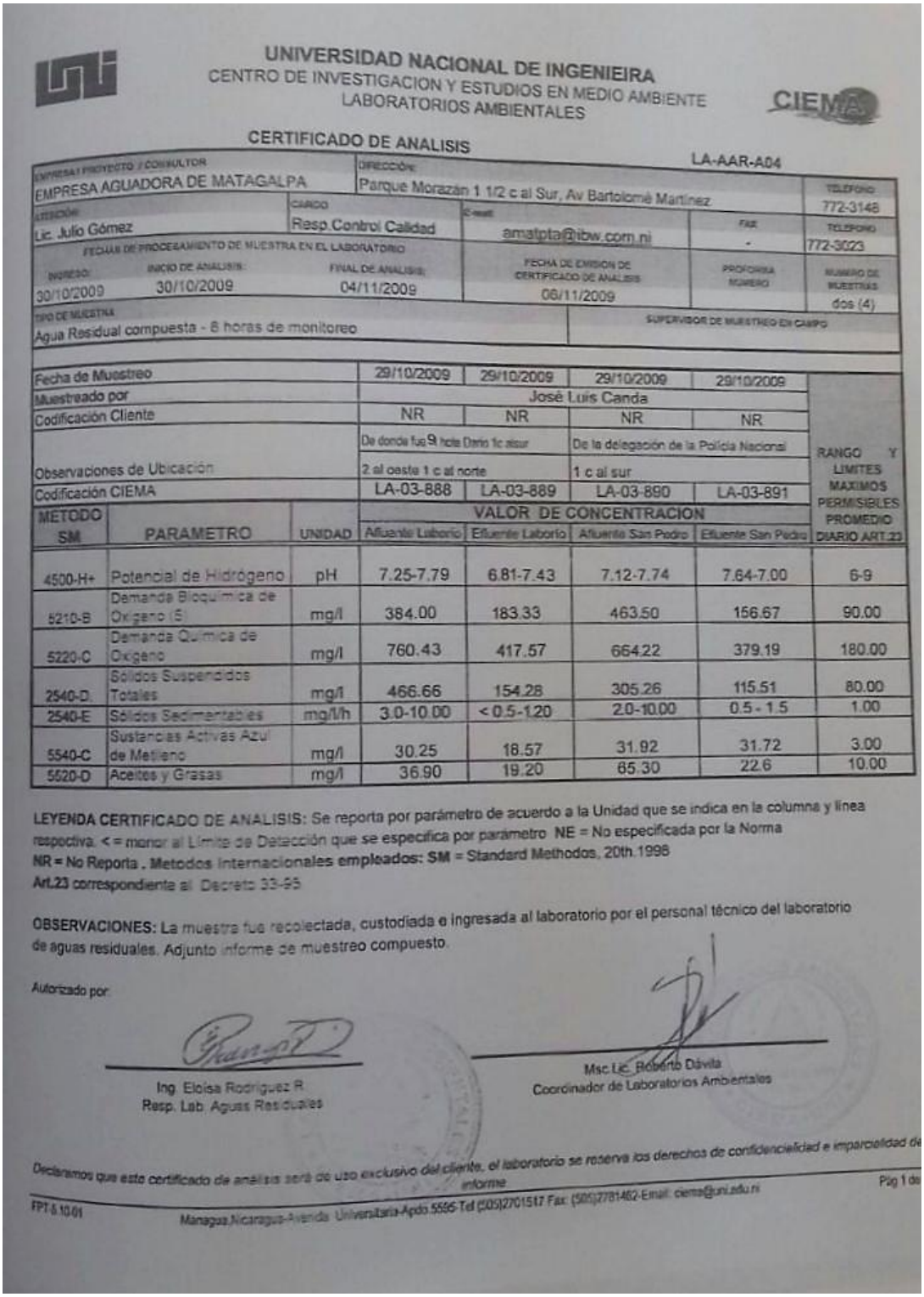
Fuente: *Elaboración propia*

Anexo V

Alternativas de tratamientos

G.7 Calidad de las aguas residuales

Tabla 38.- Certificado de análisis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIEIRA
CENTRO DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE
LABORATORIOS AMBIENTALES

CIEMA

CERTIFICADO DE ANALISIS

LA-AAR-A04

EMPRESA / PROYECTO / CONSULTOR: EMPRESA AGUADORA DE MATAGALPA	DIRECCIÓN: Parque Morazán 1 1/2 c al Sur, Av Bartolomé Martínez		TELEFONO: 772-3148
ATENCIÓN: Lic. Julio Gómez	CARGO: Resp.Control Calidad	E-mail: amatpta@ibw.com.ni	FAX: -	TELEFONO: 772-3023
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				
INGRESO: 30/10/2009	INICIO DE ANALISIS: 30/10/2009	FINAL DE ANALISIS: 04/11/2009	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS: 06/11/2009	PROFORMA NUMERO:	NUMERO DE MUESTRAS: dos (4)
TIPO DE MUESTRA: Agua Residual compuesta - 8 horas de monitoreo			SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO:		

Fecha de Muestreo		29/10/2009	29/10/2009	29/10/2009	29/10/2009	
Muestreado por		José Luis Canda				
Codificación Cliente		NR	NR	NR	NR	
Observaciones de Ubicación		De donde fue 9 hote Dario 1c al sur		De la delegación de la Policía Nacional		RANGO Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO DIARIO ART.23
		2 al oeste 1 c al norte		1 c al sur		
Codificación CIEMA		LA-03-888	LA-03-889	LA-03-890	LA-03-891	
METODO SM	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION: Afluente Laborio	Efluente Laborio	Afluente San Pedro	Efluente San Pedro
4500-H+	Potencial de Hidrogeno	pH	7.25-7.79	6.81-7.43	7.12-7.74	7.64-7.00	6-9
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxigeno (5)	mg/l	384.00	183.33	463.50	156.67	90.00
5220-C	Demanda Química de Oxigeno	mg/l	760.43	417.57	664.22	379.19	180.00
2540-D	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	466.66	154.28	305.26	115.51	80.00
2540-E	Sólidos Sedimentables	mg/l/h	3.0-10.00	< 0.5-1.20	2.0-10.00	0.5 - 1.5	1.00
5540-C	Sustancias Activas Azul de Metileno	mg/l	30.25	18.57	31.92	31.72	3.00
5520-D	Aceites y Grasas	mg/l	36.90	19.20	65.30	22.6	10.00

LEYENDA CERTIFICADO DE ANALISIS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y linea respectiva. < = menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro **NE** = No especificada por la Norma **NR** = No Reporta . **Metodos Internacionales empleados: SM** = Standard Methodos, 20th.1998 **Art.23** correspondiente al Decreto 33-95

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el personal técnico del laboratorio de aguas residuales. Adjunto informe de muestreo compuesto.

Autorizado por:

Ing. Eloisa Rodriguez R.
Resp. Lab. Aguas Residuales

Msc.Lic. Roberto Dávila
Coordinador de Laboratorios Ambientales

Declaramos que este certificado de análisis será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad de informe

FPT-5.10.01 Managua,Nicaragua-Avenida Universitaria-Apdo.5595-Tel.(505)2701517-Fax: (505)2781462-Email: ciema@uni.edu.ni Pág 1 de

H.8 Tratamiento preliminar

H.8.1 Canal de entrada

Tabla 39.-Datos iniciales para el diseño del canal

Datos			
Descripción	**Valor**	**Unidad**	**Criterio**
Ancho del canal	0.5	m	0.30 m – 0.70 m
Pendiente a lo largo del canal	0.0015	m/m	Asumido
Coeficiente de Manning	0.013		Concreto (INAA)
Borde libre	0.3	m	0.20 m – 0.3 m

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 40.-Diseño del canal

Cálculo			
Descripción	**Valor**	**Unidad**	**Criterio**
Altura máxima	0.219	m	
Altura media	0.104	m	
Velocidad máxima	0.711	m/s	0.40 – 0.75 m/s, cumple
Velocidad media	0.522	m/s	0.40 – 0.75 m/s, cumple
Área mojada	0.109	m^2	
Altura del canal	0.52	m	

Fuente: *Elaboración propia*

H.8.2 Reja sencilla de limpieza manual

Tabla 41.-Datos iniciales para el diseño de la reja

Datos			
Descripción	**Valor**	**Unidad**	**Criterio**
Factor de forma de la barra	1.79		Circular=1.79, Rectangular=2.42
Inclinación de reja	45	°	45° - 60° con la Horizontal
Separación entre barra	5	cm	2.50 cm – 5.00 cm
Espesor de barra	1.27	cm	0.5 cm – 1.50 cm
Ancho de canal	0.5	m	0.30 m – 0.70 m
Ancho de la reja	0.5	m	Asumido
Pendiente a lo largo del canal	0.0015	m/m	Asumido
Coeficiente de Manning	0.013		Asumido
Borde libre	0.3		0.20 m – 0.30 m

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 42.-Diseño de la reja

Cálculo			
Descripción	**Valor**	**Unidad**	**Criterio**
Caudal medio	27.153	lt/seg	
	0.027	m^3/seg	
Caudal de diseño	77.789	lt/seg	
	0.078	m^3/seg	
Altura Máxima	0.219	m	
Altura media de agua antes de reja	0.104	m	
Velocidad máxima antes de reja	0.711	m/seg	0.40 – 0.75 m/seg, cumple
Velocidad media antes de reja	0.522	m/seg	0.40 – 0.75 m/seg, cumple
Atea total mojada	0.109	m^2	
Eficiencia	0.800		0.6 – 0.85 CEPIS
Área útil	0.087	m^2	
Velocidad de paso	0.889	m/seg	0.40 – 0.9 m/seg, cumple
Verificación de velocidad media			
Área total por velocidad media	0.050	m^2	
Área útil por velocidad media	0.042	m^2	
Velocidad media	0.652	m/seg	0.40 – 0.75 m/seg, cumple
Perdidas			
Perdida de carga en rejas limpias	0.008		< 0.15, cumple
Perdida de carga en rejas (Parcialmente obstruidas)	0.015		< 0.15, cumple
Altura del canal	0.5	m	

Fuente: *Elaboración propia*

H.8.3 Desarenador

Tabla 43.-Datos iniciales para el diseño del desarenador

Datos	Valor	Unidad	Criterio
Carga Superficial	1,600	m^3/m^2/día	700 – 1,600 INAA
Caudal de Diseño	0.078	m^3/seg	
Velocidad de flujo	0.3	m/seg	Valor sugerido por INAA
Diámetro de partícula	0.2	mm	> 0.2 mm, CEPIS
Velocidad de Sedimentación	0.021	m/seg	OPS/CEPIS/05.158
Número de desarenadores	2	Unid	
Tiempo de retención de sedimento	15	Días	OPS/CEPIS/OMS
Dimensionamiento			
Ancho	0.50	m	Utilizar B de canal de entrada
Altura de agua en el canal de llegada	0.52	m	
Borde libre	0.30	m	Asumido
Largo	8.40	m	OPS/OMS/CEPIS
Radio hidráulico	0.1687	m	
$Rh^{2/3}$	0.3053		
Volumen de tolva			
Cantidad de material retenido	0.029	lt/m^3	Zona residencial, OPS/OMS/CEPIS
Volumen sedimentado	2923.62	lt	
Volumen requerido de tolva	2.92	m^3	
Altura de tolva propuesta	0.75	m	
Ancho	0.50	m	
Largo	8.40	m	
Volumen propuesto de tolva	3.15	m^3	≥ Vol. Requerido tolva, cumple
Altura total del desarenador	1.57	m	

Fuente: *Elaboración propia*

H.8.4 Dispositivo de medición de caudales – Canaleta Parshall

Tabla 44.-Características de descarga de Canaleta Parshall

Criterios, Dimensiones y caudales de Canales Parshall													
Ahogamiento		**Hb/Ha < 60%**			**Ha/Ha < 70%**								
Ln		7	15	**22**	30	45	60	90	120	150	180	210	240
W (cm)		7.6	15.2	**22.9**	30.5	45.7	61	91.5	121.9	152.4	182.9	213.4	243.8
A (cm)		46.7	62.1	**88**	137.2	144.8	152.4	167.6	182.9	198.1	213.4	228.6	243.8
2/3 A (cm)		31.1	41.4	**58.7**	91.4	96.5	101.6	11.8	121.9	132.1	142.3	152.4	162.6
Wc cm		19.8	31.5	**46**	66.5	83.6	120.3	135.3	169.8	204.3	238.8	273.3	307.7
B cm		45.7	61	**86.4**	134.3	134.3	149.5	164.5	179.4	194.3	209.2	224.2	239.1
C cm		17.8	39.4	**38.1**	61	76.2	91.4	121.9	152.4	182.9	213.4	243.8	274.3
D cm		25.9	39.7	**57.5**	84.5	102.6	149.9	157.2	193.7	230.2	266.7	333.2	339.7
E cm		61	61	**76.2**	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4
F cm		15.2	30.5	**30.5**	61	61	61	61	61	61	61	61	61
G cm		30.5	61	**45.7**	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91.4	91
K cm		2.5	7.6	**7.6**	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
N cm		5.7	11.4	**11.4**	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
R cm		40.6	40.6	**40.6**	50.8	50.8	50.8	50.8	61	61	61	61	61
M cm		30.5	30.5	**30.5**	38.1	38.1	38.1	38.1	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7
P cm		76.8	90.2	**108**	149.2	167.6	185.4	222.3	171.1	308	344.2	381	417.2
X cm		2.5	7.6	**7.6**	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Caudal de flujo libre	Min.	0.0008	0.0014	**0.00 25**	0.0031	0.0042	0.0119	0.0173	0.0368	0.0453	0.0736	0.085	0.0991
	Máx.	0.0538	0.1104	**0.252**	0.4559	0.6966	0.9373	1.4272	1.9227	2.4239	2.9308	3.4377	3.9502

Fuente: *Comisión Nacional del Agua – Canal Parshall*

Tabla 45.-Valores de calibración

Valores de calibración		
W cm	k	n
7.6	0.1765	1.547
15.2	0.381	1.58
22.9	0.535	1.53
30.5	0.69	1.522
45.7	1.054	1.538
61	1.426	1.55
92.5	2.182	1.556
122	2.935	1.578
152.5	3.728	1.587
183.2	4.515	1.595
213.5	5.306	1.601
244	6.101	1.606
30 - 240	$Q = 0.372 * W * (3.281\ Ha)^{1.568\ W^{0.026}}$	
Nota: Los coeficientes de la ecuación anterior son K y n, siendo "n" los que se encuentran en forma exponencial		

Fuente: *Comisión Nacional del Agua – Canal Parshall*

Tabla 46.-Datos iniciales para el diseño de la canaleta Parshall

Datos	Valor	unidad	Criterios
Caudales de diseño	0.005	m^3/seg	> 0.0025
	0.078	m^3/seg	<0.252
Ancho del canal	0.50	m	
Ancho de garganta	0.25	m	
Ancho de garganta seleccionado	0.229	m	
	0.880	m	

Datos	Valor	unidad	Criterios
Dimensiones de canal Parshall seleccionado	0.587	m	
	0.460	m	
	0.864	m	
	0.381	m	
	0.575	m	
	0.762	m	
	0.305	m	
	0.457	m	
	0.076	m	
	0.114	m	
	0.406	m	
	0.305	m	
	1.080	m	
	0.076	m	
	0.076	m	
	0.535	m	
	1.530	m	

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 47.-Diseño del medidor Parshall

Cálculo	Valor	Unidad	Criterios
Carga piezométrica en Wc (Tramo convergente)	0.284	m	Despejando Q=KHn
Carga piezométrica en tramo contraído	0.050	m	
Ahogamiento	17.555	%	< 60 %, Cumple
Velocidad en la sección Wc	0.596	m/seg	
Carga total en la seccion Wc	0.378	m	
Caudal específico en W	0.340	m^3/m/seg	
Angulo ɵ	1.571	rad	

Cálculo	Valor	Unidad	Criterios
Velocidad antes del resalto	2.72	m/seg	2.5 m/seg – 3m/seg
Altura de agua antes del resalto	0.125	m	
Froude	2.462		Régimen supercrítico
Altura de agua en el resalto	0.376	m	H1<h2
Velocidad en el resalto	0.903	m/seg	
Altura de agua en la sálida del Canal	0.338	m	
Velocidad en la sección de sálida	0.603	m/seg	
Pérdidas	0.085	m	

Fuente: *Elaboración propia*

I.9 Alternativa 1 – Tanque Imhoff (2) + Laguna Aerobia Secundaria (2) + Biofiltro (2)

I.9.1 Tratamiento primario Tanque Imhoff

Tabla 48.-Tanque Imhoff

Cálculo	Valor	Unidad	Criterio
Población	19,152.00	hab	
Dotación	153.12	lppd	10,000 - 15,000 hab → 110 lppd (INAA)
Sólidos en suspensión	466.66	mg/lt	ENACAL MATAGALPA
DBO_5 afluente	384.00	mg/lt	ENACAL MATAGALPA
Caudal medio	0.027	m^3/seg	
	47.04	grDBO/hab/día	

Cálculo	Valor	Unidad	Criterio
Carga percápita de DBO_5	0.047	KgDBO/hab/día	
Carga diaria de DBO	900.88	KgDBO/día	
Coliformes fecales en el afluente	1.30E+08	NMP/100 ml	ENACAL MATAGALPA
Porcentaje de remoción de DBO	40.00	%	40% - 60 %, CEPIS
Concentración de DBO_5 en afluente	384.00	mg /lt	Comprobación de "S_o" dado por Laboratorio UNI 1999
Concentración DBO en efluente	230.40	mg /lt	
Remoción de coliformes	15.00	%	
Coliformes fecales en efluente	1.11E+08	NMP / 100 ml	

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 49.-Diseño del sedimentación

Cámara de sedimentación			
Datos	**Valor**	**Unidad**	**Criterios**
Carga superficial	1.40	$m^3/m^2/hr$	1.0 - 1.7, INAA
Carga sobre el vertedero efluente	24.00	$m^3/m/hr$	7 - 25, INAA
Tiempo de retención	3.00	hr	2-4, INAA
Velocidad horizontal del flujo	30.00	cm/min	INAA
Relación longitud/ancho (ΔL/Δb)	5.00 1.00		INAA
Pendiente del fondo del sedimentador	3.00 2.00		INAA
Abertura de comunicación entre cámaras	25.00	cm	15 - 30, INAA
Proyección horizontal del saliente	25.00	cm	15 - 30, INAA
Número tanques	2.00		
Número de sedimentadores	2.00		
Cálculo			
Volumen total de sedimentación	146.63	m^3	
Volumen por sedimentador	73.31	m^3	
Área superficial mínima del sedimentador	69.82	m^2	
Área Superficial mínima por Sedimentador	34.91	m^2	
Ancho de sedimentador	2.64	m	
Longitud de sedimentador	13.21	m	
Área transversal triangular de sedimentador	5.24	m^2	
Altura triangular de sedimentador	3.96	m	
Área transversal rectangular de sedimentador	0.12	m^2	
Altura rectangular de sedimentador	0.04	m	

Área transversal total de cada sedimentador	5.35	m^2	
Altura total de cada sedimentador	4.01	m	
Revisión de velocidad horizontal del flujo	15.21	cm/min	< 30 cm/min, Cumple
Deflector de espuma			
Por debajo de la superficie	30.00	cm	INAA
Por encima de la superficie	30.00	cm	INAA
Borde Libre	60.00	cm	45 - 60, INAA
Zona de ventilación de gases			
Anchura de abertura	0.50	m	45-75 cm
Separación entre sedimentadores	1.00	m	> 1.00 m CEPIS
Superficie en % del total	27.45	%	15-30 %
Cámara de digestión			
Temperatura de Agua	24.20	ºC	
Factor de capacidad relativa	0.53		OPS, CEPIS, LIMA 2005
Tiempo de retención de lodos	32.00	días	OPS, CEPIS, LIMA 2005
Pendiente del fondo	2.00		INAA
	1.00		
Tubería de extracción de lodos	30.00	cm	20 - 30, INAA
	0.30	m	Al fondo de tanque
Número de cámaras	2.00	unid	
Cálculo			
Longitud de cada cámara	13.21	m	
Volumen por cámara	355.27	m^3	OPS, CEPIS, 05 163, UNATSABAR
Base mayor de cámara de lodos	7.28	m	
Base menor de cámara de lodos	3.00	m	
Altura en zona trapezoidal	1.07	m	
Volumen en zona trapezoidal	24.04	m^3	

Volumen en zona recta de cada cámara	331.23	m^3	
Altura de lodos en zona recta de cada cámara	3.44	m	
Distancia libre hasta el nivel de lodos	47.91	cm	30 - 90, INAA
Profundidad total del tanque	9.00	m	7.25 - 9.5, INAA
Lecho de secado			
Densidad de los lodos	1.04	Kg/lt	CEPIS
Solidos contenidos en los lodos	10.00	%	CEPIS
Altura del lecho	0.40	m	0.2 - 0.4 m, CEPIS
Cálculo			
Carga de sólidos que ingresa al sedimentador	547.40	Kg de SS/día	
Masa de sólidos que conforman los sólidos	177.91	Kg de SS/día	
Volumen diario de lodos digeridos	1,710.63	lts/día	
Volumen de lodos a extraerse del tanque	54.74	m^3	
Área del lecho de secado	136.85	m^2	
Ancho del lecho de secado	10.00	m	Asumido
Largo del lecho de secado	13.69		

Fuente: *Elaboración propia*

I.9.2 Tratamiento secundario – Laguna aerobia

Tabla 50.-Diseño de laguna aerobia

Laguna aerobia			
Población	19,152	hab	
Dotación	153.12	lppd	
Aporte de agua residual	0.80		
Caudal medio	27.15	lts/seg	
	2346043.39	lts/día	
	2346.043	m^3/día	
DBO_5 efluente de tanque Imhoff	230.40	mg/lt	
Coliformes fecales efluente de tanque Imhoff	1.105E+08	NMP/100ml	
Cálculos			
Carga total aplicada de DBO_5	540.528	KgDBO/día	
Temperatura del aire en el mes más frio	20.0	°C	
Temperatura del agua en el mes más frío	24.20	°C	
Carga superficial máxima	503.577	KgDBO/Ha*día	CEPIS
Carga superficial aplicada	201.431	KgDBO/Ha*día	
Área total de laguna aerobia	2.683	Ha	
	26,834.455	m^2	
Número de laguna	2		
Área requerida por laguna	13,417.228	m^2	
Dimensionamiento			
Altura de agua	1.500	m	1.00 - 1.5 m

Relación largo/ancho	2	m	2:1 - 4:1
Ancho en superficie de agua	81.91	m	
Longitud en superficie de agua	163.81	m	
Talud interno de laguna	1/3		
Ancho interior	72.91	m	
Longitud interior	154.81	m	
Volumen de laguna	18,507.742	m^3	
Período retención	15.778	días	7 - 15 días, Cumple
Borde libre y canal			
Aumento de largo y ancho del perimetraje superior (l y b)	2	m	
Ancho total	83.91	m	
Longitud total	165.81	m	
Altura total	1.833	m	
Canal con pantalla deflectora			
Ancho de canal	27.302	m	
Longitud de canal	491.437	m	
Remoción de materia orgánica DBO_5			
Constante de biodegradación de la materia orgánica a 20°C	0.284	d^{-1}	
Temperatura del aire en el mes más frio	20	°C	
Temperatura superficial del agua	24.2	°C	
Constante de reacción de primer	0.40	d^{-1}	

orden a temperatura ambiente			
Marais chow			
DBO remanente en el efluente	31.524	mg/lt	< 30 mg/lt, No Cumple
Porcentaje remanente de DBO_5 en el efluente	13.682	%	
Porcentaje removido DBO_5 del afluente	86.318	%	
CEPIS			
Carga superficial removida	170.084	kgDBO/Ha*día	
Carga superficial remanente	31.347	kgDBO/Ha*día	
Porcentaje remanente DBO_5 en el efluente	15.562	%	
Porcentaje removido DBO_5 del afluente	84.438	%	
Carga total aplicada del efluente	84.118	KgDBO/día	
Concentración DBO_5 en el efluente	35.855	mg/lt	No Cumple
Thirimurty			
Factor geométrico	18		
Factor de dispersión	0.054		
Factor "a" de DBO_5	1.538		
DBO Remanente en el efluente	1.525	mg/lt	< 30 mg/lt, Cumple

Porcentaje remanente DBO en el efluente	0.662	%	
Porcentaje remanente DBO en el afluente	99.338	%	
Remoción de coliformes fecales			
Marais Chow			
Coeficiente de mortandad de coliformes fecales	1.116		
Coliformes fecales remanente en el efluente	5.94E+06	NMP /100 ml	No Cumple
Porcentaje de coliformes fecales remanente en el efluente	5.373	%	
Porcentaje de coliformes fecales remanente en el afluente	94.627	%	
Tirimurty			
Factor "a"	2.193	Adim	
Coliformes fecales remanente en el efluente	1.54E+03	NMP*/100ml	
Porcentaje de coliformes fecales remanente en el efluente	0.001	%	No Cumple
Porcentaje de coliformes fecales remanente en el afluente	99.99	%	

Fuente: *Elaboración propia*

I.9.3 Tratamiento terciario – Biofiltros

Tabla 51.-Diseño de Biofiltro

Descripción	Valor	Unidad	Criterio
Coliformes fecales en el afluente	1.54E+03	NMP/100 ml	
Coliformes fecales en el efluente	9.77E+01	NMP/100 ml	< 1.00E+03, Cumple
Coliformes fecales removidos	93.66	%	
DBO_5 afluente	31.52	mg/lt	
DBO_5 efluente esperado	2	mg /lt	< 30, Cumple
DBO_5 removido	93.66	%	
Caudal medio	0.027	m^3/seg	
	2,346.043	m^3/día	
Medio filtrante	Arena con grava		
Porosidad	0.35		
Conductividad hidráulica	8000	m/día	
Profundidad media del humedal	0.62	m	0.40 - 0.85 m
Temperatura del agua en el mes más frío	24.2	°C	
Constante de biodegradación de la materia orgánica a 20°c	0.860	d^{-1}	
Constante de reacción de primer orden a temperatura ambiente	1.098	d^{-1}	
Superficie requerida			
Área superficial requerida	2,7151	m^2	
Tiempo de retención hidráulica	2.51	días	
Carga orgánica	27.24	KgDBO/ha*día	< 112, Cumple
Carga hidráulica	864.07	m^3/ha*d	470-1870, Cumple
Diseño geométrico			
Número de biofiltros	2	unid	

Superficie unitaria	13,575.614	m^2	
Caudal unitario	1,173.022	m^3/día	
Pendiente del fondo del lecho	0.006	m/m	< 0.001 m/m
Relación largo/ancho	2		
Ancho unitario	82.39	m	0.55
Largo unitario	164.78	m	
Detalles geométrico			
Espesor de tierra superficial	0.10	m	
Altura de borde libre	0.20	m	
Espesor del lecho filtrante en la entrada del biofiltro	0.167	m	
Profundidad del humedal en la entrada del biofiltro	0.47	m	
Espesor del lecho filtrante en la salida del biofiltro	1.07	m	
Profundidad de salida del humedal	1.37	m	
Talud a lo largo	2/3		
Margen extra de longitud a la entrada del humedal	0.70	m	
Margen extra de longitud a la salida del humedal	2.06	m	
Longitud total de biofiltro	167.54	m	
Talud de entrada del humedal	2/3		
Margen extra de la base del humedal	0.70	m	
Talud a lo ancho de la salida del humedal	1/2		

Fuente: *Elaboración propia*

J.10. Alternativa 2 – Tanque Imhoff + Laguna Facultativa Secundaria + Laguna Aerobia Terciaria

J.10.1 Tratamiento Terciario – Tanque Imhoff

Tabla 52.-Diseño del Tanque Imhoff

Cálculo	Valor	Unidad	Criterio
Población	19,152	Hab	
Dotación	153	lppd	10,000 – 15,000 hab → 110 lppd (INAA)
Sólidos en suspensión	466.66	mg/lt	ENACAL MATAGALPA
DBO_5 afluente	384.00	mg/lt	ENACAL MATAGALPA
Caudal medio	0.027	m^3/seg	
Carga percápita de DBO_5	47.04	GrDBO/hab/día	
	0.047	KgDBO/hab/día	
Carga diaria de DBO	900.88	KgDBO/día	
Coliformes fecales en el afluente	1.3E+08	NMP/100 ml	ENACAL MATAGALPA
Porcentaje de remoción de DBO	50.00	%	40% - 60%, CEPIS
Concentración de DBO_5 en afluente	384.00	mg/lt	Comprobación de "So" dado por Laboratorio UNI 1999
Concentración DBO en efluente	192.00	mg/lt	
Remoción de coliformes	15.00	%	
Coliformes fecales en efluente	1.11E+08	NMP/100 ml	

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 53.-Diseño del sedimentador

Diseño de la cámara de sedimentación			
Datos	Valor	Unidad	Criterio
Carga superficial	1.65	$m^3/m^2/hr$	1.0 - 1.7, INAA
Carga sobre el vertedero efluente	24.00	m3/m/hr	7 - 25, INAA
Tiempo de retención	2.00	hr	2-4, INAA
Velocidad horizontal del flujo	30.00	cm/min	INAA
Relación Longitud/Ancho (ΔL/Δb)	5.00		INAA
	1.00		
Pendiente del fondo del sedimentador	3.00		INAA
	2.00		
Abertura de comunicación entre cámaras	25.00	cm	15 - 30, INAA
Proyección horizontal del saliente	25.00	cm	15 - 30, INAA
Numero de tanques	1.00		
Numero de sedimentadores	2.00		
Cálculo			
Volumen total de sedimentación	195.50	m^3	
Volumen por sedimentador	97.75	m^3	
Área superficial mínima del sedimentador	59.24	m^2	
Área superficial mínima por sedimentador	29.62	m^2	
Ancho de sedimentador	2.43	m	
Longitud de sedimentador	12.17	m	
Área transversal triangular de sedimentador	4.44	m^2	
Altura triangular de sedimentador	3.65	m	
Área transversal rectangular de sedimentador	1.47	m^2	
Altura rectangular de sedimentador	0.61	m	
Área transversal total de cada sedimentador	5.92	m^2	
Altura total de cada sedimentador	4.26	m	

Revisión de velocidad horizontal del flujo	27.53	cm/min	< 30 cm/min, Cumple
Deflector de espuma			
Por debajo de la superficie	30.00	cm	INAA
Por encima de la superficie	30.00	cm	INAA
Borde libre	60.00	cm	45 – 60, INAA
Zona de ventilación de gases			
Anchura de abertura	0.65	m	45 – 75 cm
Separación entre sedimentadores	1.00	m	> 1.00 m CEPIS
Superficie en % del total	32.09	%	15 – 30
Cámara de digestión			
Temperatura de agua	24.20	° C	
Factor de capacidad relativa	0.53		OPS, CEPIS, 2005
Tiempo de retención de lodos	32.00	días	OPS, CEPIS, 2005
Pendiente del fondo	2.00		INAA
	1		
Tubería de extracción de lodos	30.00	cm	20 – 30, INAA
	0.30	m	Al fondo del tanque
Numero de cámaras	2.00	unid	
Cálculo			
Longitud de cada cámara	12.17	m	
Volumen por cámara	355.27	m^3	OPS, CEPIS, 05 163, UNATSABAR
Base mayor de cámara de lodos	7.17	m	
Base menor de cámara de lodos	5.50	m	
Altura en zonta trapezoidal	0.42	m	
Volumen en zona trapezoidal	11.74	m^3	
Volumen en zona recta de cada cámara	343.53	m^3	
Altura de lodos en zona recta de cada cámara	3.94	m	
Distancia libre hasta el nivel de lodos	88.82	cm	30 – 90, INAA
Profundidad total del tanque	9.50	m	7.25 – 9.5, INAA
Lecho de secado			
Densidad de los lodos	1.04	Kg/lt	CEPIS

Solidos contenidos en los lodos	10.00	%	CEPIS
Altura del lecho	0.40	m	0.2 – 0.4 m, CEPIS
Cálculo			
Carga de solidos que ingresa al sedimentador	1,094.80	Kg de SS/día	
Masa de solidos que conforman los solidos	355.81	Kg de SS/día	
Volumen diario de lodos digeridos	3,421.26	Lt/día	
Volumen de lodos a extraerse del tanque	109.48	m^3	
Área del lecho de secado	273.70	m^2	
Ancho del lecho de secado	10.00	m	Asumido
Largo del lecho de secado	27.37		

Fuente: *Elaboración propia*

J.10.2 Tratamiento secundario - Laguna Facultativa

Tabla 54.-Diseño de laguna facultativa

Descripción	Valor	Unidad	Criterios
Población	19,152	hab	
Dotación.	153.12	lppd	
Aporte de agua residual	0.80		
Caudal medio	27.153	lts/seg	
	2346043.392	lts/día	
	2346.043392	m^3/día	
DBO_5 Afluente	192.00	mg/lt	
Carga percápita de DBO_5 afluente	23.519	gr/hab*día	
Coliformes fecales en el afluente.	1.11E+08	NMP/100ml	
Cálculos			
Carga total aplicada de DBO_5	450.44	KgDBO/día	
Temperatura del aire en el mes más frio.	20.0	°C	

Temperatura del agua en el mes más frío	24.2	°C	
Carga superficial máxima	503.577	KgDBO/Ha*día	CEPIS
Carga superficial aplicada	201.431	KgDBO/Ha*día	(70-90%)$CS_{máx}$
Área total de lagunas facultativas	2.236	Ha	
	22,362.046	m^2	
Número de laguna	1	unid.	
Área requerida por laguna	22,362.046	m^2	
Dimensionamiento			
Altura de agua	1.50	m	1.5 - 2.5 m
Relación largo/ancho	2	m	2:1 - 4:1
Ancho en superficie de agua	105.74	m	
Longitud en superficie de agua	211.481	m	
Talud interno de laguna	1/3	m	
Ancho interior	96.740	m	
Longitud interior	202.481	m	
Volumen de laguna	31,442.327	m^3	
Período retención	13.402	días	7 - 15 días, Cumple
Borde libre			
Aumento de largo y ancho del perimetraje superior (L y B)	2	m	
Ancho total	107.74	m	
Longitud total	213.481	m	
Altura total	21.833	m	
Remoción de materia orgánica DBO_5			
Constante de Biodegradación de la Materia orgánica a 20°C	0.298	d^{-1}	
Constante de reacción de primer orden a temperatura ambiente	0.420	d^{-1}	

Marais Chow			
DBO remanente en el efluente	28.987	mg/lt	< 30 mg/lt, Cumple
Porcentaje remanente de DBO_5 en el efluente	15.097	%	
Porcentaje removido DBO_5 del afluente	84.903	%	
CEPIS (Dr. Yanez)			
Carga superficial removida	170.084	kgDBO/Ha*día	
Carga superficial remanente	31.347	kgDBO/Ha*día	
Porcentaje remanente DBO_5 en el efluente	15.562	%	
Porcentaje removido DBO_5 del afluente	84.438	%	
Carga total aplicada en el efluente	70.099	KgDBO/día	
Concentración DBO_5 en el efluente	29.879	mg/lt	< 30 mg/lt, Cumple
Thirimurty			
Factor geométrico	2		
Factor de dispersión	0.465		
Factor "a" de DBO_5	3.385		
DBO remanente en el efluente	10.401	mg/lt	< 30 mg/lt, Cumple
Porcentaje remanente DBO en el efluente	5.417	%	
Porcentaje removido DBO del afluente	94.583	%	
Remoción de coliformes fecales			
Marais Chow			
Coeficiente de mortandad de coliformes fecales	1.116		
Coliformes fecales remanente en el efluente	6.92E+06	NMP /100 ml	No Cumple

Porcentaje de coliformes fecales remanente en el efluente	6.265	%	
Porcentaje de coliformes fecales removido del afluente	93.735	%	
Thirimurty			
Factor "a"	5.369	Adim	
Coliformes fecales remanente en el efluente	5.331E+05	NMP*/100ml	No Cumple
Porcentaje de coliformes fecales remanente en el efluente	0.482	%	
Porcentaje de coliformes fecales removido del afluente	99.518	%	

Fuente: *Elaboración propia*

J.10.3 Tratamiento terciario – Laguna aerobia

Tabla 55.-Diseño de laguna aerobia

Descripción	Valor	Unidad	Criterios
Caudal medio	27.153	lps	
	2,346,043.392	lpd	
	2,346.043	m3/d	
DBO_5 afluente (efluente de lag. fac. sec.)	28.987	mg/l	Marais Chow
	29.879	mg/l	Yánez
	10.401	mg/l	Thirimurty
Coliformes fecales afluentes (efluente de lag. fac. sec.)	6.923E+06	NMP/100ml	Marais Chow
	5.331E+05	NMP/100ml	Thirimurty
Carga total aplicada	68.005	Kg/día	Marais Chow
	70.099	Kg/día	Yanez
	24.401	Kg/día	Thirimurty
Área total de lagunas aeróbias	2.236	Ha	
	22,362.046	m^2	
Número de lagunas	1	unid.	
Área requerida por laguna	2.236	Ha	

	22,362.046	m^2	
Carga superficial aplicada (según marais chow y thirimurty, respectivamente)	30.411	Kg DBO/Ha*d	< 150, Cumple
	10.912	Kg DBO/Ha*d	< 150, Cumple
Dimensionamiento			
Altura de agua	1.500	m	1.00 - 1.50 m
Relación largo/ancho	2	m	2:1 - 4:1
Ancho en superficie de agua	105.740	m	
Longitud en superficie de agua	211.481	m	
Talud interno de laguna	1/3		
Ancho interior	96.740	m	
Longitud interior	202.481	m	
Volumen de laguna	31,442.327	m^3	
Período retención	13.402	días	7 - 15 días, Cumple
Borde libre y canal			
Aumento de largo y ancho del perimetraje superior (L y B)	2	m	
Ancho total	107.740	m	
Longitud total	213.481	m	
Altura total	1.833	m	
Canal con pantalla deflectora			
Ancho de canal	35.247	m	
Longitud de canal	634.442	m	
Remoción de materia orgánica			
Constante de biodegradación de la materia orgánica a 20°c	0.298	d^{-1}	
Temperatura del aire en el mes más frio.	20.0	°C	
Temperatura superficial del agua.	24.2	°C	
Constante de reacción de primer orden a temperatura ambiente	0.420	d^{-1}	
Marais Chow			
DBO remanente en el efluente	4.376	mg/lt	< 30 mg/lt, Cumple

Porcentaje remanente de DBO_5 en el efluente	15.097	%	
Porcentaje removido DBO_5 del Afluente	84.903	%	
CEPIS			
Carga superficial aplicada de lag. facultativa primaria	201.431	Kg DBO_5/Ha*d	
Relación $DBO_{total}/DBO_{Soluble}$	2		OPS/EHP/CEPIS
Carga superficial remanente en laguna facultativa primaria	31.347	Kg DBO_5/Ha*d	
Carga superficial aplicada (según CEPIS)	63	Kg DBO_5/Ha*d	< 150, Cumple
Carga superficial removida	47.161	Kg DBO_5/Ha*d	
Carga superficial remanente	15.533	Kg DBO_5/Ha*d	
Carga total en el efluente	34.735	Kg/día	
Concentración de DBO_5 en el efluente	14.806	mg/l	< 30 mg/lt, Cumple
Thirimurty			
Factor geométrico	18		
Factor de dispersión	0.054		
Factor "a" de DBO_5	1.489		
DBO remanente en el efluente	0.109	mg/lt	< 30 mg/lt, Cumple
Porcentaje remanente DBO en el Efluente	1.048	%	
Porcentaje removido DBO del afluente	98.952	%	
Remocion de coliformes fecales			
Marais Chow			
Coeficiente de mortandad de coliformes fecales	1.116		
Coliformes fecales remanente en el efluente	4.34E+05	NMP/100 ml	No Cumple
Porcentaje de coliformes fecales remanente en el efluente	6.265	%	

Porcentaje de coliformes fecales removido del afluente	93.735	%	
Thirimurty			
Factor "a"	2.058	Adim	
Coliformes fecales remanente en el efluente	2.646E+01	NMP/100ml	< 1.00E+3, Cumple
Porcentaje de coliformes fecales remanente en el efluente	0.005	%	
Porcentaje de coliformes fecales removido del afluente	99.995	%	

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo VI

Estimación de costos

K.11 Red de alcantarillado sanitario

Tabla 56.-Costo estimado de la red

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
780	**PRELIMINARES**				**6,585,025.20**
1	**Limpieza inicial**				**124,388.07**
94237	Limpieza inicial con equipo	m^2	27,837.27	4.47	124,388.07
2	**TRAZO Y NIVELACION**				**653,548.63**
92806	Trazo y nivelación para tuberías (incl. estacas de madera + mano de obra topografía)	ml	28,408.24	23.01	653,548.63
3	**MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION**				**120,000.00**
95443	Movilización y desmovilización. de equipo (Proyecto drenaje)	gbl	1.00	120,000.00	120,000.00
5	**ROTULO**				**32,663.04**
04277	Rotulo tipo fise de 1.22 m x 2.44 m (estructura metálica & zinc liso) con bases de concreto ref.	m^2	3.28	9,949.14	32,663.04
4	**DEMOLICIONES Y RESTAURACION**				**5,624,501.41**
94142	Desinstalación manual de adoquines de concreto (inc. desalojo)	m^2	27,837.27	55.72	1,551,142.93
92583	Reinstalar adoquinado (incl. cama de arena y considera la compra e inst. de 20% adoquines nuevo)	m^2	27,837.27	146.33	4,073,358.48
6	**OTROS TRABAJOS PRELIMINARES**				**29,924.05**
94204	Champa de madera (incl. piso + techo de lam zinc) para oficina galeron cerrado	m2	16.00	1,870.25	29,924.05
785	**COLECTORAS**				**38,279,393.92**
2	**EXCAVACION PARA TUBERIAS**				**10,305,832.51**
96619	Excavacion para estructuras con excavadora (sin desalojo)	m3	93,036.27	110.77	10,305,832.51
4	**RELLENO Y COMPACTACION**				**17,222,686.05**

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
93278	Relleno y compactación manual (con apisonadora)	m3	92,337.88	186.52	17,222,686.05
5	**ACARREO DE TIERRA**				**139,800.40**
92603	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m3	907.91	153.98	139,800.40
7	**PRUEBA DE FILTRACION**				**613,339.60**
03135	Prueba de exfiltración y alineamiento de tubería sdr-41 de aguas negras de 6" a 14"	ml	28,408.24	21.59	613,339.60
8	**TUBERIA DE 6"**				**7,740,463.85**
96894	Tubería de pvc de 6" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	24,339.85	318.02	7,740,463.85
	TUBERIA DE 8"				**126,351.60**
96895	Tubería de pvc de 8" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	297.99	424.02	126,351.60
	TUBERIA DE 10"				**269,516.54**
96896	Tubería de pvc de 10" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	508.49	530.03	269,516.54
	TUBERIA DE 12"				**435,593.52**
96897	Tubería de pvc de 12" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	681.65	639.03	435,593.52
	TUBERIA DE 14"				**1,280,912.14**
96898	Tubería de pvc de 14" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	1,714.65	747.04	1,280,912.14
16	**TUBERIA DE 4"**				**144,897.71**
94215	Tubería de pvc de 4" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	865.62	167.39	144,897.71
830	**CONEXIONES**				**23,582,868.42**
2	**CONEXIONES DOMICILIARES**				**8,788,244.76**
3375	Conexión domiciliar corta	c/u	1,243.00	4,057.48	5,043,452.36
03376	conexión domiciliar larga	c/u	820.00	4,566.82	3,744,792.40
4	**POZOS DE VISITA**				**14,038,995.65**
02842	Pozo pvs D=1.20m, hcono=0.90m, ht=1.0-1.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	17.00	15,587.72	264,991.16

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
5107	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=1.5-2.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	183.00	18,224.87	3,335,150.57
05110	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=2.0-2.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	35.00	20,991.35	734,697.08
05111	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=2.5-3.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	19.00	23,781.54	451,849.22
05149	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=3.0-3.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	28.00	26,764.41	749,403.38
05150	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=3.5-4.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	25.00	36,115.25	902,881.20
05273	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=4.0-4.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	26.00	44,512.64	1,157,328.60
05274	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=4.5-5.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	20.00	51,175.74	1,023,514.89
05258	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=5.0-5.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	19.00	58,281.01	1,107,339.15
05268	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=5.5-6.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	11.00	65,422.76	719,650.33
05151	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=6.0-6.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	11.00	77,938.60	857,324.60
05112	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=6.5-7.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	4.00	84,173.69	336,694.76
02843	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=7.0-7.50m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	5.00	90,408.78	452,043.90
05108	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=7.50-8.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	5.00	96,643.86	483,219.30
05259	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=8.0-8.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	6.00	102,878.95	617,273.70
05260	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=8.5-9.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	1.00	109,114.04	109,114.04

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
05274	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=9.0-9.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	3.00	144,186.41	432,559.23
05278	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=9.5-10.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	2.00	151,980.27	303,960.54
3	**Caídas de Pozos de visita**				**755,628.01**
05151	Caída de pozo de visita sanitario con altura de 0.60 - 3.50 m en tubo de PVC	c/u	211.00	3,581.18	755,628.01
835	**MITIGACION DE IMPACTOS**				**93,275.00**
92195	Medidas de Mitigación y Prevención de Accidentes	global	1.00	93,275.00	93,275.00
840	**Limpieza Final**				**382,484.12**
92194	Limpieza final (con camión volquete)	m^2	27,837.27	13.74	382,484.12
			TOTAL DIRECTO		**C$ 68,923,046.66**
			TOTAL DIRECTO		C$ 13,051,268.12
			SUB-TOTAL		C$ 81,974,314.78
			ADMNISTRACION 6%		C$ 4,918,458.89
			UTILIDAD 8%		C$ 6,557,945.18
			SUB-TOTAL		**C$ 93,450,718.84**
			ALCALDIA 1%		C$ 934,507.19
			I.V.A 15%		**C$ 14,017,607.83**
			COSTO TOTAL		**C$ 108,402,833.86**

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 57.-Detalles de la red

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
34.7.3	34.8.4	Alcantarillado 1	4	25.04		29.74	0.70	20.87	20.66	1.11	9	
34.8.4	34.8.1.2.2.1	Alcantarillado 1	6	55.34		79.79	0.95	76.00	74.99	0.99	6	
34.8.1.2.2.1	34.8.1.2.2	Alcantarillado 1	6	76.22		136.89	0.95	130.37	128.98	1.14	8	
34.8.1.2.2	34.8.1.2.1	Alcantarillado 1	6	81.42		134.85	0.95	128.43	126.95	0.90		4
34.8.1.2.1	34.8.1.2	Alcantarillado 1	6	81.42		139.45	0.95	132.81	131.32		3	
34.8.1.2	34.8.1.1	Alcantarillado 1	6	99.87		248.32	0.95	236.50	234.68			3
34.8.1.1	34.8.1	Alcantarillado 1	6	99.87		404.32	0.95	385.07	383.25		2	
34.8.4	34.8.3	Alcantarillado 2	6	59.87		100.19	0.95	95.42	94.33	1.50	4	
34.8.3	34.8.2	Alcantarillado 2	6	59.87		128.52	0.95	122.40	121.31	0.78		4
34.8.2	34.8.1	Alcantarillado 2	6	34.96		77.08	0.95	73.41	72.77			2
34.8.1	34.8	Alcantarillado 2	6	44.82		195.81	0.95	186.49	185.68		2	
34.7.4	34.7.3	Alcantarillado 3	6	79.03		211.09	0.95	201.05	199.60			4
34.7.3	34.7.2	Alcantarillado 3	4	59.52		83.26	0.70	58.41	57.93		6	
34.7.2	34.7.1	Alcantarillado 3	6	59.52		136.02	0.95	129.54	128.46	1.49	4	
34.7.1	34.7	Alcantarillado 3	6	79.88		234.71	0.95	223.54	222.08	1.79	4	
34.2.2	34.6.2	Alcantarillado 4	6	79.88		225.80	0.95	215.05	213.59	1.44	10	
34.6.2	34.6.1	Alcantarillado 4	6	53.09		169.43	0.95	161.37	160.40	0.88	8	
34.6.1	34.6	Alcantarillado 4	6	53.09		162.53	0.95	154.79	153.82		7	
34.6.2	34.7.1	Alcantarillado 5	6	49.07		114.37	0.95	108.92	108.03	2.79	6	
34.7.1	34.8.2	Alcantarillado 5	6	23.28		47.94	0.95	45.65	45.23	0.74	8	
34.6.2	34.3	Alcantarillado 6	6	51.10		90.49	0.95	86.18	85.25	0.64	8	
34.8	34.7	Alcantarillado 7	6	22.13		93.31	0.95	88.87	88.47		7	
34.7	34.6	Alcantarillado 7	6	35.72		145.80	0.95	138.86	138.21	1.74	6	
34.6	34.5	Alcantarillado 7	6	49.72		170.64	0.95	162.52	161.61		7	
34.5	34.4	Alcantarillado 7	6	58.70		206.44	0.95	196.62	195.55		9	
34.4	34.3	Alcantarillado 7	6	58.69		275.76	0.95	262.64	261.57	0.88	4	
34.3	34.2	Alcantarillado 7	6	81.72		499.32	0.95	475.56	474.07		5	
32.3	34.2.1	Alcantarillado 8	6	67.52		96.06	0.95	91.49	90.25		6	
32.2.1	34.2	Alcantarillado 8	6	62.81		95.21	0.95	90.68	89.54		5	
34.7.3	34.2.2	Alcantarillado 9	6	47.92		156.35	0.95	148.90	148.03	1.12	2	
34.2.2	34.2	Alcantarillado 9	6	49.34		154.41	0.95	147.06	146.16		8	
34.2	34.1	Alcantarillado 9	6	88.92		537.77	0.95	512.12	510.55		5	
34.1	34	Alcantarillado 9	6	88.92		378.90	0.95	360.86	359.24		5	
34.7.4	32.4	Alcantarillado 10	6	79.00		240.02	0.95	228.59	227.15	0.87	6	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
32.4	31.3.1	Alcantarillado 10	6	54.74		135.05	0.95	128.62	127.62	0.69	9	
31.3.1	31.3	Alcantarillado 10	6	54.74		177.99	0.95	169.52	168.52		8	
31.3	28.3.1	Alcantarillado 10	6	71.19		128.66	0.95	122.54	121.24	1.97	7	
28.3.1	28.3	Alcantarillado 10	6	71.19		81.15	0.95	77.29	75.99	0.79	6	
32.4	32.3	Alcantarillado 11	6	95.37		396.70	0.95	377.82	376.08	1.26	8	
32.3	32.2	Alcantarillado 11	6	60.36		220.90	0.95	210.38	209.28	0.61	8	
32.2	32.1	Alcantarillado 11	6	57.34		163.24	0.95	155.47	154.43		7	
32.1	32	Alcantarillado 11	6	57.20		97.84	0.95	93.18	92.14		8	
31.2	32.3.1	Alcantarillado 12	6	50.43		116.60	0.95	111.05	110.13		11	
32.3.1	32.3	Alcantarillado 12	6	50.42		166.89	0.95	158.95	158.03	1.09	2	
32.2	31.1	Alcantarillado 13	6	71.86		160.49	0.95	152.85	151.54	0.60	4	
31.1	29.1	Alcantarillado 13	6	64.91		145.27	0.95	138.36	137.17	0.67		4
31.3	31.2	Alcantarillado 14	6	79.11		307.36	0.95	292.73	291.29			2
31.2	31.1	Alcantarillado 14	6	71.86		223.04	0.95	212.42	211.11	1.08	6	
31.1	31	Alcantarillado 14	6	88.92		139.63	0.95	132.98	131.36			3
31.3	28.4.2	Alcantarillado 15	6	69.86		139.63	0.95	132.98	131.71	0.84	3	
28.4.2	28.4.1	Alcantarillado 16	6	69.29		126.91	0.95	120.87	119.61	0.63		3
28.4.1	28.4	Alcantarillado 16	6	72.03		333.32	0.95	317.45	316.14			5
28.4	25.2.1	Alcantarillado 16	6	51.28		85.42	0.95	81.35	80.42	1.07	6	
25.2.1	25.2	Alcantarillado 16	6	51.28		70.68	0.95	67.32	66.38	0.86	3	
25.2	24.2	Alcantarillado 16	6	74.86		92.60	0.95	88.19	86.82		5	
24.2	22.3.1	Alcantarillado 16	6	74.86		83.84	0.95	79.85	78.48	0.90	9	
22.3.1	22.3	Alcantarillado 16	6	51.66		66.69	0.95	63.51	62.57		8	
22.3	21.3	Alcantarillado 16	6	94.44		100.49	0.95	95.71	93.99		4	
21.3	19.3	Alcantarillado 16	6	97.61		136.69	0.95	130.18	128.40	2.46	3	
19.3	17.2	Alcantarillado 16	6	94.43		149.05	0.95	141.96	140.23	0.84	2	
17.2	11.9	Alcantarillado 16	6	95.16		160.24	0.95	152.61	150.87	1.62	5	
11.9	11.8	Alcantarillado 16	6	51.86		85.98	0.95	81.89	80.94		9	
11.8	11.7	Alcantarillado 16	6	51.86		99.12	0.95	94.41	93.46	1.73		3
11.7	11.6	Alcantarillado 16	6	76.34		151.44	0.95	144.23	142.84	0.71	8	
11.6	11.5	Alcantarillado 16	6	21.51		39.83	0.95	37.93	37.54		2	
11.5	11.4	Alcantarillado 16	6	21.51		35.90	0.95	34.19	33.80	1.86	6	
11.4	11.3	Alcantarillado 16	6	20.71		37.47	0.95	35.68	35.30	0.73		4
11.3	11.2	Alcantarillado 16	6	76.71		141.94	0.95	135.19	133.79		10	
11.2	9.2	Alcantarillado 16	6	29.15		45.42	0.95	43.26	42.73		6	
9.2	9.1	Alcantarillado 16	6	64.52		349.18	0.95	332.56	331.38	1.05	5	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
28.4.1.1	28.4	Alcantarillado 17	6	58.66		202.49	0.95	192.85	191.78	0.69	9	
28.2.1	28.3.1	Alcantarillado 18	6	61.31		146.84	0.95	139.85	138.74	1.76	6	
28.3.1	28.4.1	Alcantarillado 18	6	70.42		146.22	0.95	139.26	137.97	1.55	7	
28.6	28.5	Alcantarillado 19	6	66.90		151.28	0.95	144.08	142.86		3	
28.5	28.4	Alcantarillado 19	6	16.73		61.61	0.95	58.68	58.37	1.21	8	
28.4	28.3	Alcantarillado 19	6	58.80		264.75	0.95	252.15	251.07		4	
28.3	28.2	Alcantarillado 19	6	58.48		281.78	0.95	268.37	267.30		5	
28.2	28.1	Alcantarillado 19	6	52.48		207.54	0.95	197.66	196.70	2.14	2	
28.1	28	Alcantarillado 19	6	51.01		148.42	0.95	141.36	140.42	1.07	6	
29.2	29.1	Alcantarillado 21	6	84.14		273.50	0.95	260.49	258.95	0.74	2	
29.1	29	Alcantarillado 21	6	50.96		116.41	0.95	110.87	109.94		4	
17.20	34.10	Alcantarillado 77	6	86.80		228.48	0.95	217.61	216.02			3
34.10	34.9	Alcantarillado 77	6	86.80		431.00	0.95	410.48	408.90	2.97		2
34.9	34	Alcantarillado 77	6	86.80		658.67	0.95	627.32	625.74		3	
17.18	31.5	Alcantarillado 78	6	76.26		224.99	0.95	214.28	212.89			4
31.5	31.4	Alcantarillado 78	6	90.06		455.26	0.95	433.59	431.94	1.50		2
31.4	31	Alcantarillado 78	6	90.06		684.53	0.95	651.95	650.31	0.60	5	
31.5	30.1.1	Alcantarillado 79	6	78.06		148.25	0.95	141.19	139.77	2.46	4	
30.1.1	30.1	Alcantarillado 79	6	83.82		470.95	0.95	448.53	447.00	0.63	9	
30.1	28.7.2	Alcantarillado 79	6	37.22		105.00	0.95	100.00	99.32		7	
28.7.2	28.7.1	Alcantarillado 79	6	52.44		217.46	0.95	207.11	206.15	1.36	5	
28.7.1	28.7	Alcantarillado 79	6	52.44		239.69	0.95	228.28	227.33		9	
27.16	30.1.1	Alcantarillado 80	4	97.72		300.21	0.70	210.63	209.83		7	
17.14	30.2	Alcantarillado 81	6	60.03		197.55	0.95	188.15	187.05	1.20	6	
30.2	30.1	Alcantarillado 81	6	46.77		275.93	0.95	262.80	261.94	1.68	4	
30.1	30	Alcantarillado 81	6	89.56		737.52	0.95	702.41	700.78		3	
28.7.2	29	Alcantarillado 82	6	69.18		255.18	0.95	243.03	241.77	2.58	2	
17.12	28.8	Alcantarillado 83	4	50.55		121.88	0.70	85.51	85.10	2.77	5	
28.8	28.7	Alcantarillado 83	6	57.05		282.00	0.95	268.58	267.54	0.88		
28.7	28	Alcantarillado 83	6	28.66		192.20	0.95	183.05	182.53	1.05	8	
17.10	25	Alcantarillado 84	6	51.56		271.20	0.95	258.29	257.35		4	
17.6	19.5	Alcantarillado 85	4	57.21		149.72	0.70	105.04	104.58	0.94		4
19.5	19	Alcantarillado 85	6	57.21		329.48	0.95	313.79	312.75		6	
17.4	17.3	Alcantarillado 86	6	63.13		329.48	0.95	313.79	312.64	2.20	5	
17.3	17	Alcantarillado 86	6	84.92		937.27	0.95	892.66	891.11	1.24	2	
17.3.3	17.3.2	Alcantarillado 87	6	51.28		198.18	0.95	188.75	187.81	1.39	5	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
17.3.2	17.3.1	Alcantarillado 87	6	51.28		215.02	0.95	204.79	203.85	0.72	6	
17.3.1	17.3	Alcantarillado 87	6	94.84		443.72	0.95	422.60	420.87		8	
9.4.9.1	9.4.9	Alcantarillado 36	6	84.67		296.16	0.95	282.06	280.52	1.62	1	
9.4.9	9.4.8	Alcantarillado 36	6	57.43		301.14	0.95	286.80	285.76	0.70	5	
9.4.8.1	9.4.8	Alcantarillado 37	6	66.01		176.08	0.95	167.70	166.50	0.96	7	
9.4.8	9.4.7	Alcantarillado 37	6	32.89		188.74	0.95	179.76	179.16		3	
9.4.5.5	9.4.5.1.3.1	Alcantarillado 38	6	55.93		140.92	0.95	134.21	133.19	2.41	1	
9.4.5.1.3.1	9.4.5.1.3	Alcantarillado 38	6	55.93		187.42	0.95	178.49	177.47	1.41	2	
9.4.5.1.3	9.4.7.1	Alcantarillado 38	6	52.56		144.46	0.95	137.59	136.63	0.86		5
9.4.7.1	9.4.7	Alcantarillado 38	6	51.01		108.27	0.95	103.12	102.19	0.84	7	
9.4.5.1.4	9.4.5.1.3	Alcantarillado 39	6	70.80		356.56	0.95	339.59	338.30	1.40	3	
9.4.5.1.3	9.4.5.1.2	Alcantarillado 39	6	58.24		293.42	0.95	279.46	278.40	1.29	8	
9.4.5.1.2	9.4.5.1.1	Alcantarillado 39	6	58.24		278.93	0.95	265.65	264.59	1.39		3
9.4.5.1.1	9.4.5.1	Alcantarillado 39	6	65.44		299.39	0.95	285.14	283.95	0.77	8	
9.4.7	9.4.6	Alcantarillado 40	6	72.23		437.22	0.95	416.41	415.09	1.03	4	
9.4.6	9.4.5	Alcantarillado 40	6	56.90		338.34	0.95	322.24	321.20		3	
7.9	9.4.2.4	Alcantarillado 41	6	50.19		149.55	0.95	142.43	141.51		4	
9.4.2.4	9.4.2.3	Alcantarillado 41	6	50.19		194.45	0.95	185.20	184.28	0.94		4
9.4.2.3	9.4.2.2	Alcantarillado 41	6	51.20		205.06	0.95	195.30	194.37		8	
9.4.2.2	9.4.2	Alcantarillado 41	6	70.10		286.23	0.95	272.60	271.33	1.03		3
9.4.2	9.4.1	Alcantarillado 41	6	91.91		475.39	0.95	452.76	451.08		4	
9.4.2.4	9.4.2.1	Alcantarillado 42	6	93.21		265.90	0.95	253.25	251.55	1.07	3	
9.4.2.1	9.4.1.1	Alcantarillado 42	6	95.88		429.88	0.95	409.41	407.67	2.81	7	
7.6	9.4.2.1	Alcantarillado 43	6	72.92		185.97	0.95	177.12	175.79	0.75		4
9.4.2.1	9.4.2	Alcantarillado 43	6	94.04		296.66	0.95	282.54	280.83	1.07		8
1.4.2.2.2	1.4.2.2.1	Alcantarillado 44	6	65.39		128.00	0.95	121.90	120.71		4	
1.4.2.2.1	1.4.2.2	Alcantarillado 44	6	62.50		128.11	0.95	122.01	120.87			4
1.4.2.2	1.6.2	Alcantarillado 44	6	83.60		135.55	0.95	129.09	127.57	1.00	2	
1.6.2	1.6.1	Alcantarillado 44	6	41.90		83.92	0.95	79.93	79.16		3	
1.6.1	1.6	Alcantarillado 44	6	41.90		92.41	0.95	88.01	87.24		8	
1.6	5.3	Alcantarillado 44	6	96.13		195.06	0.95	185.78	184.02	0.69	9	
5.3	7.4.1	Alcantarillado 44	6	81.08		162.52	0.95	154.78	153.30		4	
7.4.1	7.4	Alcantarillado 44	6	81.08		228.85	0.95	217.96	216.48	1.42	6	
7.4	9.4.1.1	Alcantarillado 44	6	67.68		122.03	0.95	116.22	114.98	0.73		6
9.4.1.1	9.4.1	Alcantarillado 44	6	98.33		415.85	0.95	396.06	394.26	1.14	8	
9.4.1	9.4	Alcantarillado 44	6	85.78		445.54	0.95	424.33	422.76			4

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
11.9	9.9	Alcantarillado 45	6	97.84		131.19	0.95	124.95	123.16	0.88	7	
11.3	9.5.1	Alcantarillado 46	6	62.24		101.97	0.95	97.12	95.98		9	
9.5.1	9.5	Alcantarillado 46	6	51.77		92.10	0.95	87.72	86.77		6	
9.4	9.3	Alcantarillado 47	6	71.01		392.59	0.95	373.90	372.61		5	
9.3	9.2	Alcantarillado 47	6	41.53		241.71	0.95	230.21	229.45		4	
7.11	7.10	Alcantarillado 48	4	71.25		157.56	0.70	110.54	109.96		3	
7.10	7.9	Alcantarillado 48	4	39.19		90.63	0.70	63.59	63.27		8	
7.9	7.8	Alcantarillado 48	4	29.59		75.63	0.70	53.06	52.82			3
7.8	7.7	Alcantarillado 48	4	44.04		133.70	0.70	93.80	93.44		3	
7.7	7.6	Alcantarillado 48	4	18.66		133.07	0.70	93.36	93.21		3	
7.6	7.5	Alcantarillado 48	4	42.50		84.43	0.70	59.23	58.89			7
7.5	7.4	Alcantarillado 48	4	63.28		225.96	0.70	158.53	158.02	1.30	6	
7.4	7.3	Alcantarillado 48	4	51.50		113.52	0.70	79.64	79.23	2.32	4	
7.3	7.2	Alcantarillado 48	4	51.50		59.07	0.70	41.44	41.03	2.53	7	
7.2	7.1	Alcantarillado 48	4	31.90		82.82	0.70	58.11	57.85		8	
7.1	7	Alcantarillado 48	4	63.48		155.74	0.70	109.26	108.75			6
1.10.2	1.10.1	Alcantarillado 49	4	54.98		205.26	0.70	144.01	143.56	1.84	6	
1.10.1	1.10	Alcantarillado 49	6	54.98		212.48	0.95	202.36	201.36	1.63		6
1.10	5.7	Alcantarillado 49	6	86.39		140.58	0.95	133.89	132.31	1.88	7	
5.7	7.11.1	Alcantarillado 49	6	83.08		180.55	0.95	171.96	170.44			5
7.11.1	7.11	Alcantarillado 49	6	83.08		195.06	0.95	185.77	184.26	1.05	6	
7.8.2	7.10	Alcantarillado 50	6	73.89		90.89	0.95	86.56	85.21	0.78		6
7.8.2	7.8.1	Alcantarillado 51	6	59.12		123.85	0.95	117.95	116.87			6
1.8	5.5	Alcantarillado 52	6	97.64		125.88	0.95	119.89	118.11			4
5.5	7.8.1	Alcantarillado 52	6	96.80		90.00	0.95	85.71	83.95	1.28	3	
7.8.1	7.8	Alcantarillado 52	6	79.22		150.14	0.95	142.99	141.55	0.66	5	
5.2	7.2.1	Alcantarillado 53	6	88.38		175.69	0.95	167.33	165.71		4	
7.2.1	7.2	Alcantarillado 53	6	88.38		221.40	0.95	210.86	209.25	1.10	6	
7.2	9.1.1	Alcantarillado 53	6	69.54		144.74	0.95	137.85	136.58	1.13	7	
9.1.1	9.1	Alcantarillado 53	6	69.54		119.41	0.95	113.73	112.46	0.90		6
13	11.5.1	Alcantarillado 54	6	51.34		72.20	0.95	68.76	67.82	1.04	2	
11.5.1	11.5	Alcantarillado 54	6	51.34		74.06	0.95	70.53	69.59			2
11.2	11.1	Alcantarillado 55	6	45.95		84.36	0.95	80.35	79.51	1.63	3	
11.1	11	Alcantarillado 55	6	49.01		108.38	0.95	103.22	102.32			5
1.7.1	1.6.1	Alcantarillado 61	6	100.28		152.64	0.95	145.37	143.54	1.24	8	
1.4.4	1.4.3	Alcantarillado 62	6	76.31		143.09	0.95	136.28	134.89	0.81	4	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
1.4.3	1.4.2	Alcantarillado 62	6	52.34		101.65	0.95	96.81	95.86	1.30	3	
1.4.2	1.4.1	Alcantarillado 62	6	87.01		162.29	0.95	154.56	152.97	1.08	6	
1.4.1	1.4	Alcantarillado 62	6	87.01		181.06	0.95	172.45	170.86	0.80	7	
1.4	5.1	Alcantarillado 62	6	97.46		205.61	0.95	195.82	194.04		9	
1.3	5	Alcantarillado 63	6	98.12		192.61	0.95	183.45	181.66	1.80		5
5.21-3	1.22.2	Alcantarillado 64	6	72.09		360.02	0.95	342.88	341.57			7
5.21.2	1.22.1	Alcantarillado 65	6	74.99		311.09	0.95	296.29	294.92		6	
9.1	9	Alcantarillado 56	6	98.65		553.49	0.95	527.14	525.34		3	
5.22	5.21	Alcantarillado 57	6	69.64		125.84	0.95	119.85	118.58	1.41		6
5.21	5.20	Alcantarillado 57	6	86.95		361.06	0.95	343.88	342.29		5	
5.20	5.19	Alcantarillado 57	6	85.94		181.86	0.95	173.21	171.64			8
5.19	5.18	Alcantarillado 57	6	44.79		92.94	0.95	88.51	87.69	3.65	5	
5.18	5.17	Alcantarillado 57	6	12.90		34.11	0.95	32.48	32.25	0.65	4	
5.17	5.16	Alcantarillado 57	6	61.21		171.68	0.95	163.51	162.39	0.62	6	
5.16	5.15	Alcantarillado 57	6	61.21		201.53	0.95	191.94	190.82	0.72		6
5.15	5.14	Alcantarillado 57	6	57.93		257.02	0.95	244.79	243.73	2.24	3	
5.14	5.13	Alcantarillado 57	6	56.45		240.00	0.95	228.58	227.55	3.28		4
5.13	5.12	Alcantarillado 57	6	56.45		226.51	0.95	215.73	214.70	0.63	2	
5.12	5.11	Alcantarillado 57	6	66.38		223.38	0.95	212.75	211.54	4.56	8	
5.11	5.10	Alcantarillado 57	6	63.86		116.42	0.95	110.88	109.71	1.31		3
5.10	5.9	Alcantarillado 57	6	68.33		189.71	0.95	180.68	179.43	0.71	8	
5.9	5.8	Alcantarillado 57	6	68.29		124.93	0.95	118.98	117.74	2.72		
5.8	5.7	Alcantarillado 57	6	68.38		109.94	0.95	104.71	103.46	0.74	5	
5.7	5.6	Alcantarillado 57	6	38.72		64.10	0.95	61.05	60.34			5
5.6	5.5	Alcantarillado 57	6	45.57		80.54	0.95	76.71	75.87			4
5.5	5.4	Alcantarillado 57	6	75.05		136.84	0.95	130.32	128.95	1.13	6	
5.4	5.3	Alcantarillado 57	6	97.11		186.92	0.95	178.03	176.25			4
5.3	5.2	Alcantarillado 57	6	97.11		198.37	0.95	188.93	187.16	3.23		6
5.2	5.1	Alcantarillado 57	6	48.29		75.13	0.95	71.55	70.67	0.88	9	
5.21.1	1.22	Alcantarillado 58	6	80.45		97.08	0.95	92.46	90.99	2.47		3
1.22	1.21	Alcantarillado 58	6	89.49		298.42	0.95	284.21	282.58			6
1.21	1.20	Alcantarillado 58	6	43.65		78.83	0.95	75.08	74.28	1.37	6	
1.20	1.19	Alcantarillado 58	6	72.48		228.15	0.95	217.29	215.97			4
1.19	1.18	Alcantarillado 58	6	64.54		130.20	0.95	124.00	122.83	1.54		6
1.18	1.17	Alcantarillado 58	6	60.88		153.19	0.95	145.90	144.79	0.60	2	
1.17	1.16	Alcantarillado 58	6	53.24		169.85	0.95	161.76	160.79			5

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
1.16	1.15	Alcantarillado 58	6	53.16		209.34	0.95	199.38	198.41	1.19	2	
1.15	1.14	Alcantarillado 58	6	44.22		223.88	0.95	213.22	212.41			6
1.14	1.13	Alcantarillado 58	6	50.38		229.46	0.95	218.54	217.62	2.31	6	
1.13	1.12	Alcantarillado 58	6	94.01		277.81	0.95	264.59	262.88	1.12		8
1.12	1.11	Alcantarillado 58	6	70.54		149.53	0.95	142.41	141.13	0.91		5
1.11	1.10	Alcantarillado 58	6	80.52		86.04	0.95	81.95	80.48	1.75	2	
1.10	1.9	Alcantarillado 58	6	27.77		100.35	0.95	95.58	95.07	0.90	3	
1.9	1.8	Alcantarillado 58	6	35.01		131.99	0.95	125.71	125.07	0.89	8	
1.8	1.7	Alcantarillado 58	6	70.53		159.83	0.95	152.22	150.93			6
1.7	1.6	Alcantarillado 58	6	99.89		147.66	0.95	140.63	138.81		2	
1.6	1.5	Alcantarillado 58	6	67.03		129.87	0.95	123.69	122.47			8
1.5	1.4	Alcantarillado 58	6	67.03		106.43	0.95	101.36	100.14		3	
1.4	1.3	Alcantarillado 58	6	57.86		124.11	0.95	118.21	117.15		3	
1.3	1.2	Alcantarillado 58	6	71.72		238.36	0.95	227.02	225.71			5
1.2	1.1	Alcantarillado 58	6	76.31		456.43	0.95	434.70	433.30		5	
1.1	1	Alcantarillado 58	6	77.98		400.66	0.95	381.59	380.16			6
1.10.2	1.4.2.4	Alcantarillado 59	6	51.14		186.05	0.95	177.19	176.26	1.20	2	
1.4.2.4	1.7.1.A	Alcantarillado 59	6	57.60		213.75	0.95	203.57	202.52	0.73		7
1.7.1.A	1.4.2.3	Alcantarillado 59	6	23.94		85.85	0.95	81.77	81.33		3	
1.4.2.3	1.4.2.2	Alcantarillado 59	6	75.15		178.87	0.95	170.36	168.99			5
1.4.2.2	1.4.2.1	Alcantarillado 59	6	60.13		113.40	0.95	108.00	106.90	0.93	4	
1.4.2.1	1.4.2	Alcantarillado 59	6	60.13		121.42	0.95	115.64	114.54	1.85		8
1.7.1.A	1.7.1	Alcantarillado 60	6	99.71		201.59	0.95	191.99	190.17		2	
1.7.1	1.7	Alcantarillado 60	6	37.27		93.54	0.95	89.09	88.41	1.49	8	
1.7	5.4	Alcantarillado 60	6	98.89		208.86	0.95	198.91	197.11	1.96		3
25.1.1	27.1	Alcantarillado 22	6	52.32		83.14	0.95	79.18	78.23		6	
27.1	27	Alcantarillado 22	6	50.03		66.33	0.95	63.17	62.26	1.65		4
28.6	25.4	Alcantarillado 23	6	81.96		136.33	0.95	129.84	128.34		3	
25.4	24.3	Alcantarillado 23	6	92.46		187.91	0.95	178.97	177.28			5
24.3	22.4	Alcantarillado 23	6	91.74		157.80	0.95	150.29	148.62		3	
22.4	21.4.1	Alcantarillado 23	6	51.30		82.41	0.95	78.49	77.56			4
21.4.1	21.4	Alcantarillado 23	6	51.30		67.85	0.95	64.62	63.69	1.49	6	
21.4	19.4	Alcantarillado 23	6	93.83		185.02	0.95	176.22	174.51			4
19.4	9.10	Alcantarillado 23	6	93.06		155.74	0.95	148.33	146.63			6
9.10	9.9	Alcantarillado 23	6	99.18		191.69	0.95	182.56	180.75			5
9.9	9.8	Alcantarillado 23	6	80.21		138.68	0.95	132.08	130.62		5	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
9.8	9.7	Alcantarillado 23	6	13.95		34.54	0.95	32.90	32.65			6
9.7	9.6	Alcantarillado 23	6	9.47		22.77	0.95	21.69	21.51		3	
9.6	9.5	Alcantarillado 23	6	95.59		181.17	0.95	172.55	170.81	0.79		4
9.5	9.4	Alcantarillado 23	6	93.35		210.26	0.95	200.25	198.55			6
25.4	25.3	Alcantarillado 24	6	52.32		159.58	0.95	151.99	151.03	0.62	5	
25.3	25.2	Alcantarillado 24	6	51.30		195.17	0.95	185.88	184.95	3.05		5
25.2	25.1	Alcantarillado 24	6	91.25		348.58	0.95	331.99	330.33	1.14	6	
25.1	25	Alcantarillado 24	6	95.95		172.50	0.95	164.29	162.54	0.74	5	
24.3	24.2	Alcantarillado 25	6	92.46		362.56	0.95	345.31	343.62	0.87	4	
24.2	24.1	Alcantarillado 25	6	92.56		358.26	0.95	341.21	339.52		4	
24.1	24	Alcantarillado 25	6	96.28		197.12	0.95	187.73	185.98			4
22.4	22.3	Alcantarillado 26	6	95.61		264.73	0.95	252.13	250.38	0.83		6
22.3	22.2	Alcantarillado 26	6	95.16		268.81	0.95	256.01	254.28	0.97	3	
22.2	22.1	Alcantarillado 26	6	50.70		94.72	0.95	90.21	89.29			5
22.1	22	Alcantarillado 26	6	50.70		52.34	0.95	49.85	48.92		5	
22.4	21.5.2	Alcantarillado 27	6	93.03		90.05	0.95	85.77	84.07			6
21.5.2	21.5.3.2	Alcantarillado 28	6	51.21		69.82	0.95	66.50	65.56			4
21.5.3.2	21.5.3.1	Alcantarillado 28	6	28.79		53.82	0.95	51.26	50.73			5
21.5.3.1	21.5.3	Alcantarillado 28	6	28.79		57.79	0.95	55.04	54.52	0.80	3	
21.5.3	21.5.2	Alcantarillado 28	6	4.13		78.58	0.95	74.84	74.77			5
21.5.2	21.5.1	Alcantarillado 28	6	51.58		93.28	0.95	88.84	87.90		6	
21.5.1	21.5	Alcantarillado 28	6	51.58		89.39	0.95	85.14	84.20		3	
21.5	21.4	Alcantarillado 28	6	96.27		364.06	0.95	346.73	344.97	0.95	5	
21.4	21.3	Alcantarillado 28	6	88.76		571.26	0.95	544.07	542.45	0.66		3
21.3	21.2	Alcantarillado 28	6	97.23		661.98	0.95	630.47	628.70			5
21.2	21.1	Alcantarillado 28	6	53.53		296.15	0.95	282.06	281.08		2	
21.1	21	Alcantarillado 28	6	53.53		237.70	0.95	226.39	225.41	2.24		6
19.4	19.3	Alcantarillado 29	6	93.45		296.40	0.95	282.30	280.59	0.83		8
19.3	19.2	Alcantarillado 29	6	51.43		226.60	0.95	215.82	214.88	1.47	8	
19.2	19.1	Alcantarillado 29	6	44.29		190.72	0.95	181.64	180.84			6
19.1	19	Alcantarillado 29	6	98.19		273.92	0.95	260.88	259.09			4
17.2	9.10.1	Alcantarillado 30	6	63.45		114.87	0.95	109.40	108.25	0.77	3	
9.10.1	9.10	Alcantarillado 30	6	32.12		74.75	0.95	71.19	70.61			5
9.10	9.4.5.3.3	Alcantarillado 30	6	50.11		94.29	0.95	89.80	88.89	1.06	2	
9.4.5.3.3	9.4.5.3.2	Alcantarillado 30	6	50.11		91.86	0.95	87.49	86.58		3	
9.4.5.3.2	9.4.5.3.1	Alcantarillado 30	6	90.57		115.94	0.95	110.42	108.77	1.35	5	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
9.4.5.3.1	9.4.5.3	Alcantarillado 30	6	90.57		276.12	0.95	262.98	261.33		2	
9.4.5.3	9.4.5.1.1	Alcantarillado 30	6	93.68		203.60	0.95	193.10	192.20	1.04	5	
9.4.5.1.1	9.4.6	Alcantarillado 30	6	93.26		168.84	0.95	160.80	159.10		3	
17.2	17.1	Alcantarillado 31	6	96.84		328.47	0.95	312.83	311.06	1.56	4	
17.1	17	Alcantarillado 31	6	95.91		448.65	0.95	427.29	425.55			5
17.4.1	17.3.1	Alcantarillado 32	6	85.13		327.23	0.95	311.65	310.10			3
17.3.1	16	Alcantarillado 32	6	91.26		217.95	0.95	207.58	205.92	2.13		4
16	13.2	Alcantarillado 32	6	94.02		151.67	0.95	144.45	142.73	1.81	4	
17.4.3	17.3.3.1	Alcantarillado 33	6	52.25		70.73	0.95	67.36	66.41			6
17.3.3.1	17.3.3	Alcantarillado 33	6	52.25		169.98	0.95	161.89	160.94	1.20		7
17.3.3	15	Alcantarillado 33	6	99.20		121.31	0.95	115.54	113.73	2.16	2	
15	13.1	Alcantarillado 33	6	95.92		171.81	0.95	163.63	161.88			5
13.1	11.7	Alcantarillado 33	6	97.61		123.60	0.95	117.72	115.94	1.01	5	
11.7	9.8.1	Alcantarillado 33	6	97.61		160.15	0.95	152.52	150.74	1.86		4
9.8.1	9.8	Alcantarillado 33	6	26.89		55.29	0.95	52.66	52.17	1.53	3	
9.4.5.6	9.4.5.5	Alcantarillado 34	6	79.00		172.37	0.95	164.17	162.73	1.45		6
9.4.5.5	9.4.5.4	Alcantarillado 34	6	81.91		230.26	0.95	219.30	217.81			9
9.4.5.4	9.4.5.3	Alcantarillado 34	6	98.33		194.95	0.95	185.67	183.87	2.14	2	
9.4.5.3	9.4.5.2	Alcantarillado 34	6	66.19		235.91	0.95	224.68	223.48			4
9.4.5.2	9.4.5.1	Alcantarillado 34	6	95.94		356.72	0.95	339.74	337.99		5	
9.4.5.1	9.4.5	Alcantarillado 34	6	94.79		397.91	0.95	378.97	377.24	1.83		2
9.4.5	9.4.4	Alcantarillado 34	6	51.37		290.29	0.95	276.47	275.53			3
9.4.4	9.4.3	Alcantarillado 34	6	19.79		106.13	0.95	101.08	100.72			5
9.4.3	9.4.2	Alcantarillado 34	6	39.79		208.23	0.95	198.32	197.60		4	
5.21.3	5.21.2	Alcantarillado 66	6	60.80		144.29	0.95	137.42	136.31			6
5.21.2	5.21.1	Alcantarillado 66	6	65.27		242.42	0.95	230.88	229.69		3	
5.21.1	5.21	Alcantarillado 66	6	66.15		315.59	0.95	300.57	299.36	2.16		4
1.22.2	1.22.1	Alcantarillado 67	6	60.17		169.29	0.95	161.23	160.13			3
1.22.1	1.22	Alcantarillado 67	6	65.96		252.47	0.95	240.46	239.25		4	
1.22	5.20	Alcantarillado 67	6	73.08		162.41	0.95	154.68	153.34	1.29		8
5.19.1	5.19	Alcantarillado 68	6	98.54		204.55	0.95	194.81	193.02			6
5.17.2	5.17.1	Alcantarillado 69	6	21.43		50.67	0.95	48.25	47.86	1.20	4	
5.17.1	5.17	Alcantarillado 69	6	26.87		89.20	0.95	84.96	84.47	2.91		9
1.20.2	1.20.1	Alcantarillado 70	6	68.09		157.78	0.95	150.27	149.03	0.96		7
1.20.1	1.20	Alcantarillado 70	6	68.09		237.27	0.95	225.98	224.74	1.11		5
1.20	5.18	Alcantarillado 70	6	71.00		157.00	0.95	149.52	148.23		5	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
5.16.1	5.16	Alcantarillado 71	6	58.44		158.80	0.95	151.24	150.18	1.08	6	
5.16	1.19	Alcantarillado 71	6	74.46		208.07	0.95	198.16	196.80		4	
5.15.1	5.15	Alcantarillado 72	6	91.12		190.44	0.95	181.38	179.71	1.02	5	
5.15	1.18	Alcantarillado 72	6	73.61		216.84	0.95	206.52	205.18	2.88		7
5.10.4	5.14	Alcantarillado 73	6	88.51		246.18	0.95	234.46	232.84	0.73	4	
5.14	1.17	Alcantarillado 73	6	72.94		254.75	0.95	242.62	241.29	1.21		6
5.10.4	5.10.3	Alcantarillado 74	6	76.34		146.59	0.95	139.61	138.22			5
5.10.3	5.10.2	Alcantarillado 74	6	76.33		148.29	0.95	141.23	139.84	1.30	6	
5.10.2	5.10.1	Alcantarillado 74	6	76.33		128.30	0.95	122.19	120.81		7	
5.10.1	5.10	Alcantarillado 74	6	78.57		229.27	0.95	218.36	216.92			8
1.15	5.12	Alcantarillado 75	6	73.22		98.36	0.95	93.68	92.34	1.00	4	
34	33	Alcantarillado Colectora	6	63.65		625.40	0.95	595.63	594.47	0.67		9
33	32	Alcantarillado Colectora	6	63.65		690.02	0.95	657.17	656.01		3	
32	31	Alcantarillado Colectora	6	58.73		572.04	0.95	544.81	543.74	0.97		8
31	30	Alcantarillado Colectora	8	40.52		508.33	1.00	509.96	508.65		6	
30	29	Alcantarillado Colectora	8	53.89		603.18	1.00	605.12	603.36			7
29	28	Alcantarillado Colectora	8	96.87		1027.91	1.00	1031.20	1028.06			8
28	27	Alcantarillado Colectora	8	55.86		504.37	1.00	505.99	504.17		3	
27	26	Alcantarillado Colectora	8	50.85		394.56	1.00	395.83	394.18			6
26	25	Alcantarillado Colectora	10	50.85		332.06	1.05	349.10	347.42		2	
25	24	Alcantarillado Colectora	10	58.87		383.39	1.05	404.10	401.12	0.85		6
24	23	Alcantarillado Colectora	10	53.30		265.67	1.05	280.02	277.32	1.21		8
23	22	Alcantarillado Colectora	10	53.30		188.24	1.05	198.40	195.70	1.65		7
22	21	Alcantarillado Colectora	10	83.94		168.37	1.05	177.46	173.21	0.80	5	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
21	20	Alcantarillado Colectora	10	51.32		215.76	1.05	227.41	224.82			5
20	19	Alcantarillado Colectora	10	51.32		603.18	1.05	635.75	633.15			5
19	18	Alcantarillado Colectora	10	52.79		455.11	1.05	479.69	477.012		6	
18	17	Alcantarillado Colectora	10	52.79		585.41	1.05	617.03	614.35	1.11		4
17	16	Alcantarillado Colectora	12	99.59		1272.66	1.30	1660.56	1653.29			3
16	15	Alcantarillado Colectora	12	98.00		1199.43	1.30	1565.02	1557.87	2.00	5	
15	14	Alcantarillado Colectora	12	94.70		1063.33	1.30	1387.43	1380.52	2.48		5
14	13	Alcantarillado Colectora	12	97.83		912.26	1.30	1190.31	1183.17	2.30		6
13	12	Alcantarillado Colectora	12	62.71		471.55	1.30	615.27	610.70	0.86	3	
12	11	Alcantarillado Colectora	12	60.04		347.53	1.30	453.46	449.07			3
11	10	Alcantarillado Colectora	12	50.25		198.49	1.30	258.98	255.32	2.29		2
10	9	Alcantarillado Colectora	12	50.24		156.96	1.30	204.80	201.14	1.13		2
9	8	Alcantarillado Colectora	12	68.29		243.95	1.30	318.30	313.32	0.90	8	
8	7	Alcantarillado Colectora	14	68.29		295.49	1.36	400.57	393.79	1.20		3
7	6	Alcantarillado Colectora	14	91.61		480.09	1.36	650.81	641.71	2.14		
6	5	Alcantarillado Colectora	14	90.16		441.23	1.36	598.14	589.182			2
5	4	Alcantarillado Colectora	14	71.32		440.78	1.36	597.52	590.43	0.87		
4	3	Alcantarillado Colectora	14	71.32		600.45	1.36	813.98	806.89	1.31	4	

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
3	2	Alcantarillado Colectora	14	68.76		533.36	1.36	723.03	716.20	1.07		5
2	1	Alcantarillado Colectora	14	68.76		482.51	1.36	654.10	647.27			4
17.20	17.19	Alcantarillado 76	6	70.72		207.84	0.95	197.95	196.66	4.01	8	
17.19	17.18	Alcantarillado 76	6	70.72		343.54	0.95	327.18	325.89			5
17.18	17.17	Alcantarillado 76	6	51.20		240.77	0.95	229.31	228.38	0.80		4
17.17	17.16	Alcantarillado 76	6	51.20		235.24	0.95	224.04	223.11	1.01	5	
17.16	17.15	Alcantarillado 76	6	54.74		272.44	0.95	259.47	258.48			4
17.15	17.14	Alcantarillado 76	6	54.74		302.25	0.95	287.86	286.86			4
17.14	17.13	Alcantarillado 76	6	57.19		325.31	0.95	309.82	308.78		4	
17.13	17.12	Alcantarillado 76	6	57.19		331.88	0.95	316.08	315.04			5
17.12	17.11	Alcantarillado 76	6	70.00		408.43	0.95	388.99	387.72		3	
17.11	17.10	Alcantarillado 76	6	70.00		406.60	0.95	387.25	385.97			3
17.10	17.9	Alcantarillado 76	6	86.56		393.54	0.95	374.81	373.23			4
17.9	17.8	Alcantarillado 76	6	86.56		221.30	0.95	210.77	209.19		8	
17.8	17.7	Alcantarillado 76	6	86.56		152.69	0.95	145.42	143.84			5
17.7	17.6	Alcantarillado 76	6	86.05		143.02	0.95	136.21	134.64			4
17.6	17.5	Alcantarillado 76	6	86.05		167.80	0.95	159.81	158.24		6	
17.5	17.4	Alcantarillado 76	6	63.46		325.14	0.95	309.67	308.51			6
17.4	17.4.1	Alcantarillado 76	6	93.80		96.72	0.95	92.12	90.41		4	
17.4.1	17.4.2	Alcantarillado 76	6	55.95		87.05	0.95	82.91	81.89			4
17.4.2	17.4.3	Alcantarillado 76	4	53.97		88.72	0.90	79.99	79.56			3
31.2	29.2	Alcantarillado 20	6	49.11		140.11	0.95	133.44	132.55		6	
29.2	28.2.1	Alcantarillado 20	6	35.80		61.80	0.95	58.85	58.20			4
28.2.1	28.2	Alcantarillado 20	6	74.25		146.66	0.95	139.68	138.33	1.13		6
28.2	25.1.1	Alcantarillado 20	6	42.87		69.77	0.95	66.45	65.67			5
25.1.1	25.1	Alcantarillado 20	6	93.35		107.78	0.95	102.64	100.94		8	
25.1	24.1	Alcantarillado 20	6	67.00		77.81	0.95	74.11	72.88			3
24.1	22.2.1	Alcantarillado 20	6	53.99		89.38	0.95	85.13	84.14			6
22.2.1	22.2	Alcantarillado 20	6	53.94		73.36	0.95	69.86	68.88		4	
22.2	21.2	Alcantarillado 20	6	86.12		128.46	0.95	122.35	120.78			5
21.2	19.1.1	Alcantarillado 20	6	86.12		83.85	0.95	79.86	78.29		4	
19.1.1	19.1	Alcantarillado 20	6	50.82		82.16	0.95	78.25	77.33			5
19.1	17.1	Alcantarillado 20	6	98.85		313.18	0.95	298.27	296.47			4
17.1	13.2	Alcantarillado 20	6	99.23		207.13	0.95	197.27	195.46			6

Pozos		Calle	Tubería (ø)	Longitud	Tipo	Área CAD	Ancho De excavación	Excavación	Relleno	Pozos con caída	Corta	Larga
Desde	Hasta											
13.2	13.1	Alcantarillado 20	6	98.22		129.11	0.95	122.97	121.18			5
13.1	13	Alcantarillado 20	6	97.59		90.20	0.95	85.903	84.12		4	
1	1A	Alcant. Planta de tratamiento	14	92.89		559.36	1.36	758.27	749.04			7
1A	1B	Alcant. Planta de tratamiento	14	86.56		488.87	1.36	662.71	654.11			8
1B	1C	Alcant. Planta de tratamiento	14	98.00		725.49	1.36	983.48	973.75		3	
1C	1D	Alcant. Planta de tratamiento	14	98.25		765.78	1.36	1038.10	1028.34			5
1D	1E	Alcant. Planta de tratamiento	14	98.95		427.46	1.36	579.47	569.64			6
1E	1F	Alcant. Planta de tratamiento	14	97.09		185.39	1.36	251.31	241.67		2	
1F	1G	Alcant. Planta de tratamiento	14	90.42		178.68	1.36	242.22	233.24			6
1G	1H	Alcant. Planta de tratamiento	14	99.34		213.37	1.36	289.24	279.38			5
1H	1I	Alcant. Planta de tratamiento	14	96.77		124.44	1.36	168.70	159.09	0.76		4
1I	1J	Alcant. Planta de tratamiento	14	80.98		76.62	1.36	103.86	95.82		8	
1J	1J	Alcant. Planta de tratamiento	14	78.08		57.39	1.36	77.80	70.05			6
CAJA	CAJA	Alcant. Planta de tratamiento	14	79.36		31.26	1.36	42.38	34.50	0.65		5
CAJA	CAJA	Alcant. Planta de tratamiento	14	87.73		52.50	1.36	71.167	62.46	0.63	3	

Fuente: *Elaboración propia*

K.12 Sistema de Tratamiento

Tabla 58.-Tratamiento Preliminar

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Preliminares**				**220,968.84**
1.1	Limpieza inicial con equipo	m^2	45,000.00	4.47	201,078.00
1.2	Excavación en terreno natural	m^3	35.49	155.57	5,521.23
1.3	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (Carga equipo)	m^3	8.01	40.68	325.70
1.4	Préstamo Selecto	m^3	29.33	478.80	14,043.91
2.0	**Construcción del canal**				**8,101.04**
2.1	**Materiales**				**4,801.10**
	Arena motastepe en minas	m^3	0.69	160.00	111.09
	Piedra triturada grava de 1/2" o 3/4"	m^3	0.53	377.00	201.38
	Cemento ASTM 1157-95	sac	8.31	210.00	1745.7
	Agua	m^3	0.39	39.50	15.23
	Alambre de hierro recocido numero 18	lbs	7.42	25.46	188.99
	Hierro en (Varillas) corrugadas grado 40	lbs	155.88	11.50	1792.61
	Alambre galvanizado cal. #16	lbs	0.82	27.83	22.88
	Clavos corrientes	lbs	2.80	22.00	61.55
	Madera de pino (Aserrada: en cuartón, regla o tabla)	p2v	122.35	4.50	550.57
	Arenilla de playa	m^3	0.04	400.00	14.76
	Cal	sac	1.36	70.00	95.4
	Madera blana	p2v	0.17	5.50	0.94
2.2	**Mano de Obras**				**2,834.44**

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Operador de equipo liviano de construcción	hrs	0.85	55.00	46.58
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	27.49	54.09	1487.05
	Operador de camión volquete (Constructor)	hrs	0.30	60.50	17.93
	Operador de cabezal (Constructor)	hrs	0.03	63.00	2.13
	Armador A de la construcción en tarea	hrs	8.91	63.28	563.66
	Carpintero A de construcción	hrs	7.02	63.28	444
	Albañil en tarea	hrs	4.32	63.28	273.09
2.3	**Equipos**				**465.64**
	Pala de hierro punta cuadrada	c/u	0.004	130.00	0.51
	Pala de hierro punta redonda de modo manual	c/u	0.007	65.00	0.42
	Camión volquete capacidad =7 m3 marca KAMAZ	hrs	0.228	909.54	207.37
	Mezcladora CIPSA (capacidad =2 sacos)	hrs	0.696	148.10	103.04
	Camión cabezal INTER con rastra	hrs	0.026	1,501.80	39.13
	Guillotina de hierro	hrs	0.015	2,200.00	32.66
	Cuchara de Albañil L=8"	hrs	0.007	16.52	0.11
	Vibrador de concreto	hrs	0.814	101.20	82.4
3.00	**Construcción de Reja**				**270.45**
3.1	**Materiales**				**193.32**
	Alambre de hierro recocido numero 18	lbs	0.37	25.46	9.41
	Hierro en (Varillas) corrugadas grado 40	lbs	7.76	11.50	89.26
	Acero estructural A-36	lbs	4.7077	15.00	70.62
	Pintura anticorrosiva	gln	0.0300	415.00	12.47
	Electrodos o soldadura E-6013	lbs	0.2242	45.00	10.09
	Diluyente de pintura (THINNER)	gln	0.0072	205.00	1.47

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
3.2	**Mano de Obras**				**63.81**
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	0.47	54.09	25.52
	Armador A de la construcción en tarea	hrs	0.444	63.28	28.07
	Soldador "A"	hrs	0.094	63.28	5.96
	Pintor de la construcción	hrs	0.067	63.28	4.26
3.3	**Equipos**				**13.32**
	Guillotina de hierro	hrs	0.0007	2,200.00	1.63
	Equipo de oxicorte (cilindro de acetileno+ cilindro de oxigeno)	hrs	0.0179	347.84	6.24
	Soldador (de motor de diesel)	hrs	0.0448	121.65	5.45
4.00	**Construcción del Desarenador**				**57,002.04**
4.1	**Materiales**				**32,367.44**
	Arena motastepe en minas	m^3	3.47	160.00	555.08
	Piedra tritutada grava de 1/2" o 3/4"	m^3	4.52	377.00	1702.35
	Cemento ASTM 1157-95	sac	50.11	210.00	10523.36
	Agua	m^3	3.26	39.50	128.77
	Alambre de hierro recocido numero 18	lbs	45.38	25.46	1155.33
	Hierro en (Varillas) corrugadas grado 40	lbs	952.94	11.50	10958.85
	Alambre galvanizado cal. #16	lbs	9.53	27.83	265.16
	Clavos corrientes	lbs	31.76	22.00	698.71
	Madera de pino (Aserrada: en cuartón, regla o tabla)	p2v	1417.74	4.50	6379.83
4.2	**Mano de Obras**				**20,775.97**
	Operador de equipo liviano de construcción	hrs	7.16	55.00	393.73
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	214.86	54.09	11621.85
	Operador de camión volquete (Constructor)	hrs	2.51	60.50	151.59

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Operador de cabezal (Constructor)	hrs	0.29	63.00	18.04
	Armador A de la construcción en tarea	hrs	54.45	63.28	3445.84
	Carpintero A de construcción	hrs	81.30	63.28	5144.92
4.3	**Equipos**				**3,859.86**
	Pala de hierro punta cuadrada	c/u	0.03	130.00	4.3
	Pala de hierro punta redonda de modo manual	c/u	0.055	65.00	3.58
	Camión volquete capacidad =7 m3 marca KAMAZ	hrs	1.93	909.54	1753.01
	Mezcladora CIPSA (capacidad =2 sacos)	hrs	5.88	148.10	871
	Camión cabezal INTER con rastra	hrs	0.22	1,501.80	330.8
	Guillotina de hierro	hrs	0.09	2,200.00	199.66
	Cuchara de Albañil L=8"	hrs	0.055	16.52	0.91
	Vibrador de concreto	hrs	6.883	101.20	696.6
5.0	**Construcción de Medidor Parshall**				**7,530.00**
	Medidor Parshall Prefabricado	c/u	1.00	7,530.00	7,530.00
6.0	**Cajas de Recolección y Distribución**				**41,145.76**
6.1	**Materiales**				**26,267.38**
	Arena motastepe en minas	m^3	8.55	160.00	1,368.00
	Piedra tritutada grava de 1/2" o 3/4"	m^3	7.13	377.00	2,687.26
	Cemento ASTM 1157-95	sac	87.80	210.00	18,437.71
	Alambre galvanizado cal. #16	lbs	0.59	27.83	16.53
	Clavos corrientes	lbs	4.86	22.00	106.94

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Madera de pino (Aserrada: en cuartón, regla o tabla)	p2v	248.85	4.50	1,119.83
	Aceite quemado	gln	0.72	15.00	10.81
	Ladrillo cuarterón de 4"X6"X8"	c/u	495.00	4.50	2,227.50
	Madera blanca	p2v	4.67	5.50	25.70
	Alambre de hierro recocido numero 18	lbs	0.58	25.46	14.85
	Hierro en (Varillas) corrugadas grado 40	lbs	19.80	12.74	252.25
6.2	**Mano de Obra**				**14,575.53**
	Ayudante de la Construcción	hrs	250.05	54.09	13,525.24
	Operador de equipo pesado de la construcción	hrs	0.38	60.50	22.87
	Carpintero "A" de construcción en tarea	hrs	1.08	63.28	68.34
	Albañil "A" en tarea	hrs	12.19	63.28	771.59
	Armador "A" de la construcción en tarea	hrs	2.96	63.28	187.49
6.3	**Equipos**				**302.85**
	Camión volquete Cap= 7 m3 marca KAMAZ	hrs	0.31	909.54	284.87
	Pala de hierro (Punta redonda)	hrs	0.07	65.00	4.68
	Piocha con mango de madera	hrs	0.07	184.75	13.30
7.0	**Operación y acabado**				**1,042,848.51**

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
7.1	Cerco de malla ciclón(Sistema completo)	ml	1,113.48	547.00	609,073.56
7.2	Construcción de portón doble hoja	c/u	1.00	7,606.85	7,606.85
7.3	Instalaciones eléctricas	global	1.00	194,442.50	194,442.50
7.4	Caseta de Operación	m^2	40.00	5,793.14	231,725.60
			TOTAL DIRECTO		**C$ 1,377,866.64**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 260,912.83
			SUB-TOTAL		**C$ 1,638,779.47**
			ADMINISTRACION 6%		**C$ 98,326.77**
			UTILIDAD 8%		**C$ 131,102.36**
			SUB TOTAL		**C$ 1,868,208.59**
			ALCALDIA 1%		**C$ 18,682.09**
			I.V.A 15%		C$ 280,231.29
			COSTO TOTAL		**C$ 2,167,121.97**

Fuente: *Elaboración propia*

K.13 Alternativa 1 – Tanque Imhoff + Laguna Aerobia Secundaria + Biofiltro

Tabla 59.-Tratamiento Primario - Tanque Imhoff

Etapa	Sub-Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0		**Tanque Imhoff**				**3,575,562.40**
	1.1	Concreto de 3000 PSI (Con mezcladora)	m^3	273.02	3303.32	901,876.10
	1.2	Colado vaciado vibrado y curado de concreto en vigas columnas y muros	m^3	546.04	988.55	539,790.21
	1.3	Acero de refuerzo G-40(Alistar, armar y colocar)	lbs	44475.09	19.64	873,339.65
	1.4	Formaleta en muros de concreto	m^2	2389.94	244.75	584,944.94
	1.5	Geomembrana	m^2	632.13	72.42	45,780.15
	1.6	Excavación en la vía con tractor	m^3	1378.65	62.393	86,018.79
	1.7	Préstamo selecto	m^3	1105.63	478.80	529,372.74
	1.8	Desalojo de Tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m^3	354.93	40.68	14,439.82
2.0		**Lecho de Secado**				**145,512.56**
	2.1	Relleno con hormigón rojo	m^3	30.12	302.46	9,109.68
	2.2	Filtro de piedra triturada (grava 2'')	m^3	49.56	546.44	27,080.49
	2.3	Pared de bloque de mortero de 6" x 8" x 16" sin sisar (sin monc)	m^2	132.66	430.88	57,162.73
	2.4	Excavación en la vía con tractor	m^3	452.45	62.39	28,229.97
	2.5	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m^3	588.19	40.68	23,929.71
3.0		**Laguna Aeróbica**				**10,931,409.78**
	3.1	Geomembrana	m^2	28363.91	72.42	2054,176.65
	3.2	Excavación en la vía con tractor	m^3	41311.15	62.39	2577,539.10
	3.3	Excavación para estructuras con excavadoras(sin desalojo)	m^3	9202.18	100.09	921,068.48
	3.5	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m^3	65667.33	40.68	2671,596.69

	3.6	Acabado	m^2	5789.51	184.63	1068,928.53
	3.7	Mortero cemento y arena, proporción 1:3	lts	173685.25	3.81	662,261.88
	3.8	Mortero cemento y arena, proporción 1:1	lts	173685.25	4.85	842,755.59
	3.9	Conformación con motoniveladora	m^2	22574.40	5.90	133,082.86
4.0		**Biofiltro**				**13246,321.71**
	4.1	Relleno con hormigón rojo	m^3	26,691.06	302.47	8,073,147.49
	4.2	Relleno de Escoria Volcánica	m^3	558.84	310.06	173,275.01
	4.3	Geomembrana	m^2	28,608.52	72.42	2,071,886.45
	4.4	Excavación en la vía con tractor	m^3	25,398.66	62.39	1,584,706.33
	4.5	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m^3	33,018.26	40.68	1,343,308.31

TOTAL DIRECTO	**C$ 27898,806.45**
TOTAL INDIRECTO	C$ 4402,152.67
SUB-TOTAL	**C$ 32300,959.12**
ADMINISTRACION 6%	C$ 1938,057.55
UTILIDAD 8%	C$ 2584,076.73
SUB TOTAL	**C$ 36823,093.40**
ALCALDIA 1%	C$ 368,230.93
SUB-TOTAL	**C$ 37191,324.33**
I.V.A 15%	C$ 5578,698.65
SUB-TOTAL	**C$ 42770,022.98**

Fuente: *Elaboración propia*

K.13.1 Tratamiento primario

Tabla 60.-Tanque Imhoff

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Construcción del Tanque Imhoff**				**3575,562.28**
1.1	**Materiales**				**1701,879.68**
	Arena motastepe en minas	m^3	172.00	160.00	27,520.57
	Piedra triturada grava de 1/2" o 3/4"	m^3	223.88	377.00	84,401.87
	Cemento ASTM 1157-95	sac	2484.50	210.00	521,744.09
	Agua	m^3	370.13	39.50	14,620.14
	Alambre de hierro recocido numero 18	lbs	2223.75	25.46	56,616.80
	Hierro en (Varillas) corrugadas grado 40	lbs	46698.85	11.50	537,036.77
	Alambre galvanizado cal. #16	lbs	358.49	27.83	9,976.80
	Clavos corrientes	lbs	1194.97	22.00	26,289.34
	Madera de pino (Aserrada: en cuartón, regla o tabla)	p^2v	53343.46	4.50	240,045.55
	Hilo de nylon	ml	316.07	0.75	237.05
	Geotextil MT-150	m^2	632.13	40.00	25,285.22
	Material de banco	m^3	1437.32	110.00	158,105.48
1.2	**Mano de Obras**				**1,232,585.45**
	Operador de equipo liviano de construcción	hrs	354.93	55.00	19,521.04
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	14885.51	54.09	805,157.00
	Operador de camión volquete (Constructor)	hrs	344.25	60.50	20,826.86
	Operador de cabezal (Constructor)	hrs	14.20	63.00	894.42

	Armador A de la construcción en tarea	hrs	2668.51	63.28	168,863.04
	Carpintero A de construcción	hrs	3217.16	63.28	203,581.60
	Operador de equipo pesado de la construcción	hrs	14.91	60.50	901.87
	Operador de compactadora	hrs	10.75	60.50	650.59
	Operador de motoniveladora	hrs	51.66	92.00	4,752.90
	Operador de camión cisterna	hrs	98.03	60.50	5,931.08
	Operador de tractor	hrs	15.92	60.50	963.23
	Operador de cargadora frontal	hrs	8.96	60.50	541.82
1.3	**Equipos**				**641,096.40**
	Pala de hierro punta cuadrada	c/u	1.64	130.00	212.96
	Pala de hierro (punta redonda)	c/u	5.46	65.00	354.93
	Camión volquete capacidad =7 m3 marca KAMAZ	hrs	107.91	909.54	98,147.57
	Mezcladora CIPSA (capacidad =2 sacos)	hrs	291.59	148.10	43,184.03
	Camión cabezal INTER con rastra	hrs	10.92	1,501.80	16,400.95
	Guillotina de hierro	hrs	4.45	2,200.00	9,784.52
	Camión cisterna INTER 4600	hrs	11.03	958.72	10,573.95
	Motoniveladora Caterpillar 120	hrs	8.27	1,139.72	9,427.68
	tractor sobre orugas	hrs	30.33	1,683.71	51,067.58
	Vibrocompactadora	hrs	8.27	985.73	8,153.88
	Cuchara	c/u	5.46	16.52	90.21
	Vibrador de concreto	c/u	682.55	101.02	68,951.58
	Motoniveladora marca cat 140-H	hrs	31.51	1,437.30	45,290.09

	Cargador frontal	hrs	13.82	824.93	11,400.87
	Camión volquete inter 4900	hrs	169.16	971.67	164,369.45
	Camión cisterna MAZ	hrs	27.97	951.85	26,625.63
	tractor sobre orugas	hrs	12.16	3,109.37	37,816.03
	Vibrocompactadora	hrs	36.49	1,036.35	37,812.14
	Bomba de succión de 3"	hrs	11.06	129.55	1,432.35
			TOTAL DIRECTO		**C$ 3575,562.40**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 677,068.50
			SUB-TOTAL		**C$ 4252,630.90**
			ADMINISTRACION 6%		**C$ 255,157.85**
			UTILIDAD 8%		**C$ 340,210.47**
			SUB TOTAL		**C$ 4847,999.22**
			ALCALDIA 1%		**C$ 48,479.99**
			I.V.A 15%		C$ 727,199.88
			COSTO TOTAL		**C$ 5623,679.10**

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 61.-Lecho de secado

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Construcción del Lecho de Secado**				**145,512.58**
1.1	**Materiales**				**67,165.50**
	Hormigón Rojo	m^3	19.58	120.00	2,349.20
	Piedra triturada grava de 2"	m^3	54.51	436.04	23,770.10
	Bloque de mortero de 6"X8"X16" - 3 hoyos	c/u	1,471.24	13.59	19,994.20
	Agua	m^3	2.17	39.50	85.78
	Arena motastepe en minas	m^3	1.33	160.00	212.26
	Cemento ASTM 1157-95 tipo GU	sac	59.70	210.00	12,536.75
	Clavos corrientes	lbs	46.43	22.00	1,021.51
	Madera de Roja (Aserrada: en cuartón, regla o tabla)	p^2v	310.43	15.00	4,656.51
	Madera blanca	p^2v	461.67	5.50	2,539.19
1.2	**Mano de Obras**				**29,925.56**
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	176.32	54.09	9,537.14
	Operador de camión volquete (Constructor)	hrs	4.97	60.50	300.65
	Albañil "A" en tarea	hrs	260.92	63.28	16,511.07
	Carpintero "A" de construcción en tarea	hrs	19.90	63.28	1,259.25
	Operador de compactadora	hrs	3.53	60.50	213.51
	Operador de motoniveladora	hrs	3.53	92.00	324.68
	Operador de camión cisterna	hrs	4.71	60.50	284.68
	Operador de equipo pesado de la construcción	hrs	24.70	60.50	1,494.58
1.3	**Equipos**				**48,421.47**
	Camión volquete inter 4900	hrs	3.92	971.67	3,804.42
	Motoniveladora caterpillar 120	hrs	2.71	1,139.72	3,094.01

	tractor sobre orugas	hrs	9.95	1,683.71	16,759.56
	Vibrocompactadora	hrs	2.71	985.73	2,675.97
	Camión volquete inter 4600	hrs	3.62	958.72	3,470.20
	Camión volquete Cap: 7m3	hrs	20.47	909.54	18,617.31
			TOTAL DIRECTO		**C$ 145,512.56**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 27,554.26
			SUB-TOTAL		**C$ 173,066.82**
			ADMINISTRACION 6%		C$ 10,384.01
			UTILIDAD 8%		C$ 13,845.35
			SUB TOTAL		**C$ 197,296.17**
			ALCALDIA 1%		C$ 1,972.96
			I.V.A 15%		C$ 29,594.43
			COSTO TOTAL		**C$ 228,863.56**

Fuente: *Elaboración propia*

K.13.2 Tratamiento secundario

Tabla 62.-Laguna Aeróbica

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Construcción de Laguna Aeróbica**				**10931,409.78**
1.1	**Materiales**				**3140,708.39**
	Agua	m^3	198.29	39.50	7,832.59
	Hilo de nylon	ml	14,181.95	0.75	10,636.47
	Geomembrana	m^2	28,363.91	40.00	1134,556.34
	Arena motastepe en minas	m^3	810.53	160.00	129,684.99
	Arenilla de playa	m^3	37.63	400.00	15,052.72
	Cal	sac	1,389.48	70.00	97,263.74
	Cemento	sac	8,302.16	210.00	1743,452.58
	Clavos corrientes	lbs	57.90	22.00	1,273.69
	Madera blanca	p^2v	173.69	5.50	955.27
	Mano de Obras				**2,389,051.54**
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	25,052.19	54.09	1355,073.06
	Operador de compactadora	hrs	322.23	60.50	19,494.73
	Operador de motoniveladora	hrs	322.23	92.00	29,644.88
	Operador de camión cisterna	hrs	429.64	60.50	25,992.98
	Albañil "A" en tarea	hrs	11,491.00	63.28	727,150.71
	Operador de equipo pesado	hrs	2,758.03	60.50	166,860.70
	Operador de excavadora	hrs	634.95	92.00	58,415.45
	Operador de equipo pesado de la construcción	hrs	106.10	60.50	6,419.03
	Equipos				**5,401,641.82**
	Camión Cisterna inter 4600	hrs	330.49	958.72	316,846.62

	Motoniveladora caterpillar 120	hrs	247.87	1,139.72	282,498.88
	tractor sobre orugas	hrs	908.85	1,683.71	1530,231.99
	Vibrocompactadora	hrs	247.87	985.73	244,329.85
	Camión volquete Cap: 7 m3	hrs	2,285.22	909.54	2078,501.94
	Excavadora caterpillar	hrs	482.194	1,717.79	828,308.61
	Motoniveladora caterpillar 120 H	hrs	106.100	1,139.72	120,923.93
			TOTAL DIRECTO		**10,931,409.78**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 2069,971.76
			SUB-TOTAL		**C$ 13001,381.54**
			ADMINISTRACION 6%		C$ 780,082.89
			UTILIDAD 8%		C$ 1040,110.52
			SUB TOTAL		**C$ 14821,574.95**
			ALCALDIA 1%		C$ 148,215.75
			I.V.A 15%		C$ 2223,236.24
			COSTO TOTAL		**C$ 17193,026.94**

Fuente: *Elaboración propia*

K.13.3 Tratamiento terciario

Tabla 63.-Biofiltro

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Construcción de Biofiltro**				**13246,322.08**
1.1	**Materiales**				**3287,449.43**
	Hormigón Rojo	m^3	17,349.19	120.00	2081,903.02
	Agua	m^3	225.30	39.50	8,899.34
	Piedra Volcánica	m^3	346.48	120.00	41,577.95
	Hilo de nylon	ml	14,304.26	0.75	10,728.20
	Geomembrana	m^2	28,608.52	40.00	1144,340.92
	Tubo de pvc Diam=6", L=20´ (SDR-41)	c/u	28.32	1,480.00	41,913.60
	Codo liso de pvc diám. = 6", 90º (s40)	c/u	6.00	500.00	3,000.00
	Codo liso de pvc diám. = 6", 45º (s40)	c/u	6.00	450.00	2,700.00
	Tee lisa de pvc Diam=6" SDR-41	c/u	6.00	771.00	4,626.00
1.2	**Mano de Obras**				**4,009,966.81**
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	58,333.63	54.09	3155,265.82
	Operador de camión volquete (Constructor)	hrs	4,496.23	60.50	272,022.21
	Albañil en tarea	hrs	7,152.13	63.28	452,586.83
	Operador de compactadora	hrs	198.11	60.50	11,985.63
	Operador de motoniveladora	hrs	198.11	92.00	18,226.08
	Operador de camión cisterna	hrs	264.15	60.50	15,980.84
	Operador de equipo pesado	hrs	1,386.77	60.50	83,899.40
1.3	**Equipos**				**5,948,905.84**
	Camión volquete inter 4900	hrs	3,544.72	971.67	3444,301.38
	Camión volquete inter 4600	hrs	203.19	958.72	194,801.64

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Motoniveladora caterpillar 120	hrs	152.39	1,139.72	173,684.18
	tractor sobre orugas	hrs	558.77	1,683.71	940,807.58
	Vibrocompactadora	hrs	152.39	985.73	150,217.34
	Camión volquete Cap: 7 m3	hrs	1,149.04	909.54	1,045,093.72
			TOTAL DIRECTO		**C$ 13246,321.71**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 2508,323.48
			SUB-TOTAL		**C$ 15754,645.19**
			ADMINISTRACION 6%		C$ 945,278.71
			UTILIDAD 8%		C$ 1260,371.62
			SUB TOTAL		**C$ 17960,295.52**
			ALCALDIA 1%		C$ 179,602.96
			I.V.A 15%		C$ 2694,044.33
			COSTO TOTAL		**C$ 20833,942.80**

Fuente: *Elaboración propia*

K.14. Alternativa 2 – Tanque Imhoff + Laguna Facultativa + Laguna Aeróbica

Tabla 64.-Resumen de alternativa 2

Etapa	Sub-Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0		**Tanque Imhoff**				**1,407,870.68**
	1.1	Concreto de 3000 PSI (Con mezcladora)	m^3	132.05	3303.3153	436,213.52
	1.2	Colado vaciado vibrado y curado de concreto en vigas columnas y muros	m^3	132.05	988.5489	130,541.10
	1.3	Acero de refuerzo G-40(Alistar, armar y colocar)	lbs	22830.96	19.6366	448,322.50
	1.4	Formaleta en muros de concreto	m^2	1172.74	244.753	287,030.63
	1.5	Geomembrana	m^2	327.01	72.422	23,682.57
	1.6	excavación en la vía con tractor	m^3	186.52	62.3933	11,637.60
	1.7	Préstamo selecto	m^3	109.75	478.7962	52,547.88
	1.8	Relleno y compactación manual	m^3	186.52	95.9408	17,894.88
2.0		**Lecho de Secado**				**131,629.46**
	2.1	Relleno con hormigón rojo	m^3	30.11	302.4663	9,106.35
	2.2	Filtro de piedra triturada (grava 2")	m^3	49.54	546.4425	27,070.60
	2.3	Pared de bloque de mortero de 6" x 8" x 16" sin sisar (sin monc)	m^2	104.64	430.8835	45,085.93
	2.4	excavación en la vía con tractor	m^3	436.90	62.3933	27,259.51
	2.5	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m^3	567.97	40.6838	23,107.07
3.0		**Laguna Facultativa**				**8,667,583.46**
	3.1	Geomembrana	m^2	23,311.50	72.42	1688,270.28
	3.2	Excavación en la vía con tractor	m^3	1,102.71	62.39	68,801.76
	3.3	Excavación para estructuras con excavadoras(sin desalojo)	m^3	3,233.08	100.09	323,606.67
	3.4	Relleno y compactación manual	m^3	4,335.79	95.94	415,979.16
	3.5	Prestamo selecto caso II	m^3	6,076.32	478.80	2909,318.93
	3.6	Acabado	m^2	3,723.58	184.63	687,492.44

	3.7	Mortero cemento y arena, proporción 1:3	lts	283,736.97	3.81	1081,889.05
	3.8	Mortero cemento y arena, proporción 1:1	lts	283,736.97	4.85	1376,748.51
	3.9	Conformacion con motoniveladora	m^2	19,587.92	5.90	115,476.66
4.0		**Laguna Aeróbica**				**4,354,077.27**
	4.1	Geomembrana	m^2	23,311.50	72.42	1688,270.28
	4.2	Excavación en la via con tractor	m^3	1,102.71	62.39	68,801.76
	4.3	Excavación para estructuras con excavadoras(sin desalojo)	m^3	3,233.08	100.09	323,606.67
	4.4	Relleno y compactación manual	m^3	4,335.79	95.94	415,979.16
	4.5	Prestamo selecto caso II	m^3	6,076.32	478.80	2909,318.93
	4.6	Acabado	m^2	3,723.58	184.63	687,492.44
	4.7	Mortero cemento y arena, proporción 1:3	lts	283,736.97	3.81	1081,889.05
	4.8	Mortero cemento y arena, proporción 1:1	lts	283,736.97	4.85	1376,748.51
		Conformación con motoniveladora	m^2	19,587.92	5.90	115,476.66

TOTAL DIRECTO	**C$ 18874,667.06**
TOTAL INDIRECTO	C$ 2978,233.72
SUB-TOTAL	**C$ 21852,900.78**
ADMINISTRACION 6%	C$ 1311,174.05
UTILIDAD 8%	C$ 1748,232.06
SUB TOTAL	**C$ 24912,306.88**
ALCALDIA 1%	C$ 249,123.07
SUB-TOTAL	**C$ 25161,429.95**
I.V.A 15%	C$ 3774,214.49
SUB-TOTAL	**C$ 28935,644.45**

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 65.-Tratamiento primario – Tanque Imhoff

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Construcción del Tanque Imhoff**				**1407,896.88**
1.1	**Materiales**				**779,491.41**
	Arena motastepe en minas	m^3	83.19	160.00	13,310.97
	Piedra tritutada grava de 1/2" o 3/4"	m^3	108.28	377.00	40,822.94
	Cemento ASTM 1157-95	sac	1201.68	210.00	252,353.76
	Agua	m^3	95.53	39.50	3,773.57
	Alambre de hierro recocido numero 18	lbs	1141.55	25.46	29,063.82
	Hierro en (Varillas) corrugadas grado 40	lbs	23972.51	11.50	275,683.88
	Alambre galvanizado cal. #16	lbs	175.91	27.83	4,895.59
	Clavos corrientes	lbs	586.37	22.00	12,900.09
	Madera de pino (Aserrada: en cuartón, regla o tabla)	p2v	26175.47	4.50	117,789.59
	Hilo de nylon	ml	163.50	0.75	122.63
	Geotextil MT-150	m^2	327.01	40.00	13,080.32
	Material de banco	m^3	142.68	110.00	15,694.25
1.2	**Mano de Obras**				**491,030.40**
	Operador de equipo liviano de construcción	hrs	171.67	55.00	9,441.81
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	5321.93	54.09	287,862.98
	Operador de camión volquete (Constructor)	hrs	81.92	60.50	4,956.43
	Operador de cabezal (Constructor)	hrs	6.87	63.00	432.61
	Armador A de la construcción en tarea	hrs	1369.858	63.28	86,684.60
	Carpintero A de construcción	hrs	1501.10	63.28	94,989.73
	Albañil "A" en tarea	hrs	81.752	63.28	5,173.26
	Operador de equipo pesado de la construcción	hrs	0.000	60.50	-
	Operador de compactadora	hrs	1.455	60.50	88.02

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Operador de motoniveladora	hrs	5.516	92.00	507.44
	Operador de camión cisterna	hrs	12.300	60.50	744.13
	Operador de tractor	hrs	1.580	60.50	95.61
	Operador de cargadora frontal	hrs	0.889	60.50	53.78
	Ayudante de Camión	hrs	1.548	61.50	95.21
1.3	**Equipos**				**137,375.07**
	Pala de hierro punta cuadrada	c/u	0.79	130.00	103.00
	Pala de hierro (punta redonda)	c/u	2.25	65.00	146.45
	Camión volquete capacidad =7 m3 marca KAMAZ	hrs	46.22	909.54	42,037.70
	Mezcladora CIPSA (capacidad =2 sacos)	hrs	141.03	148.10	20,886.97
	Camión cabezal INTER con rastra	hrs	5.28	1,501.80	7,932.70
	Guillotina de hierro	hrs	2.28	2,200.00	5,022.81
	Camión cisterna INTER 4600	hrs	3.04	958.72	2,914.77
	Motoniveladora caterpillar 120	hrs	1.12	1,139.72	1,275.48
	tractor sobre orugas	hrs	4.10	1,683.71	6,909.00
	Vibrocompactadora	hrs	1.12	985.73	1,103.15
	Cuchara	c/u	1.32	16.52	21.82
	Vibrador de concreto	c/u	165.07	101.20	16,785.44
	Motoniveladora marca cat 140-H	hrs	3.13	1,437.30	4,495.69
	Cargador frontal	hrs	1.37	824.93	1,131.70
	Camión volquete inter 4900	hrs	16.79	971.67	16,316.04
	Camión cisterna MAZ	hrs	2.78	951.85	2,642.98
	tractor sobre orugas	hrs	1.21	3,109.37	3,753.79
	Vibrocompactadora	hrs	3.62	1,036.35	3,753.40
	Bomba de succión de 3"	hrs	1.10	129.55	142.18
			TOTAL DIRECTO		**1407,870.68**

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
			TOTAL INDIRECTO		C$ 266,594.39
			SUB-TOTAL		**C$ 1674,465.07**
			ADMINISTRACION 6%		C$ 100,467.90
			UTILIDAD 8%		C$ 133,957.21
			SUB TOTAL		**C$ 1908,890.18**
			ALCALDIA 1%		C$ 19,088.90
			I.V.A 15%		C$ 286,333.53
			COSTO TOTAL		**C$ 2214,312.61**

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 66.-Lecho de secado

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Construcción del Lecho de Secado**				**131,629.44**
1.1	**Materiales**				**58,499.30**
	Hormigón Rojo	m^3	19.57	120.00	2,348.35
	Piedra triturada grava de 2"	m^3	54.49	436.04	23,761.42
	Bloque de mortero de 6"X8"X16" - 3 hoyos	c/u	1,160.41	13.59	15,770.02
	Agua	m^3	2.10	39.50	82.84
	Arena motastepe en minas	m^3	1.05	160.00	167.42
	Cemento ASTM 1157-95 tipo GU	sac	47.09	210.00	9,888.10
	Clavos corrientes	lbs	36.62	22.00	805.70
	Madera de Roja (Aserrada: en cuartón, regla o tabla)	p2v	244.85	15.00	3,672.72
	Madera blanca	p2v	364.13	5.50	2,002.73
1.2	**Mano de Obras**				**26,243.87**
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	173.02	54.09	9,358.86
	Operador de camión volquete (Constructor)	hrs	4.97	60.50	300.54
	Albañil "A" en tarea	hrs	211.02	63.28	13,353.47
	Carpintero "A" de construcción en tarea	hrs	15.70	63.28	993.20
	Operador de compactadora	hrs	3.41	60.50	206.17
	Operador de motoniveladora	hrs	3.41	92.00	313.52
	Operador de camión cisterna	hrs	4.54	60.50	274.90
	Operador de equipo pesado de la construcción	hrs	23.85	60.50	1,443.21
1.3	**Equipos**				**46,886.27**
	Camión volquete inter 4900	hrs	3.91	971.67	3,803.03
	Motoniveladora caterpillar 120	hrs	2.62	1,139.72	2,987.65
	tractor sobre orugas	hrs	9.61	1,683.71	16,183.41
	Vibrocompactadora	hrs	2.62	985.73	2,583.98

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Camión volquete inter 4600	hrs	3.50	958.72	3,350.90
	Camión volquete Cap: 7m3	hrs	19.77	909.54	17,977.30
			TOTAL DIRECTO		**131,629.46**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 24,925.35
			SUB-TOTAL		**C$ 156,554.81**
			ADMINISTRACION 6%		C$ 9,393.29
			UTILIDAD 8%		C$ 12,524.39
			SUB TOTAL		**C$ 178,472.49**
			ALCALDIA 1%		C$ 1,784.72
			I.V.A 15%		C$ 26,770.87
			COSTO TOTAL		**C$ 207,028.09**

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 67.-Tratamiento secundario - Laguna facultativa

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Construcción Laguna Facultativa**				**8667,583.46**
1.1	**Materiales**				**4428,365.34**
	Agua	m^3	916.74	39.50	36,211.27
	Hilo de nylon	ml	11,655.75	0.75	8,741.81
	Geomembrana	m^2	23,311.50	40.00	932,460.09
	Arena motastepe en minas	m^3	1,037.39	160.00	165,982.40
	Arenilla de playa	m^3	24.20	400.00	9,681.31
	cal	sac	893.66	70.00	62,556.18
	cemento	sac	11,154.21	210.00	2342,384.94
	clanos corrientes	lbs	37.24	22.00	819.19
	madera blanca	p2v	111.71	5.50	614.39
	Material selecto	m^3	7,899.22	110.00	868,913.76
1.2	**Mano de Obras**				**1959,258.54**
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	23,082.32	54.09	1248,522.49
	Operador de compactadora	hrs	8.60	60.50	520.37
	Operador de motoniveladora	hrs	233.42	92.00	21,475.10
	Operador de camión cisterna	hrs	258.47	60.50	15,637.14
	Albañil "A" en tarea	hrs	8,657.80	63.28	547,865.46
	Operador de excavadora	hrs	223.08	92.00	20,523.59
	Operador de equipo pesado de la construcción	hrs	92.06	60.50	5,569.83
	Ayudante de camión	hrs	35.99	54.09	1,946.54
	Operador de camión volquete	hrs	1,209.19	60.50	73,155.85
	Operador de tractor	hrs	87.50	60.50	5,293.69
	Operador de cargador frontal	hrs	49.22	60.50	2,977.70

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Operador de vibrocompactadora de rodillo	hrs	260.67	60.50	15,770.78
1.3	**Equipos**				**2279,957.14**
	Camión Cisterna inter 4600	hrs	44.81	958.72	42,959.04
	Motoniveladora caterpillar 120	hrs	6.62	1,139.72	7,540.69
	tractor sobre orugas	hrs	24.26	1,683.71	40,846.19
	Vibrocompactadora	hrs	6.62	985.73	6,521.85
	Excavadora caterpillar	hrs	169.413	1,717.79	291,016.57
	Motoniveladora caterpillar 120 H	hrs	92.063	1,139.72	104,926.30
	Pala de hierro punta redonda	hrs	21.679	65.00	1,409.13
	Tractor sobre orugas caterpillar D-8	hrs	66.840	3,109.37	207,828.80
	Motoniveladora marca cat. 140 H	hrs	173.175	1,437.30	248,904.60
	Cargador Frontal marca komat	hrs	75.954	824.93	62,656.73
	Camión volquete inter 4900 cap= 10 m3	hrs	929.677	971.67	903,339.21
	Camión cisterna MAZ Cap=2500 glns	hrs	153.731	951.85	146,328.75
	Vibrocompactadora Ingersollrand SD100H	hrs	200.519	1,036.35	207,807.41
	Bomba de succión de 3" marca lombardini	hrs	60.763	129.55	7,871.87
			TOTAL DIRECTO		**8667,583.46**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 1641,293.60
			SUB-TOTAL		**C$ 10308,877.06**
			ADMINISTRACION 6%		C$ 618,532.62
			UTILIDAD 8%		C$ 824,710.17
			SUB TOTAL		**C$ 11752,119.85**
			ALCALDIA 1%		C$ 117,521.20
			I.V.A 15%		C$ 1762,817.98
			COSTO TOTAL		**C$ 13632,459.03**

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 68.-Laguna aeróbica

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.0	**Construcción Laguna Aeróbica**				**8667,583.46**
1.1	**Materiales**				**4428,365.34**
	Agua	m^3	916.74	39.50	36,211.27
	Hilo de nylon	ml	11,655.75	0.75	8,741.81
	Geomembrana	m^2	23,311.50	40.00	932,460.09
	Arena motastepe en minas	m^3	1,037.39	160.00	165,982.40
	Arenilla de playa	m^3	24.20	400.00	9,681.31
	cal	sac	893.66	70.00	62,556.18
	cemento	sac	11,154.21	210.00	2342,384.94
	clanos corrientes	lbs	37.24	22.00	819.19
	madera blanca	p2v	111.71	5.50	614.39
	Material de banco	m^3	7,899.22	110.00	868,913.76
1.2	**Mano de Obras**				**1959,258.54**
	Ayudante de la construcción en tarea	hrs	23,082.32	54.09	1248,522.49
	Operador de compactadora	hrs	8.60	60.50	520.37
	Operador de motoniveladora	hrs	233.42	92.00	21,475.10
	Operador de camión cisterna	hrs	258.47	60.50	15,637.14
	Albañil "A" en tarea	hrs	8,657.80	63.28	547,865.46
	Operador de equipo pesado	hrs	223.08	92.00	20,523.59
	Operador de equipo pesado de la construcción	hrs	92.06	60.50	5,569.83
	Operador de excavadora	hrs	35.99	54.09	1,946.54
	Ayudante de camión	hrs	1,209.19	60.50	73,155.85
	Operador de camión volquete	hrs	87.50	60.50	5,293.69
	Operador de tractor	hrs	49.22	60.50	2,977.70
	Operador de cargador frontal	hrs	260.67	60.50	15,770.78
	Operador de vibrocompactadora de rodillo	hrs	23,082.32	54.09	1248,522.49

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
1.3	**Equipos**				**2,279,957.14**
	Camión Cisterna inter 4600	hrs	44.81	958.72	42,959.04
	Motoniveladora caterpillar 120	hrs	6.62	1,139.72	7,540.69
	tractor sobre orugas	hrs	24.26	1,683.71	40,846.19
	Vibrocompactadora	hrs	6.62	985.73	6,521.85
	Camion volquete Cap: 7 m3	hrs	169.413	1,717.79	291,016.57
	Motoniveladora caterpillar 120	hrs	92.063	1,139.72	104,926.30
	Excavadora caterpillar 320 B	hrs	21.679	65.00	1,409.13
	Pala de hierro punta redonda	c/u	66.840	3,109.37	207,828.80
	Tractor sobre orugas caterpillar D-8	hrs	173.175	1,437.30	248,904.60
	Motoniveladora marca cat. 140 H	hrs	75.954	824.93	62,656.73
	Cargador Frontal marca komat	hrs	929.677	971.67	903,339.21
	Camion volquete inter 4900 cap= 10 m3	hrs	153.731	951.85	146,328.75
	Camion cisterna MAZ Cap=2500 glns	hrs	200.519	1,036.35	207,807.41
	Vibrocompactadora Ingersollrand SD100H	hrs	60.763	129.55	7,871.87
	Bomba de succion de 3" marca lombardini	hrs	44.81	958.72	42,959.04
			TOTAL C$		**8667,583.46**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 1641,293.60
			SUB-TOTAL		**C$ 10308,877.06**
			ADMINISTRACION 6%		C$ 618,532.62
			UTILIDAD 8%		C$ 824,710.17
			SUB TOTAL		**C$ 11752,119.85**
			ALCALDIA 1%		C$ 117,521.20
			I.V.A 15%		C$ 1762,817.98
			SUB-TOTAL		**C$ 13632,459.03**

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 69.-Operación y mantenimiento

Conceptos	Frecuencia	Cantidad De Actividades	Unidad	Costo C$ Unitario	Costo C$ Total	Costo C$ Anual
Limpieza, mantenimiento y control de operaciones de toda la planta de tratamiento	diario	216	C$/mensual	5,000.00	1,080,000.00	60,000.00
Reparación de instalaciones	eventual	90	C$/reparación	2,500.00	225,000.00	12,500.00
Pruebas de laboratorio	semanal	939	C$/semanal	2,750.00	2,582,250.00	143,392.86
				TOTAL C$	**3,887,250.00**	**215,892.86**

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 70.-Comparación de alternativa 1 y 2

Alternativa No	Descripción	Total C$
1	Preliminares	2167,121.97
	Tanque Imhoff	5623,679.10
	Lecho de Secado	228,863.56
	Laguna Facultativa	17193,026.94
	Biofiltro	20833,942.80
	TOTAL	**C$ 46046,634.37**
		$1606,012.76
2	Preliminares	2167,121.97
	Tanque Imhoff	2214,312.61
	Lecho de Secado	207,028.09
	Laguna Facultativa	13632,459.03
	Laguna Aeróbica	13632,459.03
	TOTAL	**C$ 31853,380.72**
		$1110,981.00

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 71.-Resumen total del proyecto

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
780	**PRELIMINARES**				**960,523.79**
1	**Limpieza inicial**				**124,388.07**
	Limpieza inicial con equipo	m^2	27,837.27	4.47	124,388.07
2	**Trazo y nivelación para tuberías (incl. estacas de madera + mano de obra topografía)**				**653,548.63**
	Trazo y nivelación para tuberías (incl. estacas de madera + mano de obra topografía)	ml	28,408.24	23.01	653,548.63
3	**Movilización y Desmovilización**				**120,000.00**
	Movilización y desmovilización. de equipo (Proyecto drenaje)	gbl	1.00	120,000.00	120,000.00
5	**Rotulo**				**32,663.04**
	Rotulo tipo fise de 1.22 m x 2.44 m (estructura metálica & zinc liso) con bases de concreto ref.	m^2	3.28	9,949.14	32,663.04
6	**Otro tipo de Obras**				**29,924.05**
	Champa de madera (incl. piso + techo de lámina de zinc) para oficina galerón cerrado	m^2	16.00	1,870.25	29,924.05
785	**COLECTORA PRINCIPAL**				**10,705,704.92**
1	**Rotura y reposiciones**				**853,829.93**
	Desinstalación manual de adoquines de concreto (inc. desalojo)	m^2	4,225.85	55.72	235,471.94
	Reinstalar adoquinado (incl. cama de arena y considera la compra e inst. de 20% adoquines nuevo)	m^2	4,225.85	146.33	618,357.99
2	**Excavación para Estructuras**				**2,833,164.67**
	Excavación para estructuras con excavadora (sin desalojo)	m^3	25,576.50	110.77	2,833,164.67

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
4	**Relleno y Compactación**				**4,722,199.47**
	Relleno y compactación manual (con apisonadora)	m^3	25,317.65	186.52	4,722,199.47
5	**Acarreo de Tierra**				**51,814.92**
	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m^3	336.50	153.98	51,814.92
7	**Prueba de Filtración**				**73,164.78**
	Prueba de exfiltración y alineamiento de tubería sdr-41 de aguas negras de 6" a 14"	ml	3,388.80	21.59	73,164.78
8	**Tubería de 6"**				**59,157.35**
	Tubería de pvc de 6" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	186.02	318.02	59,157.35
9	**Tubería de 8"**				**126,351.60**
	Tubería de pvc de 8" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	297.99	424.02	126,351.60
10	**Tubería de 10"**				**269,516.54**
	Tubería de pvc de 10" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	508.49	530.03	269,516.54
11	**Tubería de 12"**				**435,593.52**
	Tubería de pvc de 12" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	681.65	639.03	435,593.52
12	**Tubería de 14"**				**1,280,912.14**
	Tubería de pvc de 14" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	1,714.65	747.04	1,280,912.14
785	**COLECTORA SECUNDARIA**				**33,198,190.42**
1	**Rotura y Reposiciones**				**4,770,671.48**

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
	Desinstalación manual de adoquines de concreto (inc. desalojo)	m^2	23,611.42	55.72	1,315,670.99
	Reinstalar adoquinado (incl. cama de arena y considera la compra e inst. de 20% adoquines nuevo)	m^2	23,611.42	146.33	3,455,000.49
2	**Excavación para Estructuras**				**7,472,667.84**
	Excavación para estructuras con excavadora (sin desalojo)	m^3	67,459.78	110.77	7,472,667.84
4	**Relleno y Compactación**				**12,500,486.59**
	Relleno y compactación manual (con apisonadora)	m^3	67,020.23	186.52	12,500,486.59
5	**Acarreo de Tierra**				**87,985.48**
	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m^3	571.41	153.98	87,985.48
7	**Prueba de Filtración**				**540,174.82**
	Prueba de exfiltración y alineamiento de tubería sdr-41 de aguas negras de 6" a 14"	ml	25,019.45	21.59	540,174.82
8	**Tubería de 6"**				**7,681,306.50**
	Tubería de pvc de 6" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	24,153.83	318.02	7,681,306.50
16	**Tubería de 4"**				**144,897.71**
	Tubería de pvc de 4" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	865.62	167.39	144,897.71
820	**PLANTA DE TRATAMIENTO**				**20,252,622.63**
1	**Lagunas Facultativa**				**8667,583.46**
	Geomembrana	m^2	23,311.50	72.42	1688,270.28

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
	Excavación en la vía con tractor	m^3	1,102.71	62.39	68,801.76
	Excavación para estructuras con excavadoras(sin desalojo)	m^3	3,233.08	100.09	323,606.67
	Relleno y compactación manual	m^3	4,335.79	95.94	415,979.16
	Préstamo selecto caso II	m^3	6,076.32	478.80	2909,318.93
	Acabado	m^2	3,723.58	184.63	687,492.44
	Mortero cemento y arena, proporción 1:3	lts	283,736.97	3.81	1081,889.05
	Mortero cemento y arena, proporción 1:1	lts	283,736.97	4.85	1376,748.51
	Conformación con motoniveladora	m^2	19,587.92	5.90	115,476.66
2	**Laguna Aeróbica**				**8667,672.37**
	Geomembrana	m^2	23,311.50	72.42	1688,359.19
	Excavación en la vía con tractor	m^3	1,102.71	62.39	68,801.76
	Excavación para estructuras con excavadoras(sin desalojo)	m^3	3,233.08	100.09	323,606.67
	Relleno y compactación manual	m^3	4,335.79	95.94	415,979.16
	Préstamo selecto caso II	m^3	6,076.32	478.80	2909,318.93
	Acabado	m^2	3,723.58	184.63	687,492.44

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
	Mortero cemento y arena, proporción 1:3	lts	283,736.97	3.81	1081,889.05
	Mortero cemento y arena, proporción 1:1	lts	283,736.97	4.85	1376,748.51
	Conformación con motoniveladora	m^2	19,587.92	5.90	115,476.66
3	**Tanque imhoff**				**1407,870.68**
	Concreto de 3000 PSI (Con mezcladora)	m^3	132.05	3,303.32	436,213.52
	Colado vaciado vibrado y curado de concreto en vigas columnas y muros	m^3	132.05	988.55	130,541.10
	Acero de refuerzo G-40(Alistar, armar y colocar)	lbs	22,830.96	19.64	448,322.50
	Formaleta en muros de concreto	m^2	1,172.74	244.75	287,030.63
	Geomembrana	m^2	327.01	72.42	23,682.57
	Excavación en la via con tractor	m^3	186.52	62.39	11,637.60
	Prestamo selecto	m^3	109.75	478.80	52,547.88
	Relleno y compactación manual	m^3	186.52	95.94	17,894.88
4	**Lecho de Secado**				**131,629.48**
	Relleno con hormigón rojo	m^3	30.11	302.47	9,106.35
	Filtro de piedra triturada (grava 2")	m^3	49.54	546.44	27,070.60
	Pared de bloque de mortero de 6" x 8" x 16" sin sisar (sin monc)	m^2	104.64	430.88	45,085.93

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
	Excavación en la vía con tractor	m^3	436.90	62.39	27,259.51
	Desalojo de tierra de excavación a 8 km (carga equipo)	m^3	567.97	40.68	23,107.07
5	**Otros tipo de Tratamientos**				**220,968.84**
	Limpieza inicial con equipo	m^2	45,000.00	4.47	201,078.00
	Excavación en terreno natural	m^3	35.49	155.57	5,521.23
	Botar con camión volquete tierra sobrante de excavación	m^3	8.01	40.68	325.70
	Relleno y compactación manual	m^3	29.33	478.80	14,043.91
5.1	**Canal de entrada**				**8,101.04**
	Concreto de 3000 PSI (Con mezcladora)	m^3	0.65	3303.32	2,151.85
	Acero de refuerzo G-40(Alistar, armar y colocar)	lbs	148.46	19.64	2,915.18
	Formaleta en muros de concreto	m^2	5.48	244.753	1,341.64
	Colado vaciado vibrado y curado de concreto en vigas columnas y muros	m^3	0.65	988.55	643.96
	Repello corriente en paredes	m^2	5.6784	184.632	1048.41
5.2	**Rejilla**				**270.45**
	Acero de refuerzo G-40 (alistar armar y colocar)	lbs	7.39	19.64	145.15
	Acero estructural con perlines y cajas (a-36) (pintado 2 manos)	lbs	4.48	27.94	125.28
5.3	**Desarenador**				57,002.04
	Concreto de 3000 PSI (Con mezcladora)	m3	5.51	3,303.32	18,190.47
	Acero de refuerzo G-40(Alistar, armar y colocar)	lbs	907.57	19.64	17,821.49

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
	Formaleta en muros de concreto	m2	63.52	244.75	15,546.41
	Colado vaciado vibrado y curado de concreto en vigas columnas y muros	m3	5.51	988.55	5,443.67
5.4	**Canal Parshall**				**7,530.00**
	Medidor Parshall Prefabricado	c/u	1.00	7,530.00	7,530.00
6	**Tubería de 6" de Diámetro**				**656,184.88**
	Tubería de pvc de 6" sdr-41 c/c en aguas negras	ml	2,063.37	318.02	656,184.88
13	**Cajas de Registros**				**41,145.76**
	Cajas de Registro	c/u	9.00	4,571.75	41,145.76
15	**Caseta de Vigilancia**				**231,725.60**
	Caseta de Operación	m2	40.00	5,793.14	231,725.60
16	**Cercos y Portones**				**616,680.41**
	Cerco de malla ciclón (Sistema completo)	ml	1,113.48	547.00	609,073.56
	Construcción de portón doble hoja	c/u	1.00	7,606.85	7,606.85
18	**Otros tipos de obras**				**194,442.50**
	Instalaciones eléctricas	global	1.00	194,442.50	194,442.50
825	**POZOS DE VISITA**				**14,794,623.66**
1	**Pozos de Visita**				**14,038,995.65**
	Pozo pvs D=1.20m, hcono=0.90m, ht=1.0-1.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	17.00	15,587.72	264,991.16

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=1.5-2.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	183.00	18,224.87	3,335,150.57
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=2.0-2.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	35.00	20,991.35	734,697.08
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=2.5-3.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	19.00	23,781.54	451,849.22
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=3.0-3.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	28.00	26,764.41	749,403.38
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=3.5-4.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	25.00	36,115.25	902,881.20
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=4.0-4.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	26.00	44,512.64	1,157,328.60
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=4.5-5.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	20.00	51,175.74	1,023,514.89
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=5.0-5.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	19.00	58,281.01	1,107,339.15
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=5.5-6.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	11.00	65,422.76	719,650.33
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=6.0-6.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	11.00	77,938.60	857,324.60
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=6.5-7.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	4.00	84,173.69	336,694.76

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
	Red de Alcantarillado Sanitario				
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=7.0-7.50m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	5.00	90,408.78	452,043.90
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=7.50-8.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	5.00	96,643.86	483,219.30
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=8.0-8.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	6.00	102,878.95	617,273.70
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=8.5-9.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	1.00	109,114.04	109,114.04
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=9.0-9.5m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	3.00	144,186.41	432,559.23
	Pozo pvs d=1.20m, hcono=0.90m, ht=9.5-10.0m (inc. todo, tapa de polietileno)	c/u	2.00	151,980.27	303,960.54
7	**Caídas**				**755,628.01**
	Caída de pozo de visita sanitario con altura de 0.60 - 3.50 m en tubo de PVC	c/u	211.00	3,581.18	755,628.01
830	**CONEXIONES DOMICILIARES**				**8,788,244.76**
2	**Conexiones Domiciliares**				**8,788,244.76**
	Conexión domiciliar corta	c/u	1,243.00	4,057.48	5,043,452.36
	Conexión domiciliar larga	c/u	820.00	4,566.82	3,744,792.40
835	**OTRO TIPO DE OBRAS**				**93,275.00**
2	**Medidas de Mitigación y Prevención de Accidentes**				**93,275.00**
	Medidas de mitigación y prevención de accidentes	gbl	1.00	93,275.00	93,275.00
840	**Limpieza Final y Entrega**				**382,484.12**
1	**Limpieza Final**				**382,484.12**
	Limpieza final (con camión volquete)	m^2	27,837.27	13.74	382,484.12

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Unitario	Total
Red de Alcantarillado Sanitario					
			COSTO DIRECTO		**C$ 89175,669.30**
			TOTAL INDIRECTO		C$ 16886,304.74
			SUB-TOTAL		**C$ 106061,974.04**
			ADMINISTRACION 6%		C$ 6363,718.44
			UTILIDAD 8%		C$ 8484,957.92
			SUB TOTAL		**C$ 120910,650.40**
			ALCALDIA 1%		C$ 1209,106.50
			I.V.A 15%		C$ 18136,597.56
			COSTO TOTAL		**C$ 140256,354.46**

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo VII

Especificaciones técnicas

M.15 Especificaciones técnicas

Alcance general de la obra y requisitos generales

En el presente documento, se han desarrollado las especificaciones técnicas más importantes en el proceso de construcción de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Matiguás departamento de Matagalpa.

Instalación de tuberías en red de recolección

El contratista deberá verificar y utilizar los datos de topografía de diseño, colocando niveletas espaciadas convenientemente para el control de los alineamientos horizontales y verticales. Antes de proceder con las actividades siguientes actividades de la instalación de tubería, el supervisor examinará y aprobará el replanteamiento topográfico.

En caso de falla de las mediciones, el contratista deberá corregir tales desviaciones, para obtener la aprobación del supervisor. Así mismo, el contratista deberá mantener en su sitio todas las referencias fundamentales mientras dure la labor de instalación de tubería en el tramo.

- **Excavación**

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicadas en planos o por el supervisor. El ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.45 m. los costados de las zanjas deberán ser verticales. La profundidad de la tubería estará de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos, siguiendo con precisión las pendientes de los tubos a instalarse y en ningún caso las tuberías deberán estar ubicadas a menos de 1.50m a nivel de corona.

Se deberá establecer un espacio libre de 0.50m entre las paredes de los tubos a instalarse y cualquier otra tubería o estructura existente. En caso de presentarse en la excavación terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.), la zanja deberá profundizarse como lo indique El Supervisor, pero no más

de 0.30m debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con material granular (selecto) que será apisonado en capas que no excedan los 0.1m hasta un nivel que corresponda a ¼ del diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se procederá a la conformación de la media caña, y las depresiones para juntas.

Para el caso de excavaciones mayores de 2m de profundidad, se necesitara de un ademe (encofrado y arrostramiento), que impida derrumbes que constituyan un peligro para la vida de los trabajadores o la integridad de estructuras vecinas. Los gastos de ademes se deberán incluirse en el cálculo del suministro e instalación de la tubería. No se permitirán zanjas abiertas por perdidos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de la tubería, y las zanjas deberán ser rellenadas dentro de las 24 horas después que la tubería haya sido probada y aceptada por el Supervisor.

El Contratista eliminara toda el agua que se colecte en las zanjas antes y después de la instalación de los tubos estén instalados. En ningún caso se permitirá que el agua escurra sobre la fundación o por la tubería sin el permiso del supervisor. El agua encontrada será eliminada por el contratista de una manera satisfactoria para el supervisor.

- **Instalación de tubería**

La tubería a instalar será cloruro de polivinilo (PVC), la materia prima con la que se producirá deberá cumplir con las especificaciones técnicas de la norma ASTM D 1784 y los requerimientos de rigidez y resistencia de la norma ASTM F 949. Los accesorios a emplear pueden ser de unión mecánica (inyectados de tubería Novafort) y deberán cumplir con la norma ATSM F 949 o accesorios manuales fabricados a partir de tubería SDR 35 y deberán cumplir las especificaciones AST D 3034. Los tubos deberán tener un extremo espiga (que incluye un empaque de hule) y otro de campana, para el acople de los mismos.

- **Encamado y fondo de la zanja**

El contratista deberá proveer un apoyo firme, estable y uniforme para la tubería con un espesor mínimo de 0.10m de material de piedras manteniendo la pendiente de diseño.

En caso de que existan rocas, escombros o cualquier otro material no es recomendado en el piso de la zanja, se deberá excavar a una profundidad de 0.15 m (6”) por debajo del nivel de fondo de la tubería y reemplazarse con material apropiado, compactándose el material de encamado a un mínimo de 90% Proctor Estándar.

- **Colocación de tuberías**

Se deberá movilizar la tubería hasta la zanja, ya sea manualmente si el peso lo permite o con equipo mecánico; sobre todo, si la excavación es profunda. Luego se colocara el tubo con cuidado en el fondo de la zanja, verificándose que el tubo repose en toda su longitud.

- **Acople de tuberías**

Lubricar el empaque para facilitar el acople (ver), luego insertar la espiga en la campana. Colocar un trozo de madera de 2x3 para proteger el tubo y empujar con una barra de hierro. Cerciórese que se mantenga el alineamiento vertical y horizontal de la tubería.

- **Relleno natural**

Colocar material selecto en capas delgadas de 0.10m, hasta la mitad del tubo y compactar cada capa manualmente hasta alcanzar un mínimo de 95% de Proctor Estándar. Se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar el movimiento de la tubería durante el relleno lateral.

- **Relleno inicial**

Se colocara el material de relleno en capas uniformes de 0.20m de espesor y se compactara manualmente hasta alcanzar un mínimo de 95% de Proctor Estándar,

por encima de la línea media del tubo y hasta una altura de 0.30m como mínimo 0.15m sobre la corona.

- **Relleno final**

2) **Zona sin tráfico vehicular**

En zonas libres de tránsito vehicular, el relleno final podrá realizarse mediante volteo manual o mecánico. Se podrá utilizar llanteo para la conformación final de la superficie.

2) **Zona con tráfico vehicular**

En zonas con tráfico vehicular se deberá colocar material nativo en capas uniformes de 0.20m y compactarlo manualmente o con equipo mecánico, alcanzando un mínimo de 90% de compactación de Proctor Estándar. El relleno se realizara hasta nivel de rasante.

- **Pruebas de tuberías**

2) **Prueba de alineamiento**

Se usara una interna entre pozos de visita para comprobar el alineamiento de las tuberías y verificar que no queden obstruidos, rebabas, grietas u otros defectos en los tubos. Desde el extremo de cada sección de alcantarilla deberá verse un circuito completo de luz.

El contratista deberá hacer todas las correcciones necesarias por su cuenta hasta dejar las tuberías con los alineamientos y pendientes indicados en los planos. También, esta prueba se podrá realizar con un par de espejos que proyectaran la luz solar dentro de las tuberías.

2) **Pruebas de ex filtración**

Se deberán efectuar pruebas hidrostáticas a tramos de tubería entre pozos de visita, cuando las uniones se hayan solidificado, procediendo de la siguiente manera:

- Taponar la tubería en la salida del pozo de visita inferior que se encuentra aguas abajo del tramo.
- Rellenar con agua el tramo a probarse por un periodo de 4 horas, para humedecer la tubería.
- Rellenar con agua el pozo de visita superior aguas arriba, a una altura que produzca una carga hidrostática mínima de 1.2m sobre la corona del tubo, en el punto equidistante de los pozos.
- Medir después de 4 horas la cantidad de agua filtrada. Se aceptara perdida de agua en los pozos de visita y no en los tramos de tubería.

Cuando se produzcan cargas hidrostáticas mayores de 1.20m, la perdida de agua en los pozos de vista y no en los tramos de tubería.

Cuando se produzca cargas hidrostáticas mayores de 1.20m, la perdida de agua permitida se aumentara proporcionalmente al exceso de carga producida. Si se encuentran filtraciones o goteras de regular cuantía, El Contratista deberá excavar y descubrir dichas secciones de tubería o pozos de visita y deberá reparar o reconstruir tales secciones por su cuenta. Las reparaciones se continuarán hasta que toda la tubería y accesorios llenen los requisitos de hermeticidad.

c) Prueba de pendiente

Se realizara un chequeo de pendiente sobre los tramos de tubería que hayan pesado la prueba de alineamiento. El chequeo se realizara a cada 5 o 10m, sobre el tubo y ante de retirar las niveletas. Se consideran satisfactorios aquellos tramos que presenten una variación vertical menor del 10%.

G.4 Construcción de pozos de visitas

Trabajo comprendido

Este articulo comprende el trazado y nivelación, remoción de pavimento, excavación, construcción de retorta de fondo, paredes y tapas, caídas en pozos de visita, media caña de fondo, colocación de peldaños, relleno y compactación,

restauración de superficie a su estado original, disposición de materiales sobrantes y en fin todo trabajo suplementario necesario para construir los mismos.

d) Materiales

El agua usada en la mezcla de concreto deberá ser limpia, libre de ácidos, álcalis, basura y cualquier material orgánica la arena deberá estar limpia de arcilla y de materiales orgánicos.

El cemento Portland será Tipo I (normal) y deberá cumplir con las especificaciones de ASTM, norma C-150.

Los ladrillos de barro deberán ser trapezoidales, solidos, bien cocidos, libre de quemaduras y rajaduras y perfectamente acabado.

Los peldaños para las escaleras deberán ser de varilla lisa de hierro dulce sólido, de 3/4” de pulgada de diámetro, galvanizados por baño caliente después de fabricados y de las dimensiones y forma que indican los planos.

e) Excavación y relleno

La excavación será de amplias dimensiones para permitir su fácil construcción la excavación y relleno se deberán realizar de acuerdo a lo especificado en, los capítulos correspondientes a estas actividades.

f) Retorta o base

La base de los pozos de visita consistirá en una plancha de concreto de 0.20, de espesor y de ancho según lo indiquen los planos, encima de la cual serán construidos los demás elementos de los pozos de visita. Para pozos hasta 3.7m de profundidad, la retorta será de concreto simple, y para mayores de 3.70m, será reforzada.

El concreto podrá ser fabricado a mano, debiendo en este caso, mezclar los materiales en seco, en canoas de madera de forma trapezoidal de 1.50x1.50x0.30m, hasta que represente un aspecto uniforme. El tamaño máximo del agregado será de 2”, la proporción de mezcla del concreto será de 1:3:3

(arena, cemento, y graba), siendo la arena tamizada en la malla #4 y la grava a utilizarser será de preferencia de ¾" de pulgada, agregando a continuación, el agua necesaria para obtener un producto homogéneo y cuidando que dure la operación no se mezcle con tierra ni impureza alguna.

g) Media caña

Se deberán construir sobre la base de concreto simple y con la resistencia que se especifica en los planos, los canales de entrada y salida en forma de U. Estos canales o media caña, deberá tener una altura a 3/4 del diámetro del tubo de mayor diámetro que se conecte a los pozos de visita. La media caña deberá tener las pendientes indicadas en los planos para facilitar el libre flujo de las aguas servidas.

h) Paredes del cilindro y del cono

Sobre la base de concreto que se acaba de describir, se construirá las paredes del cilindro y cono del pozo de visita, con un diámetro interno de 1.20m. El cilindro se hará colocando el ladrillo trapezoidal de baro en trinchera. El ladrillo usado debe tener una resistencia de 49.17 psi y ser de buena calidad, libre de fracturas y quemaduras, estar limpio y húmedo antes de su colocación.

Las paredes del cilindro serán de hilera simple o doble según la profundidad del mismo, tal a como lo indican los planos. Sobre el cilindro se colocara un cono de ladrillo trapezoidal, de 1.20 de altura, tal como lo indican los planos.

i) Peldaños de acero galvanizado

Se colocaran en cilindro y el cono, peldaños de hierro dulce galvanizado en caliente de ¾" de diámetro (varilla corrugada) para efectos de facilitar el acceso al interior del pozo de visita. Los peldaños deberán dejarse perfectamente alineados horizontalmente y con el espaciamiento vertical indicado en los planos.

j) Mortero para pegado y repello de ladrillos

Las uniones entre los ladrillos de cilindro y del cono, no deben ser menores de un (1) centímetro, siendo la proporción del cemento con arena de 1:4. Esta misma

mezcla podrá utilizarse para el repello de las paredes interiores del cilindro y cono, con una capa de un (1) centímetro de espesor.

Para el fino de las paredes interiores del cilindro y del cono, se utilizara una mezcla de cemento, arena y cal hidratada, en proporción 1:41/2:1/2; el mortero, cal, arena deberá hacerse y humedecerse un día antes de usarse.

k) Collarín y tapa

Terminado el cono, se colocara el collarín y la tapa de hierro, tal como aparece detallado en los planos respectivos.

l) Caídas de pozos de visita

Cuando las diferencias en elevación de los fondos de los tubos de entrada y salida de los pozos de visita sean iguales de 0.60m, El Contratista deberá construir las caídas por medio de tees y codos a como se muestran en los planos.

La tee y el codo para las caídas deben ajustarse a las especificaciones ASTM C – 14 – 70. El concreto deberá tener una resistencia de 2,500 psi a los 28 días. La proporción del concreto será de 1:3:3 (cemento, arena y cemento), la arena deberá ser tamizada en la malla #4 y el tamaño de la grava será de ¾ de pulgada preferiblemente.

m) Conexión de tubería a pozos de visita

El contratista deberá hacer las conexiones de las tuberías a los pozos de visita, donde se muestre en los planos o lo indique El Supervisor.

El tubo se unirá con mortero de cemento solvente para tubos de PVC y arena, en proporción adecuada a como lo indique el fabricante de los tubos. El niple de tubo que saldrá de los pozos de visita, se unirá con mortero. Todos los tramos de tubería a instalarse deberán iniciar y finalizar con un niple de longitud no mayor de 1.00m. Las uniones a los pozos y sus medidas cañas deberán ser hechas de acuerdo con los planos y como lo apruebe El Supervisor.

Rotura y reposición de base de rodamiento

Los adoquines a utilizarse serán del tipo tráfico. Tendrán una resistencia a la compresión promedio normal de 350 kg/cm2, con dimensiones de 24.8 cm x 22.8 cm x 10 cm, de espesor, para el remate de los bordes se utilizaran medio s adoquines largos y cortos.

Los adoquines deberán estar exentos de fisura y grietas, además de tener aristas bien definidas y tamaño uniforme. Serán apilados fuera de las áreas de circulación vehicular, descargados con carretillas y puestos en el piso manualmente, sin tirarlos.

La cama de arena a utilizar será de partículas duras, sin recubrimientos o escamas, exenta de arcilla y limo, su granulometría deberá cumplir con los siguientes requisitos:

El 100% del volumen pasara la malla #4; El 35% pasara la malla #50 y el 10% la malla #100. La arena a utilizarse en el lastre de las juntas, además de cumplir con los requisitos anteriores deberá pasar toda por la malla N°8.

n) Alineamientos y niveles

Tanto la sub rasante como la base, la cama de arena y la colocación de adoquines deberán de hacerse conforme a lo existente en el área, respetándose la línea y niveles descritos en los planos.

o) Excavación y relleno

Se harán los cortes necesarios para permitir que sobre la terracería conformada, compactada y debidamente aprobada por El supervisor, construida a nivel de sub rasante, se rellene compacte y afine la capa de base, para la posterior colocación de la superficie de adoquines removidos.

p) Sub rasante

En el caso de las zanjas hechas para la colocación de las tuberías, el nivel de sub rasante será la última capa rellenada y compactada en la actividad de instalación de tuberías.

q) Base

Base se llama a los últimos 0.15m de relleno de zanja, esta capa consistirá en material selecto compactado a un mínimo de 95% PROCTOR de densidad máxima determinada por el AASHTO T – 99.

La conformación y compactación de los últimos 15 centímetros deberán ser hechas una vez que el movimiento de tierras haya sido prácticamente terminado y todos los drenajes y obras adyacentes y otros estuvieran construidos y debidamente rellenadas y compactadas las zanjas correspondientes.

Para un buen amarre entre las capas finales, la porción de calles afectada por las excavaciones deberán escarificarse antes de colocar y compactar el material selecto de base.

r) Cama de arena

La cama de arena deberá estar seca y será compactada con equipo de compactación de rodillo, hasta reducir el espesor de la base a cinco (5) centímetros.

s) Adoquinado

Una vez aprobada la base y cama de arena por el Supervisor, se procederá a la colocación de los adoquines según se indique en los planos y de acuerdo a la forma geométrica de los mismos y de las cuchillas.

Los adoquines se colocarán cuidadosamente con su cara lisa hacia arriba y se colocarán paralelos y a escuadra con los bordes. Las orejas de los adoquines serán colocadas en la misma dirección que los existentes adyacentes. Las juntas deberán ser ajustadas y a escuadra con los costados y las caras.

No se permitirá usar medios adoquines o cuñas, excepto al final de las hileras y las cuñas, estos no deberán tener más de 7.5 cm de longitud. Todas las uniones deberán ser reatadas con un traslape de 7.5 cm de longitud.

Los espacios entre los adoquines se rellenarán con un lastre de arena fina con granulometría igual que especificada para la cama o base de arena. Los espacios que queden entre los bordillos y los adoquines se rellenarán con concreto simple de 3000 psi, en una profundidad igual al espesor de los adoquines.

Después de esta operación y cuando El Supervisor lo autorice por escrito, se humedecerá y barrerá la superficie adoquinada, compactándola con una aplanadora manual de rodillo. La compactación se continuará hasta obtener una superficie plana y uniforme, exenta de depresiones o protuberancias y una adecuada trabazón entre los adoquines; se dará un mínimo de 10 pasadas con la aplanadora.

Todos los ensayos de laboratorio requeridos de acuerdo a estas especificaciones para comprobar la calidad del trabajo y de los materiales, serán ordenados y localizados por El Supervisor y pagados por El Contratista, a razón de una (1) prueba de compactación por cada 100 m2 de adoquinado.

t) Rotura y reposición de aceras, rampas, andenes y cunetas

Se restaurarán a su condición original las aceras, rampas, andenes y cunetas que sean dañadas durante la ejecución de los trabajos comprendidos en todo el proyecto.

El concreto para aceras, rampas, andenes y cunetas deberá preparase usando una mezcla: de una (1) parte de cemento, dos (2) partes de arena y tres (3) partes de grava o piedra triturada.

El espesor de las aceras de concreto no será menor de 5.00 centímetros. Las cunetas de concreto se construirán de acuerdo con las dimensiones y forma de las cunetas existentes. El espesor del concreto para las rampas no será menor de 20 centímetros.

El concreto a usar deberá tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 2,000 psi para las aceras y de 2,500 psi para las cunetas, rampas y andenes. Las aceras serán vaciadas en el sitio y en forma monolítica y se deberán dejar juntas frías cada 1.50 metros. Las formaletas a utilizar deberán permanecer por lo menos 12 horas después de colocado el concreto.
Todas las superficies de concreto de estos elementos deberán tener un acabado liso de llana de madera, color uniforme y sin marcas de herramientas, ni huellas.

Sistemas de pre tratamiento

u) Alcances de obras

Este ítem comprende los materiales y las actividades desarrolladas en el proceso constructivo del Sistema de pre-tratamiento del alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Matiguás departamento de Matagalpa.

El sistema de pre-tratamiento se construirán de concreto reforzado con una resistencia a 28 días de 3000 PSI a como se muestra en planos constructivos, a continuación se presentan las especificaciones de los materiales y las actividades desarrolladas en el proceso.

v) Materiales para la fabricación del concreto

El cemento a utilizarse en la preparación de mezclas de hormigón, será de una marca conocida de cemento Portland Tipo I y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69.

El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, estar libre de grasas y aceites, de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis o impurezas que

puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada previamente por el Supervisor.

La grava deberá ser limpia, pura y durable. El tamaño máximo permitido de agregado grueso será de 1/5 (un quinto) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o de 3/4 (tres cuartos) del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo, según recomendaciones de la Norma ACI-211.1-81.

La arena deberá ser limpia, libre materia vegetal, limo, materias orgánicas, etc. La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los requisitos de las especificaciones ASTM. C-33-59 y permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como de la resistencia requerida.

w) Resistencia del concreto

Todo el concreto empleado tendrá un revestimiento mínimo de 2” y no mayor de 4” y/o conforme el diseño del concreto sometido por el Contratista y aprobado por el Supervisor. La resistencia a la compresión especificada se medirá en cilindros de 15 x 30 centímetros a los 28 días de edad de acuerdo a las normas ASTM. C-39-66.

El Contratista tomará cilindros de la mezcla de hormigón según lo ordene el Supervisor, para determinar su resistencia por medio de ensayos de laboratorios, los cuales serán pagados por el Contratista. Se tomarán dos (2) cilindros por llena por frente de trabajo por día. El concreto empleado tendrá una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² (3,000 psi).

x) Mezclado del concreto

La mezcla se deberá hacer en una mezcladora mecánica con no menos de 1½ minutos de revolución continua, una vez que todos los agregados hayan sido introducidos dentro de la mezcladora.

El Supervisor autorizará la mezcla del concreto a mano, debiendo hacerse sobre una superficie impermeable (bateas, etc.), no se permitirá hacer la mezcla directamente sobre el suelo, la mezcla deberá tener un aspecto uniforme y se agregará después el agua dosificadamente, en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo. Se tendrá especial cuidado durante la operación de no mezclar con tierra e impurezas.

y) Colocación del concreto

Antes del colado del concreto, todos los encofrados o moldes deberán limpiarse, eliminando de ellos toda basura o materia extraña; también los encofrados deben humedecerse antes del vaciado para evitar que absorban agua de la mezcla de concreto.

El colado debe efectuarse a tal velocidad, que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas. Una vez iniciado el colado este deberá efectuarse en forma continua hasta que termine el colado del tablero o sección.

Durante la colocación, todo concreto en estado blando deberá compactarse con vibrador para que pueda acomodarse enteramente alrededor del esfuerzo.

El colado del concreto debe interrumpirse en caso de lluvia, tomando las medidas apropiadas para proteger de ella los elementos recién colados.

Los elementos estructurales de concreto deberán piquetearse, no antes de tres (3) días después de haberse desencofrado, para aplicar acabado fino.

z) Encofrados

Las juntas de las formaletas, no dejarán rendijas de más de tres (3) milímetros, para evitar pérdidas de la lechada, pero deberán dejar la holgura necesaria para

evitar que por efecto de la humedad durante el colado se compriman y deformen los tablones, en el caso de usar madera.

Se usará una película de aceite quemado en la cara de la formaleta en contacto con el concreto para evitar descascaramientos de la superficie del concreto colado al retirar la formaleta.

aa)Desencofrados

El desencofrado deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y durabilidad de la estructura.

El concreto que se descimbre debe ser suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores. Durante la actividad de descimbrar se cuidará de no dar golpes ni hacer esfuerzos que puedan perjudicar al concreto.
El tiempo mínimo para retirar las formaletas será de:
21 días para losas y vigas aéreas.
7 días para las paredes de concreto armado.
2 días en los costados de columnas, de paredes y de vigas.

En ningún momento se permitirá cargar la estructura con almacenamiento de materiales, equipos o cualquier otro tipo de sobrecarga extraordinaria durante el tiempo que dure el concreto en alcanzar su resistencia de diseño.

bb) Curado del concreto

Después de la colocación del concreto deben protegerse todas las superficies expuestas a los efectos de la intemperie, sobre todo del sol y de la lluvia. El curado se iniciará tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente a juicio de El Supervisor.

Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto, durante los primeros siete (7) días. Se evitarán todas las causas externas, como

sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar fisuras o agrietamiento en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada. Todos los repellos y acabados de paredes deben curarse en igual forma.

cc)Reparación de defectos en el concreto

Todos los defectos en el concreto, segregaciones superficiales (ratoneras), deben reparase picando bien la sección defectuosa, eliminado todo el material suelto. Las zonas o secciones defectuosas deben rellenarse con concreto o mortero en base de epóxidos, siguiendo las instrucciones de El Supervisor.

dd) Acero de refuerzo

El acero de refuerzo será de barras según las especificaciones ASTM.- A-305 y también deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM.-A-615 Grado 40 con límite de fluencia Fy = 2,800 kg/cm². Los espesores de las barras a emplear estará conforme el detalle mostrado en planos constructivo.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del Proyecto, sin errores mayores de un (1) centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo especificación estricta en los planos, se harán con radios superiores de siete y media (7.5) veces el diámetro.

Las varillas se sujetarán a la formaleta con alambre de hierro dulce #16 y tacos de concreto o piedra entre sí de modo que no puedan desplazarse durante el chorreado del concreto y que éste pueda envolverlas completamente.

La separación entre varillas paralelas será, como mínimo, igual a dos y medio (2.5) centímetros o una y media (1.5) veces el diámetro del mayor agregado grueso utilizado.

La posición de las varillas se ajustará a lo indicado en los planos del proyecto y las instrucciones de El Supervisor.

Medición de caudales – Canal Parshall

El Contratista debe proveer e instalar canales medidores Parshall en el sitio indicado en los planos constructivos. Las características, modelo y tipo serán determinadas de acuerdo al caudal que circula por el sistema.

El canal deberá ser de fibra de vidrio y deberá ser suministrado con todos los accesorios necesarios para la instalación en el canal. El canal debe incluir una escala de medición empotrada dentro de la sección correspondiente del canal, la escala debe ser dividida en incrementos de un (1) centímetro y aletones de buen tamaño y suficientes, para instalarlo en el canal de concreto.

La superficie interior debe ser lisa y libre de irregularidades para minimizar el acumulamiento de partículas, garantizar la circulación del flujo sin obstáculos y permitir una medición sin alteraciones.

La superficie exterior debe ser provista con sujetadores para anclamiento en concreto y una estructura de soporte o un pozo de estanqueidad para sostener el detector de nivel especificado en los planos y deberá tener adaptadores terminales para una transición necesaria entre el desarenador y el canal de salida con el canal Parshall.

Anexo VIII

Manual de operaciones y mantenimiento

N.16 Instructivo de operación y mantenimiento

Sistema de Alcantarillado Sanitario

Generalidades

A continuación se describe las acciones que deben tomarse para la buena marcha de la Operación y Mantenimiento de la Red de Alcantarillado Sanitario de Matiguás.

Sostenimiento de la red alcantarillado sanitario

Cualquier sistema de alcantarillado, pluvial, sanitario o unitario requiere un mantenimiento periódico. De hecho, las redes de alcantarillado son sujetas a la abrasión, oxidación, fisuras, bloques y hundimiento. Mantenimiento e inspección periódica hacen parte de las tareas rutinarias del encargado de las alcantarillas.

Inspección de la red de alcantarillado sanitario

Es esencial inspeccionar visualmente el sistema de alcantarillado de una forma continua. Esas inspecciones son parte del trabajador sanitario y deben ser incluidas en la definición de sus tareas, incluyendo los siguientes elementos:

- Averiguar que los huecos de ventilación sobre las tapas de pozo de visita no estén bloqueados;
- Averiguar si hay presencia de arena, grava, grasa u otros depósitos sobre el fondo de los pozos;
- Averiguar el estado de las tuberías y la presencia de grietas;
- Averiguar el alineamiento de las tuberías;
- Averiguar la velocidad y el caudal de flujo;
- Averiguar el suelo hundiéndose o hinchándose alrededor de los pozos;
- Averiguar el nivel de agua en los pozos

❖ **Pruebas de humo**

Es a veces necesario realizar una prueba de humo en la tubería con el propósito de localizar una grieta importante o una conexión ilegal en la red de alcantarillado. La prueba consiste en hacer circular bajo presión una nube de humo blanco que

penetrará todas las conexiones dentro del sector de la red bajo prueba. Observando donde el humo se está escapando, se pueden ubicar las grietas importantes y las conexiones ilegales.

- **Prueba usando un líquido colorado**

Esta prueba consiste en el uso de un colorante, cuya presencia en los afluentes permite averiguar las intercomunicaciones entre las redes de alcantarillado y las conexiones.

- **Limpiar red de alcantarillado**

Cuando la velocidad del afluente que pasa en una tubería es menor de 0.6 m/s, ocurre sedimentación que provoca la deposición de sólidos en la tubería. Diferentes técnicas han sido desarrolladas para prevenir una acumulación excesiva de sólidos en los conductos.

- **Limpieza con una bola de acero**

Consiste en la introducción de una bola de acero cuyo diámetro es ligeramente inferior al diámetro interior de la tubería, la bola es asegurada por una cadena, un cable o mecate, y es colocada dentro de un pozo de visita con agua. El agua forzará la bola a viajar en la tubería de alcantarillado. Cuando se regularice la velocidad de avance de la bola, la velocidad del agua que pasa alrededor de la bola irá incrementándose y desalojará los sólidos y los pondrá en suspensión. Un dique o muro instalado en el pozo de visita aguas abajo permite recolectar los residuos.

- **Limpieza hidrodinámica**

Es el método más utilizado en la actualidad y consiste en utilizar una manguera de caucho con un caudal de hasta 6 l/s de agua con una presión entre 4000 y 150000 KPa. La boca dirige un chorro para desalojar los depósitos sólidos. Unos chorros laterales aseguran la evacuación de los residuos y permite el movimiento de la cabeza de limpieza.

La limpieza se hace hacia aguas arriba y el agua lleva los residuos aguas abajo. Un dique o muro instalado en un pozo de visita aguas abajo permite recolectar los residuos.

- **Limpieza usando demasía de agua**

Incrementando el caudal y la presión hidrostática en el conducto, se puede permitir una limpieza adecuada para las tuberías pequeñas. Este tipo de limpieza es generalmente seguido por algún otro método de limpieza, ya que las presiones y velocidades producidas son generalmente inadecuadas para lograr una limpieza completa.

- **Limpieza mecánica**

La limpieza mecánica es un método eficiente para eliminar raíces de árbol, grasas y varios residuos. Se realizada con una herramienta cortante o un taladro introducido en el alcantarillado por un cable atado a una máquina motorizada. Varios tipos de herramientas pueden ser usados dependiendo del tipo de residuo a ser removido.

Consiste en el uso de un dispositivo cortante mecánico para remover las raíces. El segundo método radica en el uso de una solución química que destruirá el sistema de raíces y mantendrá las raíces fuera de la tubería por un período de 5 años. El último método consiste en la remoción de raíces mecánicamente y en el uso de un producto químico que mata permanentemente el sistema de raíces.

- **Reparación**

A parte de la inspección y de la limpieza el trabajador de alcantarillas sanitario debe reparar el sistema de alcantarillado sanitario, los pozos de visita y los equipos asociados.

Durante estas reparaciones, herramientas mecánicas y eléctricas son requeridas, así como productos de cemento para reparar el concreto y mampostería. Es también necesario de excavar amplias áreas para reemplazar conductos que se han hundido o quebrado. Para lograr eso, retro-excavadoras y otros equipos

pesados son requeridos en la evacuación del material excavado sobrante y de pedazos de conductos.

- **Personal necesario**

El personal de la planta es para la operación y mantenimiento de las unidades y módulos sanitarios. Se recomienda como personal permanente en las plantas 1 operador del sistema y dos ayudantes. Las características de este personal son:

Operador de turno:

Educación, experiencia y habilidades:

- Título de Bachiller y curso de capacitación.
- Destreza manual y discriminación de colores
- Disponibilidad para trabajo con rotación de turnos
- Responsabilidades
- Responsable por llenado de formularios de registros de observaciones visuales
- Muestreo de las aguas residuales crudas y tratadas
- Muestreo instantáneo de efluentes de Biofiltros para los diferentes análisis.

Ayudantes:

- Mantenimiento de taludes internos y externos
- Mantenimiento de cauces
- Jardinerías y arborización de exteriores
- Operación de podadores
- Mantenimiento de estructuras sanitarias

- **Operación de rutina de la planta**

Los procesos componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales son los siguientes:

- Cribado
- Medición de Caudal
- Tanque Imhoff
- Laguna de Estabilización
- Descarga Final

Cada uno de los procesos indicados tiene un objetivo específico de cambio o mejoramiento de la calidad de uno o varios de los parámetros de calidad de las aguas residuales que están siendo tratadas. Por ejemplo el objetivo del proceso de cribado es la remoción del material flotante y sólidos de gran tamaño y el parámetro más apropiado para controlar el proceso sería la determinación de sólidos flotantes.

Para controlar que se consigan los resultados de depuración esperados, es necesario efectuar una serie de mediciones y determinaciones como:

- La demanda Bioquímica y Química de Oxígeno en el efluente y afluente
- Los niveles de sólidos en suspensión
- Los niveles de coliformes fecales
- Observaciones visuales en las plantas, la sanidad y aspecto.
- Con las determinaciones anteriores se pueden calcular algunos parámetros de control como:
- La Carga orgánica superficial del proceso
- Las eficiencias de remoción de materia orgánica y de bacterias
- Los requisitos de limpieza del proceso
- La producción de sólidos biológicos del proceso.

Existen otras determinaciones que sirven también para control de los procesos y que ameriten efectuarse, pero no en forma rutinaria, sino en condiciones de evaluación intensiva y con una frecuencia diferente.

- **Programas de mediciones y pruebas de laboratorio**

Establecidos los criterios de control de los procesos de tratamiento, hace falta detallar el programa de muestreo puntual o compuesto y de mediciones y pruebas a realizarse en condiciones de rutina. Con estos datos se desarrollaran los parámetros de control antes indicado.

Para la realización del programa de muestreo y medición se han tomado en cuenta algunos aspectos como son:

- El tipo de medición o análisis a efectuarse
- Los requisitos de preservación de las muestras y el tiempo máximo de espera
- La variabilidad del parámetro
- El uso práctico de la información a desarrollarse
- Resumen de Datos Diarios: Este formato registra los parámetros operacionales del sistema y los resultados de análisis de laboratorio aplicables. Se debe hacer notar que algunas pruebas se realizan una vez a la semana o cada 15 días o una vez al mes. Por tanto solamente la información aplicable se deberá registrar en el formato.
- Resumen Mensual: Se reporta la eficiencia del sistema en cuanto a remoción de los parámetros a ser controlados. El mantenimiento de rutina se suma y también se reporta cualquier problema operacional o de mantenimiento que se haya presentado durante el período.
- Resumen Trimestral y Anual: Este resumen pretende evaluar en forma global el desempeño del sistema de tratamiento.

➢ Recomendaciones para el mantenimiento de la planta de tratamiento

❖ Pretratamiento

Canal de entrada con rejilla

- Remoción manual y diaria de los sólidos gruesos retenidos entre las barras de la rejilla y el acumulado sobre la platina perforada, con la ayuda de un rastrillo metálico. El material inorgánico se recolecta y se envía al basurero municipal, y el material orgánico se deposita en la pila de secado de lodos. Esta actividad toma diez minutos.
- Limpieza de los sólidos sedimentados en el fondo del canal de entrada, una vez por mes, con la ayuda de pala y carretilla. Esta actividad dura 10 minutos.

- Registro del caudal afluente mediante el uso del dispositivo de medición instalado. Se recomienda hacer mediciones cada hora en la etapa de arranque del sistema para conocer el comportamiento de los caudales de entrada y salida. Posteriormente, pueden efectuarse mediciones menos frecuentes de control (tres veces al día). Estas mediciones deben ser anotadas en un cuaderno de registro para saber su comportamiento en el tiempo.

Desarenador

- Extracción del material acumulado en el fondo del desarenador mediante una válvula de desagüe de fondo. Si no existe esta válvula, se utiliza pala y carretilla. La frecuencia de limpieza se determina en función de la acumulación de material en el volumen establecido para el almacenamiento de los sedimentos. Esta limpieza tiene una duración de 30 a 40 minutos.
- La instalación del bafle permite contar con una trampa de grasa. La grasa y otros materiales flotantes se acumulan en forma de nata en la superficie del agua, por lo que se deben remover cada tres días con un pazcón (malla). Esta actividad tarda 15 minutos y se utiliza también una carretilla para trasladar los desechos hacia el área de secado de lodos.

❖ Tratamiento primario

➢ Operación y control del tanque Imhoff

- **Arranque**

Antes de poner en funcionamiento el tanque Imhoff, deberá ser llenado con agua limpia y si fuera posible, el tanque de digestión inoculado con lodo proveniente de otra instalación similar para acelerar el desarrollo de los microorganismos anaeróbicos encargados de la mineralización de la materia orgánica. Es aconsejable que la puesta en funcionamiento se realice en los meses de mayor temperatura para facilitar el desarrollo de los microorganismos en general.

- **Operación**

a) Zona de sedimentación

En el caso que el tanque Imhoff disponga de más de un sedimentador, el caudal de ingreso debe dividirse en partes iguales a cada una de ellas. El ajuste en el reparto de los caudales se realiza por medio de la nivelación del fondo del canal de los vertederos de distribución o mediante el ajuste de la posición de las pantallas del repartidor de caudal.

La determinación del periodo de retención de cada uno de los tanques de sedimentación se efectúa midiendo el tiempo que demora en desplazarse, desde el ingreso hasta la salida, un objeto flotante o una mancha de un determinado colorante como la fluoresceína.

Durante la operación del tanque Imhoff la mayor proporción de los sólidos sedimentables del agua residual cruda se asientan a la altura de la estructura de ingreso, produciendo el mal funcionamiento de la planta de tratamiento. En el caso de tanques Imhoff compuesto por dos compartimientos, la homogenización de la altura de lodos se realiza por medio de la inversión en el sentido del flujo de entrada, la misma que debe realizarse cada semana mediante la manipulación de los dispositivos de cambio de dirección del flujo afluente.

b) Zona de ventilación

Cuando la digestión de los lodos se realiza en forma normal, es muy pequeña la atención que se presta a la ventilación. Si la nata permanece húmeda, ella continuará digiriéndose en la zona de ventilación y progresivamente irá sedimentándose dentro del compartimiento de digestión.

Se permite la presencia de pequeñas cantidades de material flotante en las zonas de ventilación. Un exceso de material flotante en estas zonas de ventilación puede

producir olores ofensivos y a la vez cubrir su superficie con una pequeña capa de espuma lo que impide el escape de los gases.

Para mantener estas condiciones bajo control, la capa de espuma debe ser rota o quebrada periódicamente y antes de que seque. La rotura de la capa se puede ejecutar con chorros de agua proveniente de la zona de sedimentación o manualmente quebrando y sumergiendo la capa con ayuda de trinches, palas o cualquier otro medio.

Esta nata o espuma puede ser descargada a los lechos de secado o en su defecto enterrado o ser dispuesto al relleno sanitario. Los residuos conformados por grasas y aceites deberán ser incinerados o dispuestos por enterramiento o en el relleno sanitario.

c) Zona de digestión de lodos

La puesta en marcha del tanque Imhoff o después que ha sido limpiado, debe ejecutarse en la primavera o cercana a la época de verano. Muchos meses de operación a una temperatura cálidas es requerida para el desarrollo de las condiciones óptimas de digestión.

- **Drenaje de lodos**

Es deseable mantener el lodo el mayor tiempo posible en zona de digestión a fin de lograr una buena mineralización. Al efecto el nivel de lodo debe ser mantenido entre 0.5 m y un metro por debajo de la ranura del sedimentador y en especial de su deflector.

Es aconsejable que durante los meses de verano se drene la mayor cantidad posible de lodos para proveer capacidad de almacenamiento y mineralización de los lodos en época de invierno.

Por ningún motivo debe drenarse la totalidad de lodos, siendo razonable descargar no más del 15 % de volumen total o la cantidad que puede ser aceptado por un lecho de secado.

El drenaje de lodo debe ejecutarse lentamente para prevenir alteración en la capa de lodo fresco.

- **Limpieza**

a) Zona de sedimentación

Toda la superficie de agua del sedimentador debe estar libre de la presencia de solidos flotantes, espumas, grasas y materiales asociados a las aguas residuales, así como de material adherido a las paredes de concreto y superficies metálicas con el cual los sólidos están en contacto.

El material flotante tiende a acumularse rápidamente sobre la superficie del reactor y debe ser removido con el propósito de no afectar la calidad de los efluentes, por lo que esta actividad debe recibir una atención diaria retirando todo el material existente en la superficie de agua del sediementador.

La recolección del material flotante se efectúa con un desnatador. La versión común de esta herramienta consiste de una paleta cuadrada de 0.45 x 0.45 m construida con malla de 1/4¨ de abertura y acoplada a un listón de madera.

Las estructuras de ingreso y salida deberán limpiarse periódicamente, así mismo los canales de alimentación de agua residual deben limpiarse una vez concluida la maniobra de cambio de alimentación con el propósito de impedir la proliferación de insectos o la emanación de malos olores. Semanalmente o cuando las circunstancias así lo requieran, los sólidos depositados en las paredes del sedimentador deben ser retirados mediante el empleo de raspadores con base de

jebe y la limpieza de las paredes inclinadas del sedimentador debe efectuarse con un limpiador de cadena.

La grasa y solidos acumulados en las paredes a la altura de la línea de agua deben ser removidos con un raspador metálico.

La experiencia del operador le indicara que otras actividades deben ser ejecutadas.

b) Zona de ventilación

La zona de ventilación de la cámara de digestión, debe encontrarse libre de natas o de solidos flotantes, que hayan sido acarreados a la superficie por burbujas de gas.
Para hundirlas de nuevo, es conveniente el riego con agua a presión, si no se logra esto, es mejor retirarlas, y enterrarlas inmediatamente. La experiencia indica la frecuencia de limpieza, pero cuando menos, debe realizarse mensualmente.

Generalmente se ayuda a corregir la presencia de espuma, usando cal hidratada, la cual se agrega por las áreas de ventilación. Conviene agregar una suspensión de cal a razón aproximada de 5 Kg por cada 1000 habitantes.

c) Zona de digestión de lodos

Evaluación de lodo

Es importante determinar constantemente el nivel de lodos para programar su drenaje en el momento oportuno.

Cuando menos una vez al mes, debe determinarse el nivel que llegan los lodos en su compartimiento.

Para conocer el nivel de lodos se usa una sonda, la que hace descender cuidadosamente a través de la zona de ventilación de gases, hasta que se aprecie que la lámina de la sonda toca sobre la capa de los lodos; este sondeo debe verificarse cada mes, según la velocidad de acumulación que se observe.

Los lodos digeridos se extraen de la cámara de digestión abriendo lentamente la válvula de la línea de lodos y dejándolos escurrir hacia los lechos de secado.

Los lodos deben extraerse lentamente, para evitar que se apilen en los lechos de secado, procurando que se destruyan uniformemente en la superficie de tales lechos.

La fuga de material flotante en la salida del sedimentador será un indicio de la necesidad de una extracción más frecuente de lodo de digestor.

Se recomienda que en cada descarga de lodos, se tome la temperatura del material que se está escurriendo, lo mismo que la temperatura ambiente. Con esto se tiene una indicación muy valiosa de las condiciones en que se está realizando la digestión.

- **Fallas de operación**

a) Zona de sedimentación

Caso A: Distribución de caudal no uniforme

Este fenómeno puede ser notado por la presencia de una mayor turbulencia y/o movimiento superficial del agua en la zona de ingreso del agua residual cruda o mediante la medición de la velocidad de desplazamiento del agua dentro del sedimentador.

Causa

- Condiciones hidráulicas inadecuadas en las estructuras de ingreso
- Estructuras de ingreso o salida mal niveladas
- Vertederos de entrada o salida mal niveladas

Medidas correctivas

- Colocar vertederos pequeños o ajustarlos para permitir la distribución uniforme del caudal afluente.
- Colocar obstáculos como pantallas, bloquetas para ajustar la distribución del caudal afluente.
- Ajustar los vertederos al nivel correspondiente

Caso B: Alto contenido de sólidos en la superficie del sedimentador o en los efluentes

Causa

- Poca profundidad por debajo del nivel de agua de la pantalla de salida.
- Acumulación de cantidades excesivas de espumas en la superficie de agua, o de material adherido a las paredes del sedimentador, canales de colección o vertederos de entrada y salida.
- Ascensión de solidos a través de la ranura del sedimentador desde la cámara de digestión.
- Alto contenido de sólidos en el agua residual cruda

Medidas correctivas

- Ampliar la profundidad de la pantalla de salida por debajo del nivel de agua hasta alcanzar buenos resultados.

- Remover el material flotante con mayor frecuencia y en forma completa
- Drenar los lodos del tanque de digestión hasta una altura que impida su paso al sedimentador.
- Evitar un exceso de la capa de material flotante y de espuma en la zona de ventilación. El exceso puede forzar a que los lodos pasen al sedimentador a través de la abertura de fondo.

b) Zona de ventilación

Caso A: Acumulación excesiva de espumas

Causa

- Presencia de grandes cantidades de material flotante ligero tales como solidos flotantes que forman las natas y la presencia de grasas o aceites.

Medidas correctivas

- Remover parte de las espumas siempre que el gas y el lodo sea forzado a salir a través de la ranura del sedimentador.

c) Zona de digestión de lodos

Caso A: Presencia de espuma

Causas

Generalmente el espumeo se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de material de baja densidad que asciende a la superficie en la zona de ventilación y es causado por las altas tasas de digestión como consecuencia del incremento de la temperatura, conduciendo a que flote material sin digerir.

El fenómeno también puede presentarse por la fermentación acida de los lodos, así como por:

- Inicio de la operación de la nueva planta con grandes cantidades de material sedimentable y sin presencia de inoculo.
- Incremento de la temperatura del lodo en la zona de digestión durante la primavera o el verano luego del periodo de invierno.
- Presencia de grandes cantidades de materia orgánica en las aguas residuales.

Medidas correctivas

- Iniciar la operación del tanque Imhoff en primavera o verano.
- Drenar la mayor cantidad posible de lodos durante el otoño, para permitir suficiente periodo de digestión durante el invierno.
- Drenar frecuentemente pequeñas cantidades de lodos pero manteniendo lo suficiente como para permitir una buena digestión del lodo fresco.
- En cuanto al espumeo, ello puede ser corregido por:
- Rotura de las capas de material flotante presente en las ventilaciones utilizando chorros de agua. El agua puede prevenir de la zona de sedimentación.
- Rotura manual de la capa de espuma como para permitir el escape de los gases.
- Adición de cal hasta ajustar el pH a 7,0 o ligeramente por encima de este valor. Al efecto debe tomarse muestras de lodos a diferentes alturas con el propósito de cuantificar la cantidad de cal necesaria. La cal se añade bajo la forma de lechada a todo lo largo de la zona de ventilación de manera de ejecutar una distribución uniforme del producto químico.

Caso B: El lodo no fluye a través de la tubería de drenaje

Causas

- Lodo muy viscoso
- Obstrucción de la tubería por arenas, lodo compactado, trapos, solidos voluminosos, etc.

Medidas correctivas

- A través de la tubería de ventilación introducir una varilla hasta el fondo del tanque y sondearlo hasta lograr la licuefacción del lodo.
- Insertar una manguera contra incendio con su respectiva boquilla hasta el fondo de la tubería y soltar agua a presión.
- Revisar el espejo de la válvula de drenaje
- Remover el lodo viscoso del área cercana al ingreso a la tubería de drenaje con ayuda de una bomba de aire.
- Cuando existen grandes cantidades de arena es necesario desaguar el tanque por bombeo con el fin de removerlos

- Operación y control de lechos de secado

- Preparación del lecho de secado

Los lechos de secado deben ser adecuadamente acondicionados cada vez que vaya a descargarse lodo del digestor. La preparación debe incluir los siguientes trabajos:

a) Remover todo el lodo antiguo tan pronto como se haya alcanzado el nivel de deshidratación que permita su manejo. El lodo deshidratado

con un contenido de humedad no más del 70 % es quebradizo, de apariencia esponjosa y fácilmente hincable con tridente.

b) Nunca añadir lodo a un lecho que contenga lodo
c) Remover todas las malas hierbas u otros restos vegetales
d) Escarificar la superficie de arena con rastrillos o cualquier otro dispositivo antes de la adicción de lodo. Esto reduce la compactación de la capa superficial de arena mejorando la capacidad de filtración.

- Reemplazo de la capa de arena

Periódicamente debe ser reemplazado la capa de arena hasta alcanzar su espesor original. Una parte de la arena se pierde cada vez que se remueve el lodo seco. La arena que se utilice para reponer el espesor original debe ser de la misma característica que la especificada en su construcción.

- Calidad del lodo digerido

El lodo descargado a los lechos de secado debe estar adecuadamente digerido. Lodos pobremente digeridos son ofensivos a los sentidos especialmente el olfato y el proceso de secado es sumamente lento. Así mismo, el lodo que ha permanecido en el digestor mayor tiempo del necesario también tiene un proceso de secado muy lento. Es decir, que los dos extremos, la pobre digestión o un tiempo de digestión mayor al necesario son perjudiciales.

Los aceites, grasas y otros residuos oleosos obturaran los poros de la arena y no deben ser descargados a los lechos de secado.

Muestras de lodos deberán ser examinados antes de proceder a su descarga para determinar si las características son las más adecuadas. Entre ellas se tiene:

- Características físicas: El lodo debe ser examinado para determinar su color, textura y olor. Estos son excelentes indicadores del estado de digestión de los lodos.
- Volumen a remover: El volumen removido debe ser calculado y registrado para determinar la capacidad de digestión y evaluar la cantidad de solidos fijos y volátiles removidos del sistema. El volumen removido puede ser calculado rápidamente a través de la determinación del volumen ocupado por el lodo en el lecho de secado.
- Solidos totales: La concentración de solidos como medida del contenido de solidos totales, indica la capacidad de retención de agua por parte del lodo y el grado de compactación.
- Porcentaje de material volátil: Esta prueba indica el grado o nivel de degradación de la materia orgánica.
- Valor de pH: El valor de pH del lodo digerido debe ser próximo a 7.0, mientras que lodos con valores de pH menor a 7.0 indica que requiere mayor tiempo de digestión y que no está listo para ser secado.

- Descarga del lodo digerido

El lodo debe ser descargado del digestor a una tasa bastante alta a fin de mantener limpia la tubería de descarga hacia el lecho de secado. La presencia de materia compactada, incluida la arena en el tubo de descarga puede requerir el sondeo o la necesidad de efectuar un retrolavado. Al inicio del proceso de drenaje de lodos, la válvula debe ser abierta totalmente y una vez que el flujo se estabilice, la válvula debe ser cerrada hasta obtener un flujo regular. El drenaje de lodo debe prolongarse hasta haber purgado la cantidad provista de lodo.

Luego de la descarga de lodo al lecho de secado, debe drenarse la tubería y luego lavarse con agua. Esto no solo previene la obstrucción de la tubería, sino que también evita la generación de malos olores o gases por la descomposición del lodo acumulado en la tubería de descarga.

Se debe tener mucho cuidado con los gases porque cuando se mezclan con el aire forman una mezcla altamente explosiva. La presencia de fuego directo o de operadores con cigarrillos debe ser prohibido cuando se drene los lodos hacia el lecho de secado.

Remoción de lodo de lecho de secado

El mejor momento para retirar los lodos de los lechos de secado depende de:

- La adecuada resquebrajadura del lodo
- La necesidad de drenar un nuevo lote de lodos del digestor
- Contenido de humedad de los lodos en el lecho de secado

El lodo puede ser retirado por medio de una pala o tridente cuando el contenido de humedad se encuentra entre el 70 y 60 %. Pero si se deja secar hasta el 40 % de humedad, el peso será la mitad o la tercera parte y podrá ser manejado más fácilmente.

❖ Tratamiento Secundario y Terciario

Lagunas de estabilización

- **Operación de las lagunas**

En lo que respecta a lagunas anaeróbicas y facultativas, la operación a la que están sujetas es mínima. En el caso de las anaeróbicas, será muy raro encontrar oxígeno disuelto, por lo que bajo condiciones normales de funcionamiento es posible percibir la presencia de malos olores a causa de la presencia de hidrogeno sulfurado entre otros tipo de gases. En el caso de las lagunas facultativas sucederá todo lo contrario y en ella siempre se podrá determinar en las capas superiores la presencia de oxígeno disuelto en cantidades muy variables que van

desde 0.5 mg/l en horas de la mañana hasta valores por encima del valor de saturación en horas de la tarde.

En el caso que se presentara bajos valores de oxígeno disuelto en la laguna facultativa, estaría indicando la presencia de sustancias toxicas en las aguas residuales crudas o en su defecto de sobrecarga de la tasa de aplicación y que afecta directamente al crecimiento de algas.

Durante la operación de las lagunas, el operador debe garantizar el funcionamiento continuo y adecuado del sistema hidráulico y del proceso biológico de las lagunas.

La operación de las lagunas deberá contemplar un trabajo rutinario semanal y trabajos ocasionales. En general, el trabajo consistirá en:

1. Limpieza de las estructuras que determinan el funcionamiento hidráulico de las lagunas (canal).
2. Determinación de parámetros de control
3. Observaciones al afluente y efluente para la correcta evaluación del funcionamiento biológico de las lagunas.

Operación del funcionamiento hidráulico

Tanto las tuberías de alimentación de la laguna secundaria como la interconexión entre lagunas se realizan a través de tuberías de PVC de 6¨ubicadas en los extremos y centro de la laguna. Estas interconexiones se localizaran en el mismo nivel, a fin de permitir un mismo caudal de vertido hacia la laguna terciaria.
Todas estas interconexiones deben ser controladas para asegurar una buena distribución, tanto en los afluentes como efluentes de las lagunas.

Como parte de la operación rutinaria, se deberá prevenir la proliferación de vectores (zancudos, mosquitos, etc.) que pueden desarrollarse en los bordes de agua. Para removerlos se sube el nivel de agua en la laguna unos 20 cm o hasta el nivel de aguas máximas por cortos periodos (dos días) y se vuelve al nivel inicial. Las larvas perecen por efecto de la inundación provocada. Por consiguiente, la oscilación periódica del nivel de agua en la laguna, contribuye a mantener el control de los mosquitos. Este aumento de nivel se puede conseguir con la colocación de compuertas manuales de PVC en las cámaras y arquetas de salida de las lagunas.

- **Operación del proceso biológico**

En este tipo de lagunas, la materia orgánica disuelta o suspendida proveniente del efluente, será metabolizada por bacterias heterotróficas que consumen el oxígeno producido por las algas fotosintéticas (cuya proliferación está directamente ligada con la temperatura y la radiación solar) las cuales a su vez captan el CO2 liberado por las bacterias, en tanto que el lodo sedimenta en el fondo, donde se produce su digestión natural. La permanencia de este es aproximadamente dos años.

Por otro lado la carga orgánica debe limitarse estrictamente dado que el oxígeno disuelto originado dentro de la laguna, varia en forma horaria y con la profundidad, siendo su mayor concentración en la superficie.

Sin embargo el objetivo principal de las lagunas es la remoción de patógenos para un efluente de calidad compatible con su reutilización (riego y acuicultura). Esto se consigue con los periodos de retención que se han propuesto en el diseño.

En cuanto a la masa de aguas de las lagunas, la superficie del líquido debe mantenerse libre de solidos flotantes que no fueron removidos en el tratamiento

preliminar, estos podrán corresponder a natas, grasas, aceite papel, solidos flotantes de menor tamaño, etc.

Estos materiales deben ser removidos utilizando una especie de cuchara grande de malla metálica con una asa metálica larga.

Por otro lado, en las lagunas existe a veces crecimiento excesivo de algas. Muchas flotan en la superficie y forman una nata gruesa que perjudica el normal funcionamiento de la unidad, debido a que interfiere en el paso de la luz solar. Esta nata es empujada por el viento a las orillas, produciendo olores desagradables, por lo tanto deben ser removidas tan frecuentemente como sea necesario.

En otros casos, especialmente cuando la profundidad es baja y la temperatura del agua es elevada, las capas de lodo pueden desprenderse del fondo y ascender a la superficie; estas masas de residuos se acumulan generalmente en las esquinas y deben ser disgregadas para que sedimenten en el fondo. También pueden ser extraídas con la cuchara y depositadas en el lecho de secado.

- **Prevención de olores**

Las causas de estos olores pueden ser producto de:

1. Sobrecargas orgánicas (mayores a las previstas en el diseño)
2. Escasa población de algas por falta de nutrientes.
3. Cargas violentas o cambio en el tipo de aguas servidas, tanto como la presencia de una alta concentración de sulfatos, cloruros, etc.

El procedimiento para eliminar malos olores será como se señala a continuación:

- El tratamiento con nitrato de sodio que proporciona oxígeno para que exista descomposición aerobia, estimula el crecimiento de algas y otros organismos que mediante la fotosíntesis proporciona oxigeno adicional además mantiene en la laguna una reacción alcalina.
- El tratamiento con cal permite controlar la acidez en una laguna

Muestreo

En el siguiente cuadro se indican los parámetros a ser evaluados así como la frecuencia de muestreos para determinar las características generales de las lagunas.

Para el caso de los efluentes de lagunas primarias (facultativas), en una primera etapa es recomendable tomar muestras y analizar la D.B.O horariamente o cada dos horas, extraídas idealmente con la ayuda de un muestrador automático y paralelamente deberá medirse el caudal efluente en cada uno de los puntos de muestreo.

Tabla 72.-Parámetros de muestreo

Parámetro	Lugar de muestreo	Nivel de Control		
		Básico	Medio	Avanzado
Apariencia	Laguna Facultativa	Quincenal	Semanal	Diario
Lodos flotantes		Quincenal	Semanal	Diario
Natas		Quincenal	Semanal	Diario
Olor		Quincenal	Semanal	Diario
Vegetación en diques		Quincenal	Semanal	Diario
Vegetación en lagunas		Quincenal	Semanal	Diario
Estado de diques		De acuerdo a la demanda		
Mantenimiento				
Cantidad de residuos				
Espesor de lodos		C/6 meses	C/3 meses	C/mes
Infiltración		……	C/4 meses	C/mes

***Fuente**: CEPIS-OPS/OMS Mayo 1995*

Dentro de los parámetros indicados anteriormente, los que revisten mayor interés desde el punto de vista práctico para el operador y para el cual se tendrán que tomar en cuenta las respectivas indicaciones, son los siguientes:

- ✓ Oxígeno disuelto: Es imprescindible fijar el oxígeno en el terreno, inmediatamente después de tomar la muestra.
- ✓ Temperatura del agua: Debe medirse directamente en las lagunas o en los conductos.
- ✓ pH: Cuando se usa papel sensible (comparador), debe comprobarse permanentemente la calidad de este, para evitar una medición incorrecta de este parámetro.
- ✓ DBO: Debe transcurrir el menor tiempo posible entre la toma de la muestra y el inicio del análisis, ya que la velocidad de consumo de oxigeno es máxima en los primeros minutos. Se recomienda máximo 6 horas, con refrigeración.
- ✓ Color: Indica el estado general de los microorganismos en las capas superficiales de la unidad

Del análisis de este parámetro, es posible emitir algún juicio respecto del comportamiento de las lagunas, el que puede presentarse así:

a) Color verde oscuro y parcialmente transparente: buenas condiciones.
b) Color café-amarillo o muy claro: crecimiento de crustáceos que inducen a la disminución de alga y emisión de olores.
c) Color gris o café oscuro: laguna sobrecargada
d) Color verde-lechoso: Proceso de auto floculación.
e) Color azul-verdoso: Crecimiento de algas azul-verdosas productoras de nata.

- **Mantenimiento de las lagunas**

Las lagunas de estabilización son las unidades menos problemáticas y de menor costo en lo que se refiere a mantenimiento. Por lo tanto, no amerita que se efectué un programa de mantenimiento preventivo detallado.

El mantenimiento preventivo y correctivo estará orientado a las obras civiles, siendo las principales:

a) Limpieza periódica de la obras de llegada, canales de entrada y salida de las lagunas a fin de remover películas biológicas formadas en la paredes.
b) Limpieza de natas y material flotante de las lagunas.
c) Limpieza del material vegetal que pueda proliferar en los taludes de los diques. En una laguna de estabilización se presentan dos tipos de vegetación: acuática y terrestre.
d) Mantenimiento de diques para minimizar el efecto erosivo del agua y el viento.
e) Reposición de tapas de hormigón

- **Remoción de lodos de las lagunas**

Una de las actividades que se debe contemplar en las lagunas de estabilización es la remoción de sus lodos de fondo, debido a que la acumulación de lodos representa una pérdida o rebaja del volumen útil de la laguna. Sin embargo, dada la secuencia de tratamiento prevista en la planta, estas unidades tendrán un bajo contenido de lodos en el tiempo, con lo cual la remoción será ocasional. Por tal razón, se prevé que la limpieza de la laguna secundaria se hará cada cinco o diez años y probablemente para el caso de la laguna terciaria no se realice nunca (mayor a 10 años).

No obstante, el operador deberá medir la altura de lodos al menos una vez al año, a fin de que este nivel no supere 50% del volumen de la laguna. La forma de medir

la acumulación de lodos es sumergir una vara pintada de blanco en la extremidad inferior y medir el nivel de lodos.

Para realizar la remoción de los lodos, es necesario proceder previamente al drenaje del volumen de agua mediante el uso de las arquetas de desagüe que dispone cada laguna.
Finalmente, la extracción del lodo de la laguna será manual o con ayuda de equipo pesado, para finalmente ser almacenado en el lugar destinado al acopio de los lodos provenientes de los lechos de secado. El lodo podrá utilizarse posteriormente como acondicionador de suelos para fines agrícolas.

Después de removerse todos los lodos, se llenara nuevamente la laguna para recuperar a capacidad de tratamiento. El procedimiento de llenado será igual al considerado durante el arranque inicial de la planta.

Solo debe efectuarse la limpieza de una de las lagunas, a fin de que la otra pueda seguir operando normalmente, sin afectar considerablemente la calidad del efluente.

Anexo IX

Planos

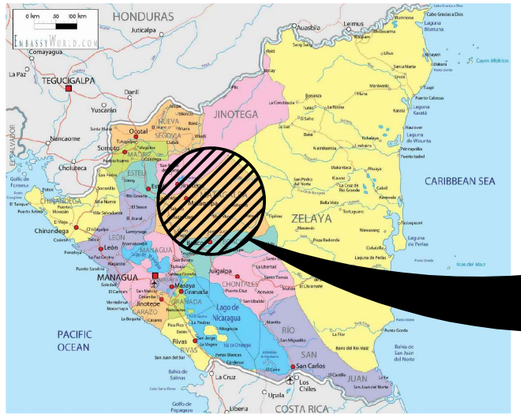
N°	DESCRIPCION	LAMINA
1	**INDICE**	**1**
2	**PLANO DE UBICACION DEL PROYECTO**	**2**
3	**PLANOS DEL CASCO URBANO**	**3**
3.1	PLANO TOPOGRAFICO	3
3.2	PLANO URBANISTICO DE LA CIUDAD	4
3.3	PLANO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	5
4	**PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO**	**6**
4.1	PERFILES TOPOGRAFICOS	6
4.2	PERFILES TOPOGRAFICOS	7
4.3	PERFILES TOPOGRAFICOS	8
4.4	PERFILES TOPOGRAFICOS	9
4.5	PERFILES TOPOGRAFICOS	10
4.6	PERFILES TOPOGRAFICOS	11
4.7	PERFILES TOPOGRAFICOS	12
4.8	PERFILES TOPOGRAFICOS	13
4.9	PERFILES TOPOGRAFICOS	14
4.10	PERFILES TOPOGRAFICOS	15
4.11	PERFILES TOPOGRAFICOS	16

N°	DESCRIPCION	LAMINA
4	**PERFILES DE LA RED DE ALCANTARILLADO**	**6**
4.12	PERFILES TOPOGRAFICOS	17
4.13	PERFILES TOPOGRAFICOS	18
4.14	PERFILES TOPOGRAFICOS	19
4.15	PERFILES TOPOGRAFICOS	20
4.16	PERFILES TOPOGRAFICOS	21
4.17	PERFILES TOPOGRAFICOS	22
5	**PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**	**23**
5.1	SISTEMA DE PRE - TRATAMIENTO	23
5.2	SISTEMA DE TRATAMIENTO TANQUE IMHOFF	24
5.3	SISTEMA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO LAGUNA FACULTATIVA	25
5.4	SISTEMA DE TRATAMIENTO TERCIARIO LAGUNA AEROBIA	26
5.5	PLANTA DE TRATAMIENTO	27
6	**DETALLES DE ALCANTARILLADO**	**28**
7	**DETALLES DE ALCANTARILLADO**	**29**

LAMINA NO.: 01 / 29

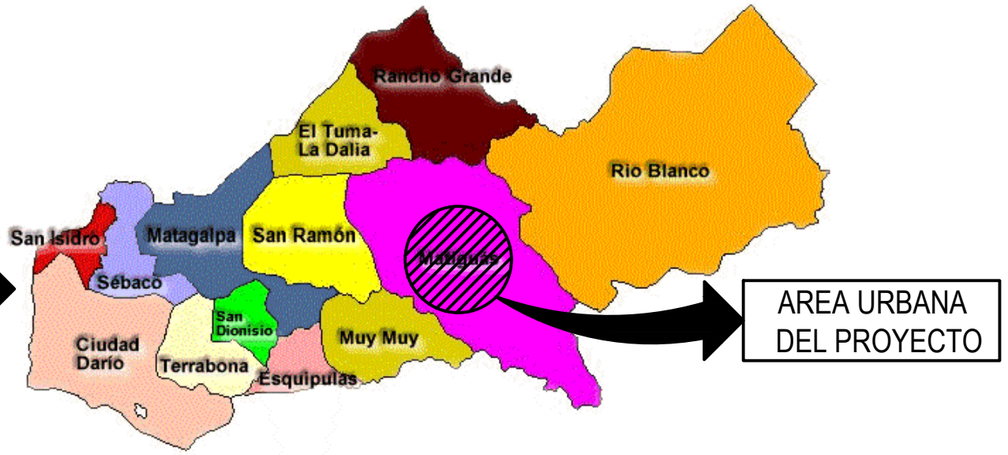
PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



UBICACION

Esc:_____S/E



LOCALIZACION

Esc:_____S/E

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: UBICACION DEL PROYECTO

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RUIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

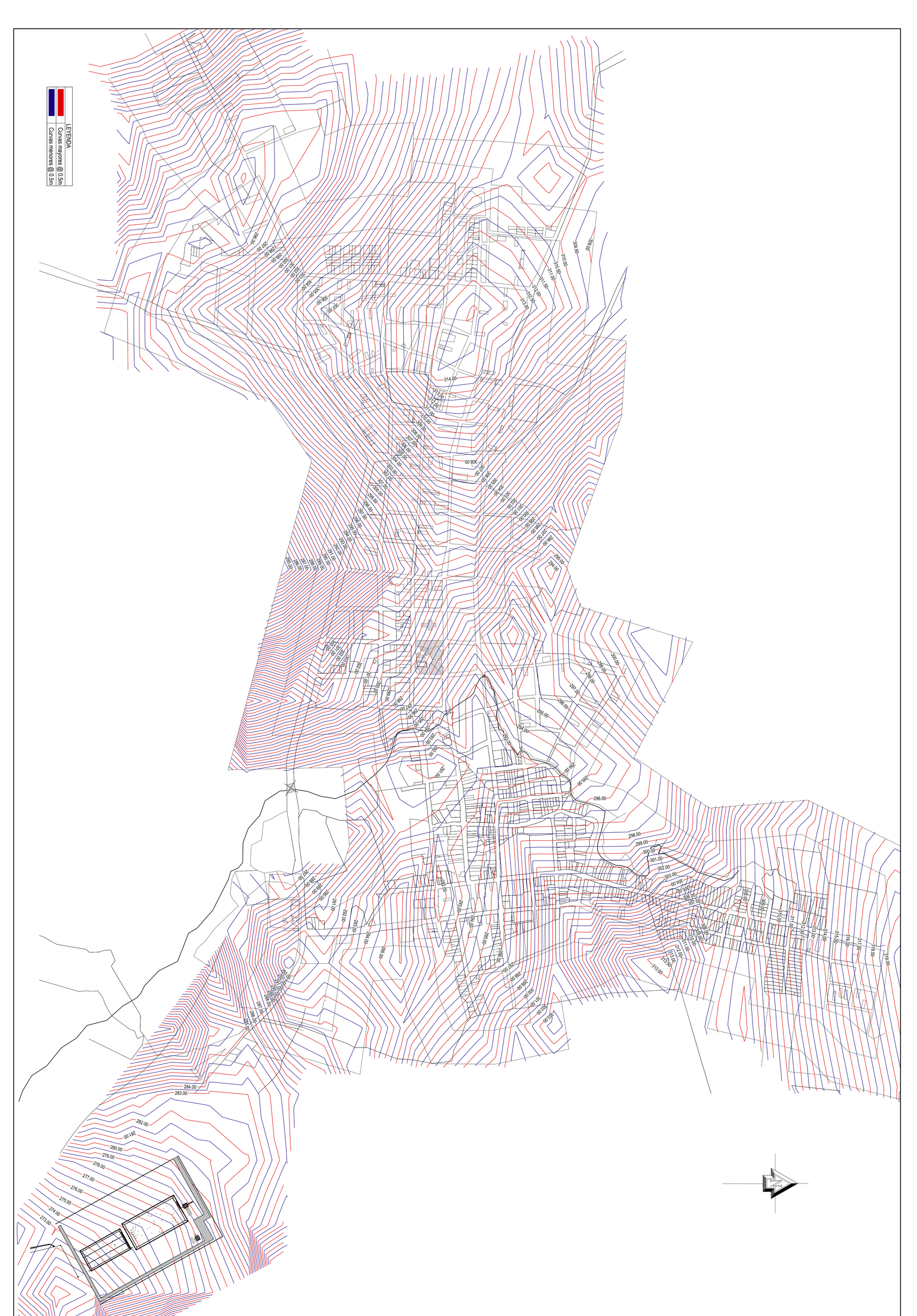
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: S/E

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 02 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**				LAMINA NO.:
	CONTENIDO: PLANO TOPOGRAFICO	REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA	ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ	ESCALA: 1:4,500 FECHA: 04/OCT/2016	03 29

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Parque
	Iglesia
	Lote
	Puente
	Mejoras en las vías
	Río

CAMPO DE FUTBOL MATAGUAS
BARRERA
ESCUELA MIGUEL LAREYNAGA
IGLESIA SAN JOSE
PARQUE MUNICIPAL
BARRIO PANCASAN
TERMINAL DE BUSES
CARRETERA HACIA MUY MUY
ESTACIÓN DE BUSES
CEMENTERIO
CARRETERA HACIA MUY MUY
CARRETERA HACIA MUY MUY
PIEDRA DE QUIRRAGUA
COLEGIO SAN FRANCISCO DE ASIS
CAMPO DE FUTBOL
IGLESIA LA HERMOSA
AGROLAC
EL MIRADOR
RASTRO MUNICIPAL ALCALDIA
ALCALDIA MATAGUAS

LAMINA NO.: 04 / 29

ESCALA: 1:4,500
FECHA: 04/OCT/2016

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

ELABORADO POR:
BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA
BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

PROYECTO:
CONTENIDO: PLANO URBANISTICO DE LA CIUDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	Mejoras en las vías
	Pozo de visita sanitario
	Puente vehicular
	Sentido del flujo de agua residual
	Área de diseño
	Río
	Lotes
	Iglesia
	Parque
	Colectora principal
	Sub - Colectora
	Sub - Colectora
	Sub - Colectora
	Sub - Colectora
	Sub - Colectora
	Sub - Colectora
	Sub - Colectora
	Sub - Colectora
	Sub - Colectora

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO SANITARIO RED PRINCIPAL Y SUB - COLECTORAS

Esc: _____1:4,500

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

PROYECTO:

CONTENIDO: PLANO DE RED DE ALCANTARILLADO

ELABORADO POR: BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

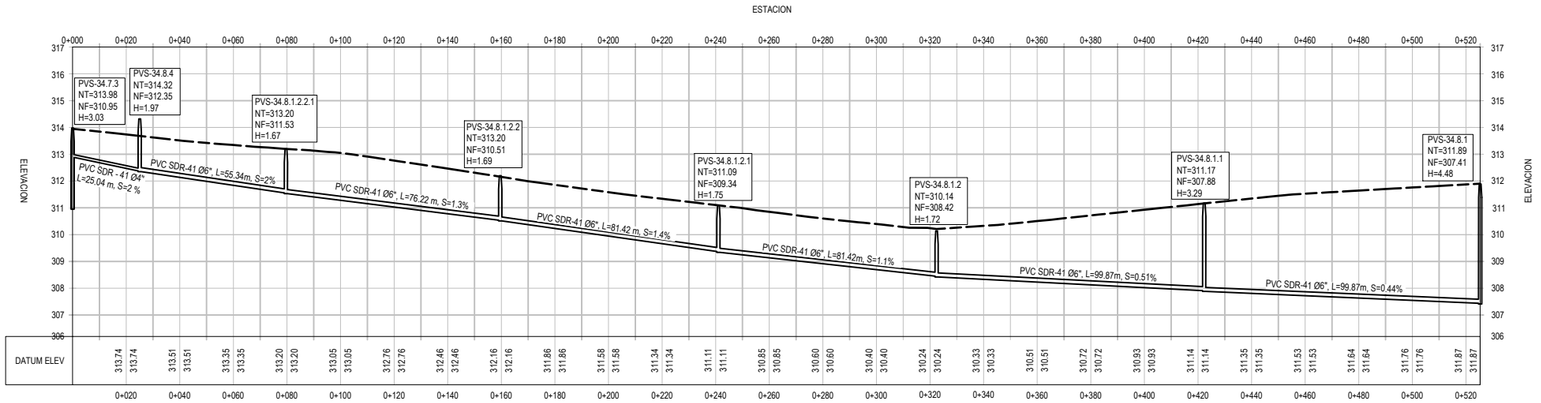
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: 1:4,500

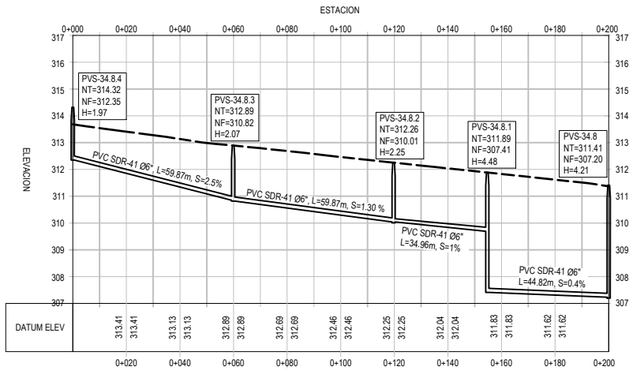
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 05 / 29

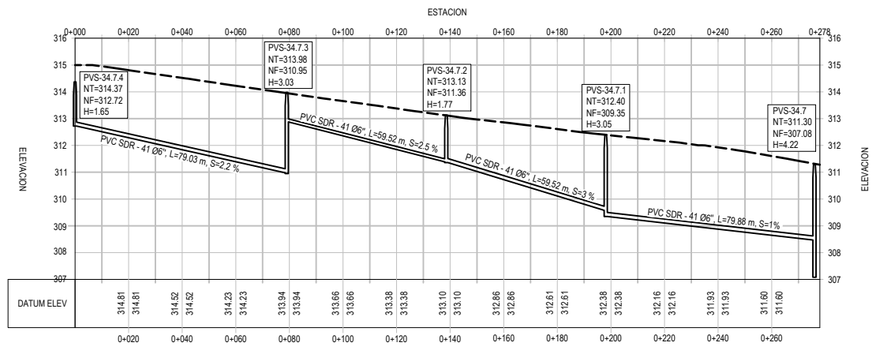
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



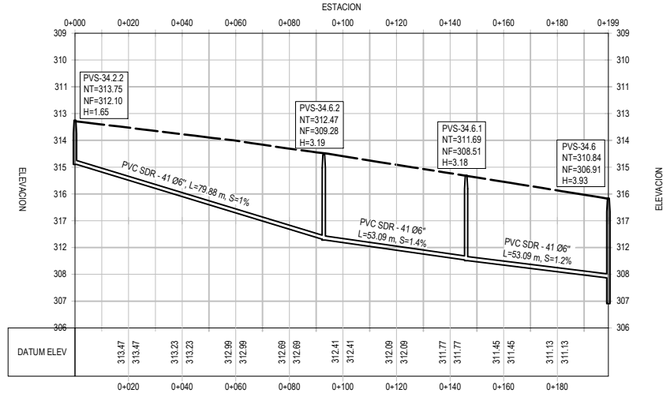
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 01
Esc_____1:2,000



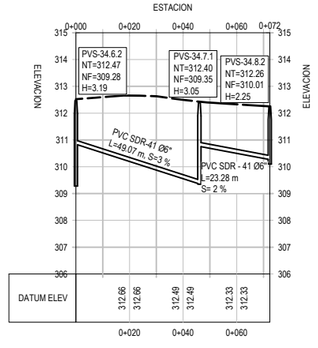
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 02
Esc_____1:2,000



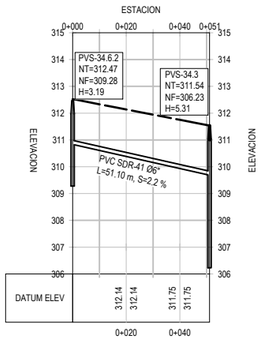
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 03
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 04
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 05
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 06
Esc_____1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 06 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 07
Esc_____1:2,000

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 08
Esc_____1:2,000

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 09
Esc_____1:2,000

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 10
Esc_____1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

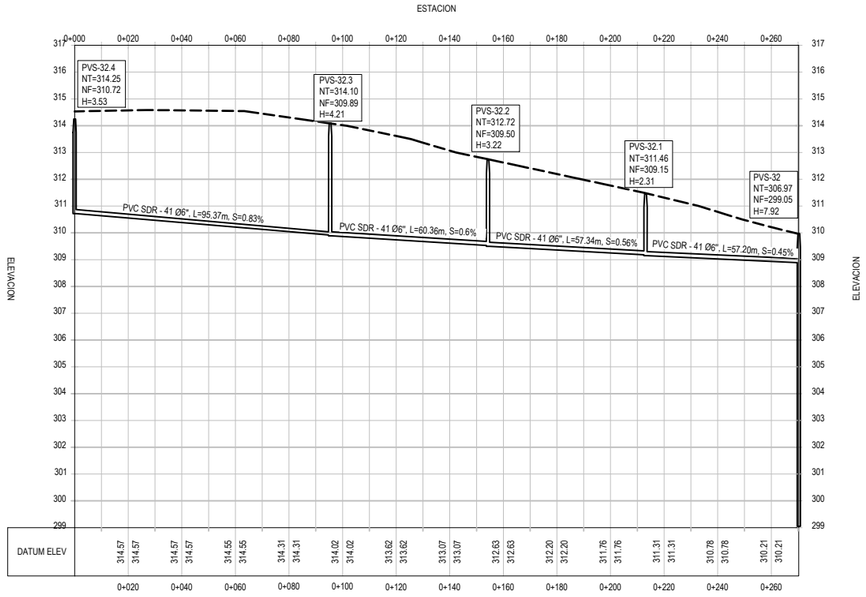
ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

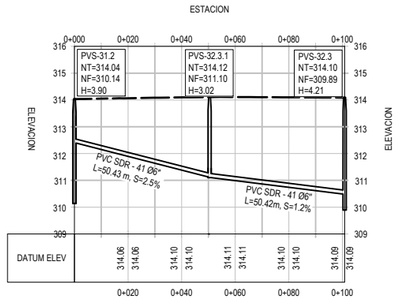
ESC.ALA: INDICADA
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 07 / 29

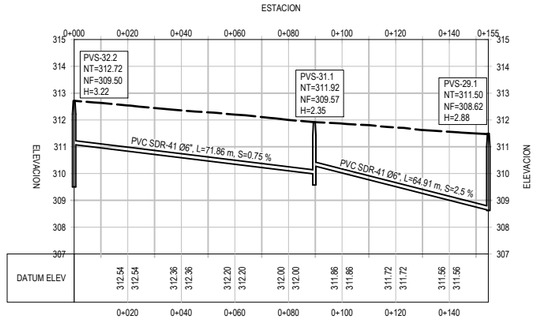
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



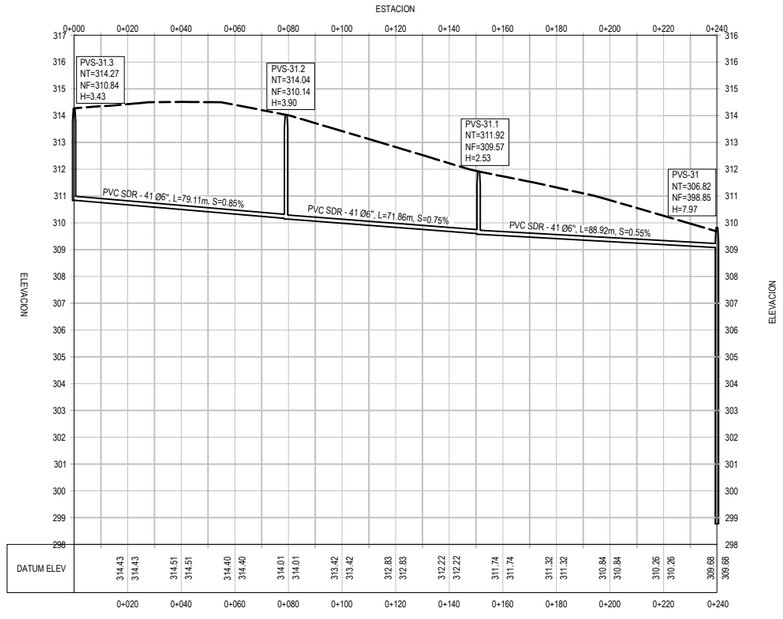
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 11
Esc_____1:2,000



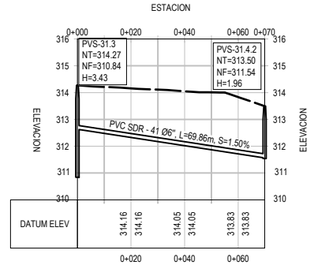
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 12
Esc_____1:2,000



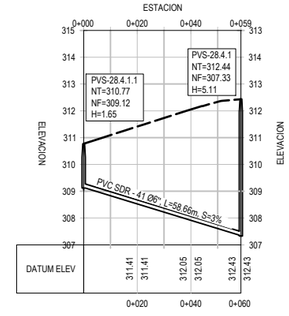
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 13
Esc_____1:2,000



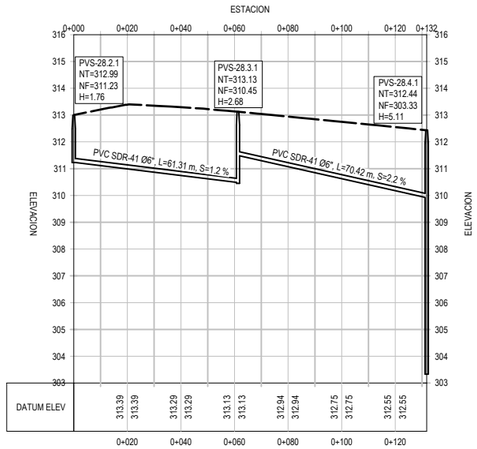
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 14
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 15
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 17
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 18
Esc_____1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

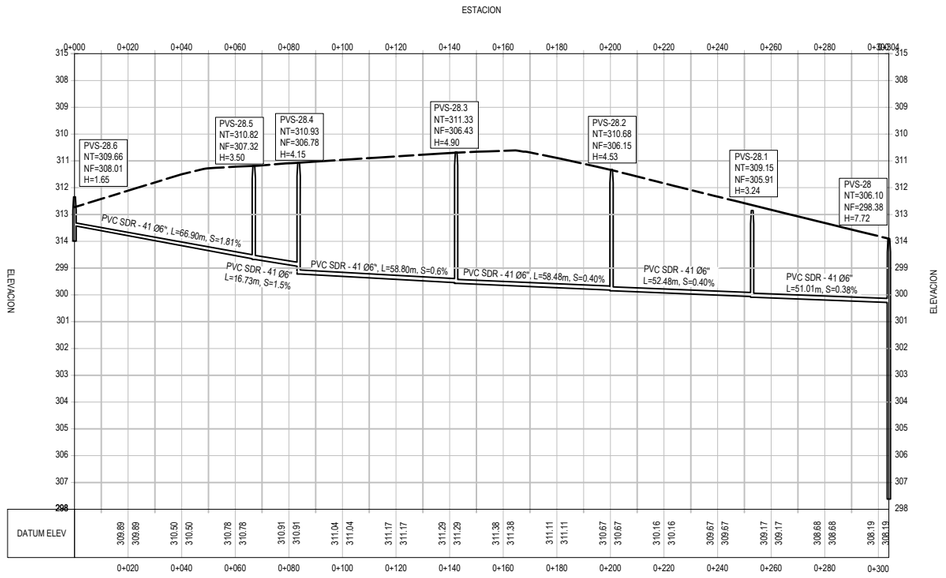
ELABORADO POR: BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA
BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

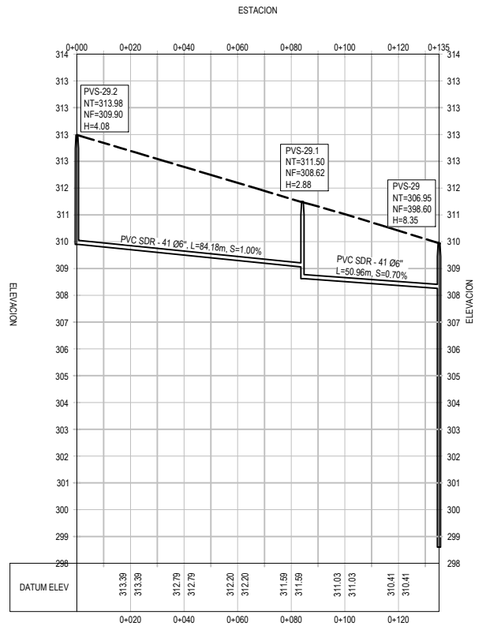
ESC.ALA: INDICADA
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 08 / 29

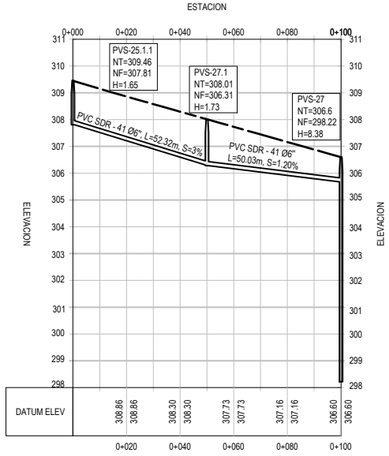
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



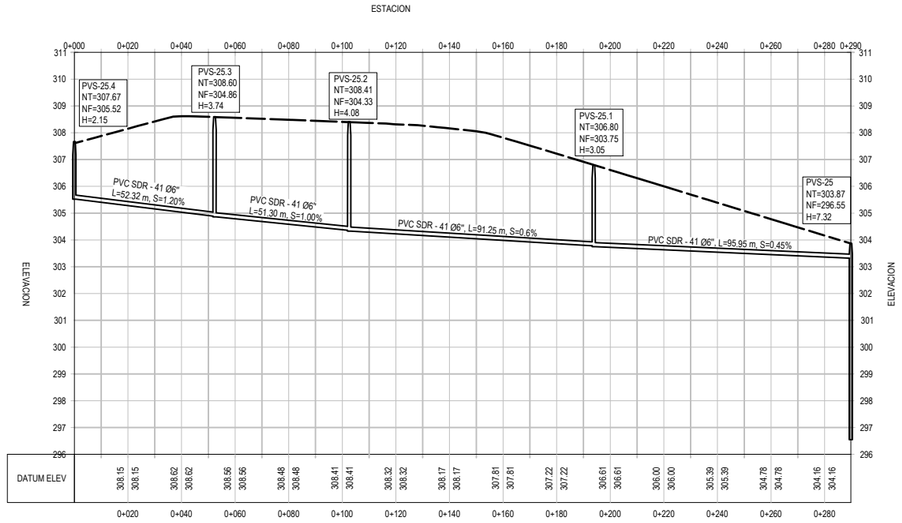
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 19
Esc_____1:2,000



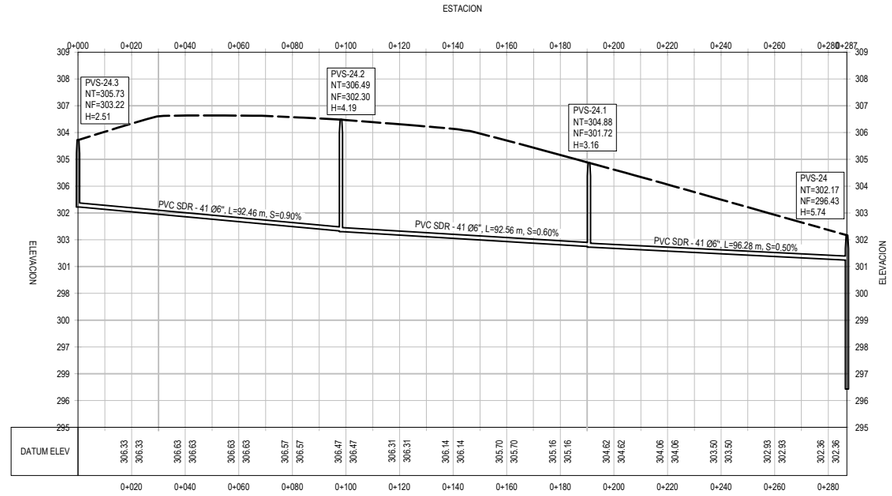
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 21
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 22
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 24
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 25
Esc_____1:2,000

LAMINA NO.: 09 / 29

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

ESC.ALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 30
Esc_____1:2,000

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 31
Esc_____1:2,000

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 32
Esc_____1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

REVISADO POR: ING. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 10 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 33
Esc_____1:2,000

PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 34
Esc_____1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

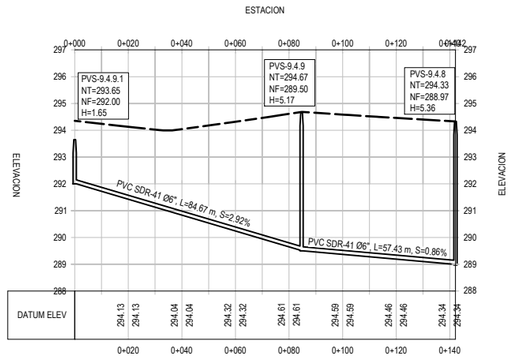
ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

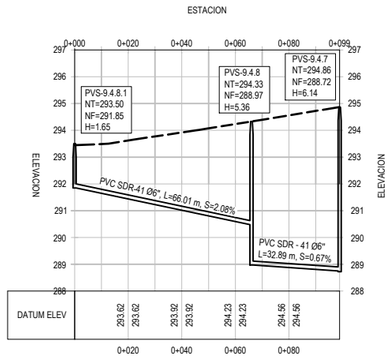
ESCALA: INDICADA
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 11 / 29

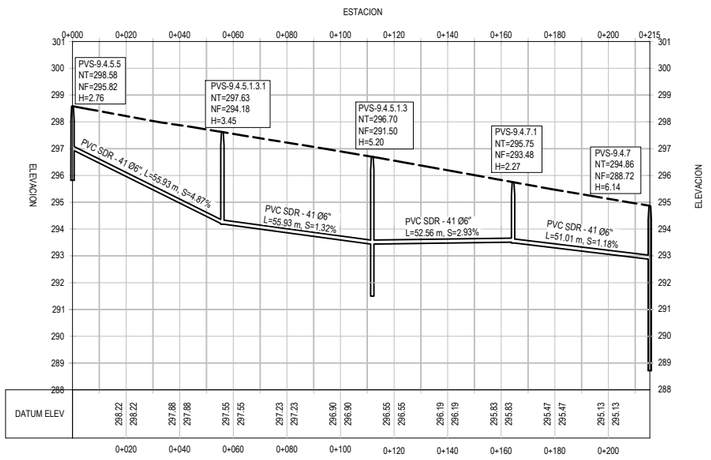
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



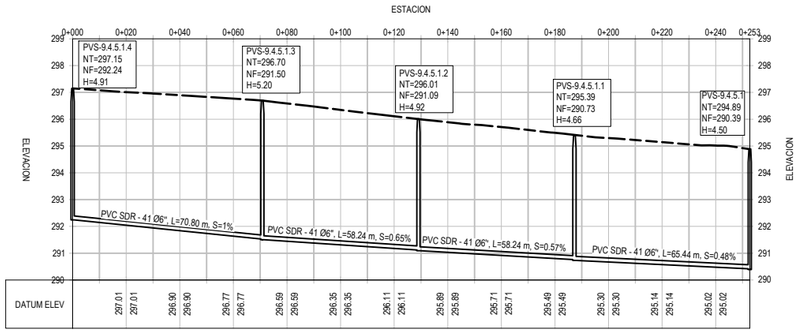
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 36
Esc_____1:2,000



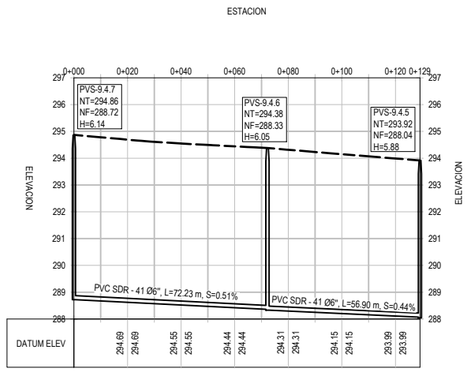
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 37
Esc_____1:2,000



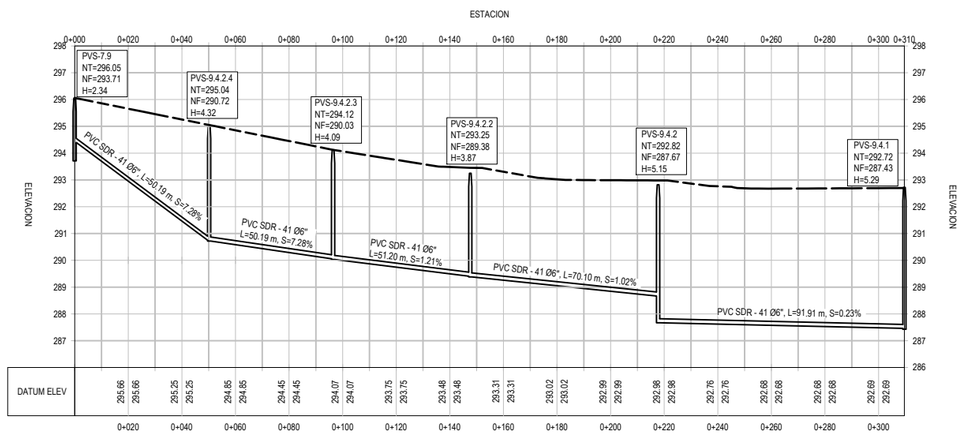
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 38
Esc_____1:2,000



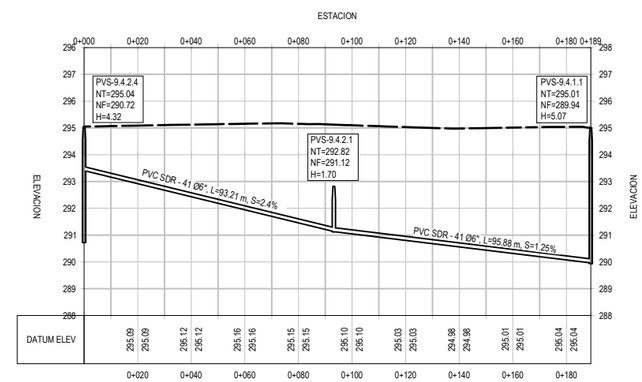
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 39
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 40
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 41
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 42
Esc_____1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

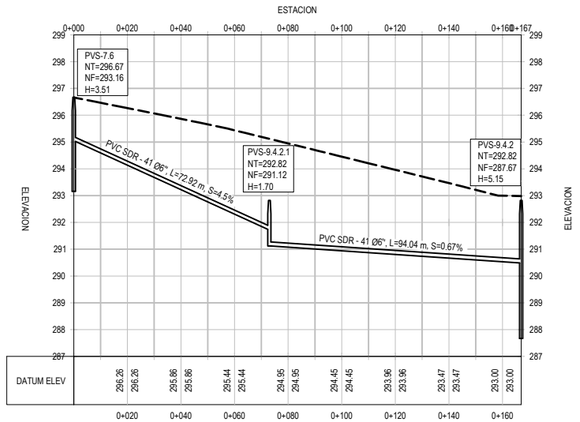
ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA
BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

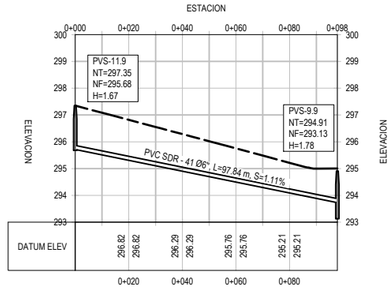
ESCALA: INDICADA
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 12 / 29

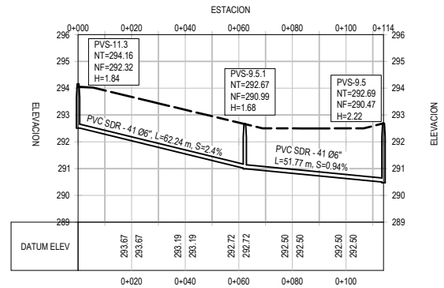
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



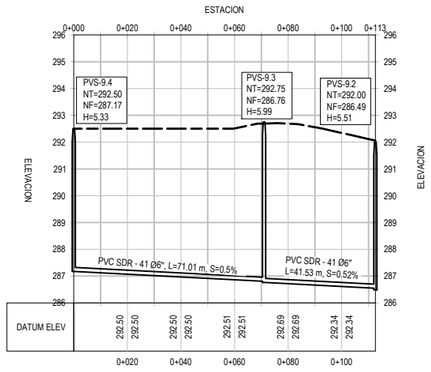
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 43
Esc_____1:2,000



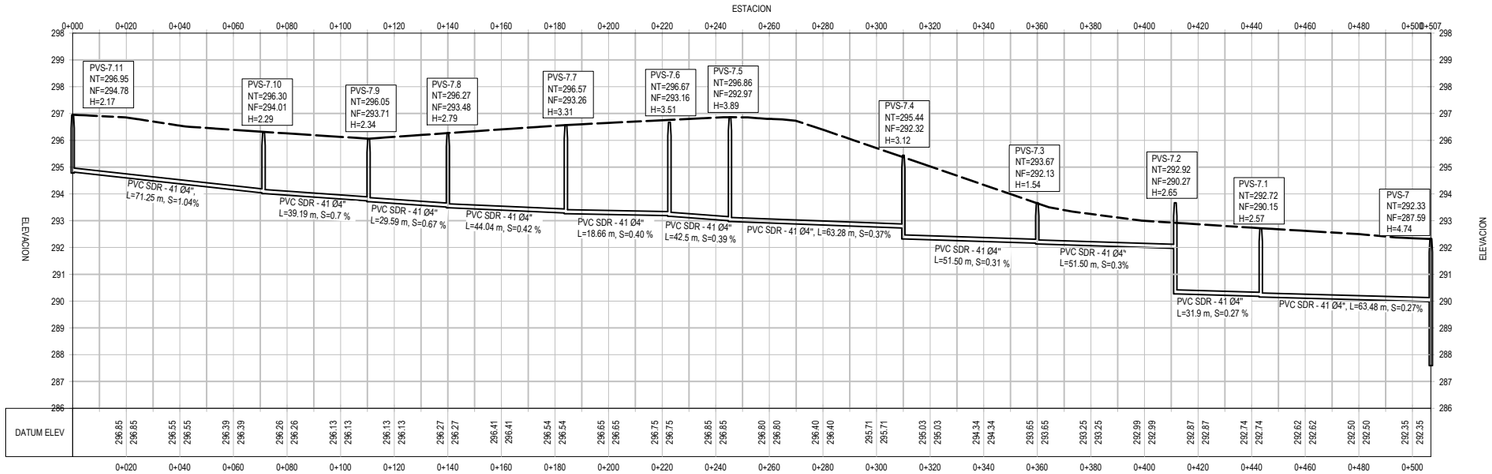
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 45
Esc_____1:2,000



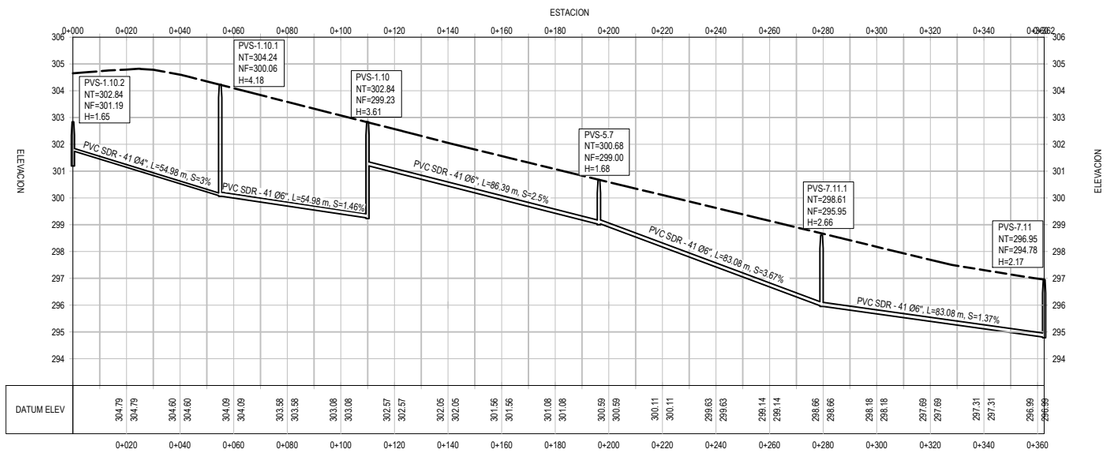
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 46
Esc_____1:2,000



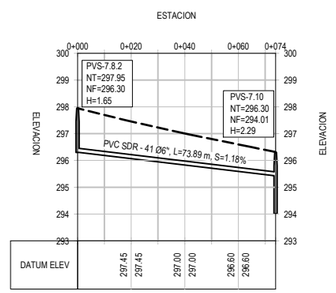
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 47
Esc_____1:2,000



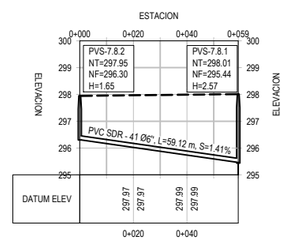
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 48
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 49
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 50
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 51
Esc_____1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

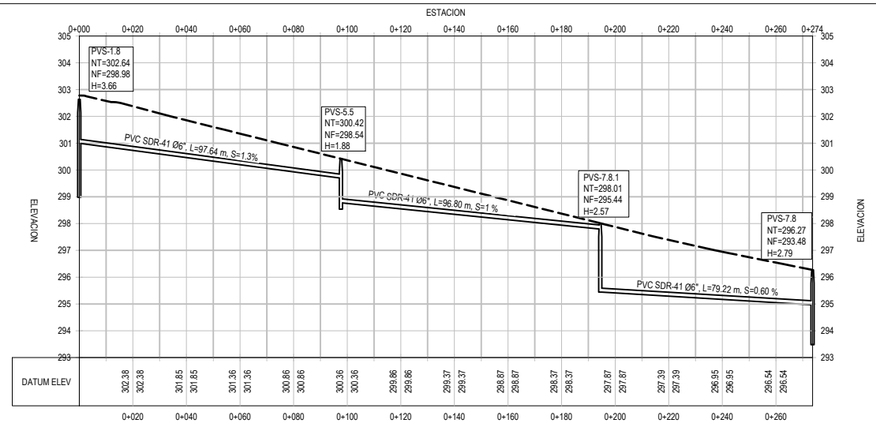
ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

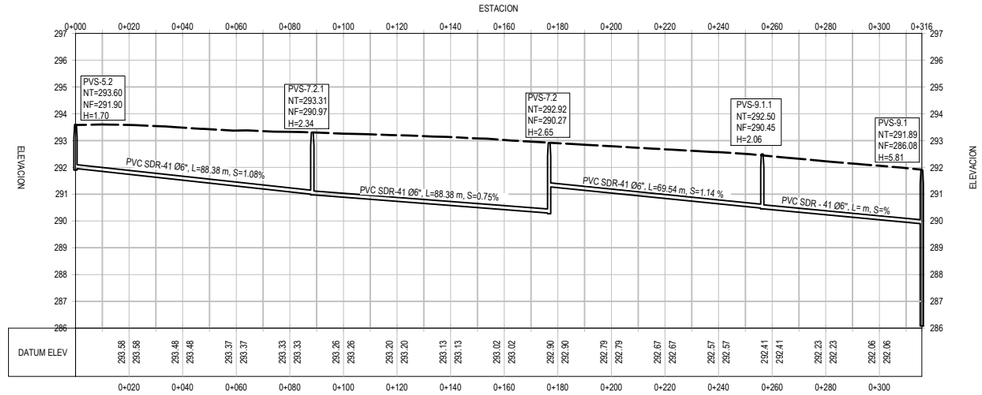
ESCALA: INDICADA
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 13 / 29

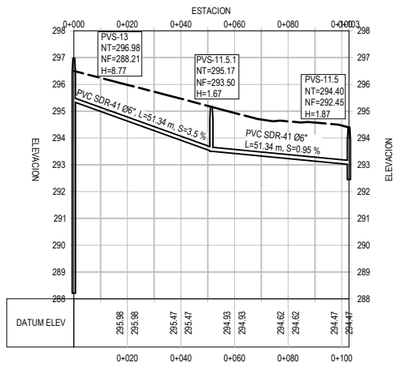
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



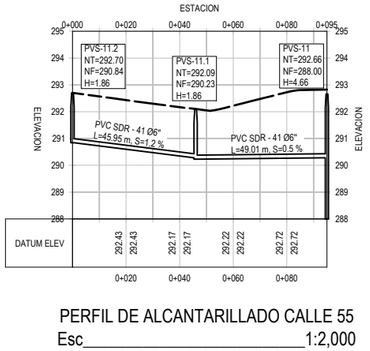
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 52
Esc_____1:2,000



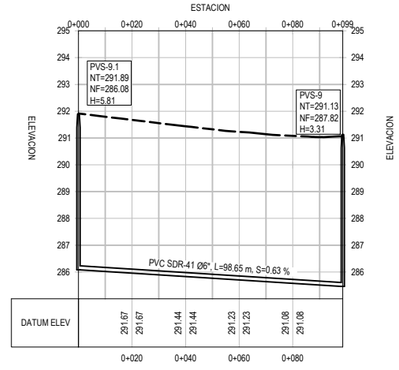
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 53
Esc_____1:2,000



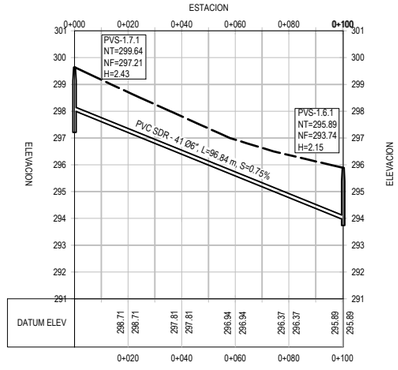
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 54
Esc_____1:2,000



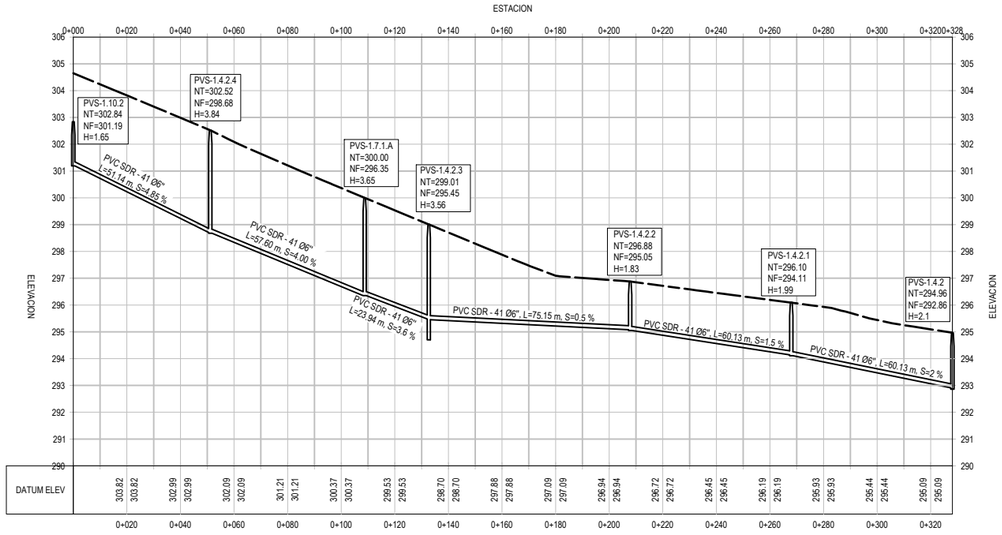
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 55
Esc_____1:2,000



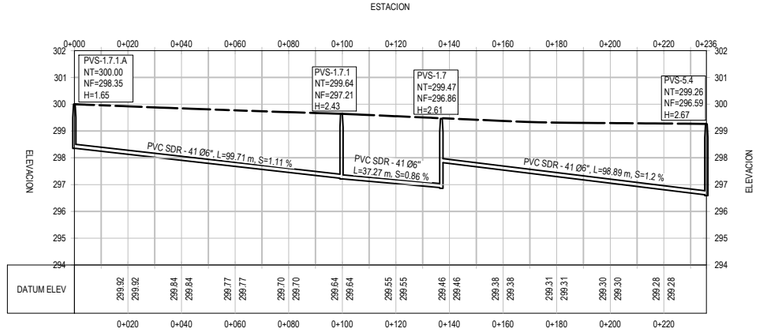
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 56
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 61
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 59
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 60
Esc_____1:2,000

LAMINA NO.: 14 / 29

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

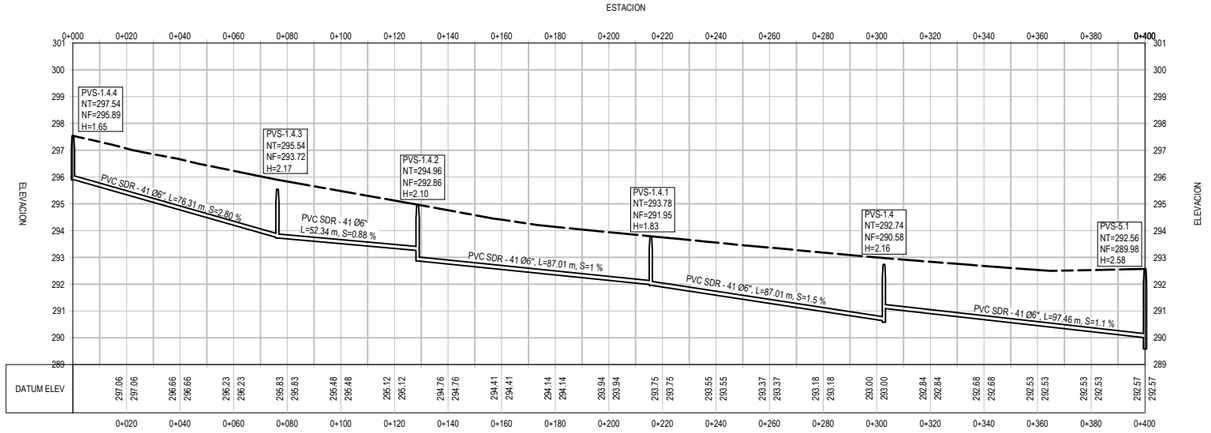
ESC.ALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

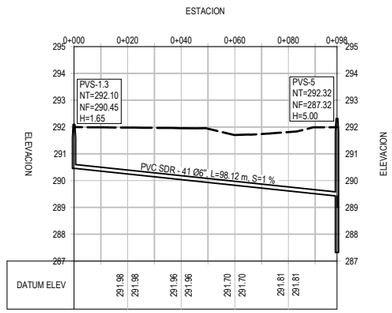
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

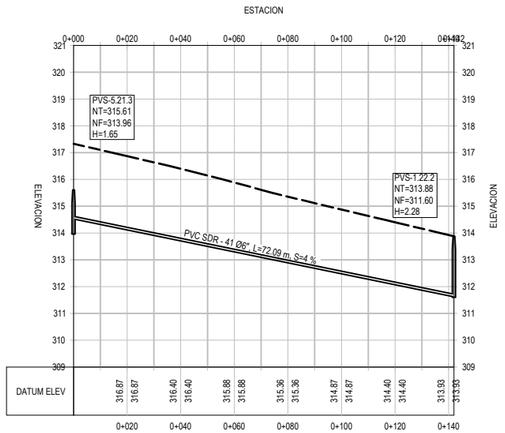
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



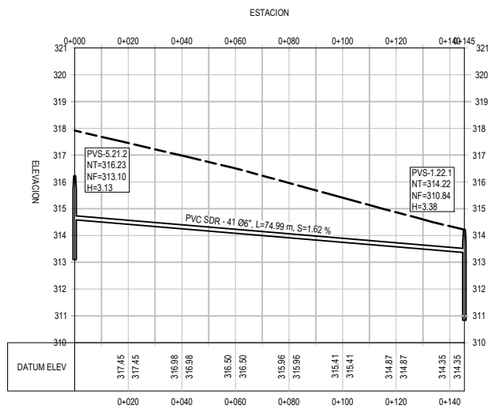
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 62
Esc_____1:2,000



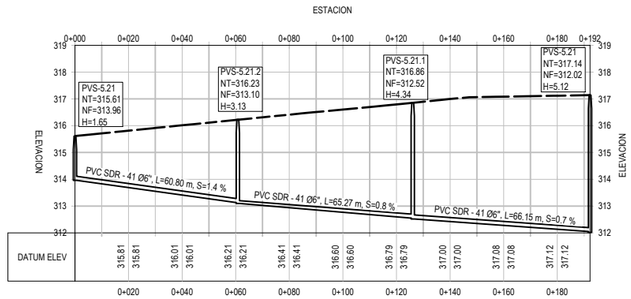
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 63
Esc_____1:2,000



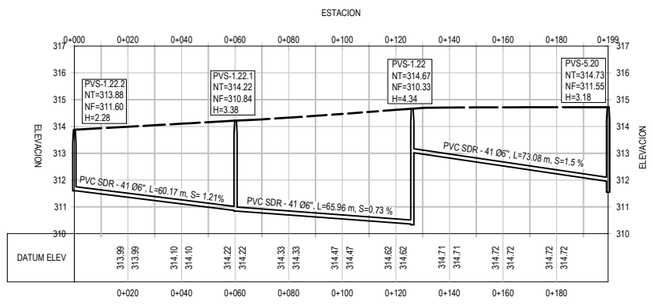
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 64
Esc_____1:2,000



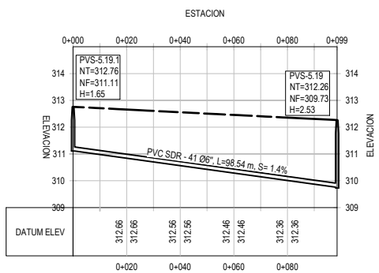
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 65
Esc_____1:2,000



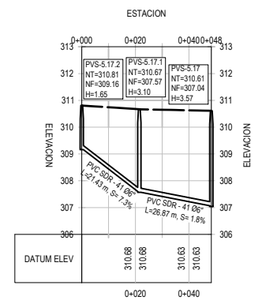
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 66
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 67
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 68
Esc_____1:2,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 69
Esc_____1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO
BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

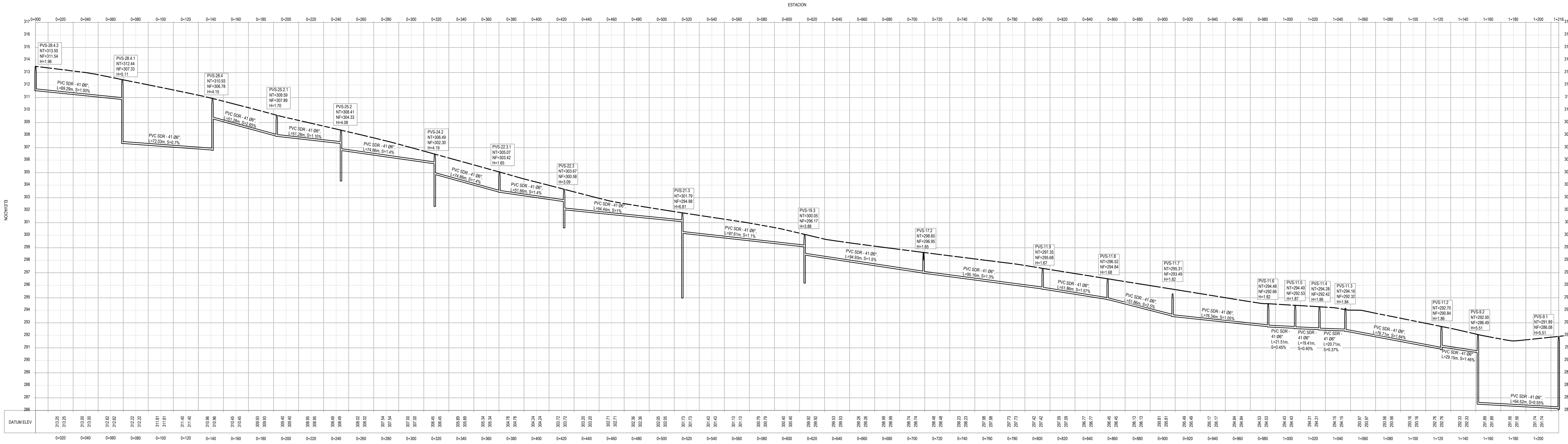
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESC.ALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 15 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 16
Esc_________________________1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

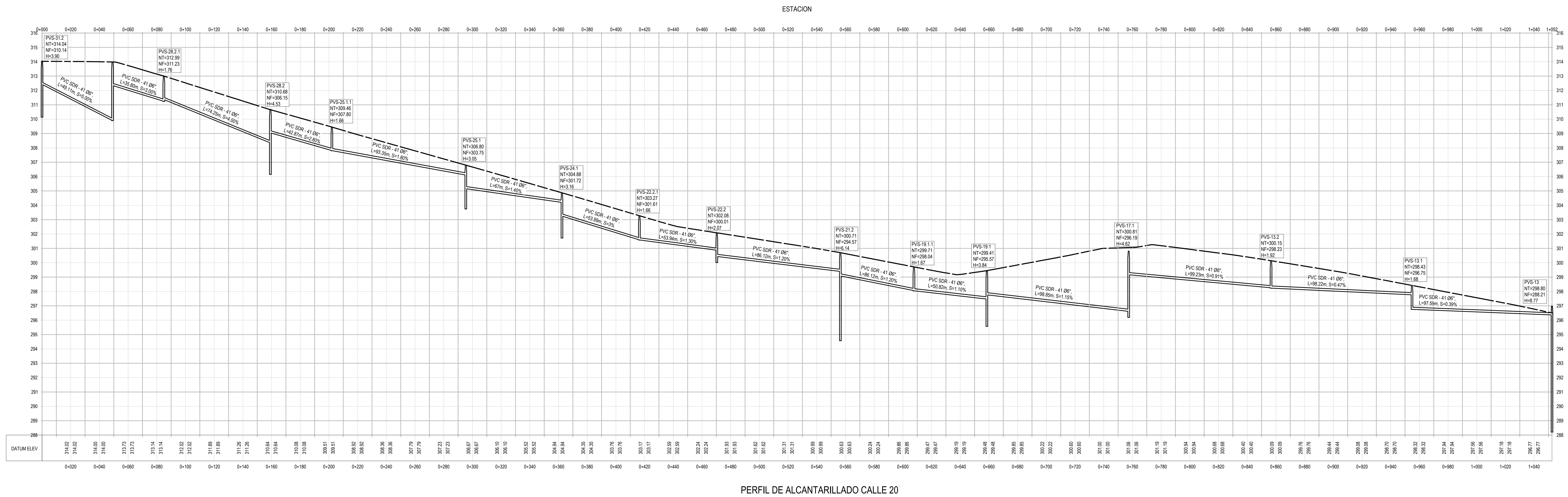
ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

ESCALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 16 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 20
Esc_________________________1:2,000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

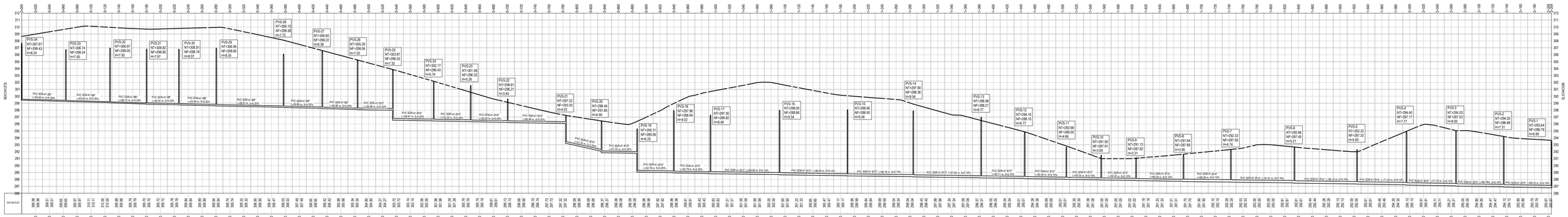
ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

ESCALA: INDICADA

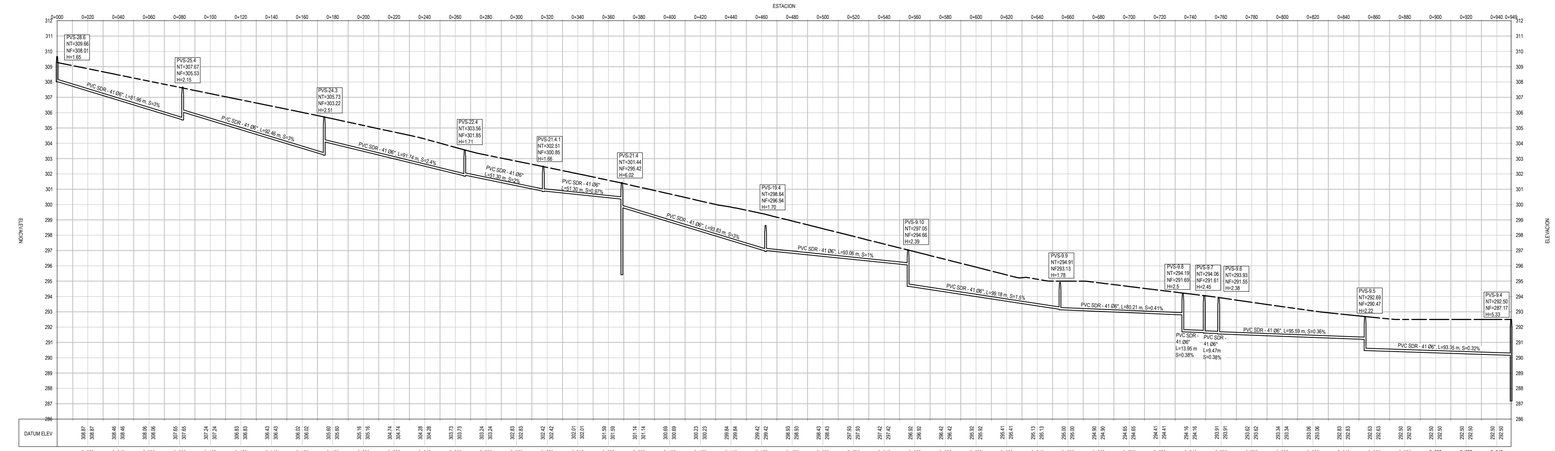
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 17 / 29

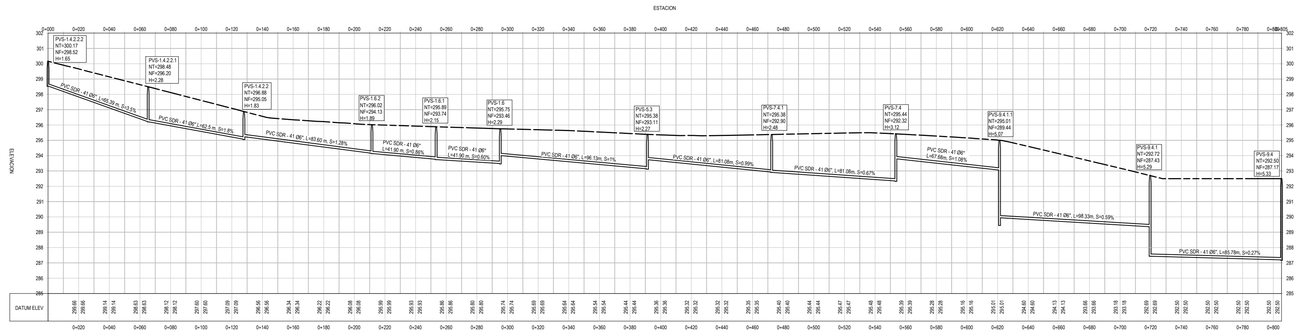
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



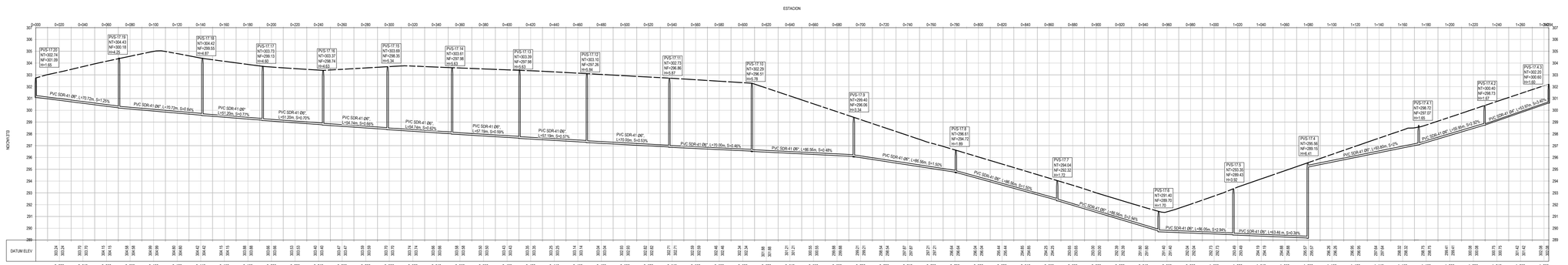
PERFIL DE ALCANTARILLADO COLECTORA PRINCIPAL
Esc_____1:3,000



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 23
Esc_____1:2,000

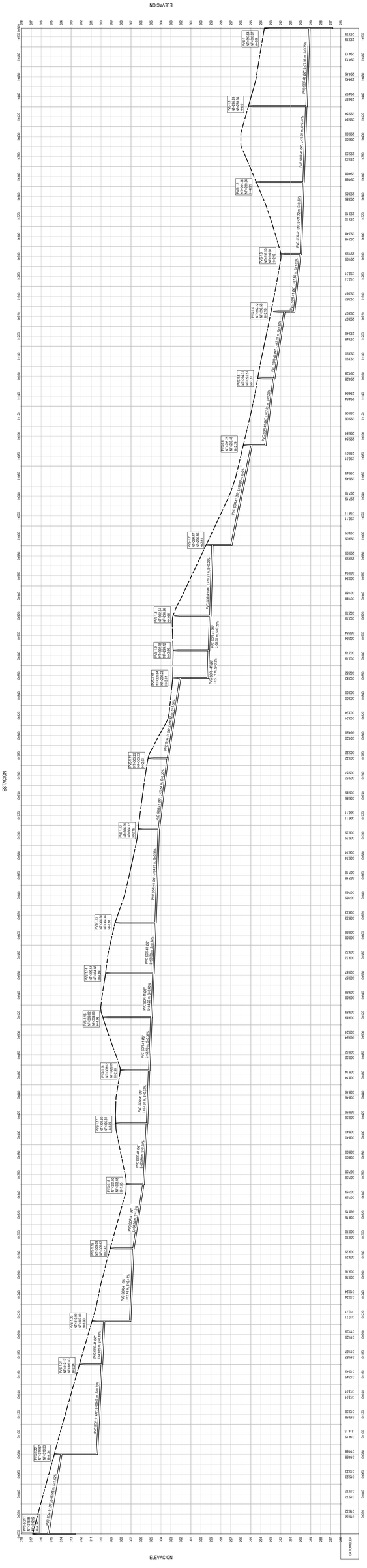


PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 44
Esc_____1:2,000



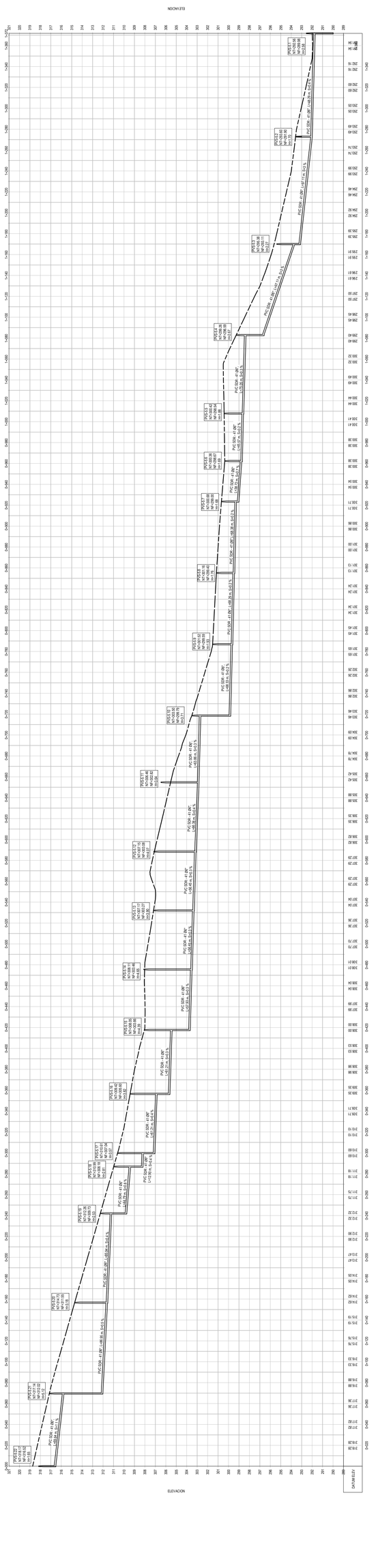
PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 76
Esc_____1:2,000

ELEVACION

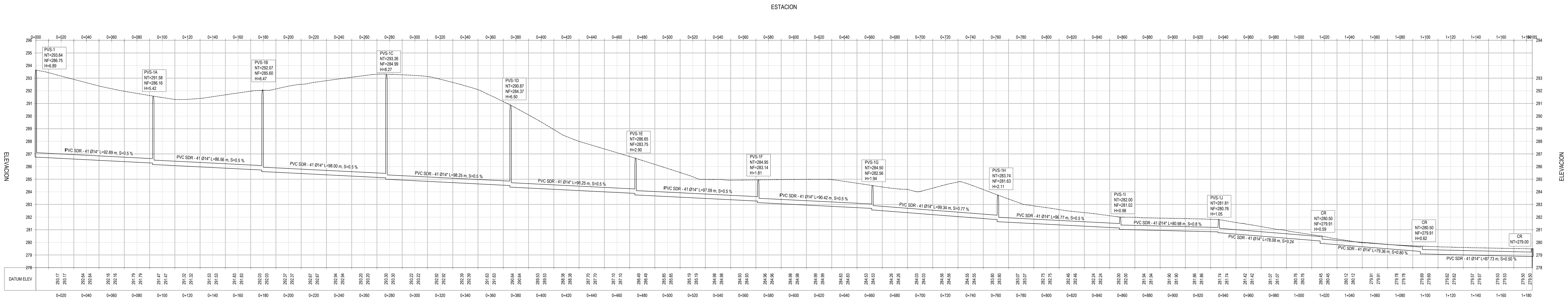


PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 58
1:2.000
Esc.

ELEVACION



PERFIL DE ALCANTARILLADO CALLE 57
1:2.000
Esc.



PERFIL DE ALCANTARILLADO TUBERIAS HACIA PTAS

Esc____1:2,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

ESCALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 22 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: PERFILES TOPOGRÁFICOS

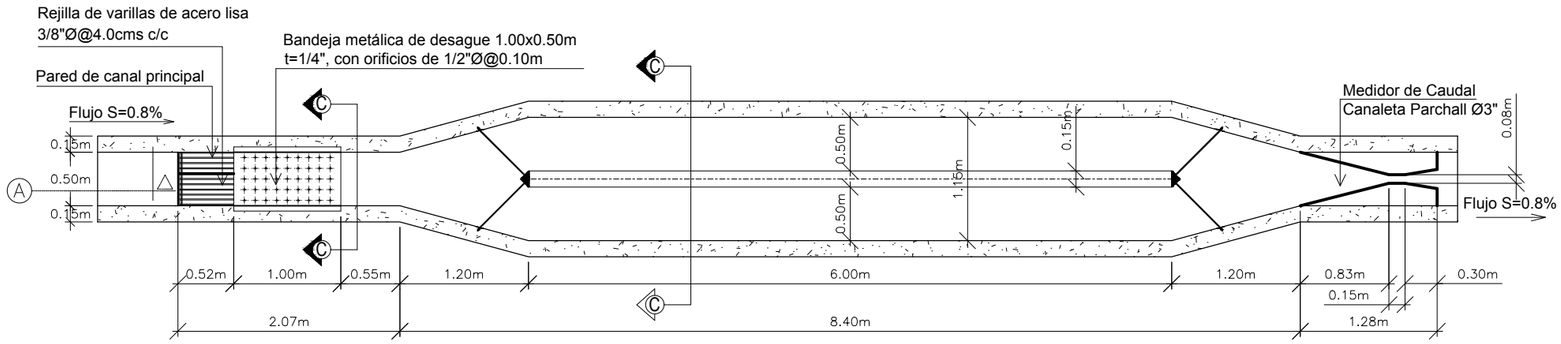
REVISADO POR: ING. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

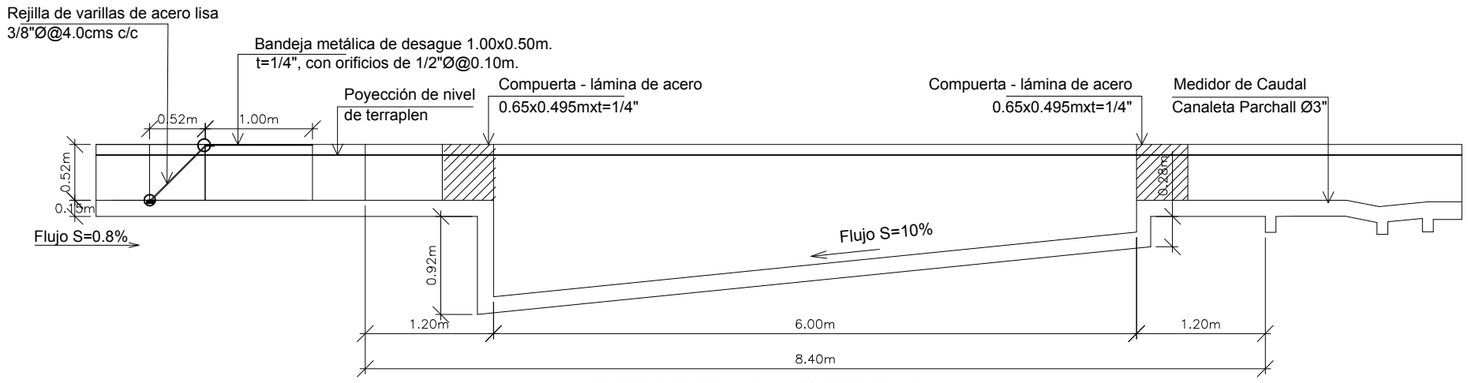
ESCALA: 1:10,000

FECHA: 11/JUL/2016

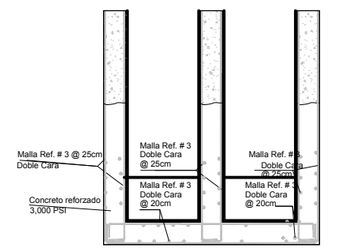
LAMINA NO.: A-00 / A-00



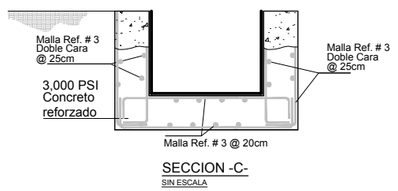
MODULO "A"
PLANTA DE DESARENADOR.



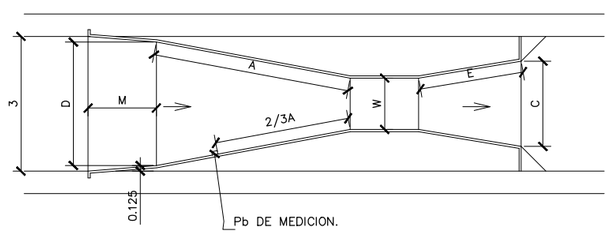
SECCION "A" DEL DESARENADOR.
MODULO "A"



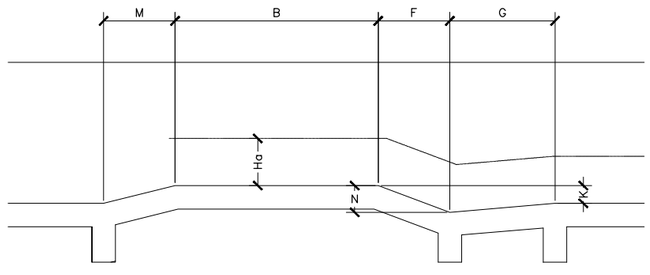
SECCION B DE REFUERZO TRANSVERSAL EN DESARENADOR.-
SIN ESCALA



SECCION -C-
SIN ESCALA



ESQUEMA TIPICO DE PARSHALL.



SECCION TIPICA DE PARSHALL.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE PRE - TRATAMIENTO.

1. Se debe ubicar por lo menos un punto referencial acotado, que permita verificar los niveles y cotas establecidos en las especificaciones topográficas a la hora del trazado y nivelación.
2. Para la construcción de las estructuras de pretratamiento, el concreto tendrá unas proporciones 1:2:3 de cemento, arena y grava, respectivamente.
3. La impermeabilización de las paredes internas de las estructuras de concreto consistirá en 2 capas: la primera de 1 cm de espesor, preparada con mortero de cemento y arena en proporción 1:3 y el aditivo impermeabilizante y la segunda con mortero 1:1 preparado igualmente con el aditivo.
4. Los trabajos de concreto se ejecutaran de conformidad a las especificaciones técnicas establecidas por la ASTM
3. Las excavaciones para las estructuras serán efectuadas de acuerdo a las líneas, rasantes y elevaciones indicadas en los planos y conforme a estudios previos del suelo. Las dimensiones de las excavaciones serán tales que permitan colocar en todas sus dimensiones las estructuras correspondientes. Además, al iniciar el proceso de excavación se debe tener muy claro el lugar donde se estará colocando la tierra que se vaya extrayendo, el cual deberá estar lejos de la zona de trabajo.
4. Se deberán realizar estudios de conductividad hidráulica y permeabilidad del material, con el objeto de definir si hay que utilizar material arcilloso de otras partes para impermeabilizar el fondo de las lagunas.
5. El prestamo de material procedera cuando no se encuentre cantidad y calidad suficiente de material adecuado proveniente de la excavación de las lagunas, de acuerdo con las alineaciones y rasantes.
6. Los rellenos se ejecutarán con material del sitio siempre y cuando cumpla con las especificaciones especiales.
7. En terraplenes se deberá compactar el material en capas no mayores a 20 cm, así mismo las piedras y rocas en estos no excederan de 15cm en su espesor máximo.
8. Donde el material existente no tenga la resistencia adecuada o requeridas por dsposiciones especiales, se deberá colocar material estabilizador en capas de 15 cm.

Nota: Al finalizar la obra se harán los planos de replanteo que reflejen todas las modificaciones autorizadas. Estos planos serán fundamentales para la operación y mantenimiento de la planta.

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: SISTEMA DE PRE - TRATAMIENTO

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ, BR. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

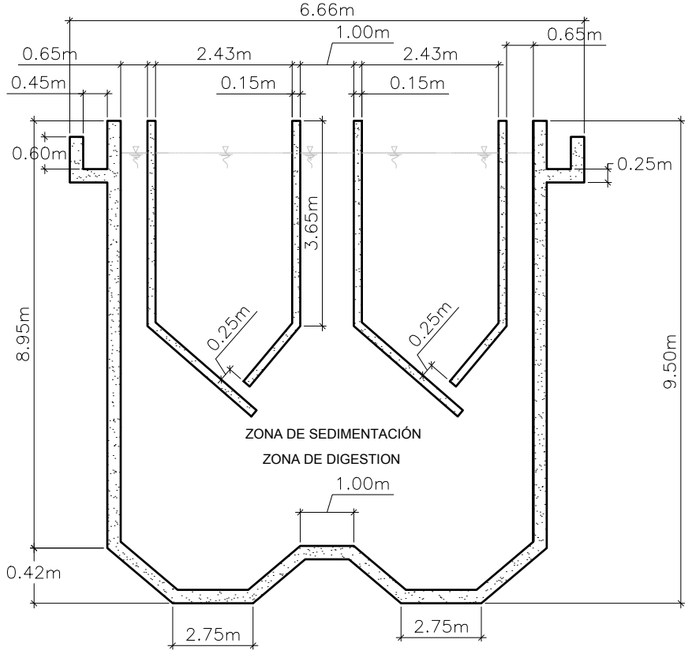
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

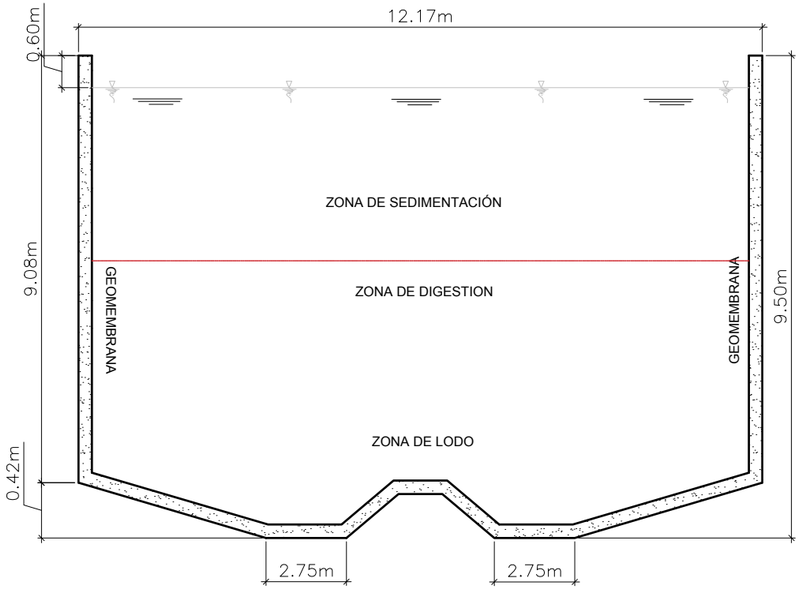
LAMINA NO.: 23 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



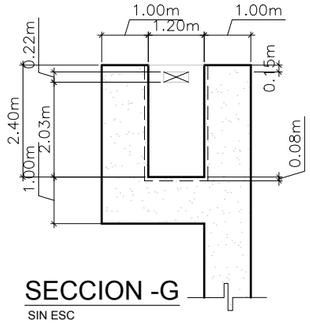
SECCION -E

Esc:_____1:100



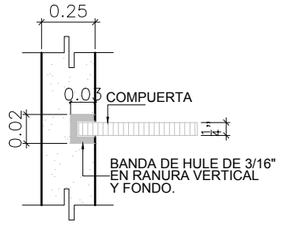
SECCION -F

Esc:_____1:100



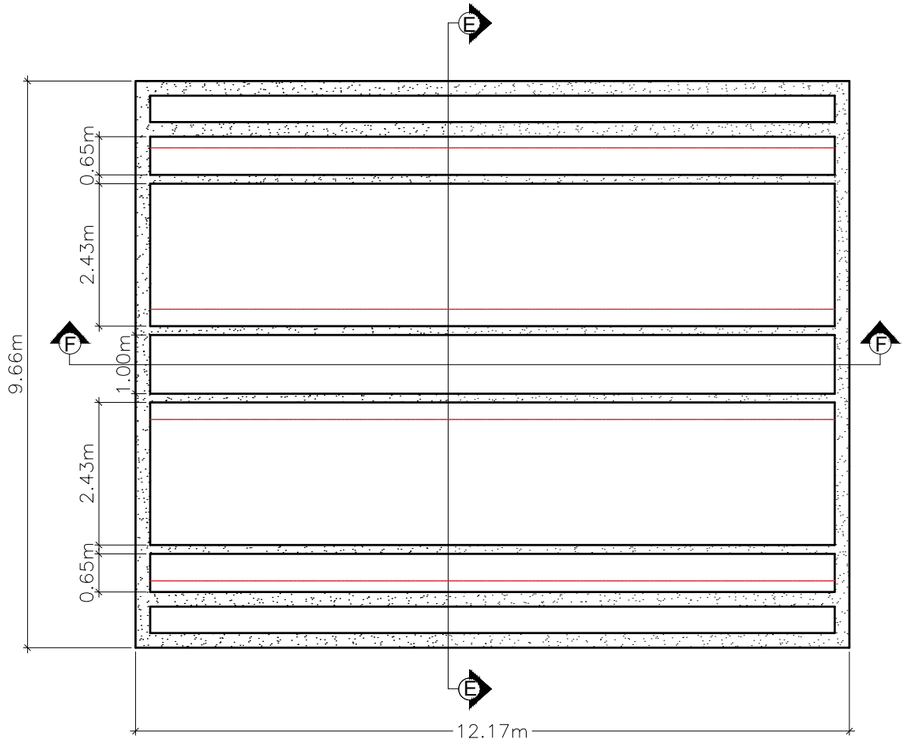
SECCION -G

SIN ESC



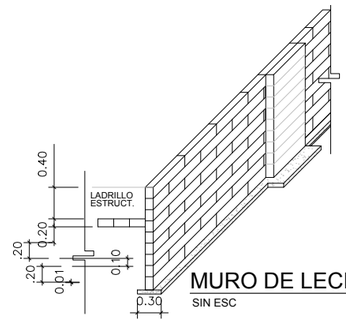
DETALLE - H

SIN ESC



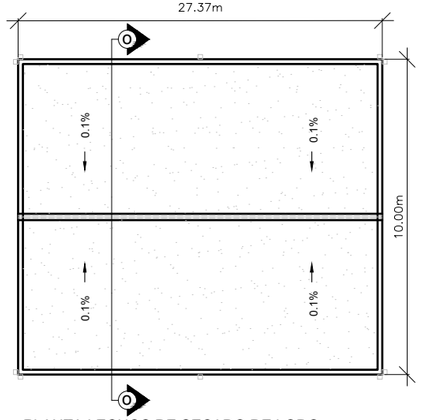
PLANTA TANQUE IMHOFF

Esc:_____1:100



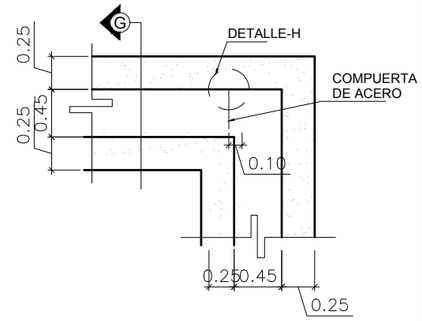
MURO DE LECHOS.

SIN ESC



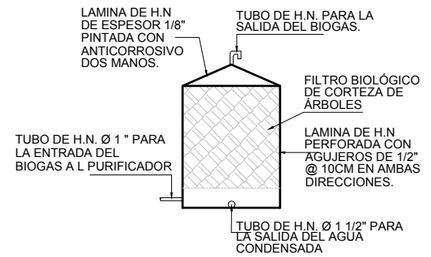
PLANTA LECHOS DE SECADO DE LODO

Esc:_____1:170



DETALLE N

SIN ESC



DET. DEL BIOGAS

SIN ESC

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CONTENIDO: SISTEMA DE TRATAMIENTO TANQUE IMHOFF

ELABORADO POR: BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA — BR. JORDANA TRAVERS RIZO — BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

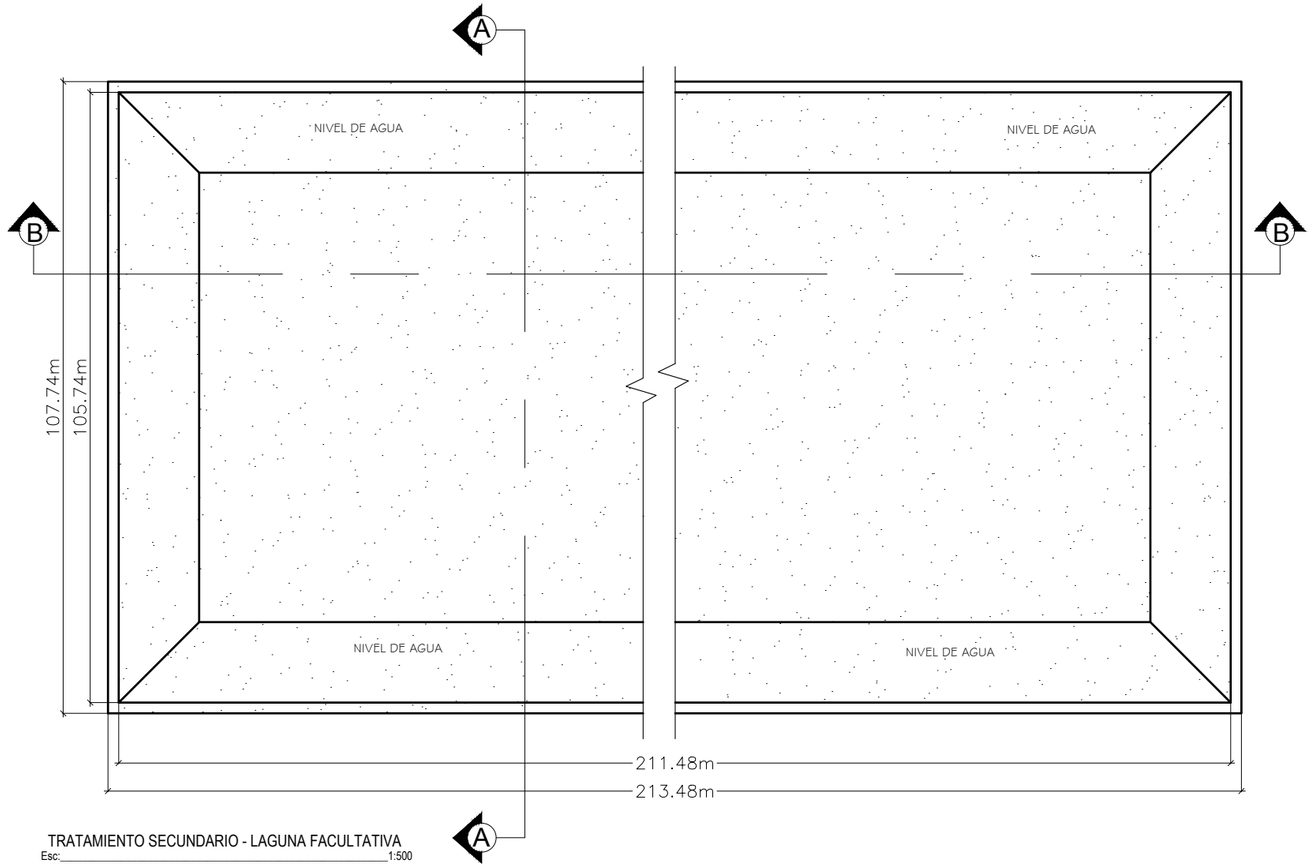
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: INDICADA

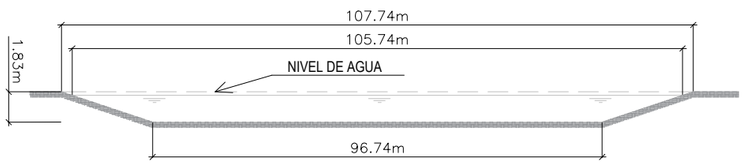
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 24 / 29

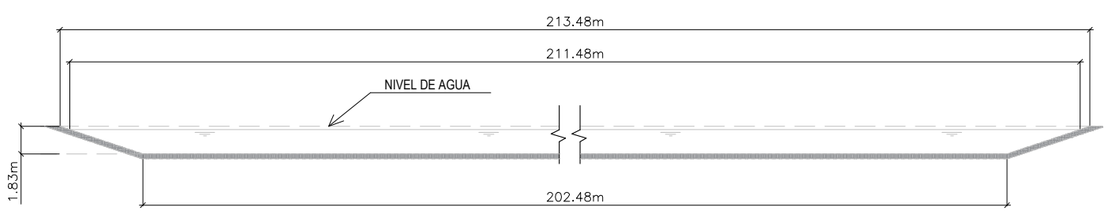
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



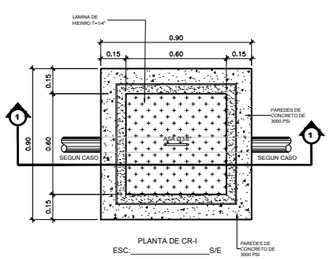
TRATAMIENTO SECUNDARIO - LAGUNA FACULTATIVA
Esc:_____1:500



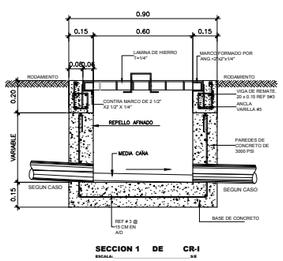
SECCION A - A



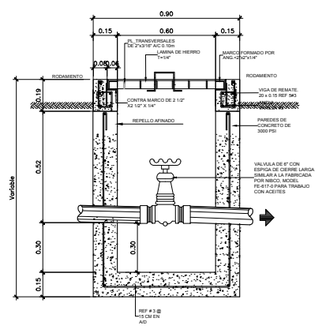
SECCION B - B



PLANTA DE CR-I
ESC:_____S/E



SECCION 1 DE CR-I
ESCALA:_____S/E



ELEVACIÓN CR-PTAS
ESCALA:_____S/E

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE PRE - TRATAMIENTO.

1. Se debe ubicar por lo menos un punto referencial acotado, que permita verificar los niveles y cotas establecidos en las especificaciones topográficas a la hora del trazado y nivelación.
2. Para la construcción de las estructuras de pretratamiento, el concreto tendrá unas proporciones 1:2:3 de cemento, arena y grava, respectivamente.
3. La impermeabilización de las paredes internas de las estructuras de concreto consistirá en 2 capas: la primera de 1 cm de espesor, preparada con mortero de cemento y arena en proporción 1:3 y el aditivo impermeabilizante y la segunda con mortero 1:1 preparado igualmente con el aditivo.
4. Los trabajos de concreto se ejecutaran de conformidad a las especificaciones técnicas establecidas por la ASTM
3. Las excavaciones para las estructuras serán efectuadas de acuerdo a las líneas, rasantes y elevaciones indicadas en los planos y conforme a estudios previos del suelo. Las dimensiones de las excavaciones serán tales que permitan colocar en todas sus dimensiones las estructuras correspondientes. Además, al iniciar el proceso de excavación se debe tener muy claro el lugar donde se estará colocando la tierra que se vaya extrayendo, el cual deberá estar lejos de la zona de trabajo.
4. Se deberán realizar estudios de conductividad hidráulica y permeabilidad del material, con el objeto de definir si hay que utilizar material arcilloso de otras partes para impermeabilizar el fondo de las lagunas.
5. El prestamo de material procedera cuando no se encuentre cantidad y calidad suficiente de material adecuado proveniente de la excavación de las lagunas, de acuerdo con las alineaciones y rasantes.
6. Los rellenos se ejecutarán con material del sitio siempre y cuando cumpla con las especificaciones especiales.
7. En terraplenes se deberá compactar el material en capas no mayores a 20 cm, así mismo las piedras y rocas en estos no excederan de 15cm en su espesor máximo.
8. Donde el material existente no tenga la resistencia adecuada o requeridas por dsposiciones especiales, se deberá colocar material estabilizador en capas de 15 cm.

Nota: Al finalizar la obra se harán los planos de replanteo que reflejen todas las modificaciones autorizadas. Estos planos serán fundamentales para la operación y mantenimiento de la planta.

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: SISTEMA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO LAGUNA FACULTATIVA

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

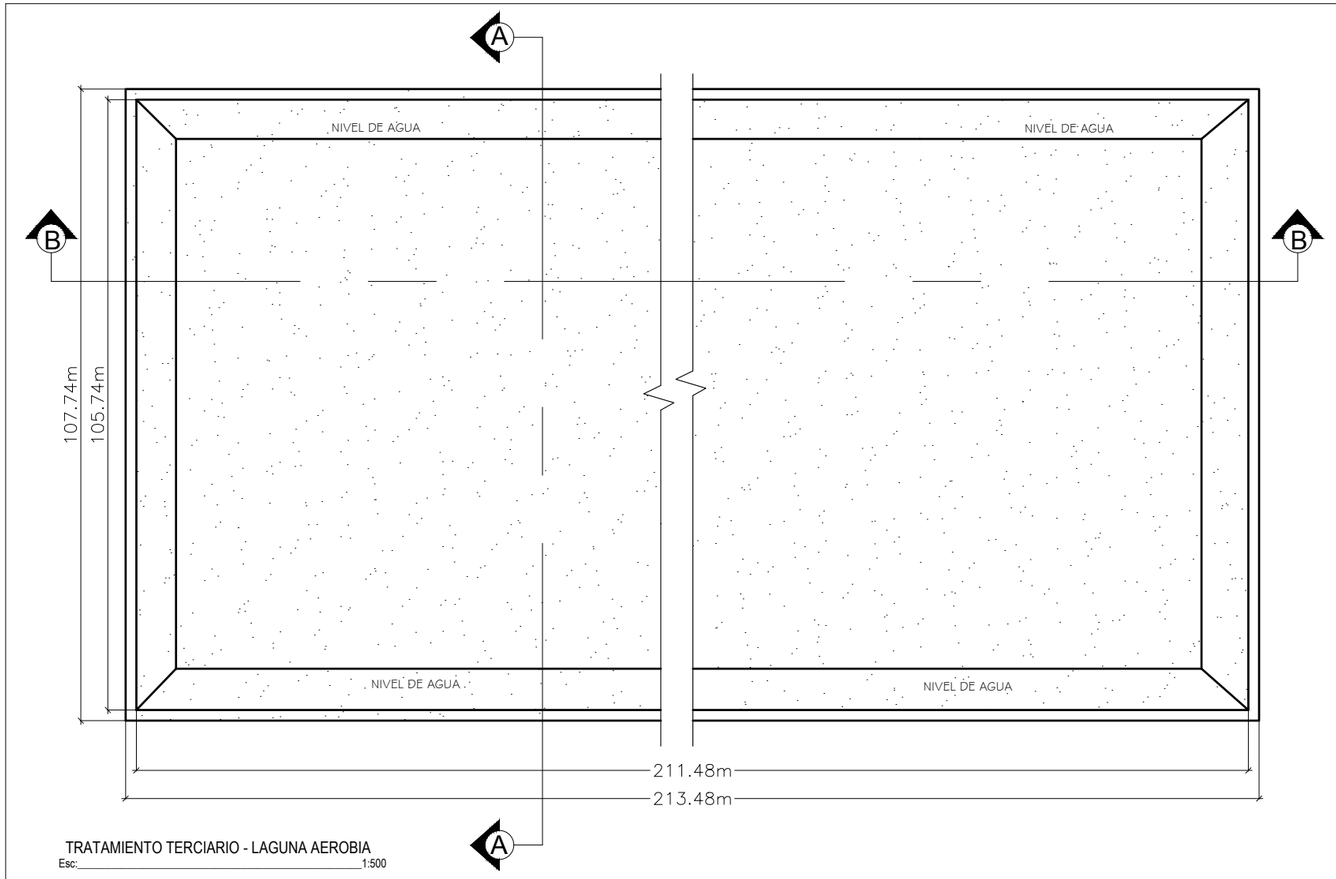
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: INDICADA

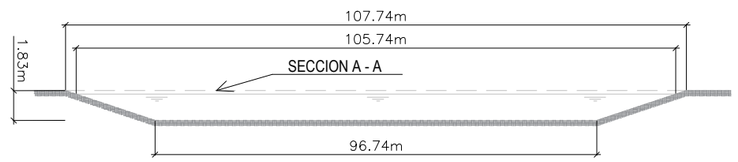
FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 25 / 29

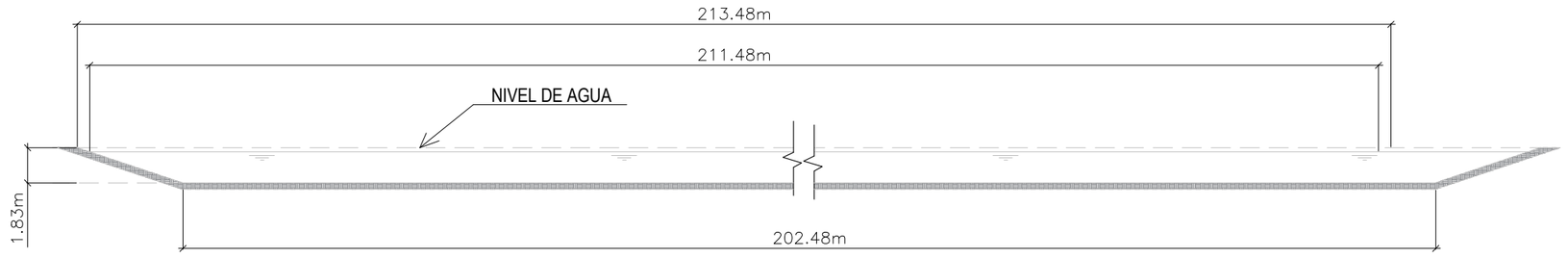
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



TRATAMIENTO TERCIARIO - LAGUNA AEROBIA
Esc:_____1:500



SECCION A - A



SECCION B - B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE PRE - TRATAMIENTO.

1. Se debe ubicar por lo menos un punto referencial acotado, que permita verificar los niveles y cotas establecidos en las especificaciones topográficas a la hora del trazado y nivelación.
2. Para la construcción de las estructuras de pretratamiento, el concreto tendrá unas proporciones 1:2:3 de cemento, arena y grava, respectivamente.
3. La impermeabilización de las paredes internas de las estructuras de concreto consistirá en 2 capas: la primera de 1 cm de espesor, preparada con mortero de cemento y arena en proporción 1:3 y el aditivo impermeabilizante y la segunda con mortero 1:1 preparado igualmente con el aditivo.
4. Los trabajos de concreto se ejecutaran de conformidad a las especificaciones técnicas establecidas por la ASTM
3. Las excavaciones para las estructuras serán efectuadas de acuerdo a las líneas, rasantes y elevaciones indicadas en los planos y conforme a estudios previos del suelo. Las dimensiones de las excavaciones serán tales que permitan colocar en todas sus dimensiones las estructuras correspondientes. Además, al iniciar el proceso de excavación se debe tener muy claro el lugar donde se estará colocando la tierra que se vaya extrayendo, el cual deberá estar lejos de la zona de trabajo.
4. Se deberán realizar estudios de conductividad hidráulica y permeabilidad del material, con el objeto de definir si hay que utilizar material arcilloso de otras partes para impermeabilizar el fondo de las lagunas.
5. El prestamo de material procedera cuando no se encuentre cantidad y calidad suficiente de material adecuado proveniente de la excavación de las lagunas, de acuerdo con las alineaciones y rasantes.
6. Los rellenos se ejecutarán con material del sitio siempre y cuando cumpla con las especificaciones especiales.
7. En terraplenes se deberá compactar el material en capas no mayores a 20 cm, así mismo las piedras y rocas en estos no excederan de 15cm en su espesor máximo.
8. Donde el material existente no tenga la resistencia adecuada o requeridas por dsposiciones especiales, se deberá colocar material estabilizador en capas de 15 cm.

Nota: Al finalizar la obra se harán los planos de replanteo que reflejen todas las modificaciones autorizadas. Estos planos serán fundamentales para la operación y mantenimiento de la planta.

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: SISTEMA DE TRATAMIENTO TERCIARIO LAGUNA AEROBIA

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

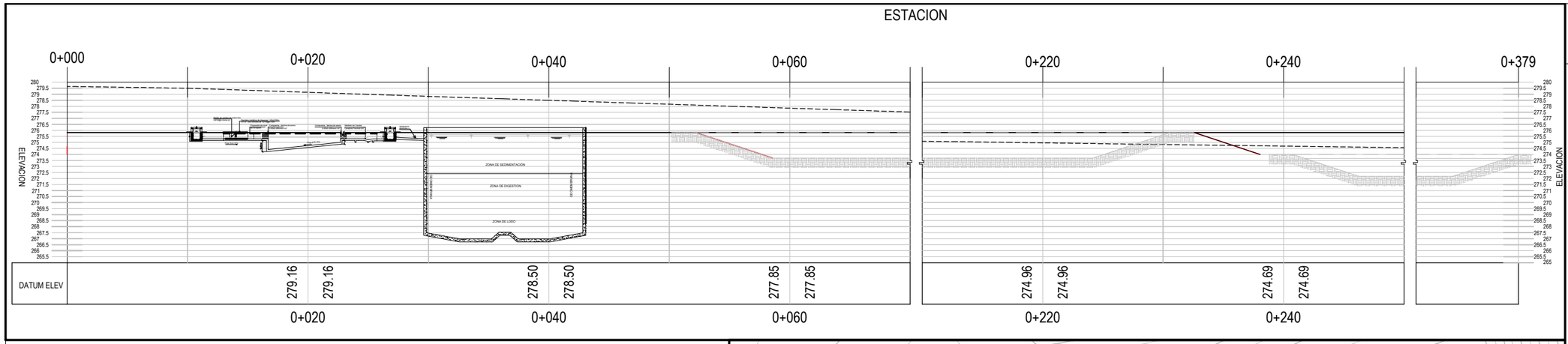
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 26 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

1. Se debe ubicar por lo menos un punto referencial acotado, que permita verificar los niveles y cotas establecidos en las especificaciones topográficas a la hora del trazado y nivelación.

2. Para la construcción de las estructuras de pretratamiento, el concreto tendrá unas proporciones 1:2:3 de cemento, arena y grava, respectivamente.

3. La impermeabilización de las paredes internas de las estructuras de concreto consistirá en 2 capas: la primera de 1 cm de espesor, preparada con mortero de cemento y arena en proporción 1:3 y el aditivo impermeabilizante y la segunda con mortero 1:1 preparado igualmente con el aditivo.

4. Los trabajos de concreto se ejecutaran de conformidad a las especificaciones técnicas establecidas por la ASTM

5. Las excavaciones para las estructuras serán efectuadas de acuerdo a las líneas, rasantes y elevaciones indicadas en los planos y conforme a estudios previos del suelo. Las dimensiones de las excavaciones serán tales que permitan colocar en todas sus dimensiones las estructuras correspondientes. Además, al iniciar el proceso de excavación se debe tener muy claro el lugar donde se estará colocando la tierra que se vaya extrayendo, el cual deberá estar lejos de la zona de trabajo.

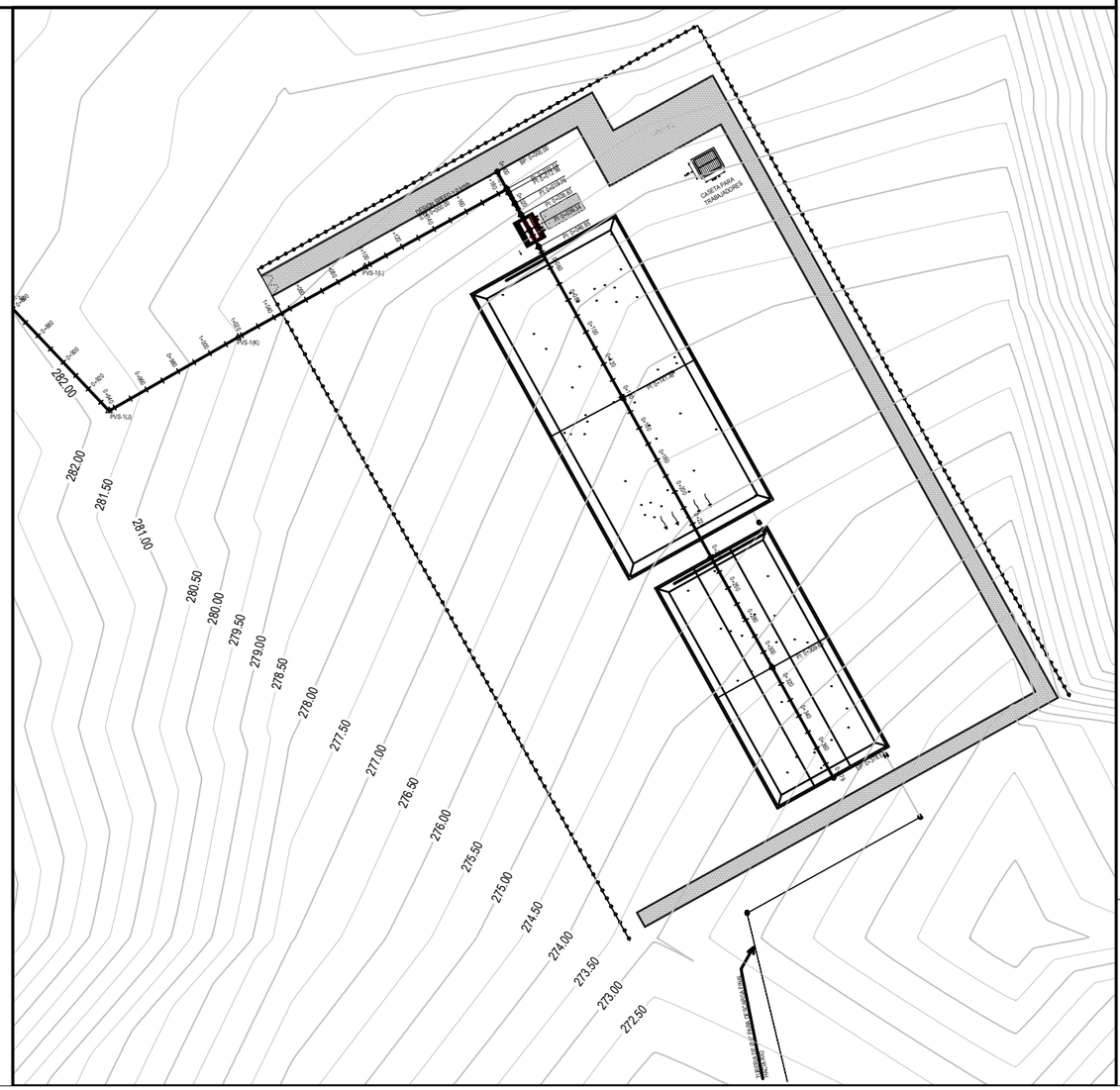
6. El prestamo de material procedera cuando no se encuentre cantidad y calidad suficiente de material adecuado proveniente de la excavación de acuerdo con las alineaciones y rasantes.

7. Los rellenos se ejecutaran con material del sitio siempre y cuando cumpla con las especificaciones especiales.

8. En terraplenes se debera compactar el material en capas no mayores a 20 cm, asi mismo las piedras y rocas en estos no excederan de 15cm en su espesor maximo.

9. Donde el material existente no tenga la resistencia adecuada o requeridas por dsposiciones especiales, se debera colocar material estabilizador en capas de 15 cm.

Nota: Al finalizar la obra se harán los planos de replanteo que reflejen todas las modificaciones autorizadas. Estos planos serán fundamentales para la operación y mantenimiento de la planta.



LAMINA NO.: 27 / 29

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RUIZ, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA

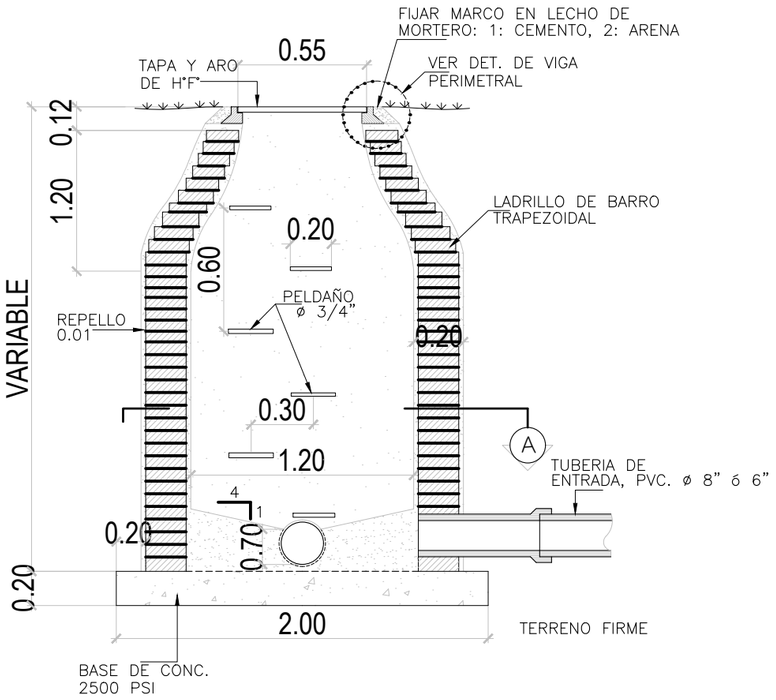
ESC.ALA: INDICADA

FECHA: 04/OCT/2016

CONTENIDO: SISTEMA DE TRATAMIENTO

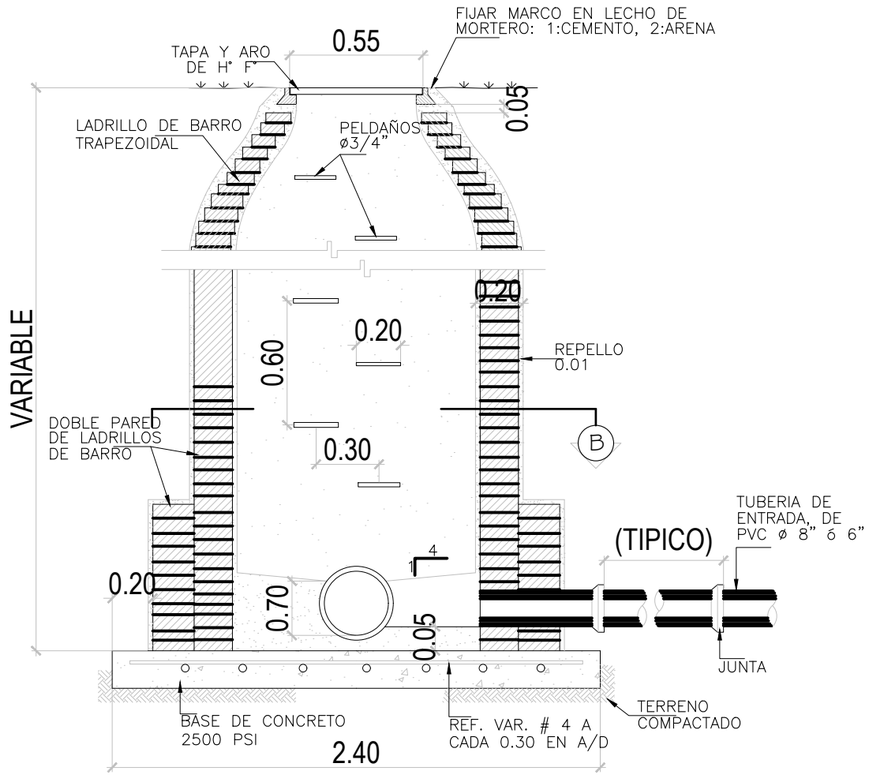
REVISADO POR: ING. MARIO CASTELLÓN ZELAYA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



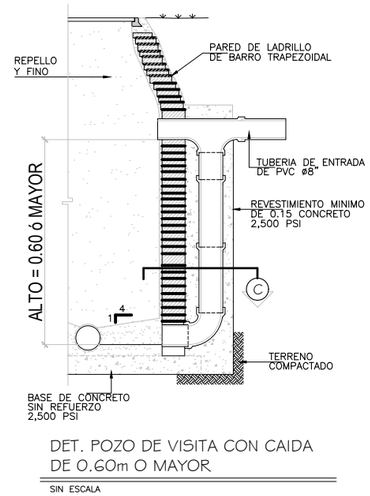
DET. POZO DE VISITA PARA PROFUNDIDADES MENORES DE 3.70m

SIN ESCALA



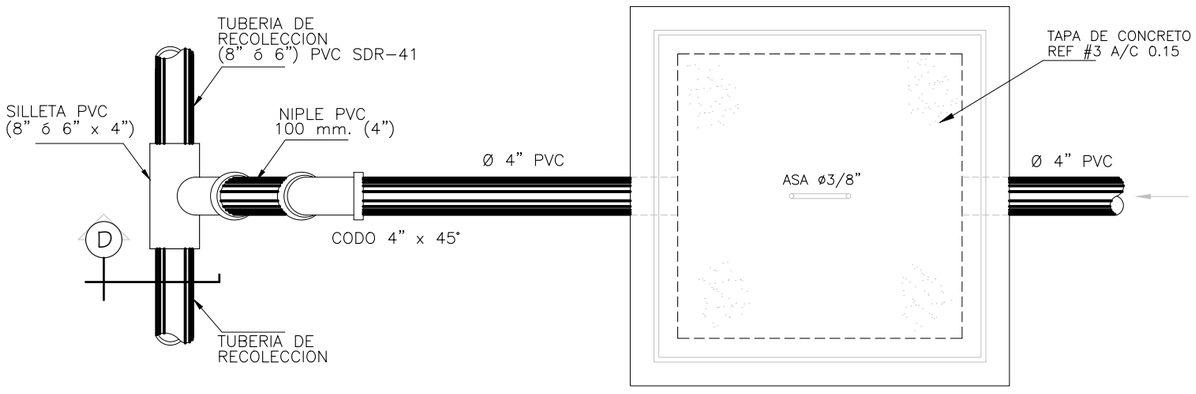
DET. POZO DE VISITA PARA PROFUNDIDADES MAYORES DE 3.70m

SIN ESCALA



DET. POZO DE VISITA CON CAIDA DE 0.60m O MAYOR

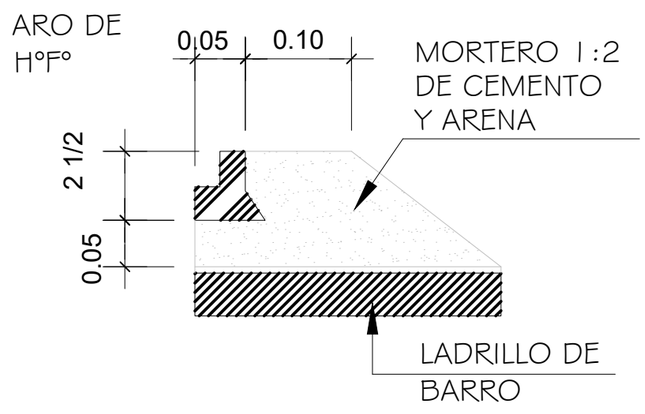
SIN ESCALA



CAJA DE REGISTRO DE AGUAS RESIDUALES

DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR (PLANTA) PARA PROFUNDIDADES MENORES DE 2.50 m.

SIN ESCALA



DET. VIGA PERIMETRAL

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: DETALLES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

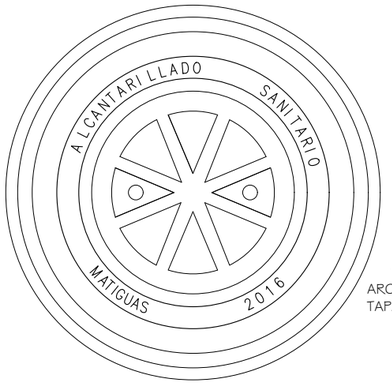
REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: S/E

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 28 / 29

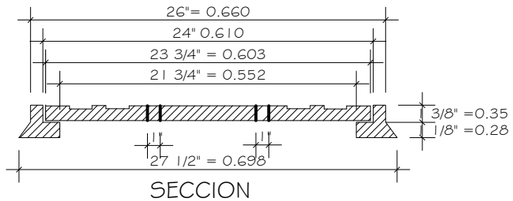
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



PESO

ARO H°F° 89 Lbs.
TAPA H°F° 129 Lbs.

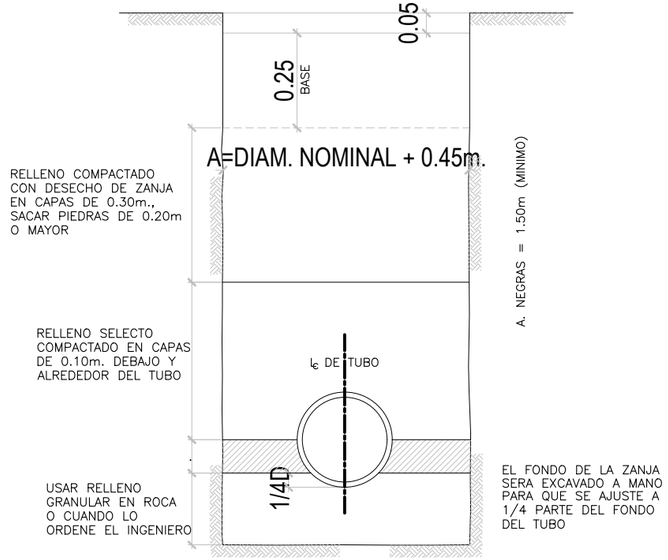
PLANTA



SECCION

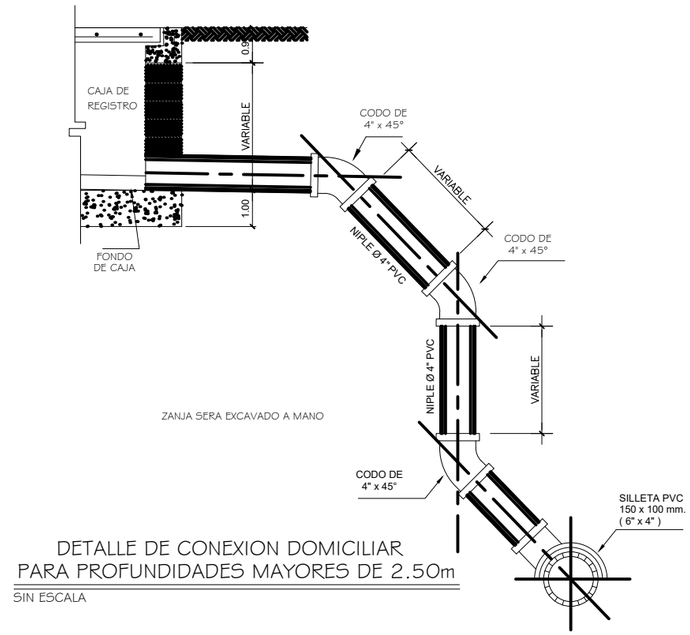
DETALLE TAPA DE POZO DE VISITA

SIN ESCALA



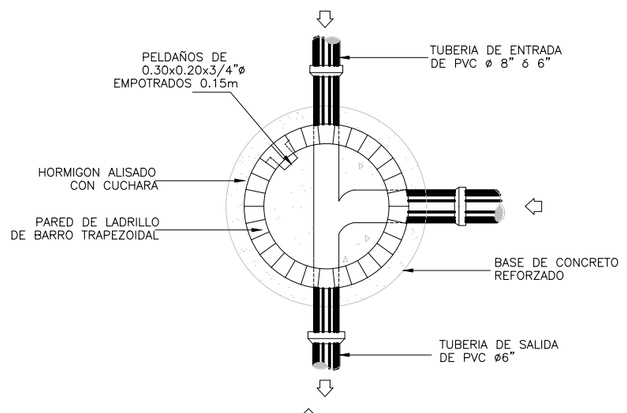
DET. TIPICO ZANJA PARA TUBERIA

SIN ESCALA



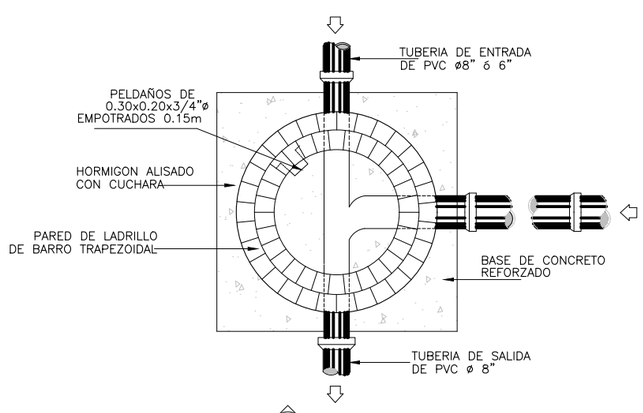
DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR PARA PROFUNDIDADES MAYORES DE 2.50m

SIN ESCALA



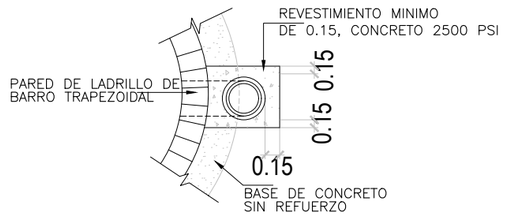
SECCION (A) POZO DE VISITA

SIN ESCALA



SECCION (B) POZO DE VISITA

SIN ESCALA



SECCION (C) POZO DE VISITA CON CAIDA

SIN ESCALA

CARACTERISTICAS DE TAPA DE POZO DE VISTA:

- HECHAS DE POLIETILENO DE MEDIA DENSIDAD.
- MATERIAL NO RECICLABLE.
- RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL DE 21 TONELADAS.
- ARTICULADA CON UNA BISAGRA METALICA EN UN COSTADO.
- VENTILADAS CON ORIFICIOS 1" DE DIAMETRO EN LA TAPA.
- ABRASION POR TRAFICO VEHICULAR = 0.005% ANUAL.
- RESISTENCIA AL PESO = 16,500kg
- FLEXION = 80% CON TAPA DE CARGA.

NOTAS GENERALES AGUAS NEGRAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EXPRESADAS EN METROS.
2. EL ANCHO TOTAL DE LA ZANJA NO DEBERA EXCEDER EL DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO + 0.45 m.
3. LOS TUBOS DEBERAN SER PVC, CEDULA SDR-41 DE 6 PULGADAS.
4. PRUEBAS DE CAMPO : DESPUES DE INSTALADA LA TUBERIA DEBERAN EFECTUARSE PRUEBAS DE ALINEAMIENTO, DE PENDIENTE Y EXFILTRACION, SEGUN ESPECIFICACIONES TECNICAS VIGENTES DEL INAA.
5. SE DEBEN CONSTRUIR POZOS DE VISITA CON CAIDA CUANDO LA ALTURA ENTRE EL FONDO DEL POZO Y EL FONDO DE LA TUBERIA DE ENTRADA SEA MAYOR 0.60m.
6. – LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ENACAL PREVALECEN SOBRE CUALQUIER OTRA.

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

CONTENIDO: DETALLES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

ELABORADO POR: BR. JORDANA TRAVERS RIZO, BR. JOURLEN LÓPEZ ESPINOZA, BR. WILBER JIMÉNEZ GÓMEZ

REVISADO POR: M.Sc.Ing. MARIO CASTELLÓN ZELAYA

ESCALA: S/E

FECHA: 04/OCT/2016

LAMINA NO.: 29 / 29

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA

CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción, hace constar que el (a) BR: JORDANA LORENA TRAVERS RIZO Carné No.: 2010-34673 Turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERÍA CIVIL.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, a los veintiún días del mes de mayo del año dos mil quince.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción
SECRETARIA ACADEMICA

DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDON.
Secretario de Facultad

Cc: Archivo.
DIECHB/Claus*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA

CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción, hace constar que el (a) **BR: JOURLEN JOSUE LOPEZ ESPINOZA** Carné No.: 2010-34778 Turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL.**

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, a los cinco días del mes de junio del año dos mil quince.

DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDON.
Secretario de Facultad

Cc: Archivo.
DIECHB/Claus*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA

CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción, hace constar que el (a) **BR: WILBER ALEXANDER JIMENEZ GOMEZ** Carné No.: 2010-34715 Turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL.**

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, a los veintiún días del mes de mayo del año dos mil quince.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción
SECRETARIA ACADEMICA

DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDON.
Secretario de Facultad

Cc: Archivo.
DIECHB/Claus*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA

AÑO ACADEMICO 2016

72073 — No. Inscripción:72073

NOMBRE Y APELLIDOS: JOURLEN JOSUE LOPEZ ESPINOZA

CARRERA: INGENIERIA CIVIL — CARNET: 2010-34778 — TURNO: DIURNO

PLAN DE ESTUDIO: 97 — SEMESTRE: II SEMESTRE 2016 — FECHA: 11/10/2016

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
	----------ULTIMA LINEA----------					

F: Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

Cmperez
GRABADOR

FIRMA DEL ESTUDIANTE

FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO

SECRETARIA ACADEMICA Managua, Nicaragua

cc: ORIGINAL: ESTUDIANTE - COPIA: EXPEDIENTE

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 11-OCT-2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA

AÑO ACADEMICO 2016

72074 — No. Inscripción:72074

NOMBRE Y APELLIDOS: WILBER ALEXANDER JIMENEZ GOMEZ

CARRERA: INGENIERIA CIVIL — CARNET: 2010-34715 — TURNO: DIURNO

PLAN DE ESTUDIO: 97 — SEMESTRE: II SEMESTRE 2016 — FECHA: 11/10/2016

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
	----------ULTIMA LINEA----------					

F: Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

Cmperez
GRABADOR

FIRMA DEL ESTUDIANTE

FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO

cc: ORIGINAL: ESTUDIANTE - COPIA: EXPEDIENTE

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 11-OCT-2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA

AÑO ACADEMICO 2016

72075 — No. Inscripción:72075

NOMBRE Y APELLIDOS: JORDANA LORENA TRAVERS RIZO

CARRERA: INGENIERIA CIVIL — CARNET: 2010-34673 — TURNO: DIURNO

PLAN DE ESTUDIO: 97 — SEMESTRE: II SEMESTRE 2016 — FECHA: 11/10/2016

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
	----------ULTIMA LINEA----------					

F: Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

Cmperez
GRABADOR

FIRMA DEL ESTUDIANTE

FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO

cc: ORIGINAL: ESTUDIANTE - COPIA: EXPEDIENTE

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 11-OCT-2016