

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
FACULTAD DE INGENIERIA E INFORMATICA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO
URBANO DEL MUNICIPIO DE TOLA, RIVAS.**

**PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES

BR. ANDRÉS ALCIDES GONZÁLEZ ARAGÓN.

BR. RAFAEL ANTONIO GÁMEZ BALLESTEROS.

TUTORES

Dr. NÉSTOR JAVIER LANZA MEJIA

ING. MANUEL ROJAS.

MANAGUA, NICARAGUA. NOVIEMBRE 2005.

**UNIVERSIDAD DE
CIENCIAS
COMERCIALES**



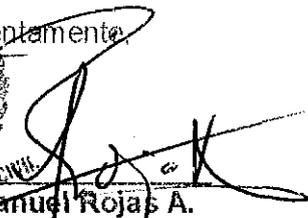
Managua, 17 de noviembre del 2005

Bachiller
RAFAEL GAMEZ
ANDRÉS GONZÁLEZ
Egresados de Ingeniería Civil
UCC
Sus Manos

Estimados Bachilleres:

Tengo a bien informarle la aprobación a su solicitud del tema Monográfico y Protocolo "*Sistemas de Alcantarillados Sanitarios del Municipio de Tola, Rivas*" Al mismo tiempo les informo que su tutor para el desarrollo de la investigación será el *Dr. Néstor Lanzas*, debiendo acordar con él un cronograma de trabajo.

Sin nada más que agregar, y deseándoles éxito, les saludo y me despido.

Atentamente,

Ing. Manuel Rojas A.
Decano de la Facultad de Ingeniería
& Informática.
UCC

DR. NESTOR J. LANZA M., INGENIERO CONSULTOR

Sábado, 26 de Noviembre de 2005

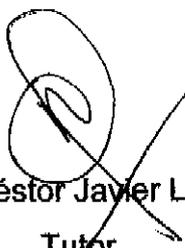
ING. MANUEL ROJAS
DECANO DE INGENIERIA E INFORMATICA
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
SU DESPACHO
MANAGUA

Con mucho agrado me dirijo a Usted en la ocasión de comunicarle que he revisado y seguido detalladamente el trabajo monográfico titulado "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE TOLA, RIVAS." ejecutado por los Brs. Rafael Antonio Gámez Ballesteros y Andrés Alcides González Aragón, y encuentro que reúne la calidad suficiente para ser defendida ante el tribunal examinador que Usted tenga bien asignar, para que ellos opten al título de Ingeniero Civil.

Cabe destacar la entrega y disciplina con que los sustentantes realizaron su trabajo, por lo que lo considero muy meritorio y estoy seguro que es un aporte valioso para nuestra sociedad.

Sin otro particular a que referirme, me despido de Ustedes reiterándoles las mas altas muestras de consideración y estima.

Atentamente,


Dr. Néstor Javier Lanza Mejía
Tutor

Teléfono: 629-35-44

cc: Sustentantes.
Archivo

Agradecimiento.

A Dios Nuestro Señor, por todo el amor que nos ha concedido y la oportunidad de culminar nuestros estudios.

A nuestras familias por todo su amor, apoyo y entrega.

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad de Ciencias Comerciales y a la Facultad de Ingeniería Civil e informática, por habernos permitido a través de estos cinco años, lograr nuestra preparación universitaria y así llegar a ser profesionales que sirvamos dignamente a Nicaragua.

Agradecemos a nuestros tutores Ing. Néstor Lanza Mejía e Ing. Manuel Rojas, por el tiempo dedicado a la orientación y asesoramiento para la realización de este trabajo Monográfico, y a todas aquellos catedráticos en especial a la memoria del Ing. Humberto Pomares Calero, que con sus enseñanzas supieron conducirnos hasta el último paso de nuestra carrera.

A las instituciones y persona que en forma desinteresada cooperaron en la elaboración de esta monografía a: la Srta. Heymi Alicia González Sequeira, Don Enox Mendoza y esposa Bartola del Rosario Sándigo, a la Lic. Darling Vallecillo y a la Lic. Ruth Orozco, a la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) en especial al Ing. Agustín Amador, departamento de mejoras de barrios, filial Managua e Ing. José Narciso Solís Corea, jefe técnico departamental Rivas. Al Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censo (INEC).

A todos ellos Gracias por su colaboración.

Dedicatoria

Dedico esta Monografía en primer lugar a Dios por ser mi amigo fiel, por que me ha dado la fortaleza de enfrentar y culminar este trabajo. Gracias infinitas padre.

A mis padres por todo el apoyo y confianza que han depositado en mí.

José Narcio González Sequeira.

Elvira Aragón Aragón.

A la memoria de mi tía Filomena González Sequeira, porque sin ti no fuera quien soy, te recuerdo siempre tía y me gustaría que estuvieras hoy aquí con migo, esto también es tuyo.

A mi profesora y amiga Sra. Cándida Rosa Sándigo Urbina por todo su apoyo, a la Sra. Carlota Jaime López, Hermanos, a mis compañeros de promoción y todos mis amigos que sin su apoyo y comprensión no hubiese sido posible alcanzar mi meta.

A Nicaragua tratando de colaborar con la infraestructura del país deseando que este proyecto sea un granito más que ayude a la reconstrucción de nuestra bella Nicaragua.



Andrés Alcides González Aragón.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, porque gracias a el tuve la oportunidad y el coraje de realizar esta investigación.

Además a mi familia:

Mi mamá: Vivian Ballesteros Tenorio.

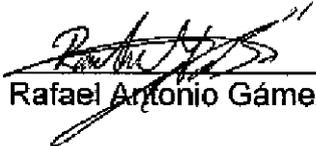
Mi papá: Pedro de Jesús Gámez Morales.

Mis hermanos: Gerardo Dávila y Guillermo Gámez.

Mi novia: Eneyda María Flores Arias.

A mis compañeros de promoción, a los alumnos de la facultad de Ing. Civil, esperando que este trabajo les ayude en su formación académica y a todos mis amigos que me han incentivado y apoyado para terminar esta tesis.

A Nicaragua tratando de colaborar con la infraestructura del país y así de esta forma ayudar al municipio de Tola, Rivas con los problemas que a este aquejan.


Rafael Antonio Gámez Ballesteros

CONTENIDO

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN	2
I.1 Generalidades.....	2
I.2 Antecedentes.....	3
I.3 Justificación.....	4
I.4 Objetivos.....	5
I.4.1 Generales.....	5
I.4.2 Específicos.....	5
I.5 Alcances y limitaciones.....	6
I.5.1 Alcances.....	6
I.5.2 Limitaciones.....	7

CAPITULO II

II. Marco teórico	11
II.1 Información básica requerida para emprender un proyecto de alcantarillado sanitario.....	11
II.1.1 Trabajo de Campo.....	12
II.1.2 Preparación de planos y perfiles.....	12
II.1.3 Consideraciones básicas del proyecto.....	13
i) Estudios geológicos.....	13
ii) Estudios geotécnicos.....	13
iii) Estudios sanitarios.....	13
iv) Estudios hidrológicos.....	13
v) Estudio de obras existentes.....	14
vi) Estudios topográficos.....	14
vii) Estudios misceláneos.....	15
II.2 Identificación y función de los Elementos constituyentes.....	18
II.2.1 Albañales.....	18
II.2.2 Atargea, laterales o cabeceros.....	18
II.2.3 Subcolector.....	19
II.2.4 Colector.....	19
II.2.5 Ubicación de alcantarilla.....	19

II.2.6 Emisor.....	19
II.2.7 Interceptor.....	20
II.2.8 Disposición final.....	20
II.2.9 Estructuras conexas.....	20
i) Pozos de visita (PVS).....	20
ii) Pozos de visita de caída.....	23
iii) Estaciones de bombeo.....	23
iv) Sifones invertidos y puente canal.....	24
v) Conexiones domiciliarias.....	25
II.3 Sistema de alcantarillado simplificado sanitario.....	26
II.3.1 Generalidades.....	26
II.3.2 Población.....	30
II.3.3 Periodo o alcance del proyecto.....	31
II.3.4 Caudales de la RAS.....	32
i) Aguas residuales domésticas.....	32
ii) Aguas residuales Industriales.....	33
iii) Gasto de infiltración(Q_{inf}).....	33
II.3.5 Hidráulica de la Ras.....	36
i) Cálculo Hidráulico de los Colectores.....	36
iv) Intervalo de Velocidad.....	37
v) Tirantes Absolutos y Relativos.....	38
vi) Pendientes Mínima y Máxima.....	39
II.3.6 Tensión de arrastre.....	41
II.3.7 Aspectos gráficos y constructivos de la RAS.....	43
II.4 Importancia de desarrollo.....	47
II.5 Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual.....	48
II.5.1 Sólidos en suspensión.....	48
II.5.2 Materia orgánica biodegradable.....	48
II.5.3 Organismos patógenos.....	48
II.5.4 Nutrientes.....	49
II.5.5 Materia orgánica refractaria.....	49
II.5.6 Sólidos inorgánicos disueltos.....	49
II.5.7 Características más importantes de algunas aguas residuales.....	49
II.6 Sistema de tratamiento de aguas residuales.....	52
II.6.1 LAGUNAS FACULTATIVAS.....	53
i) Generalidades.....	53
ii) Periodo de Retención.....	55

iii) Profundidad.....	55
iv) Metodología de Cálculo.....	56
v) Condiciones Hidráulicas.....	56
II.6.2 LAGUNAS DE MADURACIÓN.....	63
i) Generalidades.....	63
ii) Periodo de Retención.....	63
iii) Profundidad.....	63
iv) Reducción de Bacterias.....	63
v) Condiciones hidráulicas.....	67

CAPITULO III

III. Información básica del proyecto.....	67
III.1. Ubicación.....	67
III.2. Topografía.....	70
III.2.1. Constitución del Suelo.....	70
III.2.2. Ubicación Geográfica y Geológica.....	71
III.3. Clima y precipitación.....	73
III.4. Vías de comunicación.....	73
III.5. Actividades económicas prevalectentes.....	73
III.6. Análisis poblacional.....	74
III.6.1. Distribución por edad y sexo.....	75
III.6.2. Escolaridad.....	76
III.6.3. Población económicamente activa.....	77
III.7. Servicios públicos.....	78
III.7.1. Salud.....	78
III.7.2. Telecomunicaciones.....	79
III.7.3. Electricidad.....	80
III.7.4. Agua potable.....	80
III.7.5. Alcantarillado sanitario.....	83
III.7.6. Servicio de recolección de basura.....	84
III.7.7. Alcantarillado pluvial.....	85
III.7.8. Servicio de cable.....	85
III.8. Infraestructura.....	86

CAPITULO IV

IV. CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DEL ALCANTARILLDO SANITAR Y LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION.....	86
IV.1 Sistema de alcantarillado sanitario.....	86
IV.1.1 Generalidades.....	86
IV.1.2 Periodo de diseño.....	86
IV.1.3 Población de diseño.....	87
i) Población Saturada.....	87
ii) Proyección de población.....	88
IV.1.4 Tipos de sistema.....	89
IV.1.5 Determinación de gastos promedios de aguas negras.....	89
i) Gasto medio (Qm).....	89
ii) Gasto mínimo de aguas residuales (QMIN).....	90
iii) Gasto máximo de aguas residuales (QMAX).....	91
iv) Gasto de infiltración (Qinf).....	91
v) Gasto comercial (Qcom).....	92
vi) Gasto Público e institucional (Qinst).....	92
vii) Gasto de diseño (QD).....	92
IV.1.6 Calidad de las aguas servidas.....	92
IV.1.7 Hidráulica de alcantarilla.....	93
i) Diámetro mínimo.....	93
ii) Pendiente mínima y máxima.....	94
iii) Fuerza de tracción.....	94
iv) Tirante de agua.....	94
v) Velocidad.....	95
vi) Velocidades mínima y máxima.....	95
vii) Pérdida de carga adicional.....	96
viii) Fórmula y coeficiente de rugosidad.....	96
ix) Tirante Máximo.....	97
IV.1.8 Dispositivos de registro.....	98
i) Pozos de visita.....	99
ii) Pozos de visita de caída.....	99
iii) Bocas de inspección cabeceras.....	99
iv) Bocas de inspección intermedias.....	99
IV.1.9 Cobertura sobre tuberías.....	99

IV.1.10	Colectores auxiliares.....	100
IV.1.11	Análisis hidráulico.....	101
IV.2	Sistema de tratamiento.....	102
IV.2.1	Lagunas facultativas.....	102
i)	Periodo de Retención.....	102
ii)	Profundidad.....	102
iii)	Metodología de Cálculo.....	103
iv)	Condiciones Hidráulicas.....	103
IV.2.2	Criterios de diseño.....	104
i)	Temperatura del agua.....	104
ii)	Temperatura del aire del mes mas frío.....	105
iii)	Carga orgánica superficial máxima.....	105
iv)	Superficie requerida.....	105
v)	Carga orgánica superficial removida.....	105
vi)	Carga total aplicada.....	105
vii)	Carga orgánica superficial aplicada.....	106
viii)	Carga remanente.....	106
ix)	Eficiencia.....	106
x)	Dimensiones de las lagunas.....	106
xi)	Periodo de retención.....	107
xii)	Constante de biodegradación de la materia orgánica.....	107
xiii)	Constante de reacción de primer orden a temperatura ambiente.....	107
xiv)	Constante de remoción de CF.....	108
IV.2.3	Lagunas de maduración.....	108
i)	Periodo de Retención.....	108
ii)	Profundidad.....	109
iii)	Reducción de Bacterias.....	109
iv)	Condiciones Hidráulicas.....	109
v)	Criterios de Diseño.....	109
IV.3	Metodología.....	110
IV.4	Diseño hidráulico sanitario.....	112
IV.4.1	Población servida.....	112
IV.4.2	Estimación del gasto de agua residual.....	112
IV.4.3	Diseño hidráulico de las alcantarillas.....	116
IV.5	Especificaciones técnicas de materiales y construcción.....	123
IV.5.1	Instalación de tuberías de PVC.....	124
i)	Preparación de lazanja.....	124

ii) Ancho de la zanja.....	125
iii) Profundidad de la zanja.....	126
iv) Colocación de la tubería.....	126
v) Sistema de unión de tubería de PVC.....	126
vi) Instalación de domiciliarios.....	127
vii) Deformación.....	128
viii) Pozos de visita.....	128
ix) Limpieza del sistema.....	129

CAPITULO V

V. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.....	131
V.1. Operación y mantenimiento de red de alcantarillado sanitario.....	131
V.1.1. Generalidades.....	131
V.1.2. Mantenimiento para el sistema de alcantarillado sanitario.....	132
i) Mantenimiento preventivo.....	132
ii) Mantenimiento correctivo.....	133
iii) Mantenimiento de emergencia.....	133
V.1.3. Equipos utilizados para mantenimiento.....	134
i) Equipos de varillas y roto sondas.....	134
ii) Equipos de malacates.....	135
iii) Equipos de presión vacío.....	135
V.1.4. Presupuesto del proyecto.....	136
i) Evaluación de costo del proyecto.....	136
V.1.5. Aspectos ambientales.....	143
V.2. Operación y mantenimiento de lagunas de estabilización.....	144

CAPITULO VI

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
VI.1. Conclusiones.....	146
VI.2. Recomendaciones.....	147

Bibliografía.....148

Anexos150

Anexo N° 1 Formato de Encuesta.

Anexo N° 2 Ecuación de pendiente.

Anexo N° 3 Elementos y accesorios de la red.

Anexo N° 4 Tablas de INETER.

Anexo N° 5 Fotografías de algunas calles y avenidas del casco urbano del municipio de Tola, Rivas.

Anexo N° 6 Plano urbanístico del municipio de Tola, Rivas.

Anexo N° 7 Perfiles.

Anexo N° 8 Lista de precios AMANCO.

Anexo N° 9 Detalles constructivos.

Anexo N° 10 Lagunas de Estabilización.

Anexo N° 11 Gráficos Epidemiológicos.

Anexo N° 12 Cronograma de ejecución.

CAPITULO I

I. Introducción.

I.1 Generalidades.

I.2 Antecedentes.

I.3 Justificación

I.4 Objetivos.

II.1.1 Generales.

II.1.2 Específicos.

I.5 Alcances y limitaciones.

II.1.3 Alcances.

II.1.4 Limitaciones.

I INTRODUCCION.

I.1 GENERALIDADES.

El ser humano en la lucha por el desarrollo social, al agruparse provoca alteraciones al medio donde se asienta, estas alteraciones complican la higiene y la ecología, el factor que mas influye en esta contaminación es el uso del agua como transporte de los desechos generados por las actividades diarias de los individuos y el vertido de las mismas a la calle, esto conlleva a la polución de las fuentes hídricas y a la proliferación de enfermedades que afectan directamente a la población involucrada. Ante estos problemas el hombre se ve en la necesidad de buscar alternativas que den solución al problema de una manera eficiente y segura, es a causa de esta situación que se recurre al diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitarios que transporten las aguas residuales desde la fuente de generación hasta la planta de tratamiento por medio de elementos destinados a recolectar, transportar y bombear dichas aguas y disponerlas de una manera segura para el medio ambiente.

En la actualidad Tola un municipio del departamento de Rivas, cuenta con 411 viviendas en el casco urbano de los cuales un 88% se encuentran conectados del servicio de agua potable brindado por ENACAL y un 12 % hacen uso del agua proveniente de pozos artesanales, pero se considera que un 100% de la población aportará agua residuales y por lo tanto necesita ser evacuada para reducir la vulnerabilidad que presenta actualmente el casco urbano del municipio, ante las enfermedades hídricas.

Estos problemas pueden ser considerablemente reducidos con la implementación de una **Red de Alcantarillado Sanitario Simplificado** (tecnología económica), que además de brindar todas las ventajas del alcantarillado convencional, reduce los diámetros y profundidades de colocación, de esta forma disminuye el costo de la obra. Junto con su respectiva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual no puede obviarse ya que una red de alcantarillado sanitario sin una estructura de este tipo generaría dificultades que afectan devastadoramente al medio ambiente.

I.2 ANTECEDENTES.

El municipio de Tola está ubicado en el departamento de Rivas, cuenta con una población de 2,382 habitantes los cuales hacen uso del agua para diversas actividades, estas luego de ser utilizadas son evacuadas a la calle o permanecen en letrinas, producto de esto son los problemas de salud, estética y ambiente.

Mediante gestiones en el MINSA, Silais Rivas se recolectó información referente a enfermedades Hídricas que datan del año 1998 hasta el corriente, las estadísticas epidemiológicas de las enfermedades relacionadas con la inexistencia de un Alcantarillado Sanitario se pueden observar en los anexos 11, entre los cuales sobresalen brotes de dengue clásico, enfermedades diarreicas agudas (EDA), enfermedades respiratorias agudas (ERA) entre otras.

Con la construcción del sistema de agua potable, los problemas estéticos y ambientales incrementaron considerablemente provocando a las calles que reciben las aguas servidas deterioro un su infraestructura, apariencia deplorable y sucia. (Ver anexo N° 5).

Según los anexos muestran un descenso de los casos relacionados con las enfermedades que estos muestran, esto es a causa de la implementación de varios programas diseñados por el ministerio de Salud, Silas Rivas para enfrentar los problemas de salud que aquejan a la comunidad en los periodos 1998 – 2000 y 2003 – 2007.

Los primeros esfuerzos para estructurar estos programas se dan en el año 1998 luego de observar la vulnerabilidad en que se encontraba el municipio ante los desastres naturales, como por ejemplo las experiencias adquiridas en los años 84 (huracán Juana) y 98 (huracán Mich). Y reforzado posteriormente de los eventos en 1999 con las 38 tormentas tropicales, en el 2000, el huracán Keith y en 2001, el huracán Andrew.

En estos años, se logró la elaboración del plan Gracias al aporte valiosísimo y asesoría técnica y económica de la OPS / OMS y la colaboración del gran Ducado de Luxemburgo (fuente de Financiamiento principal).

Estos programas ayudaron a reducir las problemáticas de salud, considerando una falta de financiamiento de parte de estos organismos Internacionales se correría el riesgo de una repetición de estos o aumento a una escala mucho mayor a lo ya existente.

I.3 JUSTIFICACIÓN.

El casco urbano del municipio de Tola enfrenta problemas de salud, de medioambiente y estéticos que afectan directamente a la población, algunos de estos problemas son producto de verter las aguas servidas a los patios y calles y por el uso de letrinas que contaminan el manto acuífero del municipio, para evitar estos problemas es necesario el diseño de un sistema de alcantarillado de aguas negras que sea capaz de transportar de una manera eficiente todas esta agua servidas desde el casco urbano hasta la planta de tratamiento. Utilizando la planta de tratamiento se evita la contaminación del cuerpo de agua natural.

I.4 OBJETIVOS

I.4.1 Objetivos Generales:

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Tola, Rivas.

I.4.2 Objetivos Específicos:

1. Realización y Análisis del censo poblacional y consumo de agua potable del área de estudio.
2. Hacer estudio topográfico del casco urbano del municipio de Tola.
3. Proponer el trazado del sistema de alcantarillado sanitario y análisis hidráulico.
4. Proponer el tipo de tratamiento para las aguas residuales.
5. Realizar análisis de costo de ejecución y mantenimiento de la obra.

I.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.

I.5.1 Alcances.

- a) El diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario se basó en la Guía Técnica propuesta por INAA y por los criterios del sistema de Redes de Alcantarillado Simplificado, logrando los cálculos hidráulicos a través de la utilización del programa SEWEREX (Programa para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado bajo la práctica actual Brasileña).
- b) Las especificaciones de los materiales fueron proporcionados por los fabricantes ayudando a determinar su correcta utilización.
- c) Los costos unitarios se determinaron basándose en:
 - Los precios de venta de los materiales proporcionados por los fabricantes.
 - Costos unitarios de oferentes de ENACAL para la construcción de este tipo de proyectos
- d) Los costos totales del proyecto se determinaron en dependencia de los costos directos e indirectos.
- e) El diseño del Sistema se realizó basándose en las condiciones topográficas actuales.
- f) En el cálculo de caudales de diseño para cada tramo, se utilizó una población proyectada por el Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censo (INEC) para el año 2030. Esto significa un periodo de diseño de 25 años.

I.5.2 Limitaciones.

- a) Debido a una carencia de un plan estratégico de desarrollo para el casco urbano de la ciudad de Tola, se proyectaran únicamente en los cabeceros una tubería de 4 pulgada, con el propósito de reducir costo.
- b) Con el fin de conocer la dotación poblacional, se solicitó a ENACAL Rivas, los registros estadísticos del consumo de agua potable en el casco urbano del municipio de Tola, sin embargo la información obtenida de los registros no fueron satisfactorios para el proyecto por la ausencia de algunos datos.
- c) Debido a la carencia de un terreno por parte de la alcaldía para la ubicación de la planta de tratamiento de las aguas residuales del casco urbano del municipio de Tola, la envergadura que esto implica, tanto en lo económico y el tiempo el trabajo se limita únicamente a proponer el tipo de tratamiento de estas aguas.
- d) Los costos unitarios utilizados para este proyecto fueron proporcionados por el departamento de mejora de barrios de ENACAL, Managua. Estos costos pertenecen a oferentes de la Empresa Aguadora para la fecha del 20 de febrero del año 2004.

CAPITULO II

II Marco teórico.

II.1 Información básica requerida para emprender un proyecto de alcantarillado sanitario.

II.1.1 Trabajo de Campo.

II.1.2 Preparación de planos y perfiles.

II.1.3 Consideraciones básicas del proyecto.

- i) Estudios geológicos.**
- ii) Estudios geotécnicos.**
- iii) Estudios sanitarios.**
- iv) Estudios hidrológicos.**
- v) Estudio de obras existentes.**
- vi) Estudios topográficos.**
- vii) Estudios misceláneos.**

II.2 Identificación y función de los Elementos constituyentes.

II.2.1 Albañales.

II.2.2 Atargea, laterales o cabeceros.

II.2.3 Subcolector.

II.2.4 Colector.

II.2.5 Ubicación de alcantarilla.

II.2.6 Emisor.

II.2.7 Interceptor.

II.2.8 Disposición final.

II.2.9 Estructuras conexas.

- i) Pozos de visita (PVS).**
- ii) Pozos de visita de caída.**
- iii) Estaciones de bombeo.**
- iv) Sifones invertidos y puente canal.**
- v) Conexiones domiciliarias.**

II.3 Sistema de alcantarillado simplificado sanitario.

II.3.1 Generalidades.

II.3.2 Población.

II.3.3 Periodo o alcance del proyecto.

II.3.4 Caudales de la RAS.

- i) Aguas residuales domésticas.**
- ii) Aguas residuales Industriales.**
- iii) Gasto de infiltración (Qinf).**

II.3.5 Hidráulica de la Ras.

- i) Cálculo Hidráulico de los Colectores.**
- iv) Intervalo de Velocidad.**
- v) Tirantes Absolutos y Relativos.**
- vi) Pendientes Mínima y Máxima.**

II.3.6 Tensión de arrastre.

II.3.7 Aspectos gráficos y constructivos de la RAS.

II.4 Importancia de desarrollo.

II.5 Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual.

II.5.1 Sólidos en suspensión.

II.5.2 Materia orgánica biodegradable.

II.5.3 Organismos patógenos.

II.5.4 Nutrientes.

II.5.5 Materia orgánica refractaria.

II.5.6 Sólidos inorgánicos disueltos.

II.5.7 Características más importantes de algunas aguas residuales.

II.6 Sistema de tratamiento de aguas residuales.

II.6.1 LAGUNAS FACULTATIVAS.

- i) Generalidades.**
- ii) Periodo de Retención.**
- iii) Profundidad.**
- iv) Metodología de Cálculo.**
- v) Condiciones Hidráulicas.**

II.6.2 LAGUNAS DE MADURACIÓN.

- i) Generalidades.**
 - ii) Periodo de Retención.**
 - iii) Profundidad.**
 - iv) Reducción de Bacterias.**
 - v) Condiciones hidráulicas.**
 - vi) Criterios de Diseño.**
-

II MARCO TEÓRICO

II.1 INFORMACIÓN BÁSICA REQUERIDA PARA EMPRENDER UN PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

Es aconsejable efectuar un estudio, lo mas completo posible de la zona en cuestión, no solo para obtener datos necesarios para el proyecto y posterior construcción, sino también para obtener un conocimiento de las condiciones locales antes de iniciar la fase de construcción.

Al comienzo de los trabajos deben de conseguirse todos los mapas y planos de la zona de estudio. Normalmente, esta información está disponible en las oficinas municipales, organismos regionales de planificación.

II.1.1 TRABAJO DE CAMPO.

Si no se dispone de planos adecuados, será preciso proceder a su levantamiento. El grado de precisión requerido depende de las características del proyecto. Los trabajos topográficos deben incluir la situación de calle, líneas de ferrocarril, parques públicos, estanques, ríos, desagües y drenaje y todos los detalles y estructuras que pueden influir o quedar afectados por la red de alcantarillado.

Deberá establecerse un sistema preciso completo y permanente de niveles de referencia en toda la zona servida por la red de alcantarillado de proyecto. Se levantarán perfiles longitudinales de todas las calles y si las pendientes existentes y las establecidas fueran diferentes, será necesario obtener mayor información sobre las últimas. Otras veces será necesario hacer un levantamiento para obtener un plano de curvas de nivel de separación variable según la configuración del terreno.

Por lo general, es suficiente con disponer de las cotas de la superficie de las calles en los puntos de intersección, los puntos altos y bajos y en los cambios de rasantes, razón por lo cual no es necesario disponer de curvas de nivel.

La información sobre estructuras e instalaciones existentes deberá incluir:

- a) Alturas de los durmientes de los edificios y profundidades de sus cimentaciones.
- b) Tipo, edad y estado de los pavimentos de las calles en las que se vaya a construir alcantarillas.
- c) Situación de las conducciones de agua, electricidad y otros servicios subterráneos.
- d) Situación de capa freática y, en caso de existencia de puntos bajos o depresiones de terreno, es recomendable excavar (sondeos manuales) para conocer las características de la capa.
- e) Conocimiento de las características de suelo en que se van a construir las alcantarillas, con el fin de estimar los costos de excavación. Los ensayos con penetrómetros a intervalos de 1.5 m y en cada cambio de tipo de suelo y a una profundidad del orden de 1.5 m por debajo del fondo estimado de las excavaciones o hasta cuando se produzca el rechazo cuando se emplean medios de perforación convencional.
- f) Otra información de importancia incluye los salarios de la mano de obra local, tanto especializada como no especializada, costos de construcción de otras obras similares y las de alquiler de equipos mecánicos y precios de transporte.

II.1.2 PREPARACIÓN DE PLANOS Y PERFILES.

La preparación de planos y perfiles preliminares deberá comenzar tan pronto como sea posible durante la ejecución de los trabajos de campo. Por lo general, los planos a escala 1:2,500 son suficientes para mostrar los datos al nivel de detalle necesario para el anteproyecto, pero cuando existan muchas estructuras subterráneas se pueden precisar escalas de 1:500 o menores.

En los perfiles longitudinales, deben señalarse las cotas de los ejes de las calles a distancias de 15 m aproximadamente y en todos los puntos en que haya cambios bruscos de la pendiente. Las curvas de nivel, cuando estén disponibles, deberán representarse con

separación de 0.5 m. Deberán señalarse los puntos altos de las calles y los puntos bajos o depresiones, dando sus cotas al centímetro. Antes de efectuárselos cálculos correspondientes se prepararán las hojas de los perfiles longitudinales mostrando la superficie del terreno a lo largo del cual se ha trazar la alcantarilla.

II.1.3 CONSIDERACIONES BÁSICAS DEL PROYECTO.

El proyecto de una red de alcantarillado sanitario implica:

- a) La estimación de los caudales de agua residual del proyecto y la evaluación de las condiciones locales que puedan influir sobre el funcionamiento hidráulico de la red.
- b) La selección de la fórmula a utilizar en el dimensionamiento, de los materiales a emplear en las alcantarillas, de los tamaños mínimos, de las velocidades máximas y mínimas permisibles y de las pendientes.
- c) La evaluación de trazados alternativos, del empleo de alcantarillas con trazado en curva, la selección de las instalaciones complementarias adecuadas y ventilación de la red.

Antes de iniciar el diseño de un sistema de alcantarillado, el proyectista deberá tener un buen conocimiento del área donde se pretende implantar el sistema, por consiguiente es necesario proceder con una investigación, de todas las condiciones que puedan significar aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir.

Los estudios básicos deberán incluir los siguientes: Geológicos, geotécnicos, sanitarios, hidrológicos, obras existentes, topográficos y misceláneos.

i) Estudios geológicos.

Estos estudios comprenderán básicamente: Ubicación de fallas geológicas. Situación y clase de canteras, minas de arena y arcilla; deben analizarse muestras de las últimas para fijar posteriormente la calidad de los materiales. Características geológicas de las capas

superficiales mediante perforaciones con el objeto de determinar costos de movimiento de tierra.

ii) Estudios geotécnicos.

Estos estudios deberán incluir la determinación de las siguientes características de los suelos: Tipo de suelo, granulometría, módulo de elasticidad, valor soporte, límites de Atterberg, ángulo de fricción interna, cohesión y peso específico.

iii) Estudios sanitarios.

Debe realizarse un reconocimiento sanitario del lugar, incluyendo las cuencas hidrográficas de los cursos de agua incluidos entre los preseleccionados a recibir las descargas de aguas residuales.

A los cursos de agua, se les deberá determinar, oxígeno disuelto, constante de reaeración y desoxigenación, para verificar si son capaces de soportar las demandas bioquímicas de oxígeno de las aguas usadas. Cantidad y resistencia de las aguas residuales municipales a ser transportadas.

iv) Estudios hidrológicos.

Estos deberán comprender un estudio de los caudales máximos y mínimos de los cursos de agua mencionados anteriormente. Recopilación de aforos, si existen, o determinación de gasto mínimo en épocas de sequía. En caso de existir estaciones hidrológicas cercanas, obtener hojas pluviográficas, datos de evaporación, temperatura, humedad relativa del aire, velocidad y dirección de los vientos, etc.

En caso contrario, será conveniente determinar algunos valores guías para comparaciones posteriores con sitios cercanos ya estudiados. En los ríos es muy importante incluir perfiles transversales en los sitios de descarga del agua residual.

En los lagos determinar la profundidad, corrientes y oleaje, etc. Si hay pozos, determinarles: diámetro, caudal, niveles estático y de bombeo, pendiente del acuífero alimentador; peligros

de contaminación de esas aguas, efectuando un estudio geológico complementario de las formaciones adyacentes: tipo de formación, fallas, etc.

v) Estudio de obras existentes.

Se deberá determinar mediante sondeos la localización horizontal, profundidad y diámetro de tuberías existente de agua potable y drenaje de aguas pluviales, si las hubiere; así como las instalaciones telefónicas o cualquier otro servicio existente, con el propósito de evitar interferencias o daños, causados por la instalación del alcantarillado sanitario.

En el caso de que exista alcantarillado sanitario, investigar las condiciones físicas en que se encuentran las tuberías y su capacidad hidráulica para comprobar si pueden ser utilizadas, verificar el número de conexiones de aguas pluviales de las viviendas a las recolectoras y número de conexiones domiciliarias en mal estado.

vi) Estudios topográficos.

Una vez reconocida el área perimetral de la población y preseleccionados los sitios convenientes para estaciones de bombeo, planta de tratamiento y lugar para descarga de las aguas residuales, se procederá a efectuar los levantamientos topográficos de conjunto. Básicamente, estos levantamientos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada.

El proyectista deberá utilizar como punto de partida de cualquier levantamiento topográfico a realizar, la Red Geodésica Nacional, tanto en el levantamiento planimétrico como altimétrico y deberá cumplir con las recomendaciones que al respecto indique el INETER.

El levantamiento topográfico se deberá amarrar a la Red Geodésica Nacional de por lo menos dos puntos o mojones aprobados por INETER, convenientemente referenciados y protegidos de tal manera que pueda reconstruirse a partir de ellos el levantamiento de campo realizado, presentándose los resultados en coordenadas UTM (Control Geodésico de la Red Nacional).

Los levantamientos topográficos para realizar el diseño correspondiente deberán cumplir con los requisitos de precisión, cierre y metodología que se indican a continuación:

- a) El levantamiento altimétrico deberá referenciarse obligadamente a un BM Geodésico. Se harán estacionamientos no mayores de 20 m y se tomarán todos los accidentes que se presenten entre estos estacionamientos, tales como cauces, depresiones, cunetas, alcantarillas y otras tuberías existentes, etc.
- b) Se deberá conformar al menos una poligonal cerrada de manera que se logre comprobar el cierre.
- c) La precisión lineal no deberá ser menor de 1/3000. En el caso de poligonales cerradas el error angular E_a deberá ser igual o menor de $n^{1/2}$ siendo n el número de ángulos del polígono y E_a expresado en segundos sexagesimales.
- d) En lugares convenientemente ubicados que garanticen su conservación, se colocarán mojones que permitan el replanteo del polígono, éstos deberán colocarse antes del inicio de las mediciones y no se permitirá su colocación posterior al levantamiento. Los mojones consistirán en un cilindro de concreto simple de 0.10 m de diámetro y 0.80 m de largo con una varilla de acero de $\frac{3}{4}$ " en el centro, sobre saliendo de la superficie del suelo 0.05 m.
- e) El error de cierre en nivelación E_n deberá ser igual o menor que $30(L)^{1/2}$ siendo L la longitud nivelada en km. y E_n expresado en mm.
- f) Las curvas de nivel tendrán un intervalo de 0.50 m a 1.00 m y en terreno accidentado el intervalo será mayor.
- g) A los predios para estaciones de bombeo, planta de tratamiento, etc, se les deberá efectuar, además de los levantamientos topográficos requeridos, una descripción detallada de los mismos.

vii) Estudios misceláneos.

Estos comprenden la recolección de datos complementarios a los ya obtenidos en la investigación de cada uno de los numerales antes indicados. Estos datos comprenderán esencialmente:

- a) Climatología. Su influencia en los consumos de agua de la localidad, temperatura, humedad relativa del aire, influencia de los vientos.
- b) Economía. Posibilidades de desarrollo por influencias no ocurridas hasta el momento de estos estudios: nuevas vías de comunicación proyectadas o en ejecución; nuevas fuentes productivas de recursos naturales; establecimientos de industrias y aún el establecimiento del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario.
- c) Corrientes migratorias. Estadísticas sobre emigración e inmigración en la región y su influencia en la población futura.
- d) Estadísticas vitales. Índice de mortalidad y nacimientos.
- e) Condiciones de transporte y costo de vida. Estos datos serán de gran utilidad en la elaboración de presupuestos y planes de ejecución de las obras.
- f) Planos. Las dimensiones de las láminas deberán ser las siguientes: largo 0.90 m – ancho 0.60 m, dejándose un margen de 0.90 x 0.04 m en la parte inferior para colocar el rotulado e información que deberá llevar la lámina. En la parte superior se formará un marco 0.85 x 0.53 m donde se realizarán los dibujos. Las láminas deberán llevar dibujada la dirección Norte-Sur.

Las escalas podrán ser las siguientes:

- a) Ubicación general, 1:5000,
- b) Planta general, 1:1000,
- c) Perfiles: Horizontal 1:1000 – Vertical 1:100 o bien Horizontal: 1:500 – Vertical: 1:50,
- d) Detalles: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.

II.2 IDENTIFICACION Y FUNCION DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES.

Un sistema de alcantarillado, ya sea que, se trate de la conducción de aguas negras, pluviales o de ambas, consta de estructuras básicas y estructuras conexas. Las partes o estructuras básicas de una red de alcantarillado son:

II.2.1 ALBAÑALES.

Se denomina así a los conductos que recolectan las aportaciones de aguas residuales de una casa o edificios y las entregan a la red municipal. Estos conductos se dividen en dos partes, la primera se le denomina albañal interior y es la que se localiza dentro del predio, casa o edificio. A la segunda se le llama albañal exterior, porque se localiza del parámetro exterior de la casa o edificio al entronque con el conducto de la calle.

Al conducto o albañal exterior también se le denomina descarga domiciliaria o acometida y su finalidad es transportar las aguas residuales originadas en ellos a las alcantarillas secundarias o a cualquier otra alcantarilla, excepto a otra acometida domiciliar. El diámetro interior de estos albañales es de 4" o 6" y la pendiente nunca menor del 2%.

El empotramiento se hará con una Ye en dirección de la corriente cuando el diámetro del colector público sea menor de 18". En caso de ser mayor, podrá hacerse en ángulo de 90°. El empotramiento se hará en forma tal que la cresta del tubo de empotramiento quede 0.20 m mas abajo que la parte inferior de la tubería de agua potable y profundidad estará comprendida entre 0.80 – 2.0 m

II.2.2 ATARJEAS, LATERALES O CABECEROS.

Son las tuberías de diámetro mínimo dentro de la red, que se instalan a lo largo de los ejes de las calles de una localidad y sirven para recibir las aportaciones de los albañales o descargas domiciliarias de las casas o edificios. El diámetro mínimo recomendado de las atarjeas o cabeceros es de 8" en el sistema convencional.

Entrega sus aguas negras a los subcolectores o a los colectores y constituyen el primer elemento de la red de alcantarillado.

II.2.3 SUBCOLECTOR.

Son los conductos que reciben las aportaciones de aguas residuales provenientes de las atarjeas o cabeceros y, por lo tanto, tienen un diámetro mayor. Sirven también como líneas auxiliares de los colectores. Algunos lo denominan conductos secundarios y entregan las aguas residuales al colector.

II.2.4 COLECTOR.

Es la línea o conducto que se localiza en partes bajas de la localidad. Su función es captar todas las aportaciones provenientes de subcolectores, atarjeas y descargas domiciliarias para conducir las hasta la parte final de la zona urbana donde se iniciara el emisor. Debe preocuparse que la traza sea lo mas recta posible, evitando inflexiones y vueltas. Es el conducto troncal que da el sentido del escurrimiento.

II.2.5 UBICACIÓN DE ALCANTARILLA.

La ubicación de las alcantarillas 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.

II.2.6 EMISOR.

Es el conducto comprendido entre el final de la zona urbana de una localidad y el sitio de vertido o en su caso, planta de tratamiento. El emisor recibe solo aportaciones de agua

residuales provenientes del colector o colectores, por lo que su función es transportar la totalidad de las aguas captadas por el resto de la red de alcantarillado.

II.2.7 INTERCEPTOR.

Es un conducto abierto o cerrado que intercepta o desvía las aguas pluviales, aliviando problemas que ponen en peligro a la población.

II.2.8 DISPOSICIÓN FINAL.

Una vez sometidas a tratamiento, quitándoles su poder nocivo, las aguas residuales se podrán verter a corrientes naturales (arroyos, ríos, lagos o mar) o en su caso usarlas para riego agrícola, riego de parques y jardines o canalizarlas hacia industrias.

II.2.9 ESTRUCTURAS CONEXAS.

Por otra parte, las estructuras conexas que permiten el funcionamiento de una red de alcantarillado, son los que se describen:

i) Pozos de visita (PVS).

Son estructuras verticales construidas de tabique o cajas de concreto reforzado que se colocan sobre las tuberías. 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).

Como se dijo anteriormente, en los colectores de aguas negras, así como en los de aguas pluviales, debe ubicarse convenientemente estructuras que permitan las inspecciones y faciliten su limpieza.

Tienen un acceso por la superficie de la calle, suficientemente amplio para dar paso a un hombre y facilitar que pueda maniobrar en su interior. Su forma general es cónica y sus funciones principales son la de proporcionar ventilación a los conductos, para evitar la

acumulación de gases producidos por las aguas residuales y la de facilitar las maniobras para la limpieza de toda la red.

Se localizan en las intersecciones (cruceos) de las calles, en cambios de pendientes, en la dirección de los ejes de las calles para seccionar un tramo demasiado largo, en el comienzo de todo colector, atarjea o subcolector.

La separación máxima entre pozos de visita será de 100 m, para alcantarillas de 15" de diámetro y menores; y de 120 m, para alcantarillas de 18" de diámetro y mayores. En los colectores alineados en curva, al comienzo y fin de la misma y en la curva a una distancia de 30 m entre ellas, cuando corresponda.

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente, según INAA:

Tabla.1. Separación recomendable según métodos y equipos de mantenimiento.

Con equipo técnicamente avanzado.	
Diámetro (ϕ) (mm)	Separación máxima(m)
150 a 400	150
450 y mayores	200
Con equipo tradicional	
150 a 400	100
450 y mayores	120

El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto. En el caso que el cuerpo sea de ladrillo éste deberá repellarse con mortero interna y externamente para evitar la infiltración en ambos sentidos.

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 (D) del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con ϕ : 750 mm y menores; para alcantarillas con ϕ mayores de 750 mm, D deberá ser igual a $\phi + 600$ mm.

Todo PVS deberá estar provisto en la parte superior de una tapa que permita una abertura de 0.60 m de diámetro, la cual deberá estar dotada de 2 orificios de 0.03 m de diámetros para proveer el escape de gases.

Para alcantarillas con diámetros de 200 mm y menores, con profundidades de rasante de tubos hasta un máximo de 1.80 m, se usarán Dispositivos de Visita Cilíndricos (DVC) consistente en tubos de concreto precolado con diámetro interno de 760 mm.

Para profundidades de rasante de tubos de 0.60 m a 1.00 m se usarán Cajas de Registro Sanitarias (CRS).

Para cualquiera de las cámaras de inspección que se use el pasaje del agua a través de ella deberá efectuarse mediante canales que vayan en la dirección de la entrada de los tubos aguas arriba y en la salida aguas abajo.

Estos canales deberán tener la sección del tubo de entrada en la parte superior y la sección del tubo de salida en la parte inferior. El acabado deberá ser totalmente fino y se redondeará la intersección de la superficie del fondo del pozo con la del canal.

El fondo del pozo deberá tener un acabado fino, con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2%. Todas las aristas vivas deberán ser redondeadas.

El pozo de visita deberá ser provisto en su interior, de peldaños con diámetro no menor de 15 mm de aleación de aluminio, separados verticalmente 0.30 m.

ii) Pozos de visita de caída.

Son estructuras que se utilizan para absorber un desnivel entre la unión de dos tuberías con el fin de ahorrar excavación o de disminuir una pendiente en la tubería para no rebasar la velocidad máxima permitida. Según INAA, estos se usaran cuando el fondo de la alcantarilla entrante este a mas de 60 cm. por encima del fondo del pozo de visita.

iii) Estaciones de bombeo.

Se diseñan para elevar las aguas de una zona a otra de la población, cuando por razones topográficas no es posible integrarlas al sistema general por gravedad. Cuando sea necesario diseñar estaciones de bombeo para un sistema de alcantarillado sanitario, deberán tomarse las debidas precauciones con respecto a su localización, construcción, arreglo, tipo de equipo y apariencia externa. Deberán localizarse en sitios no expuestos a inundaciones, fuera del derecho de vía de calles y caminos y de fácil acceso.

Sí en el estudio de un nuevo sistema de alcantarillado sanitario o en la ampliación de uno ya construido, existe la posibilidad de que se haga necesario la instalación de una o más estaciones de bombeo, se deberán tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- a) Verificar sí es posible reemplazar, una o más de las estaciones de bombeo por alcantarillas que trabajen a gravedad, realizando el correspondiente estudio de costos y evaluando los posibles problemas que puedan suceder durante el funcionamiento del sistema, para justificar la opción a escoger.
- b) Determinar cuál es la mejor localización de la estación de bombeo, tomando en cuenta el desarrollo actual y futuro del área.
- c) Se diseñará la estación de bombeo para servir únicamente el desarrollo inmediato en la cuenca, o para el desarrollo total.
- d) Investigar la posibilidad de que en el desarrollo de cuencas adyacentes o en el de áreas situadas aguas abajo en la misma cuenca, requieran estaciones de bombeo que descarguen en ésta estación.

- e) Investigar la posibilidad de que una industria u otro tipo de instalación con contribución de gasto que sobrecargue la capacidad de diseño de la estación pueda construirse en el área de influencia.
- f) Investigar la posibilidad de que en el futuro se requiera una planta de tratamiento en el área de influencia, que permita la eliminación de la estación.
- g) Investigar la posibilidad de que en el futuro esta estación sea abandonada, al combinar éste sistema de alcantarillado con otro que sea servido por una estación de bombeo de más capacidad.
- h) Investigar si las colectoras existentes tienen capacidad suficiente para recibir el efluente de la subcuenca de drenaje, o se hará necesario la instalación de más colectoras hacia la planta de tratamiento.
- i) Problemas que podrían presentarse, si en la estación sucediera una falla eléctrica o mecánica que interrumpiera su funcionamiento.

iv) Sifones invertidos y puente canal.

Son estructuras que nos sirven para salvar el paso de una depresión fuerte. Los sifones invertidos se utilizan para pasar por debajo de estructuras tales como conducciones, ferrocarriles subterráneos o bajo un curso de agua a través de un valle. Se deberán construir con tuberías de hierro dúctil, concreto reforzado u otro material resistente a las presiones que estarán sometidos.

Los parámetros de diseño serán los siguientes:

- a) El diámetro mínimo, igual al mismo tamaño que el de las alcantarillas.
- b) La velocidad deberá mantenerse entre 0.90 y 1.20 m/s.
- c) Se deberán instalar más de una tubería, para mantener velocidades adecuadas en todo momento, disponiendo los tubos de tal manera, que éstos entren progresivamente en operación al aumentar el caudal de agua residual.

d) La pérdida de carga realmente necesaria en cualquier momento deberá ser igual a la pérdida por rozamiento más las pérdidas menores (singulares).

e) El nivel de arranque de la cámara de registro a la salida del sifón deberá estar a una elevación por debajo, con relación a la rasante en la cámara de registro a la entrada del sifón, igual a las pérdidas de carga enunciadas en el numeral anterior.

v) Conexiones domiciliarias.

Las tuberías que conectan las descargas de agua residual de las edificaciones, desde la caja de registro, hasta las tuberías recolectoras del alcantarillado sanitario, son denominadas conexiones domiciliarias.

Elas deberán instalarse por debajo de las tuberías del acueducto, inclusive de las tuberías interdomiciliares. Su diámetro mínimo deberá ser de 100 mm, para viviendas unifamiliares. Para el caso de hoteles, hospitales, colegios, etc., su diámetro se podrá determinar considerando la cantidad de artefactos sanitarios y aplicando el método de Hunter para obtener el caudal de descarga.

La pendiente mínima podrá estar entre 1 y 2% dependiendo de la profundidad de la recolectora.

Cuando la recolectora se encuentre a gran profundidad se puede utilizar una tubería vertical envuelta en concreto, llamada chimenea, que termina a una profundidad adecuada por debajo de la superficie y la domiciliar de la edificación se conectará al ramal por la parte superior de la chimenea.

II.3 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SINPLIFICADO SANITARIO

II.3.1 GENERALIDADES.

El Sistema simplificado surge como una modificación del método convencional del tipo separado, desarrollándose a comienzos del decenio de 1980, como un plan piloto para los pueblos pequeños, a causa de los costos excesivos de construcción del alcantarillado, que restringía un beneficio muy importante en las regiones en desarrollo. Al término de cinco años de buenos resultados experimentales, el sistema fue adoptado por la Norma Nacional Brasileña, lo que suscitó a una revisión de toda la tecnología convencional y criterios de diseño, con el fin de actualizarla, para reducir costos y simplificar el sistema.

Las Redes de Alcantarillado Sanitario Simplificado (RASS), están formadas por un conjunto de tuberías y equipos accesorios que tienen la finalidad de coleccionar y transportar, para su disposición, los desagües sanitarios de un determinado lugar, bajo condiciones técnicas y sanitarias adecuadas, y sobre todo, a un costo accesible a las poblaciones de bajos ingresos que, normalmente, se benefician con el sistema, fundamentándose en las siguientes características básicas y condicionantes de diseño:

- a) Se diseñan a partir, inclusive de las conexiones domiciliarias, propiciando una mayor flexibilidad en esa integración –conexión domiciliaria- red- lo que viene a colaborar en la búsqueda de la viabilidad técnica de poder servir a toda la población del área del proyecto.
- b) La introducción de métodos más precisos para el cálculo y control de las condiciones de autolimpieza. Sustituir criterios viejos de control de velocidades en base al total de la mitad de las secciones mojadas completas. Estas son condiciones específicas que no se dan en todos los casos. La práctica vieja de considerar velocidades hipotéticas provino del uso de los cuadros hidráulicos. Actualmente el uso de las computadoras cambia el método de cálculo, y puede determinarse fácilmente la velocidad real.

- c) Las pendientes de los sistemas de alcantarillado deben ser establecidas como función del flujo. El diámetro de la tubería no debe aumentarse si el flujo no justifica el aumento.
- d) En las regiones tropicales o sub-tropicales la profundidad de los sistemas de alcantarillado puede reducirse al mínimo compatible con las conexiones a los hogares y la protección contra las cargas externas, garantizando su viabilidad técnica, términos de flujo de desagüe y de mantenimiento de su sistema en cuanto a eventuales choques mecánicos.
- e) Tomar en cuenta la existencia de mejores y modernos equipos para la limpieza y el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado, disminuir el número de pozos de registro al mínimo y adoptar nuevos tipos de aditamentos para reducir los costos, tales como los dispositivos de inspección de limpieza de las tuberías, verificando aun que la minimización de las excavaciones provocan una notable simplificación de los aspectos constructivos relacionados a estos dispositivos.
- f) Establecer períodos más cortos de diseño, para evitar, posibles errores en las estimaciones del crecimiento de la población, reduciendo el número de conexiones y flujos al mínimo, permitiendo eludir, el excesivo costo inicial de inversión y sobrediseño.
- g) Se diseñan con miras a reducir el tamaño total del sistema conexión-red de modo que, en la mayoría de las veces, en la búsqueda del diseño natural óptimo, procura también evitar los inconvenientes causados por la construcción de unidades de bombeo (estaciones de bombeo); los límites de propiedad de los terrenos no se tomarán como impedimentos definitivos, aunque, este aspecto esta sujeto a negociaciones entre los responsables y los demás interesados en el proyecto, principalmente la población moradora.

Sin embargo estos aspectos del diseño, están condicionados por la viabilidad técnica de la RASS en el área del proyecto, por lo que se toman en cuenta los siguientes determinantes técnicos:

- a) En las áreas de cerros donde la densidad de la población existente es igual o mayor de 300 hab. /ha, la RASS, son tal vez, la única solución de saneamiento de bajo costo. En áreas en donde la densidad se encuentra en el orden de 100-300 hab./ha., es posible que las redes de alcantarillado decantado (RAD) pueden llegar a ser viables, siendo para estas el principal condicionante la accesibilidad de los equipos de limpieza de los tanques interceptores (decantadores) de los desagües; es posible también que, en el caso de que se trabaje con densidades de población menores de 300 hab./ha., algún sistema de disposición local (SDL), sea aplicable, y la viabilidad técnica de su utilización estará directamente en proporción a la permeabilidad del suelo, e inversamente, a la densidad de la población. En las áreas donde la permeabilidad del suelo hace imposible la infiltración de los efluentes, deben utilizarse como únicas soluciones viables la RASS o las RAD.

- b) En las áreas donde el nivel freático se encuentre al ras de la tierra es probable que la RASS o las RAD también se conviertan en las alternativas más viables.

- c) En los casos que la disponibilidad de agua y las prácticas locales que puedan conducir a consumos más elevados que los valores promedios de 60-90 Lcd, normalmente encontrados en las áreas pobres donde apenas predomina el consumo doméstico, éstos están normalmente en proporción directa con la viabilidad técnica de ejecutar los sistemas de alcantarillado sanitario únicamente a través del desagüe de los efluentes, descartándose los SDL.

Paralelamente a los valores técnicos se debe considerar que la utilización del sistema de alcantarillado sanitario simplificado se dará a nivel de las sub-cuencas de saneamiento, áreas que permiten el drenaje de las aguas superficiales hacia diferentes puntos de la cuenca hidrográfica, facilitando la operación hidráulica como unidades mínimas de diseño. Este hecho se considera de gran importancia, dada la complejidad y los altos costos derivados de la operación de los microsistemas de alcantarillado sanitario que se encuentran definidos a nivel de las grandes cuencas de saneamiento, siendo estas, parte de la cuenca hidrográfica en la que se encuentra el área a ser saneada.

Finalmente, en relación a las características básicas y a los condicionamientos de diseño, se tienen que considerar los métodos y los lugares de la disposición final del efluente del sistema de las redes simplificadas, o la interconexión de este afluente con algún sistema ya existente. A continuación se mencionan algunas de las probabilidades:

- a) Laguna(s) de estabilización de desagües: Siempre que exista disponibilidad de espacio, las lagunas deben ser correctamente diseñadas con capacidad suficiente para descargar en el ambiente volúmenes condicionados prácticamente a un nivel de calidad deseable, en función de los indicadores actualmente utilizados; siendo aún capaces de producir un efecto estético positivo, posible de convertirlas en parte de parques y recreación, pudiendo inclusive, ser eventualmente utilizadas para piscicultura – siempre que se respeten los patrones y las normas sanitarias adecuadas para su construcción en un medio urbano, y que la comunidad obedezca los principios básicos de comportamiento que eviten una eventual contaminación.
- b) Fosas sépticas y unidades de infiltración de desagües: las fosas pueden también ser empleadas como unidades intermediarias de decantación, cuando exista la posibilidad de que se realice una pequeña (en términos de desnivel) transposición en la cuenca de saneamiento, sin la utilización de las estaciones de bombeo.
- c) Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA): Sistema de manto de lodos, considerados en Brasil como muy provisosos, principalmente cuando los condicionantes ambientales para la descarga del efluente de las redes no están en extremos relacionados a valores mínimos de microorganismos patogénicos.
- d) Zanjas de infiltración: La característica primordial del diseño es la relación del diseño es la selección de sistemas de aporte pequeño, que procure la demanda de áreas de infiltración no muy extensas.
- e) Esterilización de los efluentes: Siempre que estos se encuentren previamente clarificados, es posible que exista la tendencia de producir sistemas de esterilización de contaminantes patógenos, de modo a tornarlos más intensos en el ambiente, después de su disposición final. Aunque todavía no sean comercialmente viables,

dado el interés despertado en la comunidad tecno- científica se supone que, a corto plazo, se debe disponer de los instrumentos básicos que orientan el uso de métodos de bajo costo para la esterilización de los contaminantes patógenos de los desagües.

- f) **Interconexión a sistemas convencionales:** Es la manera más simple de realizar físicamente, la disposición de algún sistema de redes simplificadas, siempre que exista algún sistema convencional aledaño y que disponga de capacidad ociosa que facilite la interconexión. Sin embargo, por un lado, puede propiciar a corto plazo, la solución correcta del problema, pero se considera como el más complicado en cuanto al diseño de redes simplificadas, ya que puede generar problemas de inconsistencia, por que no en todos los casos la capacidad ociosa de los sistemas convencionales posibilita su interconexión con los sistemas simplificados.

Una vez establecidas las características y condicionantes de diseño, así como, la viabilidad técnica del método, es indispensable, especificar algunos aspectos que atañen el desarrollo para la realización de la RASS, debido a que su implementación, depende de estudios, para el diseño y construcción.

II.3.2 POBLACIÓN

La cobertura de alcantarillado sanitario que deberá ser destinado a las RASS depende de la población que será beneficiada, y de su distribución espacial.

Para efectos de diseño, se toma en cuenta normalmente tres tipos de población:

- a) **Población actual-** Es la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.
- b) **Población al inicio del proyecto –** Es la población que va a existir en el área estudiada al inicio del funcionamiento de la RASS. Cabe observar que entre la población actual y esta población puede haber diferencias significativas, en función del tiempo de implantación de las obras.

c) Población al fin del proyecto – Es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del periodo del proyecto.

Se puede suponer todavía que, en la mayoría de las veces, el crecimiento previsto de la población para el área del proyecto puede describir alguna trayectoria relativamente suave, de modo que el conocimiento de la función de crecimiento de la población se pueda dar de forma analítica, permitiendo la previsión de la población (y del caudal) en el área del proyecto en cualquier tiempo del periodo, ya que alguna vez se pueda dar el caso en el que el proyecto cambia repentinamente, ya sea por la construcción de algún núcleo habitacional o por el retiro eventual del asentamiento; por esa razón el diseñador debe tener en cuenta la importancia de conocer los planes de desarrollo de la ciudad, las leyes de uso del suelo, y los códigos de las obras que inducen o restringen la ocupación en el área del proyecto, es decir se entenderá el sistema de alcantarillado como un componente del proceso de desarrollo urbano.

II.3.3 PERIODO O ALCANCE DEL PROYECTO.

Cuando la RASS no es dimensionada para la población de saturación, se debe establecer un periodo durante el cual la red deberá de trabajar sin sobrecarga hidráulica, el cual sea inferior a la vida útil de las estructuras que la componen. La vida de las estructuras de los equipos de las redes convencionales es bastante larga sobre pasando en mucho el periodo de diseño. Sin embargo, eso ocurre porque los esfuerzos que están sometidas las tuberías son mínimos las cuales son asentadas normalmente a grandes profundidades. Debido a que no existen datos concluyentes en relación de la durabilidad de la RASS, ya que se trata de una alternativa de reciente uso se debe considerar menores periodos de diseños, recomendándose un valor de 20 años.

La adopción de un periodo de diseño de 20 años permite aún que sea menor la probabilidad de error en los análisis de las tendencias de expansión urbana y crecimiento de la población, que se torna mayor a medida que se usen mayores periodos.

II.3.4 CAUDALES EN LA RAS.

Una estimación del gasto de aguas negras como base para el diseño de la red de alcantarillado sanitario, comprende determinaciones de varios aportes que la manera mas aproximada o exacta posible, debe hacerse a fin de lograr un diseño ajustado a condiciones reales.

La cantidad de agua que es suministrada a la población y la del desagüe que deberá ser recibida por la RASS; no se encuentra en una relación de igualdad. La diferencia entre ambas se debe a una serie de otros usos del agua, que no necesariamente retornara al RASS (Lavado de patios, jardines, etc.) Por tanto, se considera un coeficiente C, que representa la relación entre el volumen de desagües recibido en la RASS y el volumen de agua suministrada al áreas, recomendándose, el valor de 0.80.

Esta relación depende de diversos factores, entre los cuales están; la población que será considerada en el transcurso del proyecto, las características del área a ser saneada, la cuota per-capita del consumo de agua y las variaciones de consumo, según las estaciones climáticas del año.

Además de las contribuciones de las viviendas, son de importancia las contribuciones por causa de infiltración (Q_i); tal es el caso de las aguas que penetran a las tuberías a través de las uniones o a través de infiltraciones de las paredes de los conductos y las aguas que penetran en las RASS a través de las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

Las contribuciones debida a las instalaciones no habitacionales que representan un consumo bastante superior al domestico, se llaman caudales concentrados (Q_c). Son caudales correspondientes a descargas de industrias pequeñas, establecimientos comerciales o instituciones.

i) Aguas residuales domésticas.

Es el agua residual procedente de residencias, instalaciones comerciales, públicas y similares; deben considerarse a la curva de consumos acumulados transformada en curva de

descarga acumulados como buen indicador de la cantidad de aguas negras que reciben los colectores cloacales. Cuando no se dispone de una curva tipo, puede asumirse un consumo per capita por día o bien basándose en las normas de INAA. La cantidad del agua residuales domesticas, de un área, será generalmente del 60 al 80% del agua suministrada a esa zona.

ii) Aguas residuales Industriales.

La aceptación de las aguas residuales industriales en un sistema de alcantarillado, estará condicionada a un tratamiento previo. El aporte puede variar ampliamente y estará acorde al tipo de industria, tamaño de la planta, tipo de supervisión y en todos los casos, las circunstancias presentes y futuras.

Se determinara para cada industria, en lo posible, el gasto máximo de sus aguas residuales y las horas del día en que se produzcan; en caso de que sea posible obtener la información indicada precedentemente, se podrá aplicar un coeficiente de gasto de aguas residuales, comprendido entre los siguientes valores extremos: 1.5 lps/Ha y 3.0 lps/Ha.

iii) Gasto de infiltración (Qinf).

Dado que generalmente los colectores cloacales se diseñan como canales abiertos, existen muchas posibilidades de que se infiltren aguas del subsuelo hacia los colectores. Ellos dependerán de diversos factores entre otros del nivel freático, de la porosidad del material de la tubería, del tipo de junta, etc.

De acuerdo a investigaciones, se observan una variación de infiltración que va desde un mínimo de 7,330 lpd/Km. hasta un máximo de 79,250 lpd/Km. como gasto de contribución. Según normas regionales el gasto máximo de infiltración a considerar en un sistema de alcantarillado de aguas residuales, será de 20,000 lpd/Km.

Según INAA, la carga al sistema por infiltración será de 2,500 gpd/Ha, o las siguientes recomendaciones:

- a) Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 lpd/Ha.

- b) Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5,000 lpd/Ha.
- c) Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

Tabla.2. Aporte de infiltración por longitud de tubería.

condiciones	Infiltraciones (l/s.Km)		
	Alta	Media	Baja
Tuberías existentes	4.0	3.0	2.0
Tuberías nuevas con unión de:			
- Cemento	3.0	2.0	1.0
- Caucho	1.5	1.0	0.5

En cuanto a las variaciones de los caudales de desagüe, por falta de datos, se utilizan las mismas relaciones empleadas en los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua.

La relación entre el caudal medio del día de mayor contribución y el caudal medio diario anual, corresponde al coeficiente de variación diaria $K_1=1.2$

La relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio del día de mayor contribución de desagües, corresponde al coeficiente de variación horaria $K_2=1.5$.

Para el cálculo de los caudales se puede utilizar el método racional que a continuación se presenta:

$$Q = \frac{(CK_1K_2P_jq_j)}{86400 + Q_i + Q_c}$$

Donde:

Q = Descarga de desagües en la RASS (L/s)

C = Relación entre el volumen de desagües sanitarios recibidos en la RASS y el volumen de agua suministrada a la población.

K_1 = Coeficiente del día de mayor contribución

K_2 = Coeficiente de la hora de mayor contribución

P_j = Población – P_i = población al inicio del proyecto

P_f = Población para el alcance del proyecto.

q_j = Consumo de agua en Lcd

q_i = Consumo al inicio de la RASS

q_f = Consumo para el alcance del proyecto.

Q_i = Caudal de infiltración (L/S)

Q_c = Caudal concentrado en un punto de la RASS (L/S)

86400= Segundos por día.

Para el cálculo del caudal en cada tramo se utilizara la siguiente ecuación:

$$Q_u = Q / \sum L$$

Donde L : Longitud de la red

Para el cálculo de la contribución de desagües en un tramo:

$$Q = (Q_u + T_i) \times L_m + Q_c$$

Donde L_m : \sum Longitudes.

II.3.5 HIDRÁULICA DE LAS RAS.

Se tomaran como si estuvieran operando en un régimen hidráulico idéntico al de las redes convencionales para alcantarillado sanitario, permitiendo su conexión, aguas arriba o aguas abajo, con redes convencionales, sin problemas para su funcionamiento. Las RAS difieren de las convencionales, solo en la simplificación y en la minimización del uso de materiales y de los criterios constructivos, y en el aporte que la población debe conferir a su implementación, a fin de que la simplificación constructiva adoptada no se torne en un factor negativo en cuanto a la durabilidad y al mantenimiento del sistema.

i) Cálculo Hidráulico de los Colectores.

En el dimensionamiento de las partes componentes de las RAS, así como ocurre en el de las redes convencionales, se consideran los principios de ingeniería hidráulica que garantizan que el flujo de los desagües tenga un adecuado comportamiento hidráulico. El flujo permanente uniforme satisface la ecuación de Bernoulli.

El diseño hidráulico se hará en base a la formula de Manning y con relación al comportamiento hidráulico, el flujo permanente uniforme satisface la ecuación de Bernoulli.

$$Q = A * V$$

Q = caudal de flujo (m³ / s)

V = velocidad promedio en la sección de la tubería (m / s)

A = área de la sección transversal del flujo (m²).

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * So^{1/2}$$

V = velocidad de flujo en la sección (m/s)

n = coeficiente de rugosidad del material del conducto.

Rh = radio hidráulico (m)

S_o = pendiente del tramo en calculo. (m / m)

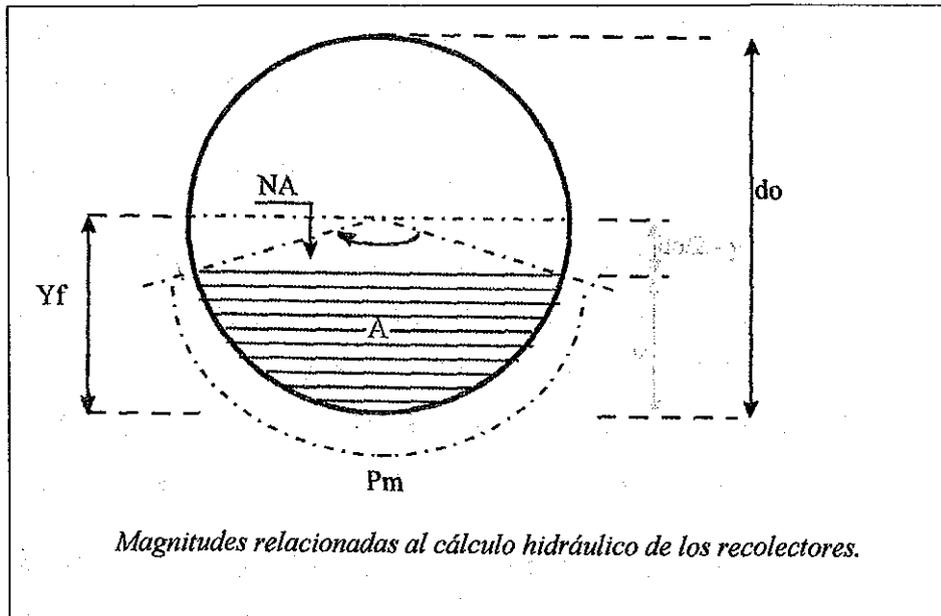


Figura2. Magnitudes relacionadas al calculo hidraulico de los colectores

ii) Intervalo de Velocidad.

En los cálculos hidráulicos de las RAS, se tienen que considerar caudales iniciales de dimensionamiento, expresados como Q_i (l/s) y los caudales finales de dimensionamiento, Q_f (l/s). Se nota que, $Q = VA$, se puede inferir que la velocidad promedio mínima de flujo está relacionada al caudal inicial Q_i (o sea, $V_{min} = V_i$), y la velocidad promedio máxima, a Q_f ($V_{max} = V_f$), al calcular V_i , se procura evitar que ocurran deposiciones excesivas de sustancias sólidas minerales, permitiendo verificar la auto limpieza en las horas de consumo mínimo y al calcular V_f , se procura evitar que ocurra la acción abrasiva de las partículas sólidas transportadas por los desagües.

Se han realizado muchas investigaciones para determinar la velocidad mínima y máxima recomendándose una velocidad de flujo entre 4.0 y 5.0 m/s, ya que causan menos erosión que las velocidades entre 2.5 y 4.0 m/s, sin embargo se optará por un intervalo razonablemente conservador:

$$V_i \geq 0.5 \text{ m/s}$$

$$V_f \leq 4.0 \text{ m/s}$$

Estos límites obedecen a un intervalo de variación en las alturas de la lámina de agua en la tubería, y que puede comprenderse a partir de la noción de los tirantes líquidos.

iii) Tirantes Absolutos y Relativos.

Se llaman tirantes absolutos a las alturas de la lamina de agua en el colector, donde Y_i = altura de lamina liquida al inicio del diseño, en un tramo del colector, calculada con el caudal inicial de dimensionamiento del tramo (Q_i), y expresado en metros. Y_f = altura de la lamina liquida al final del diseño, en un tramo del colector, calculada con el caudal final de dimensionamiento del tramo (Q_f), y expresado en metros.

Se llama tirante relativo a la relación entre la altura de la lámina de agua entre el colector y el diámetro del mismo colector. De esta forma se pueden definir.

Y_i / d_o = Tirante relativo al inicio del diseño para el caudal inicial (Q_i) y para el diámetro de un tramo del colector, siendo expresado normalmente en porcentaje. Y_f / d_o = tirante relativo al final del diseño para el caudal final (Q_f) y para el diámetro de un tramo del colector, siendo expresado normalmente en porcentaje.

Ya definidas las velocidades máximas y mínimas se considera:

- a) Las tuberías se calcularan siempre en las láminas de agua libre, para el caudal mínimo y para el caudal máximo.
- b) Para satisfacer las condiciones de los flujos mínimos y máximos, el tirante relativo para ambos debe propiciar la indispensable circulación de los gases del desagüe, por lo que se recomienda un rango máximo de 0.9 d y un mínimo de 0.2 d.

$$Y_i / d_o = 0.20$$

$$Y_f / d_o = 0.90$$

El valor adoptado de $Y_f / d_o = 0.9$, es más riguroso que el $Y_f / D_o = 0.80$, debido a que la RAS sirven normalmente a pequeñas cuencas, siendo también reducidos el tamaño de las redes, el desagüe que fluye en ellas todavía estará fresco, lo que implicara en la formación

de una pequeña cantidad de gases, justificando el espacio limitado que se indica para circulación de esos gases.

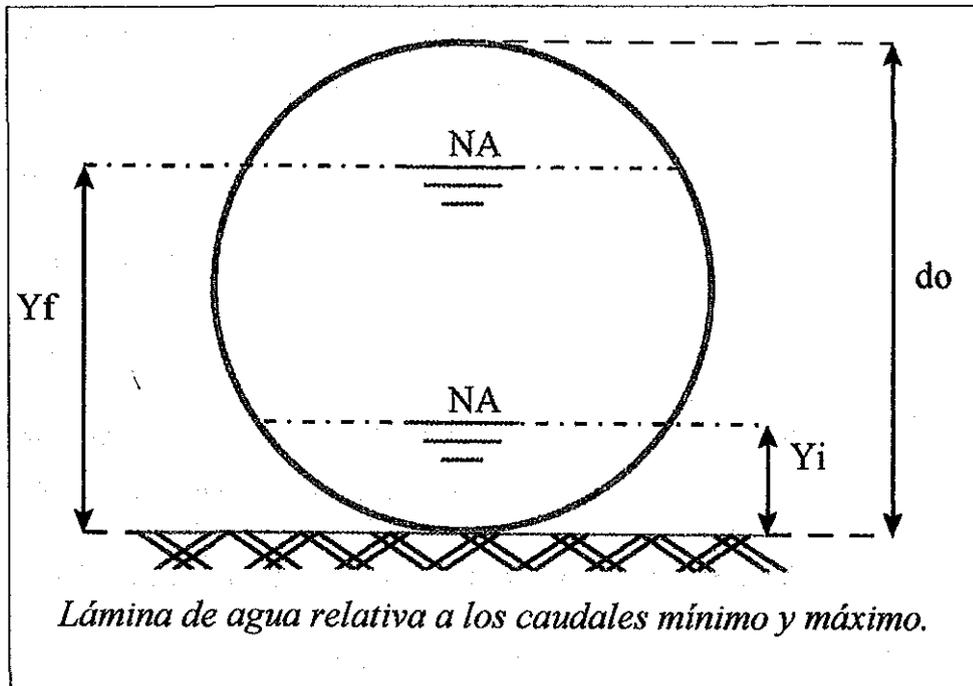


Figura2. lamina de agua relativa a los caudales mínimo y máximo.

iv) Pendientes Mínima y Máxima.

Con el conocimiento de los caudales iniciales (Qi) y finales (Qf) así como de las velocidades iniciales (Vi) y finales (Vf) correspondientes, se puede obtener expresiones para el calculo de las pendiente mínima (Smin) y máxima (Smax) correspondiente.

Esas pendientes pueden obtenerse de la siguiente manera, aplicándose a cualquier tipo de tuberías:

De la formula empírica de Manning

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

luego elevando al cubo la ecuación y multiplicando cada miembro por la ecuación de continuidad $V= Q A$, se obtiene la siguiente expresión.

$$S = n^2 * Q^{-2/3} * \left(\frac{V}{0.61} \right)^{8/3}$$

Expresión que representa la formula general para el cálculo de pendientes en función de cualquier caudal, velocidad y material de la alcantarilla, donde:

Q = Caudal (m³ / s)

n = Coeficiente de Manning

V = Velocidad en m / s

Para el cálculo de las pendientes mínimas y máximas se realizaron sustituciones a la ecuación anteriormente propuesta para tuberías de PVC:

a) Smin se toma el valor para la velocidad mínima Vi = 0.5 m/s

$$S_{\min} = 0.0058845 * Q_i^{-2/3}$$

Para Qi = m³/s

La pendiente mínima recomendada para el flujo del desagüe en las RAS, en la cabeceras, es de 0.6 % (0.006 m/m). Esa pendiente, cuando se le adopta en las redes que reciben por lo menos cada 30 m la conexión de una casa, donde existen moradores permanentes que operan la taza sanitaria por lo menos una vez al día, debe propiciar el flujo de las aguas de forma efectiva, impidiendo la sedimentación de los sólidos en suspensión presentes en el desagüe.

También se observa que la pendiente de 0.6 % corresponde a un caudal de 2.2 l/s, y a una velocidad mínima de flujo de 0.5 m/s. como las magnitudes de los caudales y de las pendientes son inversamente proporcionales, cuando el caudal de diseño es mayor de 2.2 l/s, la pendiente mínima de la red será de 0.6 %.

b) Smax se toma el valor para la velocidad máxima Vi = 4.0 m/s

$$S_{\max} = 1.5064 * Q_f^{-2/3}$$

Para $Q_f = m^3/s$

II.3.6 TENSION DE ARRASTRE.

La tensión de arrastre (σ), es el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y, consecuentemente, sobre el material en él depositado. El criterio de la tensión de arrastre, para fines de cálculo de colectores, busca establecer una pendiente para el tramo que es capaz de provocar una tensión que sea suficiente como para arrastrar el material que se deposita en el fondo.

La tensión de arrastre es igual a la fuerza de arrastre, dividida por el área sobre el cuál actúa. La fuerza de arrastre es el componente tangencial del peso del líquido que se desplaza en un plano inclinado. Considerando la porción del líquido contenido en un tramo de longitud L .

$$F = \gamma \times AL$$

Donde: γ = Peso Específico del líquido

A = Área mojada.

L = Longitud del tramo.

El esfuerzo tangencial F_t es igual a:

$$F_t = \gamma \times A \times L \times \text{Sen}\theta$$

Donde: θ = Angulo de inclinación

La tensión de arrastre es:

$$\sigma = \frac{(\gamma \times A \times L \times \text{Sen}\theta)}{P_m \times L} =$$

Donde:

P_m = Perímetro mojado

Siendo A/P , el Radio Hidráulico (R_h), y $\text{Sen } \theta$ aproximadamente igual a la Tangente, ya que los ángulos son pequeños, se tiene:

$$\sigma = \gamma \times R_h \times I_o$$

Sustituyéndose el valor de R_h por su relación con el área mojada y, empleándose luego la fórmula:

$$V = 15.8 \times Q^{1/4} \times I_o^{3/8}$$

Se llega finalmente a la expresión:

$$\sigma = 93.61 * Q^{3/8} \left(\frac{m^3}{s}\right) * I_o^{13/16} \left(\frac{m}{m}\right) \text{ Ó}$$

$$\sigma = 7.02 * Q^{3/8} \left(\frac{L}{s}\right) * I_o^{13/16} \left(\frac{m}{m}\right)$$

El valor ideal de σ se encuentra aún en estudio, siendo actualmente recomendado por los calculistas el valor de 0.15 Kg/m^2 , lo que propiciará la remoción de partículas hasta de 2 mm de diámetro; el valor de 0.10 Kg/m^2 , propiciará la remoción de partículas de diámetro inferior a 1.5 mm .

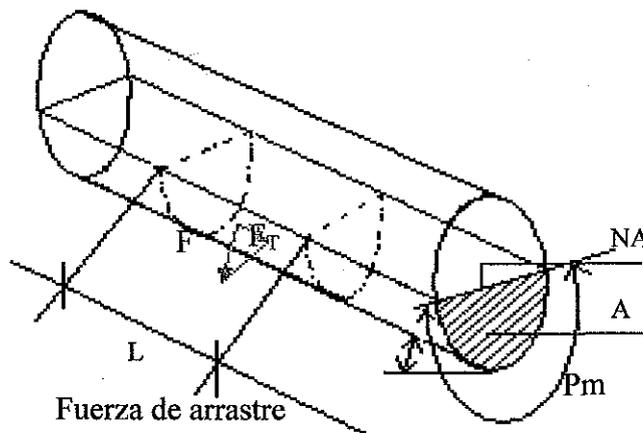


Figura3. Fuerza de arrastre.

II.3.7 ASPECTOS GRÁFICOS Y CONSTRUCTIVOS DEL RAS.

Al hacerse el esquema de las RASS en un plano, se deberá tomar en cuenta, la reducción de los tamaños de las conexiones domiciliarias, basadas en la suposición de que el mejor trazado de un colector, es aquél que procura alcanzar al máximo las líneas naturales de flujo y los puntos bajos del terreno, lo que nos permite eliminar, restricciones que se presentan al esquematizar los colectores de desagües en áreas, que se consideran, no desaguables de modo convencional, que son aquellas que presentan lotes con cotas de las soleras de las conexiones internas inferiores a las cotas de las vías públicas principales. Las conexiones podrán ser localizadas siguiendo los recorridos mas favorables, aunque se encuentren entre las divisiones de los diversos lotes a través del censo con los moradores beneficiarios del diseño.

De esta manera queda abierto el espacio para la introducción de la concepción de conexiones condominiales o de otras posibilidades de recolección de desagües que no se encuadren únicamente a las habituales recolecciones en las vías públicas

Las características principales que guían la instalación de las conexiones domiciliarias son:

- a) La recolección multifamiliar de desagües, a nivel de una o más cuadras, o de unidades conjuntas de viviendas que conformen cuadras típicas, con las conexiones colectoras intramuros (que pasan por dentro de los muros), también llamadas conexiones condominiales, diseñadas con el criterio de minimizar los tamaños de las mismas (tanto de las conexiones domiciliarias como de las mismas conexiones condominiales). El efluente del "condominio" o efluente final descargado estará constituido por todas las aguas que se reúnan en un punto único de baja elevación localizado en la vereda o en puntos exteriores a esas cuadras.
- b) La red externa, que tendrá un tamaño reducido en función del criterio adoptado en la recolección multifamiliar, permitirá la sustitución de los pozos de visita (de costo elevado), por cajas de visita de construcción simple. Para este fin, esa red puede ser perfectamente ubicada en veredas y, cuando sea necesario colocarla bajo el lecho de las vías de tráfico, se usaría una protección especial.

- c) Las redes deben ser asentadas a medida que la población las permita, en plazo determinados por la oferta de las tuberías para la RASS, de acuerdo con las condiciones económicas de los prestadores del servicio y, fundamentalmente, del estado de movilización de los beneficiarios para la implementación del diseño. De este modo, el avance en la implementación de esas redes obedecerá a la disponibilidad de recursos, a los intereses políticos, y a la fuerza de presión de parte de los moradores.
- d) La ubicación de las condiciones domiciliarias en las redes colectoras, no son siempre la solución en todos los casos. Se deberá tomar en cuenta siempre, la topografía del lugar, debido a que es el condicionante físico principal para el diseño de las redes colectoras. Las descargas de la red de alcantarillado obedecerá a la solución que conduzca a los costos menores, sociales y económicos, recordando que la conexión condominial no es una alternativa definitiva, el colocar la red en la vereda puede constituirse también en una alternativa viable en muchos casos.

Como criterio mínimo, se considerarán:

- a) Una cuenca (o subcuenca) a ser saneada, se realizará en zonas aproximadamente homogéneas, en términos de densidad de población, tipología habitacional y topografía.
- b) Los caudales de dimensionamiento en cada tramo de colector, que son el del inicio y fin del diseño, serán caudales equivalentes a aquel producido en el propio tramo, sumando a las contribuciones de los tramos situados aguas arriba.
- c) Se deberá estudiar la posición de los dispositivos de inspección y visita de la RASS que deben localizarse en:
- En las salidas de las conexiones domiciliarias podrán utilizarse cajas de tipo CP-1. Aunque si el diseñador prefiere conectar las contribuciones domiciliarias directamente a la red, no existe experiencia suficiente probada en cuanto al nivel máximo de simplificación que se podrá alcanzar, sin provocar el aumento de las probabilidades de obstrucción del sistema.

- Los puntos de reunión de una o más conexiones domiciliarias (en las conexiones múltiples de las redes del fondo de los lotes con los colectores), recomendándose en este caso el empleo de las cajas tipo CP-2 (ver figura 2). Cuando en los puntos de reunión se encuentra ubicados en las veredas públicas, o aún en las calles, se deberá prever cajas del tipo CP-3 y CP-4, estas últimas cuando la profundidad de excavación es superior a 1.20m.
- Cuando el tamaño de los colectores diseñados entre dos dispositivos de inspección es mayor de 100m, se deberá intercalar entre ellos un dispositivo del tipo CP-2, CP-3 o CP-4, dependiendo de la situación.
- En las cabeceras de red, se podrá descartar dispositivos simplificados de inspección DSI.

Se debe aclarar que en cualquier dispositivo de inspección la tubería de salida debe estar en una cota igual o inferior que la cota de entrada de cualquier tubería de llegada.

- a) Con respecto al trazado de la red vial, el criterio que se ha indicado para esa compatibilidad, es el de procurar utilizar una red que permita ocurrir el mayor número de tramos de cabecera (caudal de aguas arriba igual a cero). Esta medida aumentará el número de tramos de mínima profundidad, suficiente para instalar redes de desagüe en los lotes del tramo. De este modo, el diseñador deberá procurar, siempre que sea posible, trazados tipo "espina de pez" al contrario de serpenteados.
- b) Las especificaciones relacionadas al tamaño, profundidad y recubrimiento de los colectores, nos han indicado que según investigaciones recientes, en los pueblos pequeños del Brasil, se están empleando tuberías de 6 pulgadas como diámetro mínimo de los sistemas de alcantarillado, y en las áreas residenciales, colectores laterales o derivados de 4 pulgadas en la parte inicial de alcantarillas secundarias, con una longitud máxima de 200 a 400 metros, sirviendo a un máximo de 50 casas y 3 pulgadas para las conexiones a las viviendas.

Los colectores deben ser localizados, en perfil, a profundidades tales que el recubrimiento resultante posibilite distribuir los esfuerzos de modo de no provocar daños en las tuberías, tomando en cuenta las recomendaciones mínimas, presentadas continuación:

Tabla.3. Profundidades y recubrimiento mínimos de los colectores

Ubicación del colector	Recubrim. (m)	do= 100mm Prof. Mínima (m)	do= 150mm Prof. Mínima (m)	do= 200mm Prof. Mínima (m)
En los lotes	0.2	0.3	0.35	0.4
En las áreas verdes y veredas	0.4	0.5	0.55	0.6

Además se deberá observar lo siguiente:

- a) El espesor de la pared de la tubería puede ser despreciado en el cálculo de la profundidad y del recubrimiento de los colectores de la RASS.
- b) Cuando los colectores que están atravesando vías de tráfico intenso, se recubrirán con un espesor no inferior a 0.85 cm., previendo de una protección especial a la tubería.

Podemos concluir que la RASS como modificación del modo convencional, debe ser analizada para optar otras innovaciones, permitiendo un mejor método de diseño y eliminando costos en beneficio de la población.

Información tomada del Manual técnico de Redes de Alcantarillado Simplificado. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, CEPIS) y de Tecnologías Innovadoras y de bajo costo utilizadas en los sistemas de alcantarillado (OPS/OMS).

II.4 IMPORTANCIA DE DESARROLLO.

La recolección y eliminación sin peligros de la excreta humana plantea los problemas importantes de salud pública.

Las enfermedades intestinales transmitidas por las excretas o a través de vectores de microorganismos patógenos son: fiebre tifoidea, paratifoidea, cólera, disentería, poliomielitis, hepatitis infecciosa, uncinariasis, y algunas otras infecciones parasitarias.

Los sistemas de alcantarillados con corriente líquida resuelven el problema de eliminar las inmundicias creadas por los habitantes de las ciudades. En su composición se encuentran sólidos orgánicos disueltos y suspendidos que son objetos de putrefacción. También contienen organismos vivos como bacteria y otros microorganismos cuyas actividades vitales promueven el proceso de descomposición.

En la actualidad, el campo de la Ingeniería Sanitaria se encuentra en un periodo dinámico de desarrollo, en el que antiguas ideas vuelven a valorarse y se formulan nuevos conceptos. Para jugar un papel activo en el desarrollo de este campo, el ingeniero debe comprender claramente los fundamentos en que se basa, o sea delinear los principios de la ingeniería implicados en la recogida, tratamiento y evacuación de las aguas residuales.

Dicho tratamiento de las aguas residuales generalmente consiste en la oxidación de la materia biodegradable y tiene como propósito lograr su estabilización, para quitarle el poder nocivo que conllevan y poder disponer de ellas en forma segura, sin que causen peligros ni riesgos a la salud humana en caso de ser reutilizadas.

Una localidad enfrenta dos necesidades básicas en materia de alcantarillado: el desalojo de las aguas negras producidas tanto por la población como por las actividades industriales y comerciales que en ella se llevan a cabo, el desalojo de las aguas de lluvia.

Las aguas negras se producen en forma continua y aumenta en cantidad uniforme con la población crece y diversifica sus actividades socioeconómicas; producen enfermedades infecciosas, afectan la salud y el medio ambiente, y por lo tanto, deben ser transportado

antes de ser descargados en ríos, lagos u otros cuerpos de agua, o de ser reutilizadas para la agricultura, riego de jardines u otras actividades.

En contrapartida, las aguas de lluvia son transitorias y su frecuencia e intensidad depende del régimen de lluvia imperante en cada localidad. Sin embargo, en todos los casos pueden dirigirse mediante interceptores hacia lugares y usos más racionales sin pasarlas a través de costosas instalaciones de tratamiento.

II.5 CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL.

II.5.1 SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN.

Los cuales pueden originar depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar en un entorno acuático.

II.5.2 MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE.

Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas animales, la cual se mide en la mayoría de las veces, en función de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y de la DQO (Demanda Química de Oxígeno).

Las aguas residuales domésticas crudas tienen una DBO entre 250 y 1000 mg/L, con relaciones de DQO/DBO que varían entre 1.2 y 2.5. Si las aguas residuales se descargan sin tratar al entorno, su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de oxígeno a los recursos naturales y al desarrollo de condiciones sépticas.

II.5.3 ORGANISMOS PATÓGENOS.

Los cuales pueden transmitir enfermedades contagiosas.

II.5.4 NUTRIENTES.

Tanto el Nitrógeno, como el Fósforo y el Carbono son esenciales para el crecimiento de plantas y protistas. Cuando se vierten al entorno acuático, éstos pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada.

II.5.5 MATERIA ORGÁNICA REFRACTARIA.

Resiste tratamiento convencional, tales como los detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.

II.5.6 SÓLIDOS INORGÁNICOS DISUELTOS.

Algunos como el calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro de agua doméstico como resultado del uso y es posible que deban ser removidos para rehúso del agua.

II.5.7 CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE ALGUNAS AGUAS RESIDUALES.

Existen caracterizaciones típicas de aguas residuales, las cuales son de gran interés como referencia de los parámetros de importancia por analizar y de su magnitud; pero hay que recordar que cada agua residual es única en sus características y que en lo posible, los parámetros de contaminación deben evaluarse en el laboratorio para cada agua residual específica. Las tablas siguientes resumen valores promedios de las características de contaminación más importantes evaluadas en aguas residuales de algunas localidades del país.

Tabla.4. Composición típica de aguas residuales de la ciudad de Managua (roche/search 1996).

Parámetro	Magnitud
Sólidos totales	636 mg/L
Sólidos disueltos	448 mg/L
Sólidos suspendidos	188 mg/L
Sólidos sedimentables	51 mg/L
DBO	306 mg/L

DQO	614 mg/L
Nitrógeno total	234 mg/L
Nitrógeno orgánico	136 mg/L
Nitrógeno amoniacal	103 mg/L
Nitritos	0.06 mg/L
Nitratos	< 0.05 mg/L
Fósforo total	31 mg/L
Cloruros	56.76 mg/L
Alcalinidad	260.23 mg/L
Grasas	299 mg/L
Coliformes (NMP/100 mL)	2.06×10^7
Arsénico	4.6 µg/L
Cadmio	2.0 µg/L
Cobre	10.9 µg/L
Cromo	4.1 µg/L
Mercurio	0.2 µg/L
Níquel	5.8 µg/L
Plomo	2.6 µg/L
Selenio	3.2 µg/L
Zinc	27.0 µg/L

Tabla.5. Composición típica de aguas residuales de la ciudad de León (laboratorio uni - 1999)

Parámetro	Magnitud
Sólidos totales	685 mg/L
Sólidos suspendidos	252 mg/L
DBO	292 mg/L
DQO	461 mg/L
Nitrógeno total	25 mg/L
Nitrógeno orgánico	15 mg/L
Nitrógeno amoniacal	13 mg/L
Nitritos	0.08 mg/L
Nitratos	0.53 mg/L
pH	6.9

Tabla.6. Composición de aguas residuales de la ciudad de Rivas (ENACAL-2000).

Parámetro	Magnitud
Sólidos totales	889 mg/L
Sólidos sedimentables	2.81 mg/L
DBO	152 mg/L
DQO	427 mg/L
Nitritos	0.04 mg/L
Nitratos	0.58 mg/L
Fosfatos	13.70 mg/L
Alcalinidad	317.90 mg/L
pH	7.36

Tabla.7. Composición de aguas residuales de ciudad Darío (añacal - 1996)

Parámetro	Magnitud
Sólidos totales	968 mg/L
Sólidos sedimentables	11 mg/L
DBO	480 mg/L
DQO	976 mg/L
Nitritos	0.20 mg/L
Nitratos	11.8 mg/L
Fosfatos	0 mg/L
Alcalinidad	580 mg/L
PH	6.96

II.6 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

II.6.1 GENERALIDADES.

El tratamiento de aguas residuales por el método de lagunas de estabilización, es el más simple que existe. Las lagunas están constituidas por excavaciones poco profundas, cercadas por taludes de tierra. Generalmente tienen forma rectangular o cuadrada el tratamiento a través de lagunas tiene tres objetivos:

- a) Remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación.
- b) Eliminar los microorganismos patógenos que representan un grave peligro para la salud.

c) Utilizar su efluente con otras finalidades como la agricultura.

Para el tratamiento de aguas residuales domésticas, se recomienda utilizar una serie compuesta de: laguna facultativa y laguna maduración dado que son económicamente viables y eficientes en la remoción de los contaminantes presentes en las aguas mencionadas. Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual.

II.6.2 LAGUNAS FACULTATIVAS.

i) Generalidades.

El tratamiento de aguas residuales por medio de lagunas facultativas se apoya fundamentalmente en el proceso de intercambio generado entre los organismos autotróficos y heterotróficos en el medio acuoso donde estos concurren. Este proceso, denominado simbiosis, se produce cuando las algas, después de tomar las sustancias nutrientes aportadas al medio acuático por las bacterias y apoyándose fundamentalmente en el CO₂ desprendido por estas en el trabajo de transformación y estabilización de la materia orgánica, generan oxígeno-apoyándose en la luz solar el que al cerrarse el ciclo, es utilizado por las bacterias en su acción transformadora, o mejor, de nutrición, lo que se traduce en la reducción del DBO aportada a la lagunas por las instalaciones a la que sirve el tratamiento, al depurar las aguas del alcantarillado generadas por él.

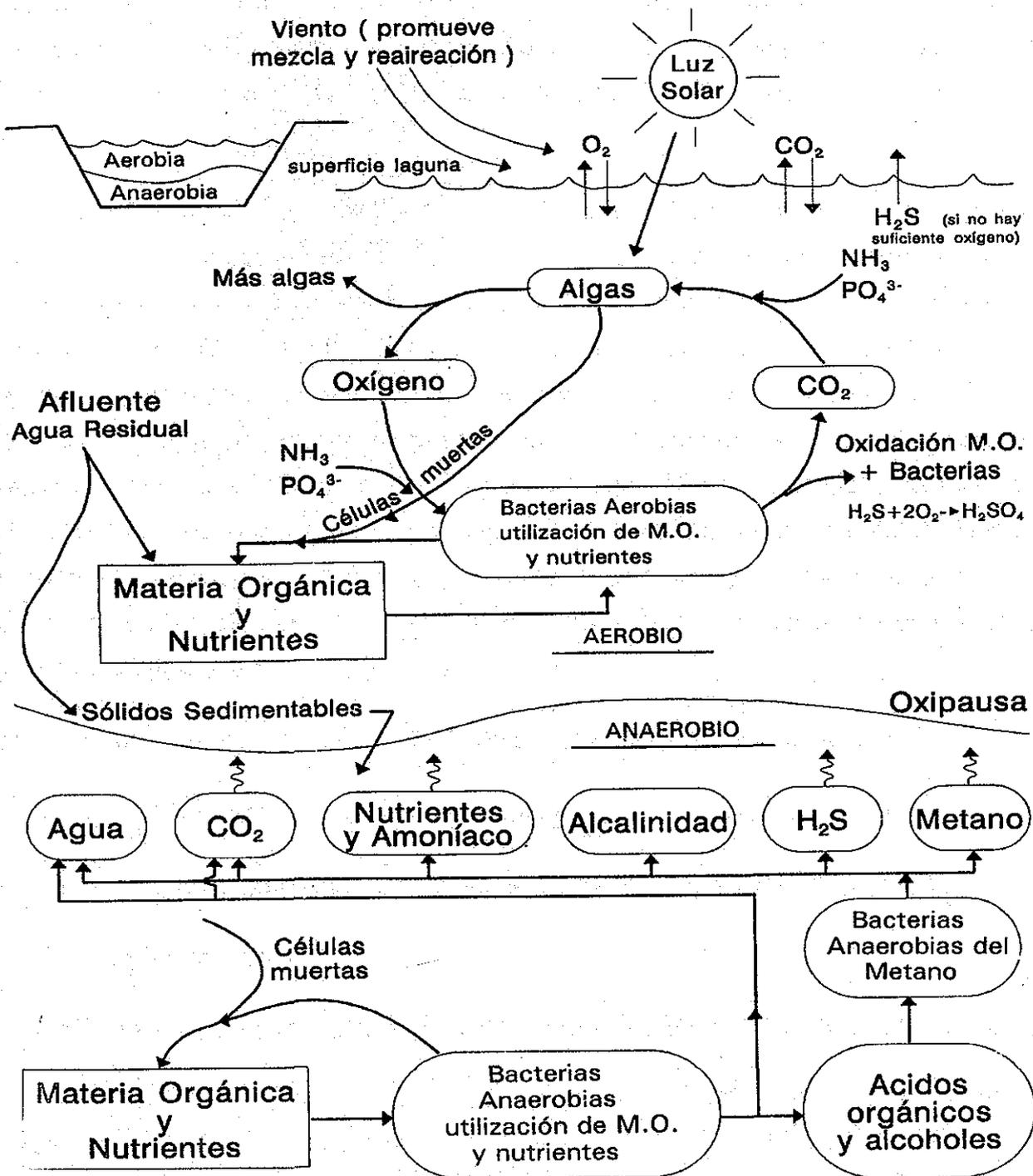


Figura 4. Ciclo de laguna facultativa. Tomado libro tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. Jairo Romero. Pag

Inmediatamente que las aguas del alcantarillado penetran en la laguna, comienza la sedimentación de los llamados sólidos sedimentables que se agrupan en el fondo de esta, donde crean una zona anaeróbica. Las reacciones químicas del alcantarillado, producidas al ponerse en contacto con las aguas de la laguna, también aportan sales capaces de precipitar.

Separados de esta forma los sólidos sedimentables, la materia orgánica en estado coloidal o disuelta es transformada por la acción de las bacterias aeróbicas, estabilizándola, para, en últimas, sedimentar también e incrementar el volumen de la zona anaeróbica. Los excesos de algas, en relación con los volúmenes disponibles de nutrientes, irán también como materia orgánica putrescible a incrementar este volumen de cieno o fase de transformación anaeróbica. Este volumen así integrado, tiende a transformarse en ácidos orgánicos, aldehídos y alcoholes, acción de las bacterias heterotróficas facultativas, sustancias que luego son atacadas por las bacterias mecánicas y transformadas en metano, hidrógeno, anhídrido carbónico, amoníaco y gases inertes, siempre que concurren determinadas condiciones de temperatura y PH, condiciones que en países tropicales como el nuestro siempre están presentes.

Su utilización como unidad de tratamiento en un sistema de laguna puede ser:

- a) Como laguna primaria única o seguida de una laguna secundaria o terciaria.
- b) Como una unidad secundaria después de lagunas anaeróbicas o aireadas.

ii) **Periodo de Retención.**

El tiempo de retención hidráulica para lagunas facultativas deberá estar dentro de un rango de 5 a 30 días.

iii) **Profundidad.**

Para evitar el crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas deberá estar por encima de 1.20 m. La profundidad varía entre 1.50 y 2.5 m, siendo la profundidad mínima recomendada de 1.50 m.

Se deberá proveer una altura para acumulación de lodos entre periodos de limpieza de alrededor de 10 años. Esta altura adicional es generalmente del orden 0.30 m y deberá ser determinado calculando la disminución de volumen por concepto de digestión anaeróbica en el fondo.

iv) Metodología de Cálculo.

Los criterios de diseño referentes a temperatura y mortalidad de bacteria deberán determinarse de manera experimental. Como alternativa, en caso de no ser posible la experimentación, se pueden usar los siguientes criterios:

- a) La temperatura de diseño deberá ser la promedio del mes más frío (temperatura del agua) determinada a través de correlaciones de las temperaturas aire-agua.
- b) En donde no exista ningún dato se deberá usar para el diseño la temperatura del más frío.
- c) El coeficiente de mortalidad bacteriana (neto) deberá ser adoptado entre el intervalo de 0.8 a 1.6 (día^{-1}) para 20° C. Se podrá utilizar un valor alrededor de 1 día^{-1} .

Para lagunas facultativas primarias deberán determinarse los volúmenes de lodo acumulado teniendo en cuenta un 80 % de remoción de sólidos suspendidos en el efluente, con una reducción del 50% de sólidos volátiles por digestión anaeróbica una densidad de lodo de 1.05 Kg. / L y un contenido de sólidos del 10% en peso. Con estos datos deberá determinarse la frecuencia de remoción de lodo en la instalación.

v) Condiciones Hidráulicas.

- a) Medición de caudales. Se deberá instalar un medidor (canaleta) Parshall a la entrada de la instalación para la medición de caudal y un vertedero de tipo rectangular a la salida de la unidad, para evaluación de la laguna y comprobación de las pérdidas de agua.
- b) Dispositivo de repartición de flujo. En los casos que se tengan lagunas operadas en paralelo, deberán instalarse dispositivos repartidores de flujo. Los repartidores más

apropiados son aquellos que cumplen su función para las diferentes magnitudes de caudal, desde el mínimo hasta el máximo horario.

Se deberán los siguientes dispositivos de repartición:

- Canal con tabique divisorio. Para el diseño adecuado de este dispositivo, deberá existir antes del tabique, un tramo recto con una longitud mínima de 10 veces el ancho del canal. No se deben utilizar vertederos rectangulares como repartidores, por la acumulación rápida de arena antes del vertedero y en poco tiempo éste pierda la función para la cual fue diseñado.
- Distribuidor circular universal. Es de los mejores repartidores y deberá ser usado para repartición en dos o más partes, de acuerdo con la longitud del vertedero circular de cada segmento.
- Distribuidor de régimen crítico. Es otro dispositivo apropiado para la distribución de flujo de aguas residuales, tiene la ventaja que puede ser empleado para la distribución en más de dos partes iguales.

c) dispositivos de entrada, interconexión y salida.

Estos elementos deberán diseñarse en la forma más simple posible, evitando la utilización de válvulas y mecanismos que se deterioren por efecto de las características corrosivas de las aguas residuales y mayormente por el poco uso.

- Como dispositivo de entrada se deberá usar una simple tubería, con descarga visible sobre la superficie del agua de la laguna. Esta tubería deberá estar simplemente colocada sobre el dique a una altura de unos 20 cm. o 30 cm. sobre la superficie del agua.
- Los dispositivos de interconexión deberán proyectarse de modo que no produzcan una caída turbulenta del efluente, para conservar el calor y evitar la formación de espumas. Para unidades en serie con reducida diferencia de nivel entre ellas, se deberá optar por canaleta de interconexión y medición, para mínima pérdida de

carga. Para unidades en serie con una considerable diferencia de nivel deberá considerarse un sistema de interconexión cerrado con tubería plástica o de otro material resistente a la corrosión.

- Los dispositivos de salida se proyectaran de acuerdo con el caudal de cada unidad y de las condiciones de operación durante el periodo de limpieza de lodos, pues en estos casos generalmente se recarga una de las baterías mientras la otra se encuentra fuera de servicio.

g) Temperatura del agua.

En los modelos de diseño de lagunas de estabilización se usa tanto la temperatura de aire como la temperatura del agua. Las condiciones ambientales hacen que la relación entre dichas temperatura cambie de un lugar a otro; algunas de las relaciones encontradas se ilustran en la siguiente figura:

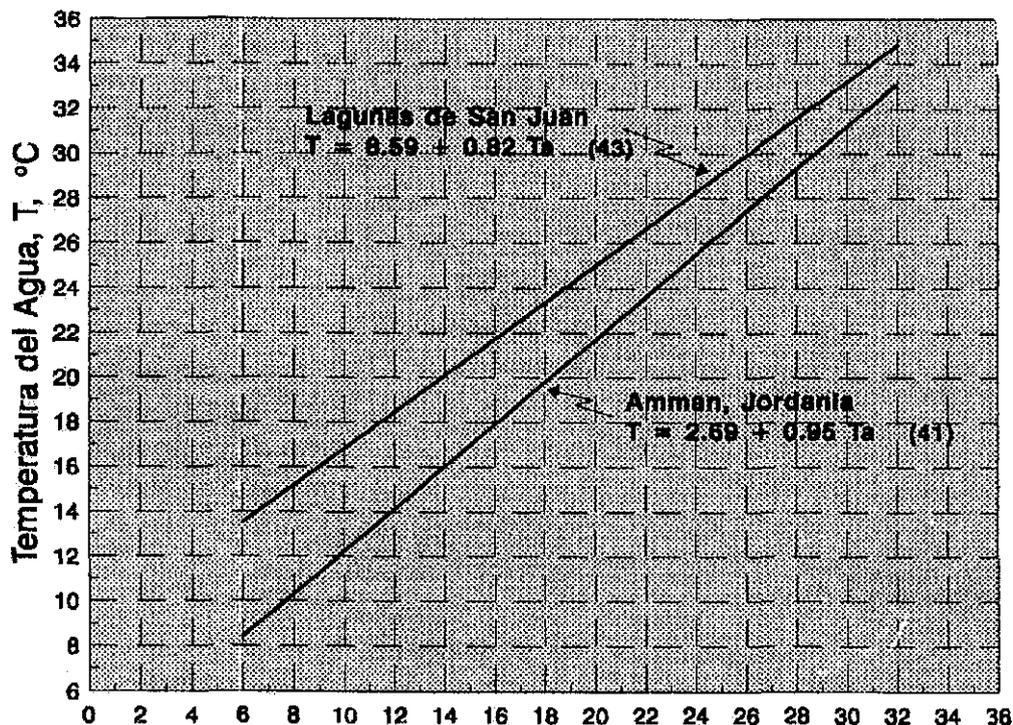


Figura 5. Relación de la temperatura del agua con la temperatura ambiente en lagunas de estabilización. Tomado libro tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. Jairo Romero. Pag 130

Temperatura superficial del agua en ° C (T_s).

h) Temperatura del aire del mes mas frío ° C (T_a).

$$T_s = 8.59 + 0.82T_a$$

i) Carga orgánica superficial máxima (CSM), (Kg. DBO/ ha*d):

La carga orgánica superficial máxima de una laguna, es aquella que puede soportar en función del área de la misma, esto nos da un indicador de la cantidad de carga orgánica superficial que podemos aplicarle a una laguna de estabilización con determinado espejo de agua.

$$CSM = 357(1.085)^{T_s-20}$$

j) Superficie requerida(A).

Este parámetro nos indica la superficie que se requiere para poder tratar la DBO del afluente de la laguna, esta se calcula con la siguiente expresión.

$$A = \frac{DBO(mg/l) * Q(m^3 / d)}{CSM(kgDBO / ha * d)}$$

k) Carga orgánica superficial removida (CSR), (Kg. DBO/ ha*d)

La carga orgánica superficial removida es la cantidad de contaminante que la laguna logro remover del afluente, esto nos ayuda a determinar el tipo de tratamiento que le daremos a ese efluente luego de la laguna en estudio. La siguiente expresión muestra como se calcula.

$$CSR = 7.67 + 0.8063CSA$$

l) Carga total aplicada (CTA), (Kg. DBO/día).

La carga total que entra a la laguna es la que esta en función del caudal y de la cantidad de DBO determinado para ese afluente en un determinado volumen de agua, la expresión

siguiente nos muestra la cantidad de DBO aplicada a la laguna en función del caudal entrante en esta.

$$CTA = DBO * Q_{\text{diseño}}$$

m) Carga orgánica superficial aplicada (CSA), (Kg. DBO/ ha*d).

La carga superficial aplicada muestra la cantidad de carga orgánica por unidad de superficie esto nos da un valor unitario.

$$CSA = CTA / A$$

n) Carga remanente (CR), (kg. DBO/ha*día).

La carga remanente es la cantidad de carga que no pudo ser removida por la laguna esta se da con la siguiente expresión.

$$CR = CSA - CSR$$

o) Eficiencia (E)

La eficiencia de una laguna se da con la relación de la carga superficial removida con la carga superficial aplicada. Esto se da con la siguiente expresión.

$$E = CSR / CSA$$

p) Dimensiones de las lagunas.

$$V = A * h$$

V: volumen en m³.

h: altura en m.

Relación largo- ancho.

$$L = 3B$$

$$A = L * B$$

Sustituyendo L y despejando B, tenemos que:

$$B = \sqrt{\frac{A}{3}}$$

A: Area (m²)

B: Ancho (m)

L: Largo (m)

q) Periodo de retención (Pr.), (días).

$$Pr = V / Q_{diseño}$$

r) Constante de biodegradación de la materia orgánica a 20° C (Kd), (1/días).

$$Kd = \frac{Pr}{-14.77 + 4.46 Pr}$$

s) Constante de reacción (degradación global) de primer orden a temperatura ambiente (Kdt) (1/día).

t) $Kdt = Kd * 1.085^{Ts-20}$

La reducción de coliformes fecales en lagunas facultativas esta en función de el numero de CF que trae el afluente, del numero de CF en que se desea dejar el efluente y del la constante de remoción.

$$N = \frac{No}{1 + Kb * Pr}$$

N: Número de CF/ 100 mL del efluentes

No: Número de CF/ 100 mL del afluentes

- u) Constante de remoción de CF (K_b) de primer orden, d^{-1} . El valor de K_b esta en función de la temperatura y de otros factores. En algunos estudios se ha observado que K_b aumenta con el incremento del PH y disminuye a mayor concentración de DBO en la laguna y mayor profundidad del agua.

Tabla.8. Constantes K_b de remoción de CF.

Ecuación	$K_{b,20}$	Modelo	Autor	Año	Ref.
$K_{bT} = 2.6(1.19)^{T-20}$	$1.6 d^{-1}$	Mezcla completa	Marais	1974	35
$K_{bT} = 1.41(1.40)^{T-20}$	$1.41d^{-1}$	Mezcla completa laguna primaria	Ramírez	1993	39
$K_{bT} = 3.27(1.59)^{T-20}$	$3.27d^{-1}$	Mezcla completa laguna secundaria	Ramírez	1993	39
$K_{bT} = 1.10(1.075)^{T-20}$	$1.10d^{-1}$	Flujo pistón	Klock	1971	32.36
$K_{bT} = 0.50(1.072)^{T-20}$	$0.50d^{-1}$	Flujo pistón	Bowles	1979	58
$K_{bT} = 0.41(1.15)^{T-20}$	$0.41d^{-1}$	Flujo pistón laguna primaria	Ramírez	1993	59
$K_{bT} = 0.36(1.25)^{T-20}$	$0.36d^{-1}$	Flujo pistón laguna secundaria	Ramírez	1993	59
$K_{bT} = 0.623(1.037)^{T-20}$	$0.623d^{-1}$	Flujo disperso	Sáenz	1987	37
$K_{bT} = 0.84(1.07)^{T-20}$	$0.84d^{-1}$	Flujo disperso	Sáenz	1985	59

Ref. tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. Jairo Romero, pag. 163.

II.6.3 LAGUNAS DE MADURACIÓN.

i) Generalidades.

Las disposiciones que se detallan en el presente acápite son de aplicación para cualquier tipo de lagunas (en forma individual o para lagunas en serie), dado que la mortalidad bacteriana y remoción de parásitos ocurren en todas las unidades y no solamente en lagunas de maduración.

ii) Periodo de Retención.

En relación con parásitos en aguas residuales, los nematodos intestinales son considerados como indicadores, de tal modo que su remoción implica la remoción de otros tipos de parásitos.

Para una adecuada remoción de nemátodos intestinales en un sistema de lagunas se requiere un período de retención de 10 días como mínimo.

iii) Profundidad.

La profundidad de la laguna deberá variar entre 0.90 y 1.5 m.

iv) Reducción de Bacterias.

Las lagunas de maduración deberán dimensionarse para alcanzar la remoción bacteriana necesaria de acuerdo a los criterios de calidad exigidos. Deberá tenerse en cuenta la remoción lograda en los sistemas de tratamiento antecedentes.

La reducción de bacterias en cualquier tipo de lagunas deberá ser determinada en términos de coniformes fecales, como indicadores. Para tal efecto el proyectista deberá usar el modelo de flujo disperso, con los coeficientes de mortalidad netos que se indican para las diferentes formas de lagunas.

El factor de dispersión (d) para uso en el modelos de flujo disperso para las diferentes formas de lagunas en función a la relación largo - ancho, se indican a continuación:

Tabla.9. Factor de relación largo – ancho para dimensionamiento de lagunas.

Largo/ancho	Factor (d)
1	1.00
2	0.50
4	0.25
8	0.12

v) **Condiciones hidráulicas.**

Deberán tenerse en cuenta las mismas condiciones recomendadas para las lagunas Facultativas.

v) **Criterios de Diseño.**

Reducción de coliformes fecales en lagunas facultativas.

$$N_2 = \frac{N_{o2}}{1 + K_b * Pr}$$

N_2 : Número de CF/ 100 mL del efluentes

N_{o2} : Número de CF/ 100 mL del afluentes

K_b : constante de remoción de CF de primer orden, d^{-1}

Pr : periodo de retención, días

$$CSR = 0.941 * CSA - 7.16$$

CSR: remoción de DBO

CSA: carga aplicada

El dimensionamiento se realizara utilizando los mismos métodos utilizados para la laguna anterior

CAPITULO III

III. Información básica del proyecto.

III.1. Ubicación.

III.2. Topografía.

III.2.1. Constitución del Suelo.

III.2.2. Ubicación Geográfica y Geológica.

III.3. Clima y precipitación.

III.4. Vías de comunicación.

III.5. Actividades económicas prevaletientes.

III.6. Análisis poblacional.

III.6.1. Distribución por edad y sexo.

III.6.2. Escolaridad.

III.6.3. Población económicamente activa.

III.7. Servicios públicos.

III.7.1. Salud.

III.7.2. Telecomunicaciones.

III.7.3. Electricidad.

III.7.4. Agua potable.

III.7.5. Alcantarillado sanitario.

III.7.6. Servicio de recolección de basura.

III.7.7. Alcantarillado pluvial.

III.7.8. Servicio de cable.

III.8. Infraestructura.

III INFORMACION BASICA DEL PROYECTO.

III.1 UBICACIÓN

El municipio de Tola esta ubicado al Nor – Este de la ciudad de Rivas.

Sus límites son los siguientes:

Norte: municipio de Belén.

Sur: Con el Océano Pacífico.

Este: Con municipio de Rivas y San Juan del Sur.

Oeste: Con el Océano Pacífico y el municipio de Santa Teresa.

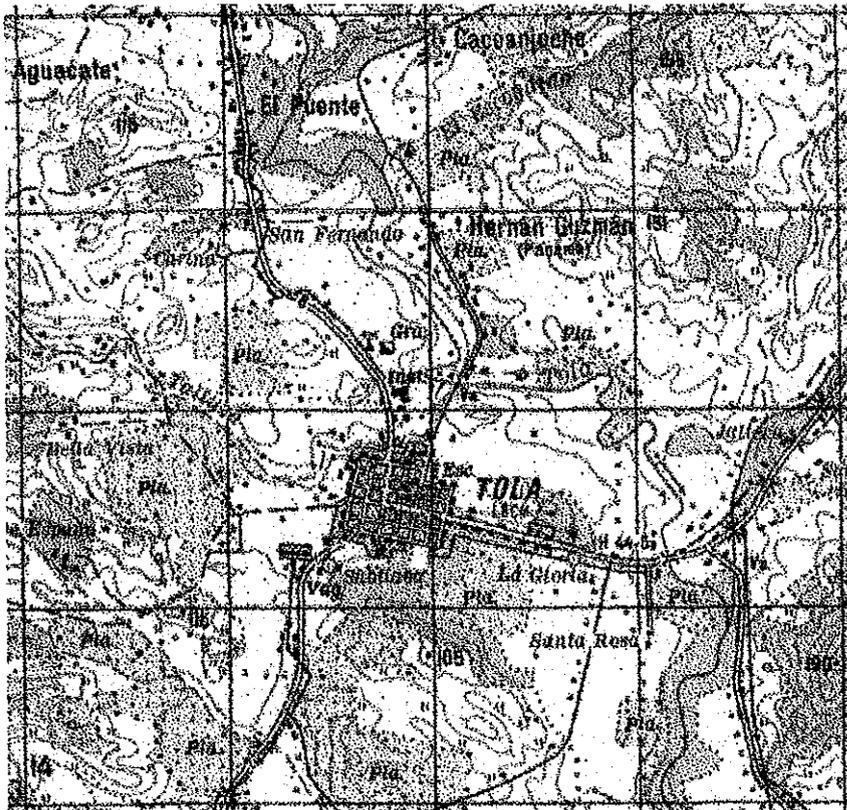


Figura 6. Mapa del casco Urbano del municipio de Tola, Rivas.

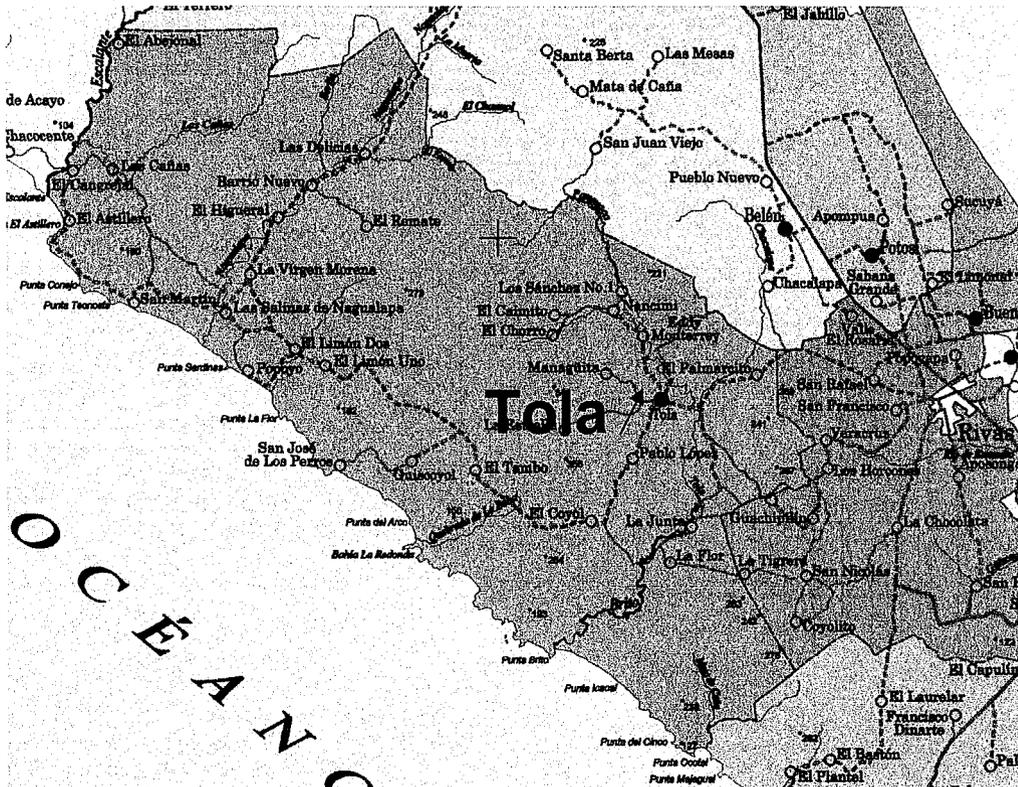


Figura 7. Mapa división política, administrativa municipio de Tola, Rivas.

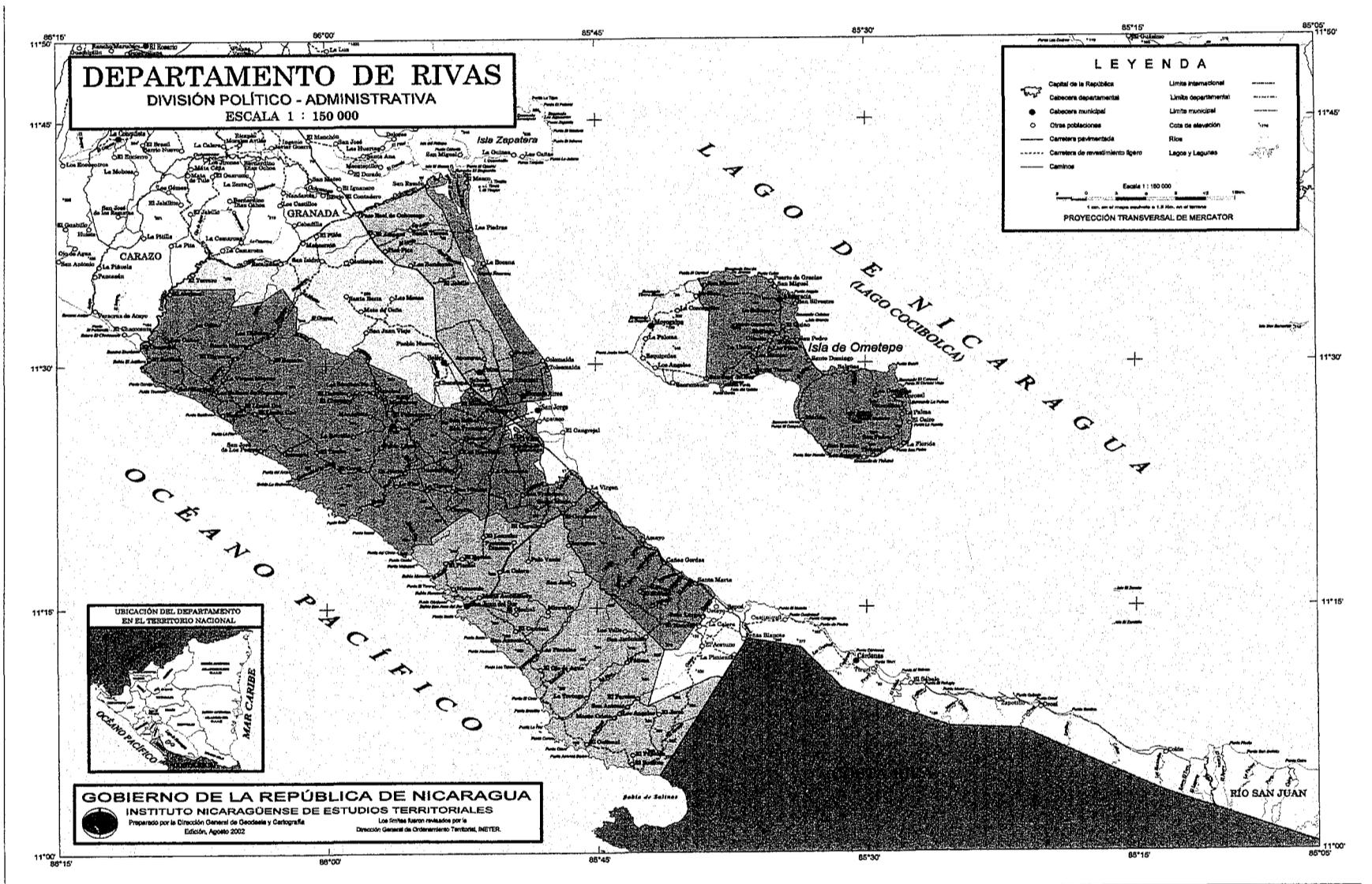


Figura 8. Mapa de división política. administrativa del departamento de Rivas.

III.2 TOPOGRAFÍA.

La Topografía en General del casco urbano del municipio, se presenta como un relieve regular con una pendiente hacia el Este, posee una elevación máxima de 56 msnm y una elevación mínima de 31 msnm, favoreciendo el diseño de la red de alcantarillado sanitario por gravedad.

III.2.1 CONSTITUCIÓN DEL SUELO.

Entre uno de los requisitos principales para realizar el análisis de costos para excavación y movimiento de tierra, es de gran importancia el conocimiento de las características del suelo en el área de estudio, para ello se hizo un sondeo manual en 7 puntos ubicados estratégicamente para obtener una muestra representativa del suelo en el casco urbano del municipio.

El tipo de suelo encontrado en las excavaciones es un suelo blando (limo-arenoso).

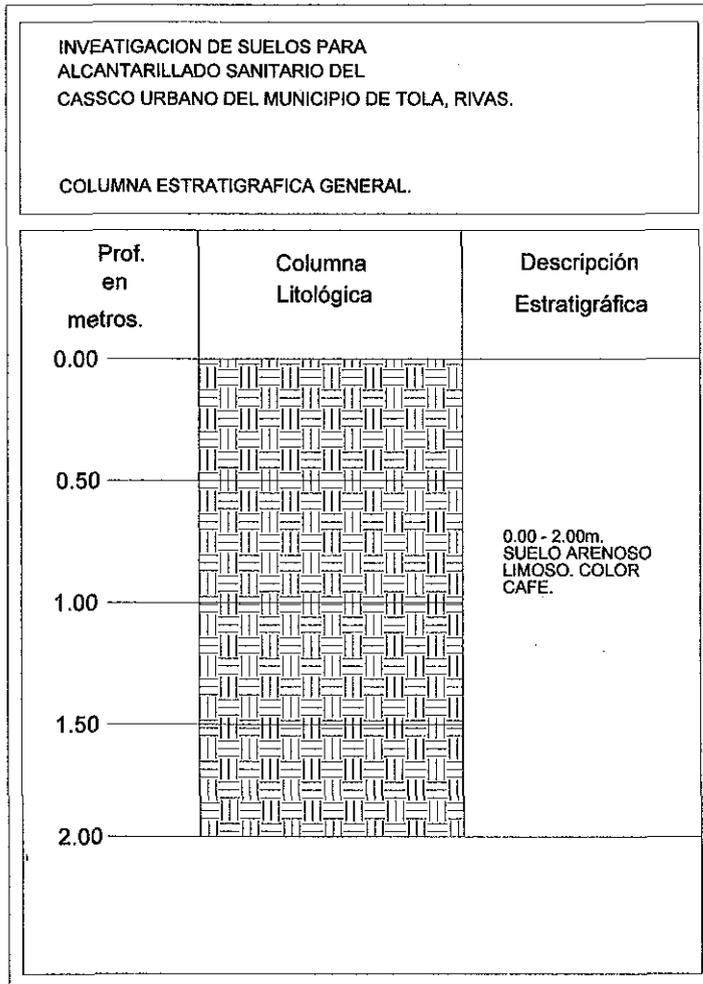


Figura 9. Estratigrafía del suelo del área del proyecto

Este muestreo se realizo mediante excavaciones de 2 m de profundidad para lo cual se utilizaron las siguientes herramientas: pala y barra.

III.2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA.

Geográficamente Tola dista a 124 Km. de la ciudad capital, Managua y a 13 Km. del municipio de Rivas. Se encuentra ubicado entre las coordenadas 11° 26' 24" latitud Norte y a 85° 56' 24" longitud Oeste, al oeste del municipio de Rivas.

Los límites de la ciudad corresponden en la parte Norte con el municipio de Belén, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con el municipio de Rivas y San Juan del Sur y al Oeste con el Océano Pacífico y el Municipio de Santa Teresa (Dpto. de Carazo).

De acuerdo a sus características topográficas, el casco urbano de Tola es una ciudad que presenta ciertas irregularidades, con elevaciones que van desde los 53.546 a los 30.268 msnm.

El municipio de Tola está constituido por terrenos muy antiguos (cretáceos-eoceno) que emergieron del fondo del mar como extractos levantados para formar los ondulados relieves y cerros de los cuales el más destacado es el cerro Mohosa con una elevación de 477 msnm, estos pertenecen a la formación Brito.

El litoral se caracteriza por la sucesión de pequeñas bahías semicirculares (Astillero, Manzanillo, Ostional, salinas.) éstas bahías están separadas por cabos salientes e interesantes formaciones rocosas.

Las aguas marinas junto a la costa son templadas y muy ricas en pesca.

Los ríos son de corto recorrido debido a la estrechez del istmo desaguan en el Pacífico. Estos están propensos a contaminación ya que no se les brinda el cuidado necesario para evitarla. Por estar situado el istmo a bajas alturas presentan temperaturas medias a elevadas alrededor de 27.7° C.

Formación Brito del eoceno, aflora en la subprovincia de la cordillera de Brito, los lechos inferiores expuestos se encuentran en el lado sur este de la falla de Cuesta y son conglomerados gruesos. Sobre estos descansan areniscas calcarías, ceniza orgánica lenticular, arenisca y lucita. La abundancia de carbonato disminuye hacia arriba en la sección y los lechos más jóvenes a lo largo de la costa del Pacífico son lucita tobacea, limolita, arenisca y grawaca.

La cumbre de la formación Brito está expuesta en la parte sur de la subprovincia cordillera del Pacífico. Consiste en conglomerados calizos gruesos, arenisca tobacea y limolita.

La formación Brito tiene un espesor de aproximadamente 300 metros.

III.3 CLIMA Y PRECIPITACIÓN.

Es un clima tropical, cuenta con una temperatura media que oscila entre los 27.7° C, una temperatura media máxima de 30.9° C y media mínima de 23.7° C; el periodo más caluroso ocurre entre Marzo - Mayo y el periodo mas fresco de Noviembre - Enero.

La precipitación media anual es de 1426.2 (mm) dándose la mayor descarga en el mes de septiembre con 318.9 (mm) este corresponde a un 22 % de la precipitación media anual.

El casco urbano del municipio cuenta con 2 cursos permanentes de agua, los nombres de estos son: Río Grande y Chacalapa. Este proyecto contempla que El Río Grande será el cuerpo de agua al cual se verterán las aguas luego de ser tratadas en la planta de tratamiento.

III.4 VIAS DE COMUNICACION.

El municipio de Tola está ubicado en el departamento de Rivas. Como principal vía de acceso cuenta con una carretera pavimentada Rivas – Tola. El casco urbano tiene un 20% de las calles adoquinadas y un 5 % pavimentado, el resto de las calles son de tierra en regulares condiciones, las calles están orientadas N-S, E-O (Ref. 14).

III.5 ACTIVIDADES ECONÓMICAS PREVALECIENTES.

Las actividades económicas más importantes del municipio son la agricultura, la pesca artesanal y la ganadería, estas provocan que el municipio tenga una tasa de desempleo alta y por ende una extrema pobreza ya que los productos cultivados son para el auto consumo. Entre otras actividades están la exportación de sal en un 10 % a nivel nacional

(seis salinas), camarón (una camaronera), pescados 1 acopio registrado aunque los existentes son cinco, guineo, langosta.

El turismo se encuentra en una fase de desarrollo entre los cuales figuran proyectos turísticos en las siguientes playas: Astillero, Brito, Guanacaste, Gigante. Además como reserva natural se destaca bahía de salinas (fauna marina). (Ref. 14)

III.6 ANÁLISIS POBLACIONAL.

Según el Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos, para el municipio de Tola se proyectó al año 2005 una población de 25,627 habitantes, esta proyección se realizó en base a una población censada en el año 1995 de 19,894 habitantes, referente a la proyección de la población del casco urbano no se obtuvo información por lo que se recurrió a proyectarla utilizando el método Geométrico con una población base de 1,704 hab., obtenida del censo de 1995 realizado por INEC, la población obtenida en este cálculo es de 2,160 hab. Utilizando una tasa de crecimiento poblacional del 2.4% calculada por INEC para este municipio.

Con el objetivo de de conocer la población actual real del casco urbano de Tola se realizo un censo poblacional, en julio del 2005, se contabilizaron 411 viviendas de las cuales se obtuvieron 1,920 habitantes, a este numero se le sumo la media del numero de habitantes por vivienda obtenida con los datos de este mismo censo ya que algunas casas no pudieron ser censadas, de este modo la población obtenida fue de 2,382 habitantes, este resultado no dista mucho de la población proyectada por INEC para el mismo año que es de 2,160 habitantes.

III.6.1 DISTRIBUCIÓN POR EDAD Y SEXO.

Tabla 10. Grupos etéreos basados en sexo y edad de la población del casco urbano del municipio de Tola, Rivas, Julio 2005.

Grupos	Sexo		Total	Porcentaje
	M	F		
0 - 5	109	92	201	10.5
6 - 10	106	95	201	10.4
11 - 15	121	114	235	12.2
16 - 21	168	150	318	16.6
22 - 40	269	268	537	28
41 - más	193	235	428	22.3
Total	966	954	1920	100

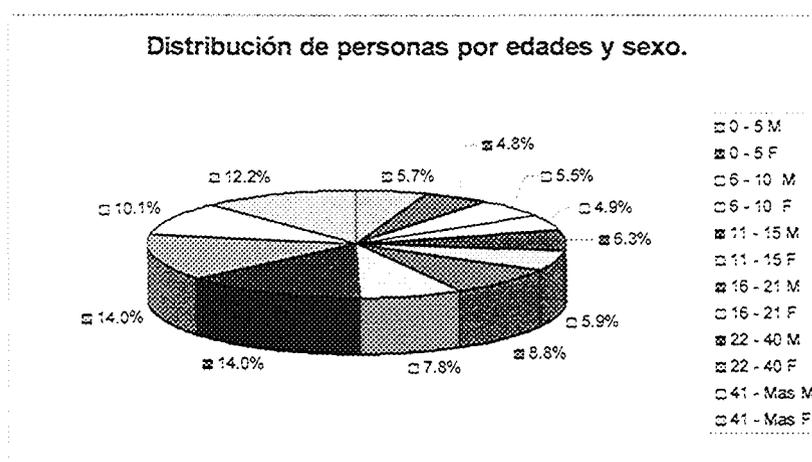


Figura 10. Análisis poblacional por edad y sexo.

El sector que más predomina, esta entre las edades de 22 - 40 con un 26 %, seguido de los 41 – más, como se puede observar la población menor es la de 0 – 5 con un 11 %.

Además un 51% son de sexo masculino y un 49 % son de sexo femenino, con una proporción aproximada de 1:1.

Esta encuesta se realizó del 1 al 3 de julio en un lapso de 3 días, con un formato creado de acuerdo a los objetivos planteados y de esta forma recolectar la información necesaria para el diseño de nuestro proyecto. (ver anexo 1).

Para el diseño de nuestro proyecto se tomó la población proyectada para el año 2030 que es de 3962 habitantes, esta se obtuvo utilizando la tasa de crecimiento propuesta por INEC para el municipio de Tola.

III.6.2 ESCOLARIDAD.

En el municipio existen 28 centros de primaria en el área rural y 15 centros de enseñanza en el área urbana, un instituto para educación secundaria y 2 institutos en la zona rural. En el casco urbano los centros de estudio imparten clases en los turnos Matutino y Vespertino.

Tabla 11. Nivel de la población del casco urbano del municipio de Tola. Rivas, Julio 2005.

Nivel Educativo	Total	Porcentaje
Primaria	512	27
Secundaria	351	18
Técnica	67	3
Universitaria	131	7
Ninguno	859	45
Total	1061	100

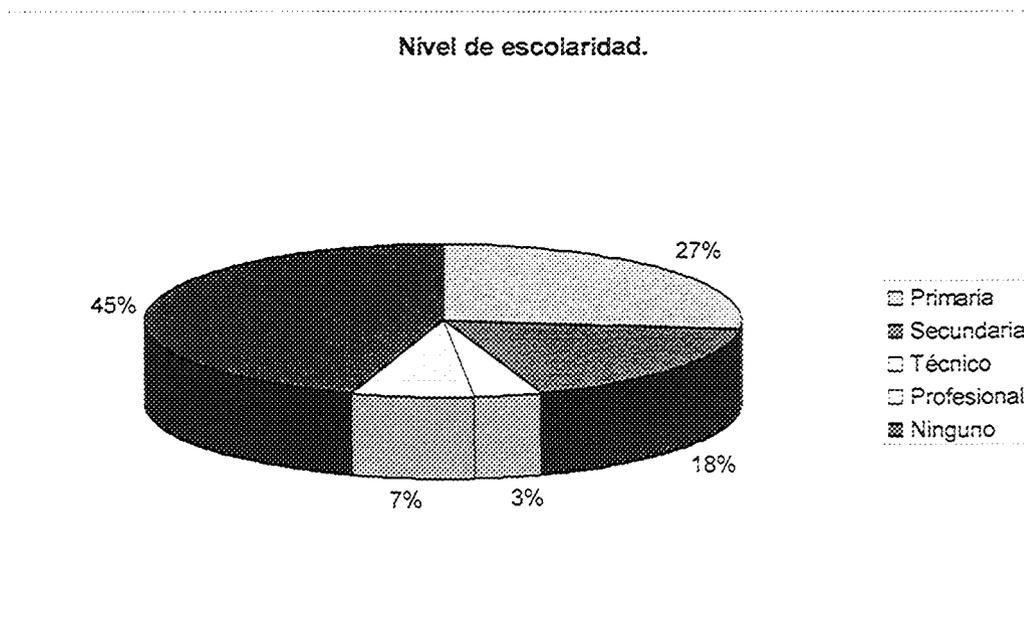


Figura 11. Nivel académico de los pobladores del casco urbano del municipio de Tola, Rivas.

Se puede observar que un 45 % de la habitantes no han cursado ni siquiera la primaria lo cual es muy crítico para el desarrollo económico social del municipio de Tola.

III.6.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.

Tabla 12. Población Económicamente Activa del Casco urbano del municipio Tola, Rivas.
Julio 2005

Salario	Ingreso Familiar mensual.					
	500 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 3000	3000 - 5000	5000 - Mas
Total.	116	68	49	41	18	13
%	38%	22%	16%	13%	6%	4%

Ingreso Familiar.

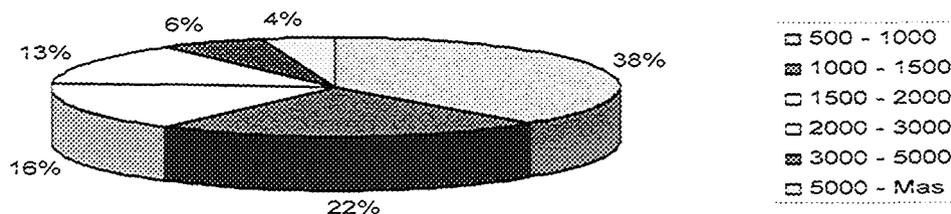


Figura 12. el 60% de la población del casco urbano del municipio de Toia, tiene un ingreso familiar menor de C\$ 1500.

Tabla 13.

Población activa por sexo	
Masculino	Femenino
1548	834
65%	35%

Población empleada por sexo.

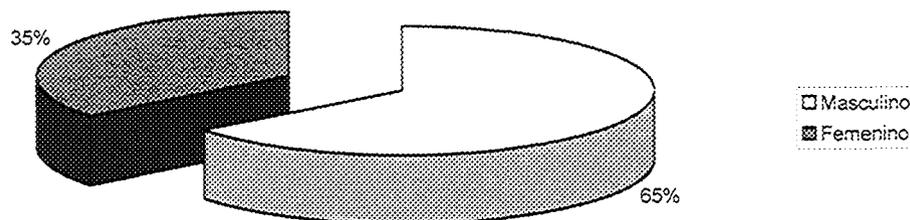


Figura 13. Habitantes económicamente activos del casco urbano del municipio de Toia, Rivas.

La población económicamente activa del casco urbano del municipio de Tola es en su mayoría masculina la cual e representada con un 65%.

III.7 SERVICIOS PUBLICOS.

Tola cuenta con los servicios públicos indispensables: educación, salud, agua potable, energía eléctrica, telecomunicaciones, otros servicios con que cuenta el municipio son transporte interurbano, alcaldía, iglesia parroquial, estación policial.

III.7.1 SALUD.

Existe un centro de salud, el cual brinda atención y servicios tales como:

Atención integral a la mujer, Niñez y adolescencia, Enfermedades crónicas digestivas, Programa amplio de inmunizaciones, Atención a pacientes con enfermedades infecto contagiosas (TB) Tuberculosis, Atención de curaciones e inyectables, Atención de vigilancia epidemiológica, Atención de unidad en rehidratación oral (URO), Atención al trabajo comunitario, Atención de servicio de salud: Laboratorio, Farmacia Odontología, ETV. (Enfermedades de transmisión vectorial), Higiene y zoonosis.

III.7.2 TELECOMUNICACIONES.

Existe una oficina de ENITEL que ofrecen los servicios de teléfono, telégrafo también existe un porcentaje de abonados con servicios de teléfono automático de un 13 %.

Tabla 14. Porcentaje de casas con servicios telefónicos.

Telecomunicaciones.		
Servicio	Cuenta con el servicio	No cuenta con el servicio
Viviendas	53	358
%	13%	87%

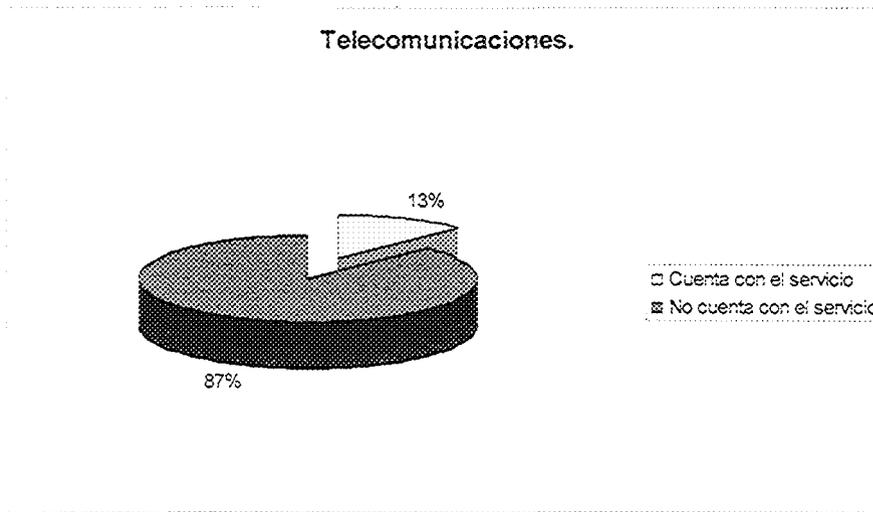


Figura 14. Se puede observar que en el casco urbano de este municipio solo un pequeño porcentaje de la población cuenta con el servicio de telecomunicaciones.

III.7.3 ENERGÍA ELÉCTRICA.

Se cuenta con veintiocho comunidades que gozan de este servicio, en el casco urbano el 97 % de la población hacen uso de este servicio este porcentaje incluye las conexiones ilícitas. Este servicio esta a cargo de la empresa española de electricidad Unión FENOSA.

Tabla 15. Casi toda la población cuenta con es servicio electrico.

Electricidad.		
Servicio	Cuenta.	No cuenta.
Viviendas	399	12
%	97%	3%

Electricidad.

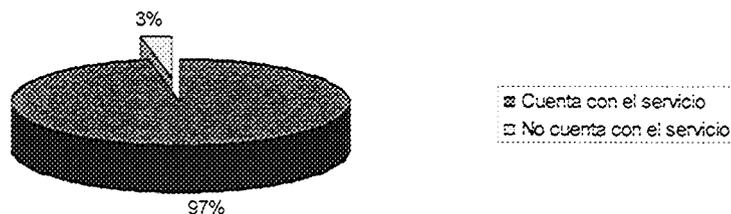


Figura 15. El casco urbano del municipio de Tola goza casi en su totalidad del servicio de energía eléctrica.

III.7.4 AGUA POTABLE.

El sistema de agua potable fue rehabilitado y ampliado en el año 2000 financiado por el Fondo de Inversión Social de Emergencia FISE, este sistema sirve a un 88 % de la población urbana del municipio de Tola, el otro 12% hace uso de pozos artesanales y no se encuentran conectados al sistema.

Tabla 16. Numero de casas con servicio de agua potable.

Agua potable.		
Servicio	Cuenta con el servicio	No cuenta con el servicio
Vivienda	362	49
%	88%	12%

Agua Potable.

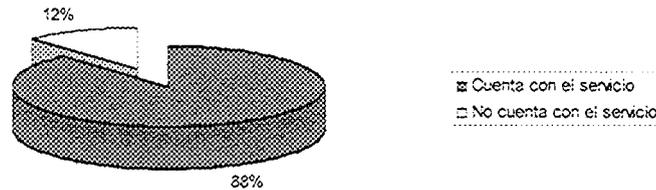


Figura 16. Se observa que el casco urbano del municipio de Toia cuenta casi en su totalidad con el servicio de agua potable.

Este sistema está compuesto por 2 pozos, 1 tanque y la red de distribución. Estos componentes se describen a continuación:

En la actualidad existen 2 pozos en funcionamiento que proporcionan el 100% del consumo de agua potable demandado por la red. El pozo N° 1 fue construido en el 2000, este tiene una profundidad total de 180' y un nivel estático de agua de 45', este representa un 45% de la demanda total de la red, se encuentra ubicado al Este de la ciudad junto al Río Grande. El pozo N° 2 fue construido en el periodo de 1994-1995 con una profundidad de 160' y un nivel estático de agua de 25', este pozo brinda el 55% del consumo de la población. La desinfección del agua es realizada mediante una solución de cloro líquido.

El tanque de almacenamiento está ubicado al Noreste de la localidad, está construido de acero con una capacidad de 220 m³ con una elevación de fondo de 58.40 msnm, así mismo con una elevación de reboste de 64.10 msnm, el diámetro del tanque es de 7 m. Según autoridades de ENACAL de Toia el volumen del tanque no supe las necesidades de la población en momentos críticos de consumo cuando por motivos de mantenimiento o reparación de la red el sistema de bombeo es interrumpido.

El sistema de distribución del acueducto consta de tuberías de PVC con diámetros de 2", 3", 4", 6" que suman un total de 7,324.97 ml de tubería.

El acueducto depende del ENACAL IV región, cuyas oficinas están ubicadas en la ciudad de Rivas y operando para la filial del ENACAL Toia que atiende principalmente las reparaciones menores, el manejo de las estaciones de bombeo el cobro de servicio.

Tabla 17. Calidad del servicio de agua potable en el casco urbano del municipio de Toia, Rivas.

Calidad del servicio de agua potable		
Diario	Todo el día	Por periodos
Viviendas	411	0
%	100%	0%

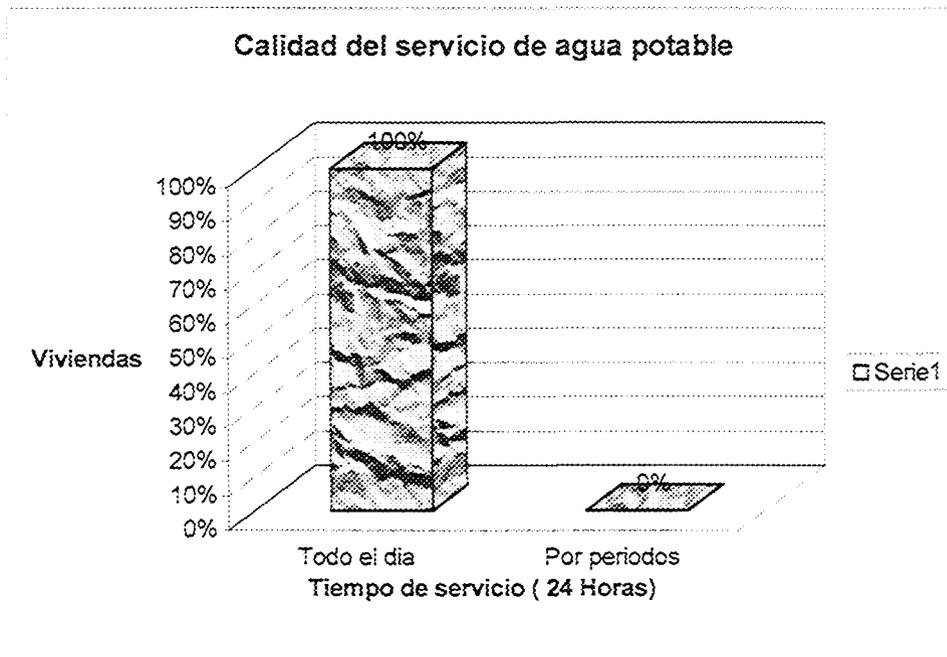


Figura 17. Este gráfico nos indica que el casco urbano del municipio de Toia goza de un servicio de agua potable continuo.

III.7.5 ALCANTARILLADO SANITARIO.

Dado que Tola no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario las aguas residuales son escurridas hacia las calles, la eliminación de excretas se realiza mediante letrinas secas en su mayoría y en menores casos a través de sumideros.

Mediante datos estadísticos del censo realizado por los autores se logró determinar que de un total de 411 viviendas un 4% depositan sus desechos en sumideros y un 96% lo hacen utilizando letrinas secas.

Tabla 18. Condiciones higiénico – sanitarias.

Condiciones Higiénico - Sanitarias.		
Servicio	Sumidero	Letrina seca
Viviendas	17	394
%	4%	96%

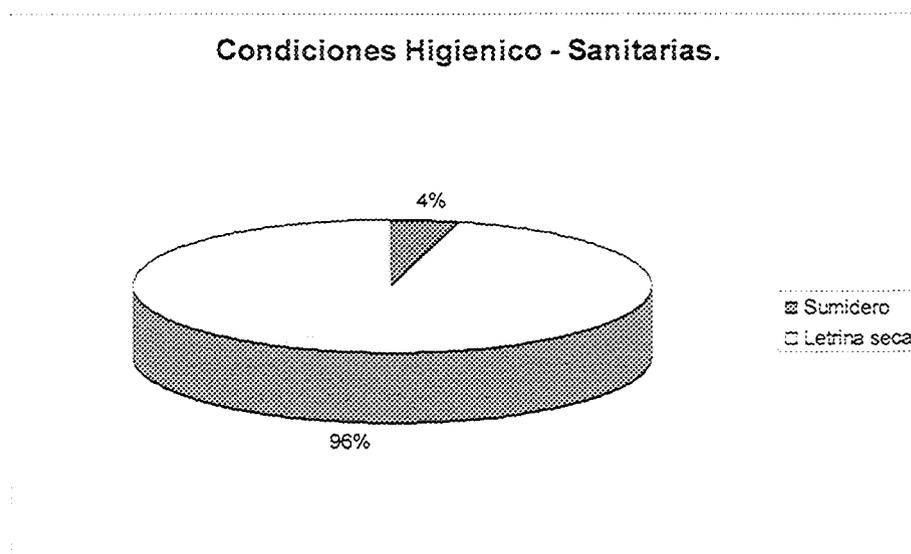


Figura 18. En el casco urbano de el municipio de Tola la deposición de las excretas se realizan casi en su totalidad con letrinas secas.

III.7.6 SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE BASURA.

El municipio cuenta con un sistema de recolección de basura deficiente, se usan carretones 2 veces a la semana en la zona urbana, prestando cobertura a un 35% de las viviendas del área urbana del municipio.

Tabla 19. Servicio de recolección de basura.

Basura.		
Servicio	Cuenta con el servicio	No cuenta con el servicio
Viviendas	144	267
%	35%	65%

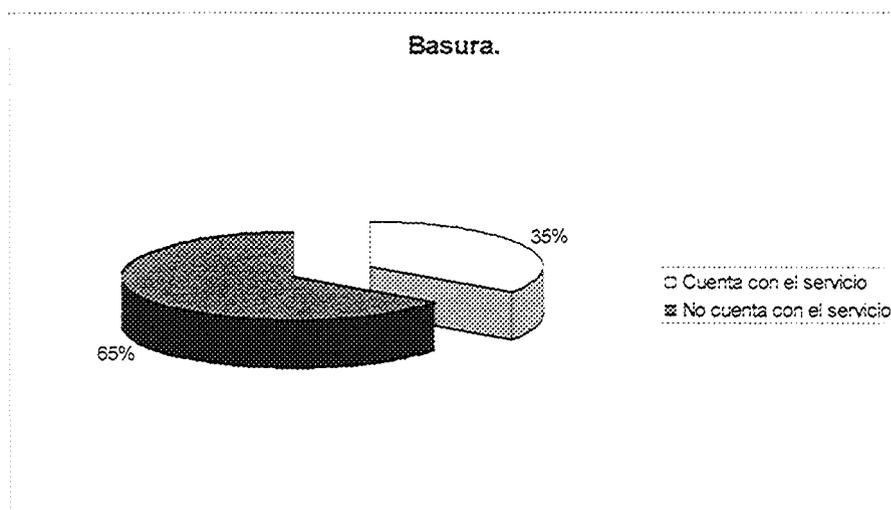


Figura 19. El servicio de recolección en el municipio de Tola se realiza únicamente en el centro del casco urbano, este representa un 35 % del total del casco.

III.7.7 ALCANTARILLADO PLUVIAL.

El casco urbano del municipio de Tola, no cuenta con alcantarillado pluvial, por lo que esto ha provocado deterioro de sus calles y avenidas, generando áreas de inundación.

III.7.8 SERVICIO DE CABLE.

En esta comunidad no existe una empresa de cable local por lo que las casas que hacen uso de este servicio es por medio de empresas que cuentan con tecnología satelital y no necesitan redes locales para brindar el servicio, por este motivo el costo es bastante elevado y es por ello que la cantidad de personas que hacen uso del mismo es casi nula.

Tabla 20. Este servicio es casi nulo.

Cable.		
Servicio	Cuenta con el servicio	No cuenta con el servicio
Viviendas.	9	402
%	2%	98%

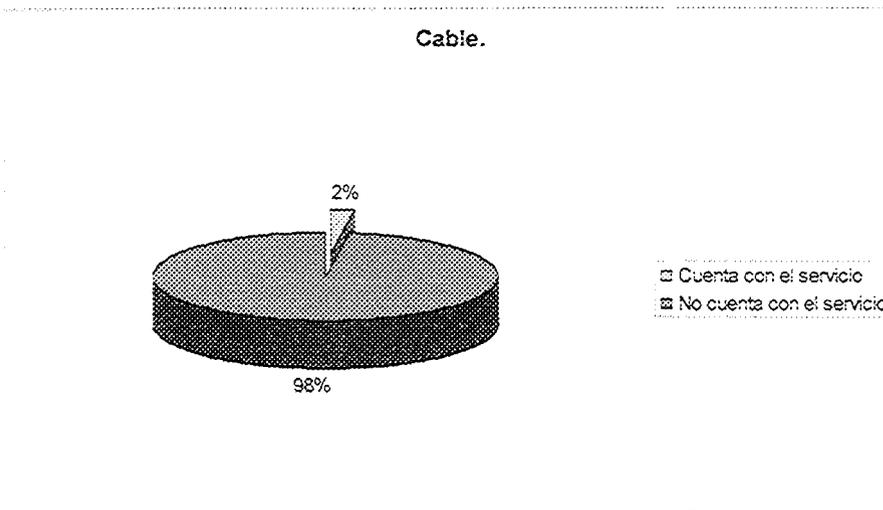


Figura 20. Servicio de cable casi nulo.

III.8 INFRAESTRUCTURA.

En todo proyecto es de gran importancia conocer las condiciones económicas en que se encuentran las personas a las que este vaya a servir y una forma de hacerlo es observando la infraestructura de las viviendas que conforman la localidad es por ello que a continuación se muestran las condiciones de infraestructura de las viviendas del casco urbano del municipio de Tola, Rivas.

Para una mayor comprensión se decidió dividir el análisis en tipo de techo, tipo de paredes y tipo de pisos.

Tabla 21. Características de infraestructura de techo.

Característica de techo			
Material	Zinc	Teja	Nicalit
Viviendas	252	131	28
%	61%	32%	7%

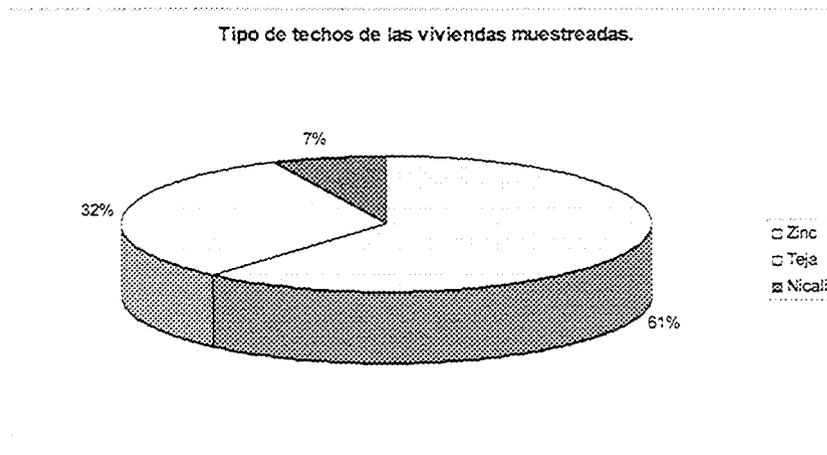


Figura 21. Se observa que la mayoría de las viviendas tienen techos de zinc.

Tabla 22. Características de infraestructura de paredes.

Tipo de paredes			
Material	Mampostería	Madera	Mixto

Vivienda	318	64	29
%	77%	16%	7%

Tipo de paredes de las viviendas muestreadas.

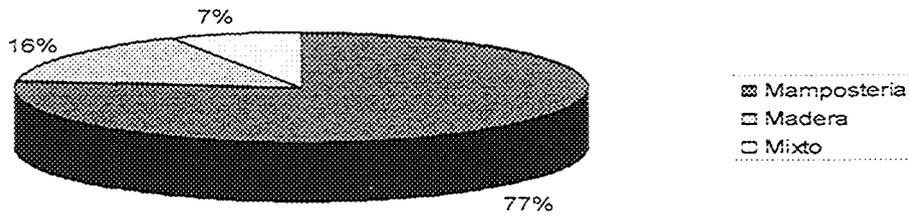


Figura 22. La mayoría de las casas cuentan con paredes de mampostería.

Tabla 23. Características de infraestructura de pisos.

Material	Tipo de piso		
	Ladrillo	Embaldosado	Tierra
Vivienda	233	74	104
%	57%	18%	25%

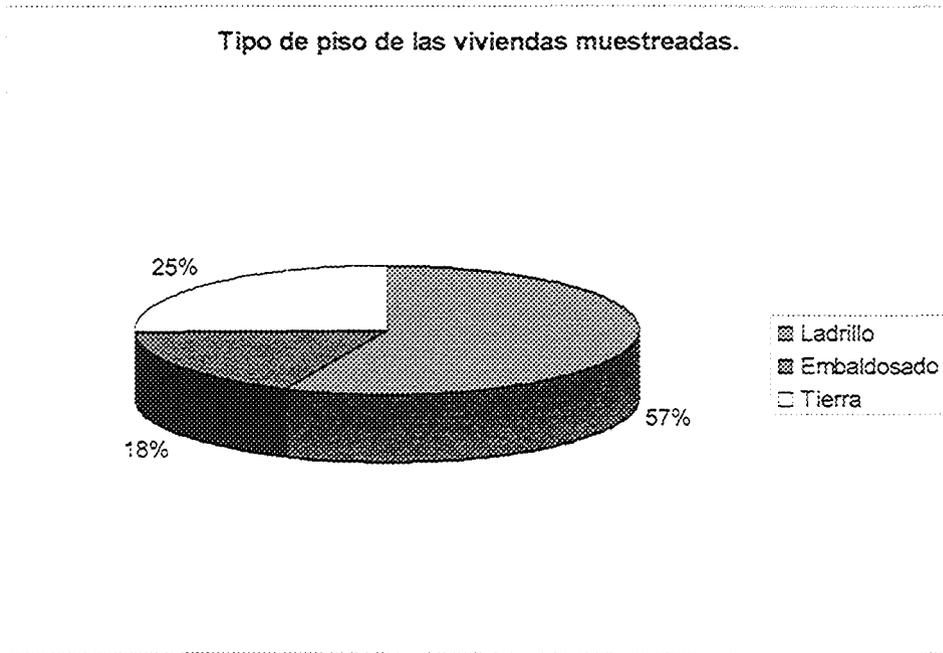


Figura 12. El tipo de piso mas utilizado es el ladrillo.

CAPITULO IV

IV Criterios generales para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y lagunas de estabilización.

IV.1 Sistema de alcantarillado sanitario.

IV.1.1 Generalidades.

IV.1.2 Periodo de diseño.

IV.1.3 Población de diseño.

i) Población Saturada.

ii) Proyección de población.

IV.1.4 Tipos de sistema.

IV.1.5 Determinación de gastos promedios de aguas negras.

i) Gasto medio (Q_m).

ii) Gasto mínimo de aguas residuales (Q_{MIN}).

iii) Gasto máximo de aguas residuales (Q_{MAX}).

iv) Gasto de infiltración (Q_{inf}).

v) Gasto comercial (Q_{com}).

vi) Gasto Público e institucional (Q_{inst}).

vii) Gasto de diseño (Q_D).

IV.1.6 Calidad de las aguas servidas.

IV.1.7 Hidráulica de alcantarilla.

i) Diámetro mínimo.

ii) Pendiente mínima y máxima.

iii) Fuerza de tracción.

iv) Tirante de agua.

v) Velocidad.

vi) Velocidades mínima y máxima.

vii) Perdida de carga adicional.

viii) **Fórmula y coeficiente de rugosidad.**

ix) **Tirante Máximo.**

IV.1.8 Dispositivos de registro.

i) **Pozos de visita.**

ii) **Pozos de visita de caída.**

iii) **Bocas de inspección cabeceras.**

iv) **Bocas de inspección intermedias.**

IV.1.9 Cobertura sobre tuberías.

IV.1.10 Colectores auxiliares.

IV.1.11 Análisis hidráulico.

IV.2 Sistema de tratamiento.

IV.2.1 Lagunas facultativas.

i) **Periodo de Retención.**

ii) **Profundidad.**

iii) **Metodología de Cálculo.**

iv) **Condiciones Hidráulicas.**

IV.2.2 Criterios de diseño.

i) **Temperatura del agua.**

ii) **Temperatura del aire del mes mas frío ° C (Ta.).**

iii) **Carga orgánica superficial máxima (CSM), (Kg. DBO/ ha*d):**

iv) **Superficie requerida (A).**

v) **Carga orgánica superficial removida (CSR), (Kg. DBO/ ha*d).**

vi) **Carga total aplicada (CTA), (Kg. DBO/día).**

vii) **Carga orgánica superficial aplicada (CSA), (Kg. DBO/ ha*d).**

viii) **Carga remanente (CR), (kg. DBO/ha*día).**

ix) **Eficiencia (E)**

x) **Dimensiones de las lagunas.**

xi) **Periodo de retención (P_r), (días).**

xii) **Constante de biodegradación de la materia orgánica a 20° C (K_d), (1/días).**

xiii) **Constante de reacción (degradación global) de primer orden a temperatura ambiente (K_{dt}) (1/día).**

xiv) **Constante de remoción de CF (K_b).**

IV.2.3 Lagunas de maduración.

i) **Periodo de Retención.**

ii) **Profundidad.**

iii) **Reducción de Bacterias.**

iv) **Condiciones Hidráulicas.**

v) **Criterios de Diseño.**

IV.3 Metodología.

IV.4 Diseño hidráulico sanitario.

IV.4.1 **Diseño hidráulico de las alcantarillas.**

IV.4.2 **Población servida.**

IV.4.3 **Estimación del gasto de agua residual.**

IV.5 Especificaciones técnicas de materiales y construcción.

IV.5.1 **Instalación de tuberías de pvc.**

i) **Preparación de la zanja.**

ii) **Ancho de la zanja.**

-
- iii) Profundidad de la zanja.**
 - iv) Colocación de la tubería.**
 - v) Sistema de unión de tubería de PVC.**
 - vi) Instalación de domiciliarios.**
 - vii) Deformación.**
 - viii) Pozos de visita.**
 - ix) Limpieza del sistema.**
-

IV CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

IV.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

IV.1.1 GENERALIDADES.

Los sistemas de drenaje en nuestro país están orientados a funcionar por gravedad debido a los costos y dificultades de mantenimiento que ocasiona un sistema funcionando por bombeo.

Basándose principalmente en los criterios de diseño utilizados por el INAA para sistemas de alcantarillado sanitario para sectores urbanos y pequeñas localidades, se mencionan los principales aspectos teóricos para el diseño de la red de alcantarillado.

IV.1.2 PERIODO DE DISEÑO

La teoría de las RASS dice que la adopción de periodos largos de diseño conduce a obras enormes, aumentando el costo inicial de la inversión en tal manera que puede sufrir la viabilidad del plan. Por lo tanto el periodo de diseño adoptado para este estudio es de 25 años, este intervalo cumple con los periodos establecidos en las normas propuestas por INAA que detalla el tiempo de diseño para cada uno de los diferentes componentes del sistema. La siguiente tabla muestra estos periodos.

Tabla .22. Periodos de diseños de estructuras de sistema de tratamiento de aguas residuales.

Tipo de estructuras	Características especiales	Periodo de diseño/años
Colectores principales Emisarios de descarga	Difíciles y costosos de agrandar	10 a 50
Tuberías secundarias hasta Φ 375 mm.		25 o más
Plantas de tratamiento de aguas 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

IV.1.3 POBLACIÓN DE DISEÑO.

La determinación de la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad, es fundamental para un de proyecto alcantarillado sanitario, tratamiento, evacuación y futuras extensiones del servicio. Por consiguiente es necesario predecir la población a la cual servirá el sistema de alcantarillado sanitario, esta predicción se puede realizar empleando el método de Población Saturada ó el método de Proyección de Población. Estos dos métodos se describen a continuación.

i) Población Saturada.

Para aplicar este método es necesario determinar el área del proyecto, la cuál posteriormente se divide en lotes, para el tipo de población del municipio de Tola INAA propone lotes con dimensiones y áreas homogéneas de 150 m^2 - 250 m^2 . Se propone una

población de saturación por lote la cual luego es multiplicada por el número de lotes y de esta forma se obtiene la población de saturación del proyecto.

$$P = \frac{At}{Alote} * Psatura$$

P: Población de diseño.

At: Área del proyecto.

Alote: Área por lote.

P_{satura}: Población de saturación.

ii) Proyección de población.

Con este tipo de método se puede proyectar la población haciendo uso de datos estadísticos, el tipo de proyección usada en este trabajo es la proyección geométrica, este método es el de mayor uso en Nicaragua además de ser este tipo de proyección la que más se ajusta al crecimiento que presenta la población del municipio de Tola a través de la Historia. La tasa de crecimiento usada en los cálculos es la propuesta por INEC.

$$P = P_0 * (1 + Pg)^n$$

P: Población de diseño.

P₀: Población base.

Pg: Tasa de crecimiento geométrico.

n: Número de años.

Después de analizar los resultados de los dos métodos descritos anteriormente se decidió utilizar el resultado obtenido del método de proyección de población ya que este proporciona condiciones hidráulicas más favorables al sistema de alcantarillado sanitario.

IV.1.4 TIPOS DE SISTEMA.

La Red de Alcantarillado Sanitario Simplificado (RASS) es de tipo separativo, es decir, deberá drenar en ella únicamente aguas servidas y su funcionamiento por gravedad.

IV.1.5 DETERMINACIÓN DE GASTOS PROMEDIOS DE AGUAS NEGRAS.

Una estimación del caudal de aguas negras como base para el diseño de la red de colectores cloacales, comprende determinaciones de varios aportes que de la manera más aproximada o exacta posible debe hacerse a fin de lograr un diseño ajustado a condiciones reales.

i) Gasto medio (Q_m).

El primer aporte a considerar en un sistema de aguas negras, es el relativo a las aguas provenientes del abastecimiento, por lo cual, debe considerarse a la curva de consumos acumulados, transformada en curva de descarga acumuladas como un buen indicador de la cantidad de aguas negras que recibe los colectores cloacales.

Cuando no se dispone de una curva tipo, puede asumirse un consumo percapita por día (dotación). O de lo contrario se recomienda el Consumo medio de agua potable, de acuerdo a la guía técnica de INAA, para un rango de población (0 – 5,000) habitantes debe tomarse un dotación de 100 L/hab./día para todo el país excepto en la ciudad de Managua.

Siendo P, la población servida al final del periodo de diseño, el gasto medio diario se define como:

$$Q_m = \frac{\text{Poblacion Servida} * \text{Aportacion}}{86400} \quad (\text{lps})$$

$$\text{Aportacion} = \text{factor de retorno} * \text{Dotacion} \quad (\text{lps})$$

El gasto medio es el cálculo de aguas, correspondiente a la cuantificación de los gastos que se harán en función de la población servida en cada tramo.

En este caso se calcularán los gastos mínimos, medio y máximo, tomando en cuenta la aportación que es el 80% de la dotación de consumo de agua potable. Puesto que las aguas residuales provienen fundamentalmente del agua utilizada, debe estimarse la cantidad de agua de abastecimiento que entra en las alcantarillas.

Una considerable parte del agua usada por los establecimientos comerciales, fábricas y equipos para riego de calles y jardines, así como en la extinción de incendios y que ha sido utilizada por usuarios que no tienen conexión con las alcantarillas, no llega a estas.

Para poder obtener la población servida en cada tramo, se calcula primero la densidad de población del proyecto.

- a) Si la distribución de los habitantes se hace por metro lineal del sistema de alcantarillas

$$\text{Densidad Poblacional} = \frac{\text{Poblacion del proyecto}}{\text{Longitud total de la red}} \quad (\text{Hab/m})$$

- b) Si la distribución de los habitantes se hace por áreas tributarias del sistema de alcantarillas

$$\text{Densidad Poblacional} = \frac{\text{Poblacion del proyecto}}{\text{Area total de la red}} \quad (\text{Hab/Ha})$$

La población servida en cada tramo será igual a la densidad de población por la longitud o área acumulada del tramo a analizar, o sea:

$$\text{Poblacion Servida} = \text{Densidad Poblacional} * \text{Longitud Acumada} \quad (\text{Hab})$$

$$\text{Poblacion Servida} = \text{Densidad Poblacional} * \text{Area Acumada} \quad (\text{Hab})$$

ii) Gasto mínimo de aguas residuales (Q_{MIN}).

Generalmente se considera como gasto mínimo como un quinto del gasto medio diario. Sin embargo, como una cuantificación más rigurosa, especialmente para aquellos casos con pendientes muy pequeñas a muy grandes, se aceptan en la práctica como gasto

mínimo probable de aguas negras por conducir, así mismo, que el caudal mínimo a considerar debe proveer un tirante de agua no menor de 5 cm.

Para la verificación del gasto mínimo en las alcantarillas se deberá aplicar la siguiente relación:

$$Q_{\min} = \frac{1}{5} Q_m$$

iii) Gasto máximo de aguas residuales (Q_{\max}).

Cuando no se disponga de la curva de variación de consumo, pero se tenga la información de la zonificación del área a desarrollar, se puede determinar el gasto medio como la suma de las dotaciones correspondiente y seleccionar el factor de acuerdo a las características de la población.

Para estimar ese factor, Fair & Geyer citan el trabajo de Harmon W.G, el cual sugiere la expresión para el cálculo para este factor:

$$\text{Factor de Harmon} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Para la determinación del gasto máximo se calcularía como:

$$Q_{\max} = \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}\right) Q_{\text{medio}}$$

P = Población servida en miles de habitantes en tramo analizado.

El factor de relación deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00. Este factor de Harmon aumenta cuando la población servida disminuye o viceversa.

iv) Gasto de infiltración (Q_{inf}).

La carga al sistema por infiltración se consideró para tubería plásticas 2 L/hora/100m y por cada 25 mm. de diámetro.

v) Gasto comercial (Q_{com}).

Se deberá usar un 7% de acuerdo a la dotación doméstica diaria.

vi) Gasto Público e institucional (Q_{inst}).

Se deberá usar un 7% de acuerdo a la dotación doméstica diaria.

vii) Gasto de diseño (Q_D)

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria.

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se deberá calcular de la forma siguiente:

$$Q_d = Q_{max} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{inst} + Q_{ind}.$$

IV.1.6 CALIDAD DE LAS AGUAS SERVIDAS.

En general, se requerirá un tratamiento correctivo a las aguas residuales previo a su descargue a la red pública de alcantarillado sanitario, cuando la calidad de flujo pueda causar:

- a) Alteración de la capacidad hidráulica de las tuberías.
- b) Fuego o explosión en las tuberías o en cualquier parte de las instalaciones sanitarias del sistema.
- c) Peligro para el personal que labore en la operación y mantenimiento del alcantarillado.
- d) Corrosión de las tuberías o daños a las juntas.
- e) Inhibición parcial o total de los procesos de tratamiento.

De conformidad a lo anterior, queda estrictamente prohibido descargar a la tubería:

- a) Aguas provenientes de drenajes superficiales (aguas de lluvias provenientes de techos y patios), sub-superficiales y subterráneas.
- b) Sólidos o sustancias viscosas capaces de obstruir el flujo en las tuberías o causar cualquier interferencias a la adecuada operación del sistema, tales como: arena, cenizas, vidrios, aserrín, lodo, metales, hilazas, plumas, palos, aceites, plásticos, madera, basura etc.
- c) Gasolina, benceno aceite combustible o cualquier liquido o gas inflamable o explosivo.
- d) Aguas conteniendo sólidos, líquidos o gases tóxicos, venenosos o corrosivos que en cantidades suficientes puedan por si mismo o por Inter-relación con otras sustancias, resultar perjudiciales o dañinos a los procesos de tratamientos, a las instalaciones, al personal que labore en las mismas o a los cuerpos de agua receptores.
- e) Los desarrollos industriales, comerciales y públicos, que descarguen aguas que sean perjudiciales a las instalaciones sanitarias y al personal de servicio, deberán presentar un análisis químico a fin de regular la calidad de aguas servidas.

IV.1.7 HIDRAULICA DE ALCANTARILLA.

i) Diámetro mínimo.

El diámetro de cualquier tramo de tubería será igual o mayor del tramo anterior, y por ningún motivo menor.

Para los sistemas de alcantarillado es ventajoso adoptar tuberías de pequeño diámetro para elevar el nivel de líquido y, en consecuencia, aumentar la velocidad de flujo. El diámetro mínimo a utilizar será de 4" (100.00 mm.).

$$D = 1.548 * \left(\frac{n * Q}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

ii) Pendiente mínima y máxima.

Como pendiente máxima se utilizó la pendiente que produce una velocidad menor a 3 m/s con el gasto de diseño. Como pendiente mínima se adopta la pendiente que produce una velocidad mínima de 0.6 m/s funcionando a tubo lleno.

$$S = \left(\frac{Elev.inicial - Elev.final}{longitud\ del\ tramo} \right)$$

iii) Fuerza de tracción.

Se considera que la fuerza de tracción es un método mas practico para calcular alcantarillas, que tiene en cuenta la configuración y la sección del conducto. Su aplicación permite el control de la erosión, la sedimentación y la producción de sulfuros.

La fuerza de tracción puede calcularse mediante la expresión:

$$F_t = 1000 \times Rh \times I$$

Donde: F_t = fuerza de tracción Kg. / m²

R_h = Radio Hidráulico, m

I = Pendiente, m/m

1000 = Peso especifico de las aguas servidas domiciliarias, Kg. / m³

La fuerza tractiva media debe ser siempre igual o mayor a 1.0 pascal.

iv) Tirante de agua.

La lamina de agua debe de ser calculada en un régimen uniforme y permanente, siendo su valor mínimo para el caudal inicial (Q_i) igual a 0.20 d/D y máximo, para el caudal final (Q_f) igual o inferior a 0.90 d/D, a fin de proporcionar la indispensable circulación de los gases del desagüe.

Cuando la velocidad final V_f sea superior a la velocidad critica V_c (criterio utilizado para los cálculos en el programa SEWEREX), la mayor lámina admisible debe ser 50% del

diámetro del colector, para asegurar la ventilación e el tramo, la velocidad crítica esta definida por:

$$V_c = 6(gRh)^{1/2}$$

Donde: g = Aceleración gravitacional.

RH = Radio Hidráulico.

v) Velocidad.

En un tramo de tubería, al menos la descarga de un inodoro al día es suficiente para la velocidad de autolimpieza.

Si la fuerza tractiva llena los requerimientos mínimos, el parámetro velocidad es una resultante secundaria.

vi) Velocidades mínima y máxima.

La velocidad mínima a tubo lleno es de 0.6 m/seg. y la velocidad máxima será de 3 m/seg.

Las redes de alcantarillado sanitario se diseñan para transportar los desperdicios suspendidos en el agua con escasa o nula deposición, sin erosión de la superficie de los canales, en otras palabras a velocidad autolimpiantes pero no destructivas.

Los sólidos pesados son arrastrados en los fondos de las alcantarillas. Los materiales ligeros flotan sobre la superficie del agua. Cuando las velocidades decrecen los sólidos pesados son dejados atrás como depósitos sobre el fondo, mientras que los materiales ligeros se acumulan en el borde del agua. Cuando las velocidades suben nuevamente, las sustancias arenosas y flotantes de la tubería son arrastradas otra vez en alta concentración. Puede existir erosión, dentro de lo razonable todas estas funciones deben ser evitadas, ya que esto puede lograrse. Cada una de ellas es consecuencia de la fuerza tractiva del agua que la arrastra.

$$VII = \left(\frac{1}{n}\right) * (RH)^{\left(\frac{2}{3}\right)} * S^{\left(\frac{1}{2}\right)}$$

vii) Pérdida de carga adicional.

La pérdida de carga adicional únicamente se requiere cuando en el diseño, es necesario implementar pozos de visita. Por lo tanto, esto es debido al cambio de la alineación, sea vertical u horizontal. Esta pérdida de carga será igual a $0.25 \frac{v^2}{2g}$. entre la entrada y salida del pozo de visita, no menor de 3 centímetros.

$$P_c = 0.25 \left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \right) \geq 3 \text{ cm.}$$

viii) Fórmula y coeficiente de rugosidad.

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base al criterio de la tensión de arrastre:

$$F_{\text{arrastre}} = \gamma R_H S$$

F_{arrastre} = Tensión de arrastre en Pa, se recomienda un valor mínimo de.

$F_{\text{arrastre}} = 1 \text{ Pa}$

γ = Peso específico del líquido en N/m^3

R = Radio hidráulico a gasto mínimo en m

S = Pendiente mínima en m/m

y a la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R_H^{2/3} S_o^{1/2}$$

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

Generalmente las colectoras hasta 375 mm. (15") de diámetro son diseñadas para trabajar, como máximo, a la media sección, destinándose la mitad superior de los conductos a la ventilación del sistema y a las imprevisiones y oscilaciones excepcionales.

Las colectoras mayores que reciben efluentes de redes relativamente extensas, que corresponden a mayor población tributaria, están sujetas a menores variaciones de caudal y por eso pueden ser dimensionadas para funcionar con tirantes de 0.70 a 0.80 del diámetro.

Tabla .23. Valores del coeficiente de rugosidad "n" de Manning, para las tuberías de uso más corriente.

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

Se deberá utilizarse valores superiores de n en alcantarillas ya construidas si se encuentran en mal estado. Algunas alcantarillas circulares construidas con diversos materiales plásticos son inicialmente más lisas y mantienen sus condiciones originales durante más tiempo que las que construidas con materiales tradicionales, sus longitudes modulares son superiores a las tuberías convencionales.

ix) Tirante Máximo.

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

d = tirante o profundidad de flujo, medido desde el inver del tubo hasta la superficie del líquido.

D = diámetro de la tubería entonces:

$$T = d / D ; \quad T \text{ máximo} = 0.8$$

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

IV.1.8 DISPOSITIVOS DE REGISTRO.

Los tubos de limpieza, cajas de registro, y pozos de visita, son estructuras que permiten labores de limpieza y mantenimiento en la RASS.

En el sistema modificado se implemento tubos terminales de inspección y limpieza de bajo costo (TIL), así como modelos especiales de cajas subterráneas para cambios de pendientes, o cambio de tamaños de la tubería. Es común usar modelos prefabricados con pocas piezas estándar y sin pasos con peligro de causar obstrucciones, permitiendo el uso de nuevas tecnologías a través de equipos y máquinas con capacidad suficiente de limpiar 200 m de tubería lineales de alcantarilla.

Se proyectarán pozos de vista sin limitarse exclusivamente a ellos en tuberías linealmente alargadas a cada 120.00 metros como máximo.

Se construirán dispositivos de registro cilíndricos en: Puntos de Medición, Muestreo, alcantarillas profundas, servidumbre de pase, callejones o en vías de poco tránsito, todo cambio de pendiente, diámetro y alineaciones, edificándose en caída, cuando el fondo de la alcantarilla entrante esté a 0.6 m por encima del fondo del pozo de visita.

Los tubos terminales de inspección y de limpieza se usarán en el comienzo de los sistemas de alcantarillado o colector inicial.

Los registros intermedios a lo largo de los colectores rectos serán tubos de inspección vertical de paso.

En las intersecciones de un colector con otro, se usarán divisiones en Yee y una curva de 45°.

Se usarán cajas de concreto subterráneas para puntos donde ocurran cambio de pendientes y cambio del tamaño del diámetro de la tubería.

Se usarán pozos de visita en vías traficadas y a profundidades mayores o iguales a 1.80 m. se utilizarán los tradicionales pozos de visita. Se recomienda su uso en todo cambio de pendiente, de diámetro o de alineación y deberán construirse caídas cuando el nivel entre la tubería aguas arriba o aguas abajo sea igual o mayor de 60 centímetros.

i) Pozos de visita.

Se usarán pozos de visitas en el extremo de caída de cada línea, en cambios de diámetros y de alineación. La distancia máxima entre pozos será de 100 m para alcantarillas de 15" y menores.

ii) Pozos de visita de caída.

Estos se usarán cuando la altura entre el fondo del pozo y el de la tubería entrante sea mayor de 60 cm.

El diámetro de los pozos de visita será de 1.2 m.

iii) Bocas de inspección cabeceras.

Se ubican en los tramos cabeceros en donde la profundidad de excavaciones de 1.35 m.

iv) Bocas de inspección intermedias.

Se colocan entre los pozos de visita, siempre que los tubos que lleguen a este tengan la misma pendiente.

IV.1.9 COBERTURA SOBRE TUBERIAS.

Los colectores deben ser localizados, en perfil, a profundidades tales que el recubrimiento resultante posibilite distribuir los esfuerzos de modo de no provocar daños en las tuberías.

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima de 1.20 m. Sobre la corona de la tubería en toda su longitud.

Si por salvar obstáculos o por circunstancias sumamente especiales se hace necesario colocar la tubería a profundidades menores de 0.90 m, se protegerá la tubería con recubrimiento de concreto simple con espesor de 0.15 m., hasta alcanzar la profundidad señalada.

En el caso de construcciones bajo vía peatonal, la profundidad mínima de un colector podría ser de 0.90 m. hasta 0.60 m., siempre que permita todas las conexiones domiciliarias.

Sin embargo en circunstancias especiales, se puede colocar la tubería a una profundidad menor que la mínima anteriormente especificada, pero protegiendo la tubería con un recubrimiento, hasta alcanzar la profundidad mínima expuesta anteriormente.

IV.1.10 COLECTORES AUXILIARES.

Las alcantarillas auxiliares o sistemas de alcantarillado doble, se adoptan para facilitar la construcción y reducción de costo. Deben considerarse los siguientes casos:

- a) En calles anchas, donde el costo de las conexiones domiciliarias sea alto.
- b) En calzadas con pavimentos costosos.
- c) En calles y Avenidas con tránsito intenso.
- d) En Alcantarillas existentes muy profundas con conexiones difíciles y costosas.
- e) Una Segunda alcantarilla (Alcantarilla de alivio) para aumentar la capacidad de una existente.

La Segunda alcantarilla será instalada bajo una de las vías peatonales. Cuando ambas alcantarillas se construyen al mismo tiempo serán una a cada lado de la calle.

IV.1.11 ANÁLISIS HIDRÁULICO.

Para el dimensionamiento final de las tuberías se hizo uso del programa de computación SEWEREX. El cual toma como base a la ecuación de Mannig para condiciones de flujo uniforme en canales abiertos.

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * A * RH^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

A = superficie mojada m²

RH = radio hidráulico (m)

S = pendiente del tramo (%)

IV.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO.

IV.2.1 LAGUNAS FACULTATIVAS.

i) Periodo de Retención.

El tiempo de retención hidráulica para lagunas facultativas deberá estar dentro de un rango de 5 a 30 días.

ii) Profundidad.

Para evitar el crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas deberá estar por encima de 1.20 m. La profundidad varía entre 1.50 y 2.5 m, siendo la profundidad mínima recomendada de 1.50 m.

Se deberá proveer una altura para acumulación de lodos entre periodos de limpieza de alrededor de 10 años. Esta altura adicional es generalmente del orden 0.30 m y deberá ser determinado calculando la disminución de volumen por concepto de digestión anaeróbica en el fondo.

iii) Metodología de Cálculo.

Los criterios de diseño referentes a temperatura y mortalidad de bacteria deberán determinarse de manera experimental. Como alternativa, en caso de no ser posible la experimentación, se pueden usar los siguientes criterios:

- a) La temperatura de diseño deberá ser la promedio del mes más frío (temperatura del agua) determinada a través de correlaciones de las temperaturas aire-agua.
- b) En donde no exista ningún dato se deberá usar para el diseño la temperatura del más frío.
- c) El coeficiente de mortalidad bacteriana (neto) deberá ser adoptado entre el intervalo de 0.8 a 1.6 (día^{-1}) para 20° C. Se podrá utilizar un valor alrededor de 1 día^{-1} .

Para lagunas facultativas primarias deberán determinarse los volúmenes de lodo acumulado teniendo en cuenta un 80 % de remoción de sólidos suspendidos en el efluente, con una reducción del 50% de sólidos volátiles por digestión anaeróbica una densidad de lodo de 1.05 Kg. / L y un contenido de sólidos del 10% en peso. Con estos datos deberá determinarse la frecuencia de remoción de lodo en la instalación.

iv) Condiciones Hidráulicas.

- a) Medición de caudales.

Se deberá instalar un medidor (canaleta) Parshall a la entrada de la instalación para la medición de caudal y un vertedero de tipo rectangular a la salida de la unidad, para evaluación de la laguna y comprobación de las pérdidas de agua.

- b) Dispositivo de repartición de flujo.

En los casos que se tengan lagunas operadas en paralelo, deberán instalarse dispositivos repartidores de flujo. Los repartidores más apropiados son aquellos que cumplen su función para las diferentes magnitudes de caudal, desde el mínimo hasta el máximo horario.

Se deberán los siguientes dispositivos de repartición:

- Canal con tabique divisorio. Para el diseño adecuado de este dispositivo, deberá existir antes del tabique, un tramo recto con una longitud mínima de 10 veces el ancho del canal. No se deben utilizar vertederos rectangulares como repartidores, por la acumulación rápida de arena antes del vertedero y en poco tiempo éste pierda la función para la cual fue diseñado.
- Distribuidor circular universal. Es de los mejores repartidores y deberá ser usado para repartición en dos o más partes, de acuerdo con la longitud del vertedero circular de cada segmento.
- Distribuidor de régimen crítico. Es otro dispositivo apropiado para la distribución de flujo de aguas residuales, tiene la ventaja que puede ser empleado para la distribución en más de dos partes iguales.

c) dispositivos de entrada, interconexión y salida.

Estos elementos deberán diseñarse en la forma más simple posible, evitando la utilización de válvulas y mecanismos que se deterioren por efecto de las características corrosivas de las aguas residuales y mayormente por el poco uso.

- Como dispositivo de entrada se deberá usar una simple tubería, con descarga visible sobre la superficie del agua de la laguna. Esta tubería deberá estar simplemente colocada sobre el dique a una altura de unos 20 cm. o 30 cm. sobre la superficie del agua.
- Los dispositivos de interconexión deberán proyectarse de modo que no produzcan una caída turbulenta del efluente, para conservar el calor y evitar la formación de espumas. Para unidades en serie con reducida diferencia de nivel entre ellas, se deberá optar por canaleta de interconexión y medición, para

mínima pérdida de carga. Para unidades en serie con una considerable diferencia de nivel deberá considerarse un sistema de interconexión cerrado con tubería plástica o de otro material resistente a la corrosión.

- Los dispositivos de salida se proyectaran de acuerdo con el caudal de cada unidad y de las condiciones de operación durante el periodo de limpieza de lodos, pues en estos casos generalmente se recarga una de las baterías mientras la otra se encuentra fuera de servicio.

IV.2.2 CRITERIOS DE DISEÑO.

i) Temperatura del agua.

En los modelos de diseño de lagunas de estabilización se usa tanto la temperatura de aire como la temperatura del agua. Las condiciones ambientales hacen que la relación entre dichas temperatura cambie de un lugar a otro; algunas de las relaciones encontradas se ilustran en la siguiente figura:

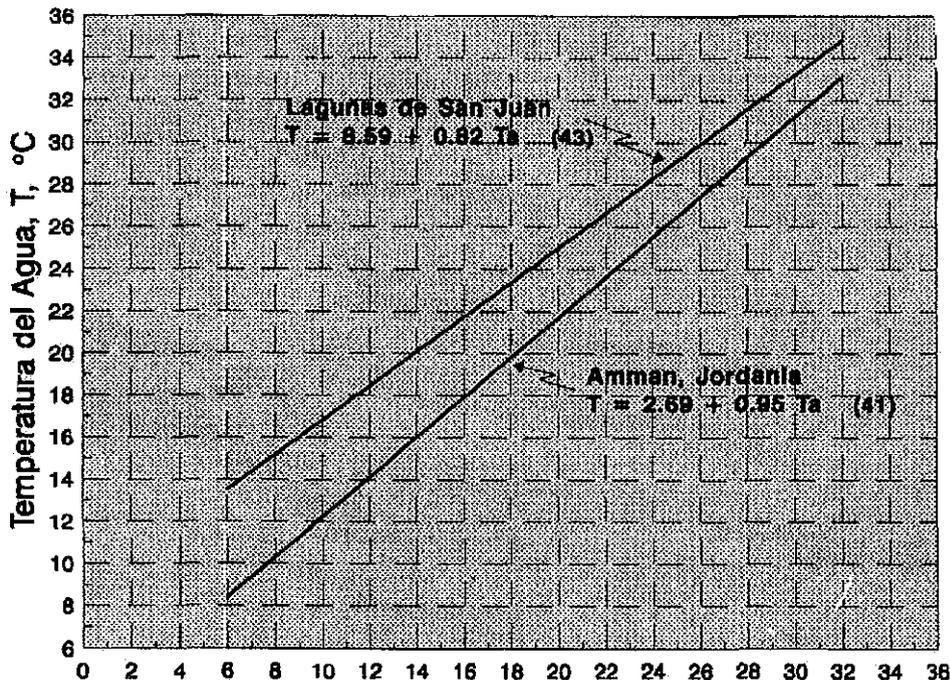


Figura 22. Relación de la temperatura del agua con la temperatura ambiente en lagunas de estabilización. Tomado libro tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. Jairo Romero. Pag 130

Temperatura superficial del agua en ° C (T_s).

ii) Temperatura del aire del mes mas frío ° C (T_a).

$$T_s = 8.59 + 0.82T_a$$

iii) Carga orgánica superficial máxima (CSM), (Kg. DBO/ ha*d):

La carga orgánica superficial máxima de una laguna, es aquella que puede soportar en función del área de la misma, esto nos da un indicador de la cantidad de carga orgánica superficial que podemos aplicarle a una laguna de estabilización con determinado espejo de agua.

$$CSM = 357(1.085)^{T_s-20}$$

iv) Superficie requerida (A).

Este parámetro nos indica la superficie que se requiere para poder tratar la DBO del afluente de la laguna, esta se calcula con la siguiente expresión.

$$A = \frac{DBO(mg/l) * Q(m^3/d)}{CSM(kgDBO/ha*d)}$$

v) Carga orgánica superficial removida (CSR), (Kg. DBO/ ha*d).

La carga orgánica superficial removida es la cantidad de contaminante que la laguna logro remover del afluente, esto nos ayuda a determinar el tipo de tratamiento que le daremos a ese efluente luego de la laguna en estudio. La siguiente expresión muestra como se calcula.

$$CSR = 7.67 + 0.8063CSA$$

vi) Carga total aplicada (CTA), (Kg. DBO/día).

La carga total que entra a la laguna es la que esta en función del caudal y de la cantidad de DBO determinado para ese afluente en un determinado volumen de agua, la expresión siguiente nos muestra la cantidad de DBO aplicada a la laguna en función del caudal entrante en esta.

$$CTA = DBO * Q_{diseño}$$

vii) Carga orgánica superficial aplicada (CSA), (Kg. DBO/ ha*d).

La carga superficial aplicada muestra la cantidad de carga orgánica por unidad de superficie esto nos da un valor unitario.

$$CSA = CTA / A$$

viii) Carga remanente (CR), (kg. DBO/ha*día).

La carga remanente es la cantidad de carga que no pudo ser removida por la laguna esta se da con la siguiente expresión.

$$CR = CSA - CSR$$

ix) Eficiencia (E)

La eficiencia de una laguna se da con la relación de la carga superficial removida con la carga superficial aplicada. Esto se da con la siguiente expresión.

$$E = CSR / CSA$$

x) Dimensiones de las lagunas.

$$V = A * h$$

V: volumen en m³.

h: altura en m.

Relación largo- ancho.

$$L = 3B$$

$$A = L * B$$

Sustituyendo L y despejando B, tenemos que:

$$B = \sqrt{\frac{A}{3}}$$

A: Area (m²)

B: Ancho (m)

L: Largo (m)

xi) Periodo de retención (P_r), (días).

$$Pr = V / Q_{diseño}$$

xii) Constante de biodegradación de la materia orgánica a 20° C (Kd), (1/días).

$$Kd = \frac{Pr}{-14.77 + 4.46 Pr}$$

xiii) Constante de reacción (degradación global) de primer orden a temperatura ambiente (Kdt) (1/día).

$$Kdt = Kd * 1.085^{Ts-20}$$

La reducción de coliformes fecales en lagunas facultativas esta en función de el numero de CF que trae el afluente, del numero de CF en que se desea dejar el efluente y del la constante de remoción.

$$N = \frac{No}{1 + Kb * Pr}$$

N: Número de CF/ 100 mL del efluentes

N_o: Número de CF/ 100 mL del afluentes

xiv) Constante de remoción de CF (K_b).

xv) De primer orden, d⁻¹. El valor de K_b esta en función de la temperatura y de otros factores. En algunos estudios se ha observado que K_b aumenta con el incremento del PH y disminuye a mayor concentración de DBO en la laguna y mayor profundidad del agua.

Tabla.24. Constantes K_b de remoción de CF.

Ecuación	$K_{b,20}$	Modelo	Autor	Año	Ref.
$K_{bT} = 2.6(1.19)^{T-20}$	1.6 d^{-1}	Mezcla completa	Marais	1974	35
$K_{bT} = 1.41(1.40)^{T-20}$	1.41 d^{-1}	Mezcla completa laguna primaria	Ramírez	1993	39
$K_{bT} = 3.27(1.59)^{T-20}$	3.27 d^{-1}	Mezcla completa laguna secundaria	Ramírez	1993	39
$K_{bT} = 1.10(1.075)^{T-20}$	1.10 d^{-1}	Flujo pistón	Klock	1971	32.36
$K_{bT} = 0.50(1.072)^{T-20}$	0.50 d^{-1}	Flujo pistón	Bowles	1979	58
$K_{bT} = 0.41(1.15)^{T-20}$	0.41 d^{-1}	Flujo pistón laguna primaria	Ramírez	1993	59
$K_{bT} = 0.36(1.25)^{T-20}$	0.36 d^{-1}	Flujo pistón laguna secundaria	Ramírez	1993	59
$K_{bT} = 0.623(1.037)^{T-20}$	0.623 d^{-1}	Flujo disperso	Sáenz	1987	37
$K_{bT} = 0.84(1.07)^{T-20}$	0.84 d^{-1}	Flujo disperso	Sáenz	1985	59

IV.2.3 LAGUNAS DE MADURACIÓN.

i) Periodo de Retención.

En relación con parásitos en aguas residuales, los nematodos intestinales son considerados como indicadores, de tal modo que su remoción implica la remoción de otros tipos de parásitos.

Para una adecuada remoción de nemátodos intestinales en un sistema de lagunas se requiere un período de retención de 10 días como mínimo.

ii) Profundidad.

La profundidad de la laguna deberá variar entre 0.90 y 1.5 m.

iii) Reducción de Bacterias.

Las lagunas de maduración deberán dimensionarse para alcanzar la remoción bacterial necesaria de acuerdo a los criterios de calidad exigidos. Deberá tenerse en cuenta la remoción lograda en los sistemas de tratamiento antecedentes.

La reducción de bacterias en cualquier tipo de lagunas deberá ser determinada en términos de coniformes fecales, como indicadores. Para tal efecto el proyectista deberá usar el modelo de flujo disperso, con los coeficientes de mortalidad netos que se indican para las diferentes formas de lagunas.

El factor de dispersión (d) para uso en el modelos de flujo disperso para las diferentes formas de lagunas en función a la relación largo - ancho, se indican a continuación:

iv) Condiciones Hidráulicas.

Deberán tenerse en cuenta las mismas condiciones recomendadas para las lagunas Facultativas.

v) Criterios de Diseño.

Reducción de coliformes fecales en lagunas facultativas.

$$N_2 = \frac{No_2}{1 + Kb * Pr}$$

N_2 : Número de CF/ 100 mL del efluentes

No_2 : Número de CF/ 100 mL del afluentes

K_b : constante de remoción de CF de primer orden, d^{-1}

Pr : periodo de retención, días

$$CSR = 0.941 * CSA - 7.16$$

CSR: remoción de DBO

CSA: carga aplicada

El dimensionamiento se realizara utilizando los mismos métodos utilizados para la laguna anterior.

IV.3 METODOLOGIA.

La metodología que se utilizó para diseñar las Redes de Alcantarillado Sanitario del casco urbano del municipio de Tola se presentan a continuación:

a) Delimitación de las Cuencas y Sub-cuencas a sanear:

Las delimitaciones de las cuencas y sub-cuencas, se realizaron utilizando el plano de ubicación y planos de curvas de nivel, determinadas de acuerdo a la topografía del terreno del casco urbano del municipio de manera que el flujo circule por gravedad y con la menor excavación posible.

b) Estudio Poblacional:

Para estimar la población futura, se compararon los resultados del método de proyección geométrico y de saturación.

Para el método geométrico se utilizó la tasa de crecimiento recomendada por el INEC, producto de la comparación las tasas de crecimiento de la nación, el municipio de Tola, basado en los datos de los Censos Nacionales realizados en 1971 y 1995.

El Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censo (INEC), recomienda para estimaciones de población la tasa de crecimiento de 2.43% para el municipio de Tola.

El método que se utilizó fue el de proyección geométrica de la población, se aplicó este método sobre la base de los razonamiento expuestos en el criterio del diseño. Se utilizó 1704 hab. Como población actual, que es el resultado de el conteo de viviendas y de el muestreo, así como 2.43% como tasa de crecimiento geométrica de la población (recomendada por INEC).

El periodo de diseño se fijó en 25 años. Debido a la facilidad de modulación de las obras, y debido a que la tasa de crecimiento poblacional del municipio de Tola es alta, es razonable no excederse de 25 años en el periodo de diseño, pues la población se incrementaría considerablemente, encareciendo el proyecto por las mismas dimensiones que esta tomaría.

La población de diseño utilizada fue la población de saturación, debido a que la población censada fue menor que la saturada.

La formula utilizada para calcular la población futura fue:

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Po = Población inicial

r = Tasa de Crecimiento Geométrica

n = Numero de año proyectado

IV.4 DISEÑO HIDRÁULICO SANITARIO.

IV.4.1 POBLACIÓN SERVIDA.

La población servida proyectada para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Tola es de 3,962 habitantes de acuerdo a la proyección de la población realizada con la tasa de crecimiento propuesta por el Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC) con el método geométrico en base a la población del censo del 1995 esta población es de 1704 hab., el método geométrico es el recomendado por esta institución para la proyección de esta localidad. El proceso de calculo se muestra a continuación.

$$P_{dise\tilde{n}} = P_o * (1 + K_g)^n$$

$P_{dise\tilde{n}}$ = población servida.

P_o = Población inicial.

K_g = Tasa de crecimiento geométrico.

n = Periodo de año.

$$P_{dise\tilde{n}} = 1704 * (1 + 2.4)^{35}$$

$$P_{dise\tilde{n}} = 3962 \text{ hab.}$$

IV.4.2 ESTIMACIÓN DEL GASTO DE AGUA RESIDUAL.

En general el proceso se describe de la siguiente forma:

Sistema de Alcantarillado Sanitario Simplificado
 Nombre del proyecto: Casco urbano del municipio de Tola, Rivas.
 Dotación de agua potable: 100 L/p/d

3.7 lps

Tramo No.	P.V.S.		Longitud		Población		Factor de Harmon	Factor de Harmon	Caudales						
	De No.	A No.	Servida m	Acumulada m	Servida hab.	Acumulada hab.			Medio (lps)	Máximo (lps)	Mínimo (lps)	Comercial (lps)	Institucional (lps)	Infiltración (lps)	Diseño (lps)
	1	1	2	51.50	51.50	29.11			29.11	4.4	3.5	0.027	0.094	0.005	0.002
2	2	3	100.00	151.50	56.53	85.64	4.3	3.5	0.052	0.183	0.010	0.005	0.005	0.003	0.196
3	3	4	100.00	251.50	56.53	142.17	4.2	3.5	0.052	0.183	0.010	0.005	0.005	0.003	0.196
4	4	5	97.00	348.50	54.83	197.00	4.2	3.5	0.051	0.178	0.010	0.004	0.004	0.003	0.190
5	96	6	60.00	60.00	33.92	33.92	4.3	3.5	0.031	0.110	0.006	0.003	0.003	0.002	0.117
6	6	7	100.00	160.00	56.53	90.44	4.3	3.5	0.052	0.183	0.010	0.005	0.005	0.003	0.196
7	7	8	100.00	260.00	56.53	146.97	4.2	3.5	0.052	0.183	0.010	0.005	0.005	0.003	0.196
8	8	9	26.00	286.00	14.70	161.67	4.2	3.5	0.014	0.048	0.003	0.001	0.001	0.001	0.051
9	9	5	35.00	321.00	19.78	181.45	4.2	3.5	0.018	0.064	0.004	0.002	0.002	0.001	0.068
10	5	10	83.00	752.50	46.92	425.37	4.0	3.5	0.043	0.152	0.009	0.004	0.004	0.003	0.162
11	10	11	87.50	840.00	49.46	474.83	4.0	3.5	0.046	0.160	0.009	0.004	0.004	0.003	0.171
95	11	13	100.00	940.00	56.53	531.35	4.0	3.5	0.052	0.183	0.010	0.005	0.005	0.003	0.196
12	13	36	8.50	948.50	4.80	536.16	4.0	3.5	0.004	0.016	0.001	0.000	0.000	0.000	0.017
13	12	14	74.84	74.84	42.30	42.30	4.3	3.5	0.039	0.137	0.008	0.003	0.003	0.002	0.146
14	14	15	84.91	159.75	48.00	90.30	4.3	3.5	0.044	0.156	0.009	0.004	0.004	0.003	0.166
15	15	16	81.14	240.89	45.87	136.17	4.2	3.5	0.042	0.149	0.008	0.004	0.004	0.003	0.159
16	16	17	73.79	314.68	41.71	177.88	4.2	3.5	0.039	0.135	0.008	0.003	0.003	0.002	0.144
17	17	18	79.15	393.83	44.74	222.62	4.1	3.5	0.041	0.145	0.008	0.004	0.004	0.003	0.155
18	18	19	67.08	460.91	37.92	260.54	4.1	3.5	0.035	0.123	0.007	0.003	0.003	0.002	0.131
19	19	20	82.39	1577.13	46.57	891.50	3.8	3.5	0.043	0.151	0.009	0.004	0.004	0.003	0.161
20	35	20	77.53	77.53	43.83	43.83	4.3	3.5	0.041	0.142	0.008	0.004	0.004	0.003	0.152
21	20	47	62.70	1717.36	35.44	970.77	3.8	3.5	0.033	0.115	0.007	0.003	0.003	0.002	0.123
22	21	22	82.71	82.71	46.75	46.75	4.3	3.5	0.043	0.152	0.009	0.004	0.004	0.003	0.162
23	22	24	86.43	169.14	48.86	95.61	4.2	3.5	0.045	0.158	0.009	0.004	0.004	0.003	0.169
24	23	24	82.85	82.85	46.83	46.83	4.3	3.5	0.043	0.152	0.009	0.004	0.004	0.003	0.162
25	24	28	81.16	333.15	45.88	188.32	4.2	3.5	0.042	0.149	0.008	0.004	0.004	0.003	0.159
26	25	28	80.99	80.99	45.78	45.78	4.3	3.5	0.042	0.148	0.008	0.004	0.004	0.003	0.158
27	26	27	113.83	113.83	64.34	64.34	4.3	3.5	0.060	0.209	0.012	0.005	0.005	0.004	0.223
28	27	28	36.78	150.61	20.79	85.14	4.3	3.5	0.019	0.067	0.004	0.002	0.002	0.001	0.072

Tramo	PVS		Longitud		Población		Factor de Harmon	Factor de Harmon	Caudales						
	De	A	Servida	Acumulada	Servida	Acumulada			Medio	Máximo	Mínimo	Comercial	Institucional	Infiltración	Diseño
	No.	No.	m	m	hab.	hab.			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
29	28	30	74.09	638.84	41.88	361.12	4.0	3.5	0.039	0.136	0.008	0.003	0.003	0.002	0.145
30	29	30	79.76	79.76	45.09	45.09	4.3	3.5	0.042	0.146	0.008	0.004	0.004	0.003	0.156
31	30	32	78.90	797.50	44.60	450.80	4.0	3.5	0.041	0.145	0.008	0.004	0.004	0.003	0.154
32	31	32	79.05	79.05	44.68	44.68	4.3	3.5	0.041	0.145	0.008	0.004	0.004	0.003	0.155
33	32	33	68.11	876.55	38.50	495.49	4.0	3.5	0.036	0.125	0.007	0.003	0.003	0.002	0.133
34	33	19	78.11	1033.83	44.15	584.39	3.9	3.5	0.041	0.143	0.008	0.004	0.004	0.003	0.153
35	34	33	79.17	79.17	44.75	44.75	4.3	3.5	0.041	0.145	0.008	0.004	0.004	0.003	0.155
36	36	38	83.24	1098.64	47.05	621.03	3.9	3.5	0.044	0.152	0.009	0.004	0.004	0.003	0.163
37	37	38	77.79	77.79	43.97	43.97	4.3	3.5	0.041	0.143	0.008	0.004	0.004	0.003	0.152
38	38	40	81.14	1257.57	45.87	710.87	3.9	3.5	0.042	0.149	0.008	0.004	0.004	0.003	0.159
39	39	40	77.35	77.35	43.72	43.72	4.3	3.5	0.040	0.142	0.008	0.004	0.004	0.003	0.151
40	40	42	73.89	1408.81	41.77	796.36	3.9	3.5	0.039	0.135	0.008	0.003	0.003	0.002	0.145
41	41	42	75.70	75.70	42.79	42.79	4.3	3.5	0.040	0.139	0.008	0.003	0.003	0.003	0.148
42	42	44	79.06	1563.57	44.69	883.84	3.8	3.5	0.041	0.145	0.008	0.004	0.004	0.003	0.155
43	43	44	71.26	71.26	40.28	40.28	4.3	3.5	0.037	0.131	0.007	0.003	0.003	0.002	0.139
44	44	46	68.96	1703.79	38.98	963.10	3.8	3.5	0.036	0.126	0.007	0.003	0.003	0.002	0.135
45	45	46	67.67	67.67	38.25	38.25	4.3	3.5	0.035	0.124	0.007	0.003	0.003	0.002	0.132
46	46	47	84.57	1856.03	47.80	1049.16	3.8	3.5	0.044	0.155	0.009	0.004	0.004	0.003	0.165
47	48	36	66.90	66.90	37.82	37.82	4.3	3.5	0.035	0.123	0.007	0.003	0.003	0.002	0.131
48	49	51	82.04	82.04	46.37	46.37	4.3	3.5	0.043	0.150	0.009	0.004	0.004	0.003	0.161
49	50	51	71.81	71.81	40.59	40.59	4.3	3.5	0.038	0.132	0.008	0.003	0.003	0.002	0.141
50	51	53	79.77	233.62	45.09	132.06	4.2	3.5	0.042	0.146	0.008	0.004	0.004	0.003	0.156
51	52	53	75.55	75.55	42.71	42.71	4.3	3.5	0.040	0.138	0.008	0.003	0.003	0.003	0.148
52	53	55	76.71	385.88	43.36	218.13	4.1	3.5	0.040	0.141	0.008	0.004	0.004	0.003	0.150
53	54	55	80.55	80.55	45.53	45.53	4.3	3.5	0.042	0.148	0.008	0.004	0.004	0.003	0.158
54	55	57	78.63	545.06	44.45	308.11	4.1	3.5	0.041	0.144	0.008	0.004	0.004	0.003	0.154
55	56	57	86.12	86.12	48.68	48.68	4.3	3.5	0.045	0.158	0.009	0.004	0.004	0.003	0.169
56	57	59	73.81	2158.45	41.72	1220.11	3.7	3.5	0.039	0.135	0.008	0.003	0.003	0.002	0.144
57	58	59	91.51	91.51	51.73	51.73	4.3	3.5	0.048	0.168	0.010	0.004	0.004	0.003	0.179
58	59	60	80.89	2477.99	45.72	1400.73	3.7	3.5	0.042	0.148	0.008	0.004	0.004	0.003	0.158
59	60	47	96.13	2689.22	54.34	1520.14	3.7	3.5	0.050	0.176	0.010	0.004	0.004	0.003	0.188
60	61	62	79.37	79.37	44.87	44.87	4.3	3.5	0.042	0.145	0.008	0.004	0.004	0.003	0.155
61	62	64	81.84	161.21	46.26	91.13	4.3	3.5	0.043	0.150	0.009	0.004	0.004	0.003	0.160
62	63	64	76.50	76.50	43.24	43.24	4.3	3.5	0.040	0.140	0.008	0.004	0.004	0.003	0.150
63	64	66	80.96	318.67	45.76	180.13	4.2	3.5	0.042	0.148	0.008	0.004	0.004	0.003	0.158
64	65	66	74.05	74.05	41.86	41.86	4.3	3.5	0.039	0.136	0.008	0.003	0.003	0.002	0.145

Tramo	PVS		Longitud		Población		Factor de Harmon	Factor de Harmon	Caudales						
	De	A	Servida	Acumulada	Servida	Acumulada			Medio	Máximo	Minimo	Comercial	Institucional	Infiltración	Diseño
No.	No.	No.	m	m	hab.	hab.			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
65	66	68	75.69	468.41	42.79	264.78	4.1	3.5	0.040	0.139	0.008	0.003	0.003	0.003	0.148
66	67	68	72.18	72.18	40.80	40.80	4.3	3.5	0.038	0.132	0.008	0.003	0.003	0.002	0.141
67	68	70	79.87	620.46	45.15	350.73	4.0	3.5	0.042	0.146	0.008	0.004	0.004	0.003	0.156
68	70	57	70.82	1453.46	40.03	821.60	3.9	3.5	0.037	0.130	0.007	0.003	0.003	0.002	0.139
69	71	72	68.23	68.23	38.57	38.57	4.3	3.5	0.036	0.125	0.007	0.003	0.003	0.002	0.134
70	72	74	81.77	150.00	46.22	84.79	4.3	3.5	0.043	0.150	0.009	0.004	0.004	0.003	0.160
71	73	74	70.92	70.92	40.09	40.09	4.3	3.5	0.037	0.130	0.007	0.003	0.003	0.002	0.139
72	74	76	82.84	303.76	46.83	171.71	4.2	3.5	0.043	0.152	0.009	0.004	0.004	0.003	0.162
73	75	76	74.05	74.05	41.86	41.86	4.3	3.5	0.039	0.136	0.008	0.003	0.003	0.002	0.145
74	76	78	74.76	452.57	42.26	255.82	4.1	3.5	0.039	0.137	0.008	0.003	0.003	0.002	0.146
75	77	78	76.42	76.42	43.20	43.20	4.3	3.5	0.040	0.140	0.008	0.003	0.003	0.003	0.150
76	78	79	78.81	607.80	44.55	343.57	4.1	3.5	0.041	0.144	0.008	0.004	0.004	0.003	0.154
77	79	70	78.45	686.25	44.35	387.92	4.0	3.5	0.041	0.144	0.008	0.004	0.004	0.003	0.154
78	69	70	75.93	75.93	42.92	42.92	4.3	3.5	0.040	0.139	0.008	0.003	0.003	0.003	0.149
79	81	59	69.04	147.14	39.03	83.17	4.3	3.5	0.036	0.126	0.007	0.003	0.003	0.002	0.135
80	80	81	78.10	78.10	44.15	44.15	4.3	3.5	0.041	0.143	0.008	0.004	0.004	0.003	0.153
81	82	60	68.70	68.70	38.83	38.83	4.3	3.5	0.036	0.126	0.007	0.003	0.003	0.002	0.134
82	83	60	46.40	46.40	26.23	26.23	4.4	3.5	0.024	0.085	0.005	0.002	0.002	0.002	0.091
83	85	86	99.17	148.81	56.06	84.12	4.3	3.5	0.052	0.182	0.010	0.005	0.005	0.003	0.194
84	47	86	47.29	6309.90	26.73	3566.80	3.4	3.5	0.025	0.087	0.005	0.002	0.002	0.002	0.093
85	84	85	49.64	49.64	28.06	28.06	4.4	3.5	0.026	0.091	0.005	0.002	0.002	0.002	0.097
86	88	89	97.84	145.47	55.31	82.23	4.3	3.5	0.051	0.179	0.010	0.004	0.004	0.003	0.191
87	86	89	50.36	6509.07	28.47	3679.38	3.4	3.5	0.026	0.092	0.005	0.002	0.002	0.002	0.099
88	87	88	47.63	47.63	26.92	26.92	4.4	3.5	0.025	0.087	0.005	0.002	0.002	0.002	0.093
89	91	92	96.49	120.47	54.54	68.10	4.3	3.5	0.051	0.177	0.010	0.004	0.004	0.003	0.189
90	89	92	44.61	6699.15	25.22	3786.83	3.4	3.5	0.023	0.082	0.005	0.002	0.002	0.001	0.087
91	90	91	23.98	23.98	13.56	13.56	4.4	3.5	0.013	0.044	0.003	0.001	0.001	0.001	0.047
92	93	94	95.85	95.85	54.18	54.18	4.3	3.5	0.050	0.176	0.010	0.004	0.004	0.003	0.188
93	92	94	25.30	6844.92	14.30	3869.23	3.3	3.5	0.013	0.046	0.003	0.001	0.001	0.001	0.050
94	94	95	100.00	6944.92	56.53	3925.75	3.3	3.5	0.052	0.183	0.010	0.005	0.005	0.003	0.196
96	95	97	100.00	7044.92	0.00	0.00	0.00	3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.003
97	97	98	100.00	7144.92	0.00	0.00	0.00	3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.003
98	98	99	100.00	7244.92	0.00	0.00	0.00	3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.003
99	99	100	100.00	7344.92	0.00	0.00	0.00	3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.003
100	100	101	100.00	7444.92	0.00	0.00	0.00	3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.003
101	101	102	100.00	7544.92	0.00	0.00	0.00	3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.003
102	102	999	14.70	7559.62	0.00	0.00	0.00	3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0005	0.0005

Diseño de la red de Alcantarillado Sanitario para el casco urbano del municipio de Tola, Rivas.

IV.4.3 DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS ALCANTARILLAS:

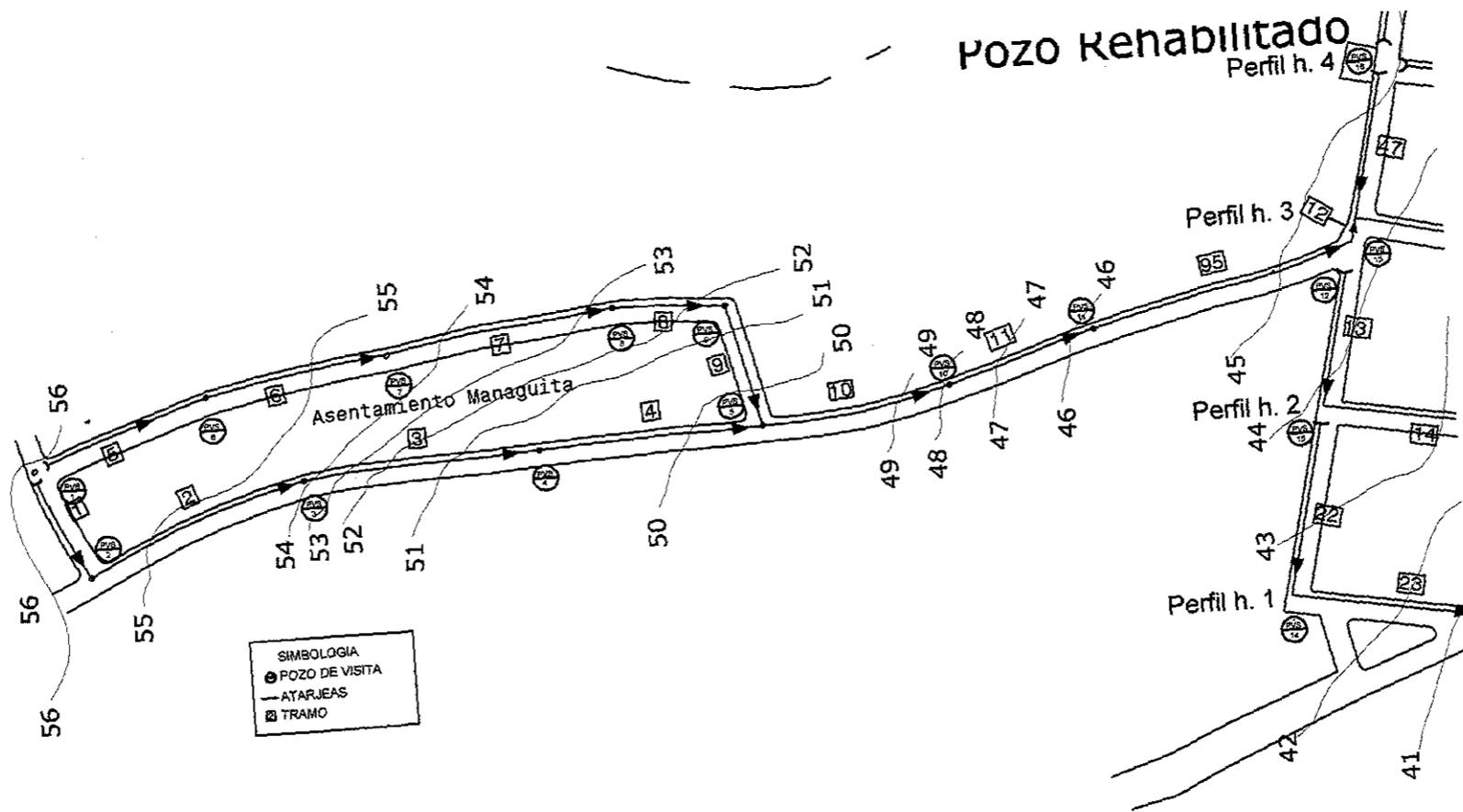
El diseño se realizó con la ayuda del programa SEWEREX, en el que se introducen: Cotas del terreno cada pozo de visita o dispositivo a proyectar, números, longitudes y caudales de diseño de cada tramo, también se introducen los parámetros que deben cumplir con el diseño en conformidad con las normas del Método Simplificado y ENACAL, finalmente, el programa nos brinda el diseño de los colectores y atarjeas.

A continuación se presentan los resultados del diseño de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Tola, Rivas a través del programa SEWEREX con su respectivo esquema de la red. En el anexo 8 se muestran los planos planta perfil de la red.

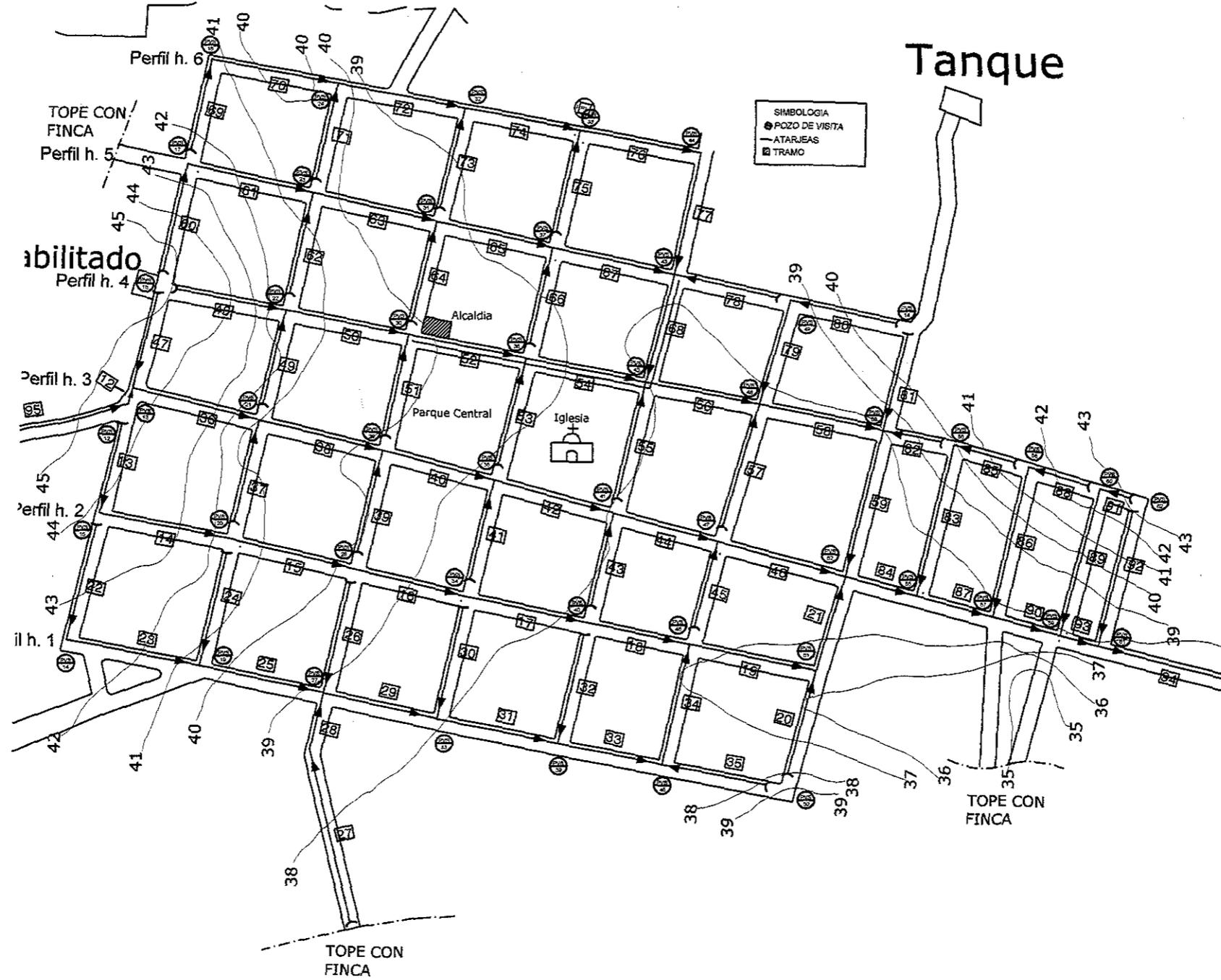
Pozo	e Para	Long.Cota Terreno (m)		Cota Fondo (m)		Profundidad		Caud.Acum.(l/s)		Pendiente	Diám.	Velocidad	Tirante Rel.	Sigma Calc.		Tubo de Caída A.Ab.	
		(m)	A.Arriba	A.Abajo	A.Arriba	A.Abajo	Pozo	A.Abajo	Inicial					Final	Inicial		Final
1	2	51.50	55.39	55.41	54.49	53.29	0.90	2.12	0,1000	0,1000	0,02332	0.10	0,4475	0.07	1.00	1.00	0.00
2	3	100.00	55.41	53.93	53.29	51.92	2.12	2.01	0,3000	0,3000	0,01366	0.15	0,4894	0.08	1.00	1.00	0.00
3	4	100.00	53.93	50.35	51.92	49.40	2.01	0.95	0,5000	0,5000	0,02518	0.15	0,7071	0.08	2.02	2.02	0.00
4	5	97.00	50.35	49.77	49.40	48.59	0.95	1.18	0,6900	0,6900	0,00840	0.15	0,5308	0.13	1.00	1.00	0.00
5	10	83.00	49.77	47.70	48.59	46.75	1.18	0.95	1,4900	1,4900	0,02209	0.15	0,9377	0.15	2.99	2.99	0.00
6	7	100.00	55.58	54.26	52.93	51.62	2.65	2.65	0,3200	0,3200	0,01315	0.15	0,4925	0.08	1.00	1.00	0.00
7	8	100.00	54.26	52.55	51.62	50.63	2.65	1.92	0,5200	0,5200	0,00990	0.15	0,5164	0.11	1.00	1.00	0.00
8	9	26.00	52.55	51.50	50.63	50.38	1.92	1.11	0,5700	0,5700	0,00938	0.15	0,5211	0.11	1.00	1.00	0.00
9	5	35.00	51.50	49.77	50.38	48.82	1.11	0.95	0,6400	0,6400	0,04461	0.15	0,9301	0.08	3.52	3.52	0.23
0	11	87.50	47.70	45.82	46.75	44.87	0.95	0.95	1,6600	1,6600	0,02152	0.15	0,9596	0.15	3.08	3.08	0.00
1	13	100.00	45.82	44.19	44.87	43.24	0.95	0.95	1,8600	1,8600	0,01631	0.15	0,9004	0.17	2.61	2.61	0.30
2	14	74.84	44.19	43.92	42.99	41.61	1.20	2.31	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	0.00
3	36	8.50	44.19	44.29	42.94	42.90	1.25	1.39	1,8800	1,8800	0,00475	0.15	0,5838	0.24	1.00	1.00	0.32
4	15	84.91	43.92	41.23	41.61	39.98	2.31	1.25	0,3200	0,3200	0,01925	0.15	0,5625	0.07	1.34	1.34	0.00
5	16	81.14	41.23	39.74	39.98	38.49	1.25	1.25	0,4800	0,4800	0,01836	0.15	0,6256	0.09	1.56	1.56	0.00
6	17	73.79	39.74	38.45	38.49	37.20	1.25	1.25	0,6200	0,6200	0,01748	0.15	0,6642	0.10	1.68	1.68	0.00
7	18	79.15	38.45	37.68	37.20	36.43	1.25	1.25	0,7700	0,7700	0,00973	0.15	0,5775	0.13	1.18	1.18	0.00
8	19	67.08	37.68	37.01	36.43	35.76	1.25	1.25	0,9000	0,9000	0,00999	0.15	0,6107	0.14	1.29	1.29	3.73
9	20	82.39	37.01	36.13	32.03	31.74	4.98	4.39	3,1900	3,1900	0,00356	0.15	0,6124	0.34	1.00	1.00	0.00
0	47	62.70	36.13	37.36	31.74	31.53	4.39	5.83	3,4600	3,4600	0,00341	0.15	0,6169	0.35	1.00	1.00	0.00
1	22	82.71	43.92	42.82	42.72	41.26	1.20	1.56	0,1600	0,1600	0,01769	0.10	0,4688	0.09	1.00	1.00	0.00
2	24	86.43	42.82	40.56	41.26	39.31	1.56	1.25	0,3300	0,3300	0,02252	0.15	0,5996	0.07	1.54	1.54	0.75
3	24	82.85	41.23	40.56	40.03	38.56	1.20	2.00	0,1600	0,1600	0,01769	0.10	0,4688	0.09	1.00	1.00	0.00
4	28	81.16	40.56	38.85	38.56	37.60	2.00	1.25	0,6500	0,6500	0,01188	0.15	0,5887	0.11	1.27	1.27	4.03
5	28	80.99	39.74	38.85	38.54	37.11	1.20	1.74	0,1600	0,1600	0,01769	0.10	0,4688	0.09	1.00	1.00	3.54
6	27	113.83	36.68	38.52	35.78	34.11	0.90	4.41	0,2200	0,2200	0,01468	0.10	0,4835	0.11	1.00	1.00	0.00
7	28	38.78	38.52	38.85	34.11	33.57	4.41	5.28	0,2900	0,2900	0,01393	0.15	0,4878	0.07	1.00	1.00	0.00
8	30	74.09	38.85	38.05	33.57	33.12	5.28	4.93	1,2400	1,2400	0,00600	0.15	0,5614	0.18	1.00	1.00	0.00
9	30	79.76	38.45	38.05	37.55	36.14	0.90	1.91	0,1600	0,1600	0,01769	0.10	0,4688	0.09	1.00	1.00	3.01
0	32	78.90	38.05	37.37	33.12	32.71	4.93	4.66	1,5500	1,5500	0,00529	0.15	0,5734	0.21	1.00	1.00	0.00
1	32	79.05	37.68	37.37	36.78	35.33	0.90	2.04	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	2.62
2	33	68.11	37.37	37.05	32.71	32.38	4.66	4.67	1,8300	1,8300	0,00482	0.15	0,5823	0.23	1.00	1.00	0.00
3	19	78.11	37.05	37.01	32.38	32.03	4.67	4.98	2,1300	2,1300	0,00443	0.15	0,5906	0.26	1.00	1.00	0.00
4	33	79.17	39.96	37.05	39.06	36.15	0.90	0.90	0,1500	0,1500	0,03676	0.10	0,5931	0.07	1.71	1.71	3.77
5	20	77.53	39.96	36.13	39.06	35.23	0.90	0.90	0,1500	0,1500	0,04940	0.10	0,6576	0.07	2.15	2.15	3.49
6	38	83.24	44.29	40.84	42.58	39.59	1.71	1.25	2,1700	2,1700	0,03595	0.15	1,2445	0.16	5.16	5.16	0.99
7	38	77.79	41.23	40.84	40.03	38.60	1.20	2.24	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	0.00
8	40	81.14	40.84	39.87	38.60	38.27	2.24	1.60	2,4800	2,4800	0,00407	0.15	0,5988	0.28	1.00	1.00	1.15
9	40	77.35	39.74	39.87	38.54	37.12	1.20	2.75	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	0.00
0	42	73.89	39.87	38.64	37.12	36.83	2.75	1.81	2,7700	2,7700	0,00384	0.15	0,6048	0.31	1.00	1.00	0.98
1	42	75.70	38.45	38.64	37.25	35.86	1.20	2.78	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	0.00
2	44	79.06	38.64	37.93	35.86	35.57	2.78	2.36	3,0700	3,0700	0,00363	0.15	0,6104	0.33	1.00	1.00	0.46

Pozo e Para	Long. (m)	Cota Terreno (m)		Cota Fondo (m)		Profundidad		Caud.Acum.(l/s)		Pendiente	Diám.	Velocidad	Tirante	Sigma Calc.		Tubo de
		A.Arriba	A.Abajo	A.Arriba	A.Abajo	Pozo	A.Abajo	Inicial	Final				Rel.	Inicial	Final	Caida
3 44	71.26	37.68	37.93	36.48	35.12	1.20	2.81	0,1400	0,1400	0,01914	0.10	0,4628	0.08	1.00	1.00	0.00
4 46	68.96	37.93	37.53	35.12	34.88	2.81	2.65	3,3500	3,3500	0,00347	0.15	0,6151	0.35	1.00	1.00	0.42
5 46	67.67	37.01	37.53	35.81	34.46	1.20	3.07	0,1300	0,1300	0,01999	0.10	0,4593	0.08	1.00	1.00	0.00
6 47	84.57	37.53	37.36	34.46	34.18	3.07	3.18	3,6500	3,6500	0,00332	0.15	0,6198	0.37	1.00	1.00	2.65
7 86	47.29	37.36	37.43	31.53	31.44	5.83	5.99	12,4600	12,4600	0,00186	0.20	0,6824	0.56	1.00	1.00	0.00
8 36	66.90	45.12	44.29	43.92	42.58	1.20	1.71	0,1300	0,1300	0,01999	0.10	0,4593	0.08	1.00	1.00	0.00
9 51	82.04	45.12	41.49	43.92	40.29	1.20	1.20	0,1600	0,1600	0,04425	0.10	0,6452	0.07	2.03	2.03	2.02
0 51	71.81	40.84	41.49	39.64	38.27	1.20	3.22	0,1400	0,1400	0,01914	0.10	0,4628	0.08	1.00	1.00	0.00
1 53	79.77	41.49	40.16	38.27	37.42	3.22	2.74	0,4600	0,4600	0,01063	0.15	0,5103	0.10	1.00	1.00	0.14
2 53	75.55	39.87	40.16	38.67	37.28	1.20	2.88	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	0.00
3 55	76.71	40.16	39.38	37.28	36.67	2.88	2.71	0,7600	0,7600	0,00794	0.15	0,5358	0.13	1.00	1.00	0.65
4 55	80.55	38.65	39.38	37.45	36.02	1.20	3.36	0,1600	0,1600	0,01769	0.10	0,4688	0.09	1.00	1.00	0.00
5 57	78.63	39.38	38.06	36.02	35.51	3.36	2.55	1,0700	1,0700	0,00652	0.15	0,5537	0.17	1.00	1.00	0.80
6 57	73.81	37.93	38.06	36.73	35.47	1.20	2.59	0,1700	0,1700	0,01707	0.10	0,4716	0.09	1.00	1.00	0.76
7 59	73.81	38.06	37.72	34.71	34.48	3.35	3.24	4,2200	4,2200	0,00308	0.15	0,6275	0.41	1.00	1.00	0.00
8 59	91.51	37.56	37.72	36.36	34.85	1.20	2.87	0,1800	0,1800	0,01651	0.10	0,4742	0.10	1.00	1.00	0.37
9 60	80.89	37.72	37.70	34.48	34.25	3.24	3.45	4,8500	4,8500	0,00287	0.15	0,6347	0.45	1.00	1.00	0.00
0 47	96.13	37.70	37.36	34.25	33.98	3.45	3.38	5,2600	5,2600	0,00276	0.15	0,6389	0.47	1.00	1.00	2.46
1 62	79.37	45.12	42.26	44.22	41.36	0.90	0.90	0,1600	0,1600	0,03603	0.10	0,6007	0.07	1.73	1.73	0.35
2 64	76.50	42.26	40.48	41.01	39.23	1.25	1.25	0,3200	0,3200	0,02327	0.15	0,6009	0.07	1.55	1.55	0.35
3 64	76.50	41.49	40.48	40.29	38.88	1.20	1.60	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	0.00
4 66	80.96	40.48	39.28	38.88	38.03	1.60	1.25	0,6300	0,6300	0,01055	0.15	0,5595	0.11	1.15	1.15	0.49
5 66	74.05	40.16	39.28	38.96	37.54	1.20	1.74	0,1400	0,1400	0,01914	0.10	0,4628	0.08	1.00	1.00	0.00
6 68	75.69	39.28	38.65	37.54	37.00	1.74	1.65	0,9200	0,9200	0,00711	0.15	0,5457	0.15	1.00	1.00	0.21
7 68	72.18	39.38	38.65	38.18	36.80	1.20	1.85	0,1400	0,1400	0,01914	0.10	0,4628	0.08	1.00	1.00	0.00
8 70	79.87	38.65	38.30	36.80	36.31	1.85	1.99	1,2200	1,2200	0,00605	0.15	0,5606	0.18	1.00	1.00	1.34
9 70	75.93	38.46	38.30	37.56	36.16	0.90	2.14	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	1.19
0 57	70.82	38.30	38.06	34.98	34.71	3.32	3.35	2,8400	2,8400	0,00379	0.15	0,6062	0.31	1.00	1.00	0.00
1 72	68.23	42.26	41.16	41.36	40.00	0.90	1.16	0,1300	0,1300	0,01999	0.10	0,4593	0.08	1.00	1.00	0.00
2 74	81.77	41.16	38.84	40.00	37.89	1.16	0.95	0,2900	0,2900	0,02576	0.15	0,6041	0.06	1.61	1.61	0.30
3 74	70.92	40.48	38.84	39.28	37.64	1.20	1.20	0,1400	0,1400	0,02312	0.10	0,4943	0.08	1.16	1.16	0.05
4 76	82.64	38.84	38.65	37.59	36.83	1.25	1.82	0,5900	0,5900	0,00919	0.15	0,5228	0.11	1.00	1.00	0.36
5 76	84.05	39.28	38.65	38.08	36.47	1.20	2.18	0,1400	0,1400	0,01914	0.10	0,4628	0.08	1.00	1.00	0.00
6 78	76.42	38.65	38.58	36.47	35.91	2.18	2.67	0,8800	0,8800	0,00730	0.15	0,5433	0.15	1.00	1.00	0.00
7 78	76.42	38.65	38.58	37.45	36.05	1.20	2.53	0,1500	0,1500	0,01838	0.10	0,4658	0.09	1.00	1.00	0.13
8 79	78.81	38.58	38.42	35.91	35.43	2.67	2.99	1,1800	1,1800	0,00617	0.15	0,5589	0.18	1.00	1.00	0.00
9 70	78.45	38.42	38.30	35.43	34.98	2.99	3.32	1,3300	1,3300	0,00576	0.15	0,5652	0.19	1.00	1.00	0.00
0 81	78.10	42.14	38.46	41.24	37.56	0.90	0.90	0,1500	0,1500	0,04712	0.10	0,6468	0.07	2.07	2.07	0.05
1 59	69.04	38.46	37.72	37.51	36.55	0.95	1.17	0,2900	0,2900	0,01393	0.15	0,4878	0.07	1.00	1.00	2.07
2 60	68.70	42.14	37.70	41.24	36.80	0.90	0.90	0,1300	0,1300	0,06463	0.10	0,6913	0.06	2.47	2.47	2.55
3 60	46.40	40.00	37.70	39.10	36.80	0.90	0.90	0,0900	0,0900	0,04957	0.10	0,5636	0.05	1.71	1.71	2.55
4 85	49.64	40.30	40.00	39.40	38.24	0.90	1.76	0,1000	0,1000	0,02332	0.10	0,4475	0.07	1.00	1.00	0.00

Pozo	e Para	Long. (m)	Cota Terreno (m)		Cota Fondo (m)		Profundidad		Caud.Acum.(l/s)		Pendiente	Diám.	Velocidad	Tirante		Sigma Calc.		Tubo de Caída	A.Ab.
			A.Arriba	A.Abajo	A.Arriba	A.Abajo	Pozo	A.Abajo	Inicial	Final				Rel.	Inicial	Final			
5	86	99.17	40.00	37.43	38.24	36.48	1.76	0.95	0,2900	0,2900	0,01777	0.15	0,5309	0.07	1.21	1.21			5.04
6	89	50.36	37.43	37.08	31.44	31.35	5.99	5.73	12,8500	12,8500	0,00184	0.20	0,6839	0.58	1.00	1.00			0.00
7	88	47.63	42.49	40.30	41.59	39.40	0.90	0.90	0,0900	0,0900	0,04598	0.10	0,5490	0.05	1.61	1.61			0.05
8	89	97.84	40.30	37.08	39.35	36.13	0.95	0.95	0,2800	0,2800	0,03291	0.15	0,6509	0.06	1.91	1.91			4.78
9	92	49.61	37.08	37.15	31.35	31.25	5.73	5.90	13,2200	13,2200	0,00182	0.20	0,6852	0.59	1.00	1.00			0.00
0	91	23.98	43.21	42.49	42.31	41.47	0.90	1.02	0,0500	0,0500	0,03516	0.10	0,4181	0.04	1.00	1.00			0.00
1	92	96.49	42.49	37.15	41.47	36.20	1.02	0.95	0,2400	0,2400	0,05459	0.15	0,7407	0.05	2.63	2.63			4.95
2	94	25.30	37.15	37.87	31.25	31.21	5.90	6.66	13,5100	13,5100	0,00180	0.20	0,6862	0.60	1.00	1.00			0.00
3	94	95.85	43.21	37.87	42.31	36.97	0.90	0.90	0,1900	0,1900	0,05574	0.10	0,7368	0.07	2.62	2.62			5.76
4	95	100.00	37.87	38.10	31.21	31.03	6.66	7.07	13,7000	13,7000	0,00179	0.20	0,6868	0.61	1.00	1.00			0.00
5	97	100.00	38.10	38.36	31.03	30.85	7.07	7.51	13,7000	13,7000	0,00179	0.20	0,6868	0.61	1.00	1.00			0.00
6	6	60.00	55.39	55.58	54.19	52.93	1.20	2.65	0,1200	0,1200	0,02095	0.10	0,4557	0.07	1.00	1.00			0.00
7	98	100.00	38.36	38.24	30.85	30.67	7.51	7.57	13,7000	13,7000	0,00179	0.20	0,6868	0.61	1.00	1.00			0.00
8	99	100.00	38.24	36.80	30.67	30.49	7.57	6.31	13,7000	13,7000	0,00179	0.20	0,6868	0.61	1.00	1.00			0.00
9	100	100.00	36.80	34.52	30.49	30.31	6.31	4.21	13,7000	13,7000	0,00179	0.20	0,6868	0.61	1.00	1.00			0.00
0	101	100.00	34.52	32.14	30.31	30.13	4.21	2.01	13,7000	13,7000	0,00179	0.20	0,6868	0.61	1.00	1.00			0.00
1	102	100.00	32.14	31.54	30.13	29.96	2.01	1.58	13,7000	13,7000	0,00179	0.20	0,6868	0.61	1.00	1.00			0.00
2	999	14.70	31.54	31.48	29.96	29.93	1.58	1.55	13,7000	13,7000	0,00179	0.20	0,6868	0.61	1.00	1.00			0.00



HACIA RANCHO
SANTANA



Tanque

SIMBOLOGIA

- POZO DE VISITA
- ATARJEAS
- ▣ TRAMO

TOPE CON FINCA
Perfil h. 5

abilitado
Perfil h. 4

Perfil h. 3

Perfil h. 2

il h. 1

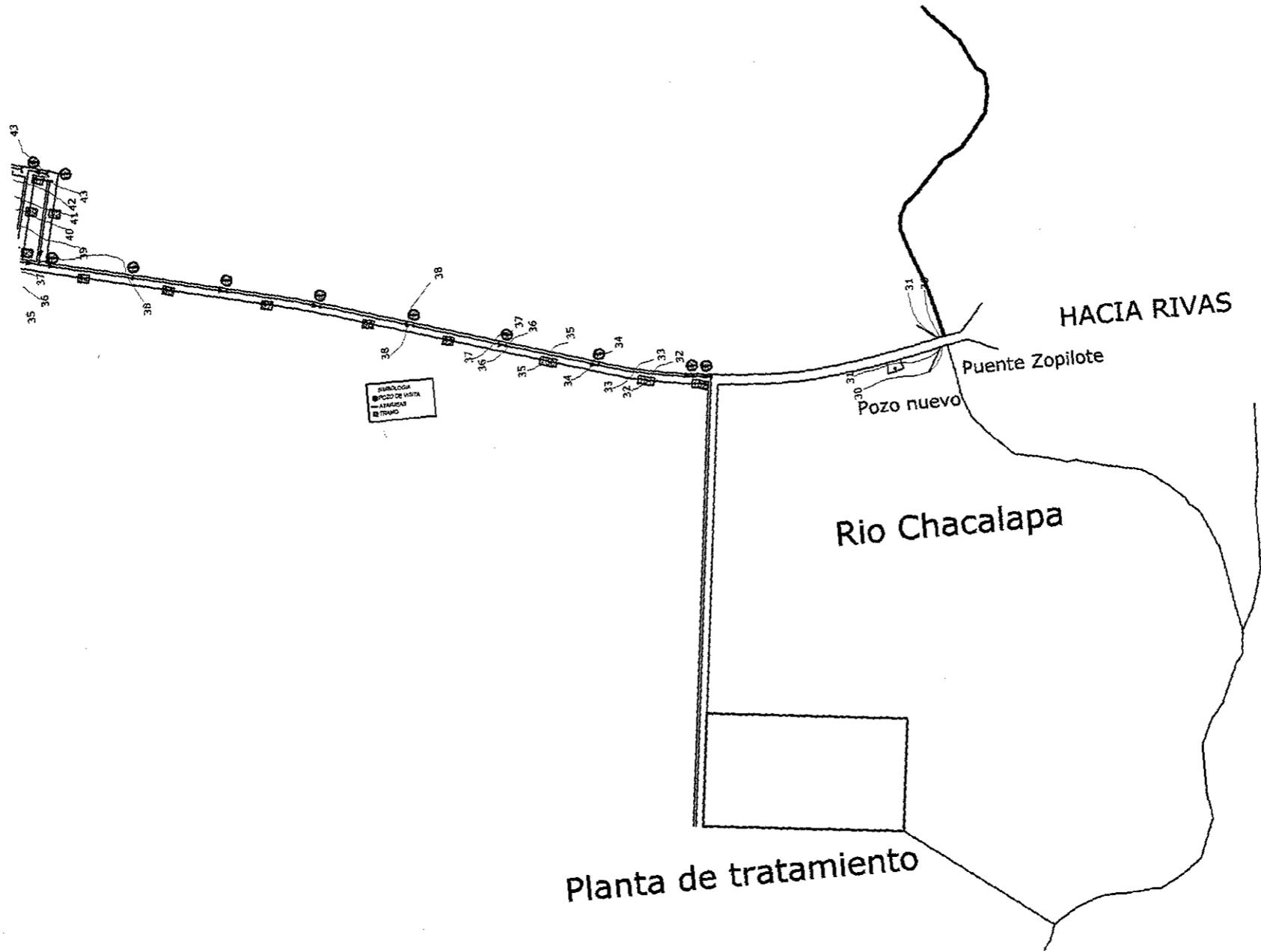
TOPE CON FINCA

TOPE CON FINCA

Alcaldia

Parque Central

Iglesia



SIMBOLÓGICA
POZO DE INTA
ANAGARAS
TRAMO

HACIA RIVAS

Puente Zopilote

Rio Chacalapa

Planta de tratamiento

Pozo nuevo

IV.4.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El sistema de Alcantarillado Sanitario del casco urbano del municipio de Tola, Rivas. Ha sido diseñado para dar sucesivo al 100 % de la población del sector por todo el tiempo de vida útil de los materiales utilizados para la construcción del mismo.

El sistema funcionara totalmente por gravedad siguiendo, en la mayoría de los casos, la pendiente del terreno natural, salvo algunas excepciones que por conveniencia (para que el flujo desaguara por algún punto), se considero necesario hacerlos con pendientes contrarias a la del terreno natural, cuidando de no provocar excavación excesiva del sistema.

La red tiene una longitud de 7712.48 m. el material utilizado para todas las tuberías fue de PVC de 4", 6" y 8" según lo requerido.

Como dispositivo de registro se utilizaron pozos de visita hechos en el sitio, pero procurando no sobre utilizar este tipo de dispositivo ya que este es una variable muy importante en el costo total del proyecto.

La red conducirá las aguas residuales la planta de tratamiento propuesta por los autores de este documento.

IV.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y CONSTRUCCION.

La tubería a utilizar será PVC (SDR 41), debido a que son tuberías impermeables sin poros o fisuras, no contienen elementos tóxicos ni perjudiciales para la salud, son inoxidables y anticorrosivos.

El material de los tubos y accesorios y los métodos de prueba a que serán sometidos, estarán de acuerdo por American Society for testing and Matirals (ASTM) Boletín D3034-74 para tubos de PVC.

IV.5.1 INSTALACION DE TUBERÍAS DE PVC.

La colocación de tubería de drenaje sanitario de la norma ASTM D3034 se podrá utilizar por dos métodos viables.

- a) Colocar la tubería principal de todo el proyecto con sus accesorios protegidos con tapones y luego regresar a colocar las conexiones domiciliarias.
- b) Colocar la tubería principal entre dos pozos de visita con sus accesorios y luego regresar a colocar los domiciliarios. Se recomienda este método ya que permitirá tener un ritmo de avance del proyecto, evitara mayores molestias al usuario, reducirá los costos y conllevará a una mejor eficiencia del elemento humano y la maquinaria. Sin embargo siempre se deberá cuidar de no dejar transcurrir mucho tiempo para colocar los domiciliarios, ya que es posible que se produzcan derrumbes de la zanja con la siguiente pérdida de tiempo y recursos al tener que reubicar los accesorios, lo que podría encarecer los costos del proyecto.

i) Preparación de la zanja.

El fondo de la zanja deberá ser de tal forma que provea un apoyo firme y uniforme a lo largo de toda la tubería, se deben prepara aberturas al final de cada tramo para permitir un acople correcto.

Cuando en la sub base de la zanje se encuentre en condiciones inestables que impidieran proporcionar a la tubería un apoyo firme y constante, deberá realizarse una sobre excavación y rellenar esta con un material adecuado, arena bien compactada u otro.

Cuando en el fondo de la zanja se presenten condiciones muy severas, como capa freática alta, suelo inestable o muy rocoso deberán usarse materiales especiales en capas de grava, arena o material selecto, la capa sobre la que se apoye la tubería será como mínimo 10 cm. de espesor compactado.

Piedras grandes o puntiagudas, axial como cualquier otro material extraño deben eliminarse en un área de 10 cm. alrededor de la tubería, a fin de evitarle daños.

ii) Ancho de la zanja.

Los factores que determinan el ancho de la excavación son los siguientes:

- a) Tipo de suelo (estable o inestable)
- b) Profundidad de instalación.
- c) Diámetro de la tubería.

Si el acople de los tubos se realiza en el exterior, el ancho de la zanja puede ser menor.

La forma de la zanja debe asegurar que sus paredes se mantengan estables bajo cualquier condición de trabajo. Ver anexo 10 figura 5.

vi) Profundidad de la zanja.

La profundidad de la zanja esta regida por las normas de ENACAL (ref. Cáp. IV.1.9), sin embargo en términos generales la profundidad mínima de instalación debe proteger a la tubería de los efectos de la carga viva, así mismo, la profundidad máxima se establece de tal manera que no se dificulten los labores de mantenimiento y reparación, o por la conexión de nuevos servicio.

Tabla .25. Profundidad y anchos de zanjas recomendados.

Características	condición	Alcantarillado sanitario
Profundidad (m)	Máximo	D + 2.50
	Mínimo rural	D + 1.00
Ancho (m)	Máximo	D + 0.50
	Mínimo.	D + 0.40

vii) Colocación de la tubería.

Para instalar la tubería deben utilizarse implementos, herramientas y equipo adecuado para evitar daños a la misma. Bajo ninguna circunstancia debe lanzarse la tubería y los accesorios a la zanja.

Las campanas deben colocarse en dirección aguas arriba; y la instalación debe principiarse de la parte baja hacia la parte alta.

En el acople de los tubos no se requieren herramientas especiales, este se puede hacer manualmente o bien utilizando un taco de madera o una barra para hacer palanca.

La unión de los tubos será cementada, este tipo de unión es segura, fácil y rápida de instalación.

Cuando se interrumpa la instalación de la tubería, deben colocarse tapones a las aberturas para evitar la entrada de agua, tierra o cualquier material ajeno a la tubería.

Para rellenar las zanjas con las tuberías ya colocadas se aconseja compactar los primeros 30 cm. en forma manual, pudiendo utilizar para la parte superior de la zanja compactadoras mecánicas.

La primera capa deberá ser de material fino o material selecto, el resto de relleno se hará con el mismo material que se excavo.

En caso que sea necesario instalar una sesión corta de tubería esta puede ser cortada con una sierra, debiéndose luego hacer el bisel a 15° y con una profundidad igual a la mitad del espesor del tubo.

viii) Sistema de unión de tubería de PVC.

Se empleara la unión cementada (pegamento o cemento solvente PVC.) este es un producto que activa un proceso químico de soldadura que disuelve la superficie del tubo y suelda al evaporarse los solventes y debe aplicarse con el mayor cuidado.

Los procedimientos de pegamento son simples, si cada paso es efectuado con el debido cuidado, se podrá evitar fugas por uniones mal hechas.

Es necesario mantener cerrado el envase de pegamento mientras no este en uso, ya que contiene solvente altamente volátiles que se evaporan rápidamente. Si el pegamento se torna muy espeso, diferente a su aspecto original hay que descartarlo.

Por consiguiente, se deberá tomar en cuenta la siguiente guía para realizar adecuadamente las juntas cementadas.

- a) Preparar la operación reuniendo los siguientes materiales; tubo de PVC con extremos lisos, conexión con campana para cementar, limpiador, cemento, brocha, trapo limpio o estopa, marcador, solvente y recipiente para lavar la brocha.
- b) Prueba de ajuste; sin utilizar cemento introducir el extremo del tubo en la campana hasta que tope y dibujar una línea con el marcador.
- c) Limpieza; se deberá limpiar el interior de la campana u el extremo lizo del tubo con el trapo impregnado de limpiador.
- d) Cementado; aplicar rápidamente el cemento con la brocha en el interior de la campana y el extremo lizo del tubo.
- e) Acople; se debe introducir el tubo en la campana con un movimiento firme y parejo, girándolo $\frac{1}{4}$ de vuelta para asegurar uniformidad del cemento en toda la superficie y mantener el tubo inmóvil durante 1 o 2 minutos.
- f) Limpieza del cemento; con un trapo se debe limpiar el excedente de cemento formado durante el acople, así como cualquier mancha o escurrimiento presente.

ix) Instalación de domiciliare.

En caso de realizar conexiones domiciliare el diámetro de la acometida debe ser menor que el diámetro del colector, además se considera la profundidad del colector principal, para instalar, de acuerdo a la siguiente recomendación el accesorio mas adecuado.

- a) Profundidad de 0 -2 m: se utilizara según el método escogido (a ó b) una Yee sanitaria complementado con un codo a 45°.

- b) Profundidad de 2 - más m: se utilizara según el método escogido (a ó b), una Tee sanitaria complementado con un codo a 90°.

x) Deformación.

Puesto que las tuberías de PVC son flexibles, pueden ser reflectadas considerablemente sin que se fracturen. Sus respuestas a la carga de tierra no depende de la resistencia del tubo en si, sino más bien a la interacción suelo- tubo.

Se ha establecido para tuberías de alcantarillado fabricadas según ASTM D – 3034 como ultima deflexión un valor del 30 %, esto es aquella deformación en el diámetro que puede ocurrir que el tubo se colapse o doble.

La experiencia indica que aceptar deflexiones de hasta un 10 % máximo provee un amplio margen de seguridad y confianza.

xi) Pozos de visita.

Los pozos de visita son esenciales para la operación y mantenimiento del sistema sanitario, ya que pueden proporcionar;

- a) Un control del flujo hidráulico en cambio de dirección, en cambio de gradiente y consolidación de flujos convergentes.
- b) Acceso a la tubería para mantenimiento e inspección.
- c) Ingreso de oxígeno al sistema.

Pozo de visita de caída:

Las caídas en los pozos de visita serán diseñadas como se muestran anexo 10 figura 3.

Los accesorios utilizados llevan empaques en todas sus juntas dando flexibilidad al sistema.

Para unir la tubería de PVC a los pozos de visita pueden utilizarse los siguientes métodos:

- a) Colocando un acople especial antes de fundir. La tubería penetra en el acople.

b) Incrementando la adherencia entre ambos con la aplicación de un anillo de cemento solvente al tubo y luego aplicándole arena y cemento. Esto permitirá la formación de una sección rugosa apta para adherirse al concreto.

c) Colocar un empaque de la misma tubería, alrededor de ella, y luego fundir.

Se recomienda utilizar el método "b".

xii) Limpieza del sistema.

Siendo una de las grandes ventajas de la tubería para Alcantarillado Sanitario normas ASTM D 3430, que permite reducir diámetro, respecto a los usados a los materiales usuales bajo condiciones hidráulicas similares, se recomienda, que con el objeto de evitar taponamientos, se instale en la salida del sistema domiciliar, un codo reductor de 4" x 3".

Terminales de limpieza cabeceros (TLC) y terminales de limpieza (TLI).

Se colocaran al sistema " registros de limpieza " , ya sea al inicio de los tramos o para unir un tramo con otro, estos servirán como acceso para introducir la sonda para brindarle limpieza y mantenimiento al sistema. Ver anexo 9.

CAPITULO V

V. Operación y mantenimiento de red de alcantarillado sanitario y lagunas de estabilización.

V.1. Operación y mantenimiento de red de alcantarillado sanitario.

V.1.1. Generalidades.

V.1.2. Mantenimiento para el sistema de alcantarillado sanitario.

- i) Mantenimiento preventivo.**
- ii) Mantenimiento correctivo.**
- iii) Mantenimiento de emergencia.**

V.1.3. Equipos utilizados para mantenimiento.

- i) Equipos de varillas y roto sondas.**
- ii) Equipos de malacates.**
- iii) Equipos de presión vacío.**

V.1.4. Presupuesto del proyecto.

- i) Evaluación de costo del proyecto.**

V.1.5. Aspectos ambientales.

V.2. Operación y mantenimiento de lagunas de estabilización.

V. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

V.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

V.1.1 GENERALIDADES.

La operación de los sistemas de alcantarillado sanitario, no puede funcionar sin atención, cuidados y procedimientos adecuados de mantenimiento para su conservación y rendimiento duradero y satisfactorio.

Todo sistema de alcantarillado, presenta problemas de atascamiento, ocasionado por varias causas, principalmente por el uso indebido del mismo, por lo que se debe tener en cuenta esta ocurrencia y preparar desde la misma elaboración del diseño las especificaciones que incluyen como parte del proyecto, el equipo y maquinaria requerida para el mantenimiento.

La mayoría de las obstrucciones ocurren dentro las casas o las propiedades, en el sistema interno de intradomiciliares, así como en las conexiones domiciliarias. Estas situaciones serán solventadas por cada una de las viviendas.

Sin embargo el atascamiento en las colectoras, siempre es una constante, que se tiene que solucionar de forma inmediata. Estas reparaciones bien pueden ser efectuadas por cuadrillas de mantenimientos conformados por usuarios o bien por cuadrillas de operación y mantenimiento de ENACAL; en ambos casos siempre es necesario contar con herramientas, maquinaria y equipo especial, adecuado para la limpieza de tuberías atascadas.

Las cuadrillas de mantenimiento conformadas por usuarios, deberán poseer o ser dotadas por desatascadores con varillas de alambre; en mucho de los casos con aspiradoras de flexión o acodamiento.

Cuando las obstrucciones no pueden ser reparadas por las cuadrillas conformadas por usuarios, tienen que ser atendidas por cuadrillas de ENACAL, utilizando desatascadora de colectores con varillas de alambre, desatascadora de chorro de agua instantánea.

También se puede usar maquinarias más grandes, de tipo succión como "VAC ALL" "VACTOR", y maquinarias especiales para extraer sólidos, como las "BUCKERT MACHINES".

Una manera sencilla de limpieza de los colectores se realiza por medio de descarga de agua en la red, las que deben realizarse de aguas arriba para aguas abajo y repetirse en cada caja de paso o dispositivo de limpieza.

V.1.2 MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

Para el buen desarrollo de las actividades de mantenimiento del sistema de Alcantarillado Sanitario Simplificado, se considera necesario que se debe contar con un catastro de la infraestructura a instalarse, así como los planos del sistema instalado donde deben de aparecer las líneas de cada tramo con los dispositivos con elecciones y distancias, así como los diámetros y pendientes.

ENACAL deberá conocer los puntos de descarga principal y origen de las aportaciones, para determinar el número de cuadrilla o personal que debe atender un lugar adecuadamente, así también se logrará un presupuesto más acorde con las necesidades del mantenimiento, lo que también servirá para que la comunidad pueda hacerse cargo de este mantenimiento.

Dentro de este plan de mantenimiento, y de acuerdo a que vayan surgiendo problemas en el sistema, esto deberá de irse señalando en los planos, para determinar las zonas de mantenimiento continuo o menos de trabajo.

Para el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, se han establecido tres tipos de actividades los cuales son:

i) Mantenimiento Preventivo.

Es una actividad que facilita la operación del sistema, previendo su obstrucción o bloques, para lo cual es necesario la inspección de los pozos de visita, cajas de registro, alumbramiento de tuberías, para después proceder a desarenar y lavar tuberías con

equipos hidroneumático, lavado de manjoles cabeceros con pipas, acometidas domiciliarias, limpieza y lavado de manjoles, cajas etc. Para evitar las obstrucciones, se debe solicitar a los usuarios de los sistemas hacer buen uso de ellos teniendo cuidado con el depósito en el sistema de basura, introducción de arena por vertimiento de aguas pluviales, depósito de calcetines, toallas sanitarias, utensilios de cocinas como cucharas, tenedores, etc.

ii) Mantenimiento Correctivo.

Las correcciones en el sistema están destinadas a evitar el deterioro en cualquier parte de la infraestructura, para lo cual se deben de cambiar o reparar tapas de concreto y colocar nuevas tapas, con cadena para evitar hurto, así como peldaños en manjoles, otros trabajos mayores puede ser la reparación de tuberías colgadas sobre los cauces, o la reinstalación de tramos de tubería que causan embotellamiento, lo que sucede también con manjoles y que deben elevarse.

En la instalación de un nuevo sistema de alcantarillado, no debe de permitirse al máximo, la construcción de sifones invertidos, puesto que se requieren una mayor vigilancia para su operación, aumentando las labores de mantenimiento, sobre todo en el periodo de invierno.

Por otra parte deben quedar instalada las acometidas domiciliarias con su respectiva tee ó yee sanitarias con conocimiento del usuario para evitar más tarde el rompimiento de la tubería.

iii) Mantenimiento de Emergencia.

Esta actividad esta destinada principalmente a resolver problemas puntuales de obstrucción en la red publica, las que generalmente son ocasionadas por basuras, cucharas, tenedores, trapos, etc. Que los usuarios depositan en las tuberías; en las colectoras de diámetro mayores, se deben a piedras, adoquines hasta palos cruzados, estos obstáculos van acumulando basura hasta causar el bloqueo. La duración de esta actividad dependerá del tipo de obstrucción y del número de dispositivos que se tengan que limpiar para el desentascamiento, pudiendo calcularse desde ½ hora hasta 3 horas ya que si esto sobre pasa se debe de enviar otra cuadrilla para reforzar el trabajo y garantizar la atención del usuario.

La programación del mantenimiento debe de estar basado en la información necesaria tal como longitudes y diámetros de las redes de cada barrio, así como del tipo y cantidad de dispositivos de limpieza, con los cuales se podría presentar la programación en un diagrama del barrio, etc.

El mantenimiento podrá ser programado de la siguiente manera:

Mantenimiento Preventivo	Dos veces al año
Mantenimiento Correctivo	Una vez al año
Mantenimiento de Emergencia	Cada vez que se presente

V.1.3 EQUIPOS UTILIZADOS PARA MANTENIMIENTO.

La utilización de diferentes equipos de mantenimiento dependerá de algunos factores como pueden ser: el presupuesto asignado para la actividad y el grado de dificultad para resolver el problema.

iv) Equipos de Varillas y Roto Sondas.

La herramienta tradicionalmente utilizada por las cuadrillas de mantenimiento de ENACAL, ha sido las varillas de acero, las cuales se utilizan para destacar las líneas de alcantarillado. Estas varillas son muy resistentes a los ácidos y son flexibles lo que permiten su fácil manipulación para introducirlos en los dispositivos de limpieza de los que se solicita un ángulo mínimo de entrada de 45°, lo que para algunos casos se usaran codos de radio largo. Yee y tee sanitarios. Las varillas de un (1m) metro de longitud y se unen entre sí con acoples hasta de una longitud máxima de 120 metros que es lo máximo que determinado momento podrá manipular la cuadrilla de mantenimiento; las varillas pueden tener diferentes tipos de aleaciones, también pueden variar en diámetro y longitudes.

Los máximos rendimientos con varillas, se han logrado con la ayuda del motor de roto sonda reversible, el cual variará la rotación dependiendo del número de varillas que tenga que mover, los motores roto sonda pueden ser de 3HP, 5HP y 7HP, enfriados por aire y arranque manual tipo resorte, montado en tres ruedas de hule sólido, la velocidad de rotación alcanzada por las varillas es de 125RPM, la que puede ser graduada con una palanca de control de rotación del equipo.

Para el manejo de equipo de varillas con roto sondas, se debe de contar con las medidas de seguridad mínimos como pueden ser guantes de cuero y casco para la cabeza, así también se deben tener todos los accesorios que puedan utilizarse para resolver un problema. Los accesorios mas comunes consisten en llaves, barras y manerales con las que el operador puede girar, empujar, armar o voltear una serie de varillas, también se tiene el recuperador de varillas, que es un gancho que servirá para extraer varillas que se rompan dentro de la tubería en el proceso de trabajo.

Para desbloquear o extraer tapones, se utilizan tirabuzones que pueden variar en tamaño y formas, que pueden ser de barra, dobles, barra redonda, barra cuadrada, tipo navaja(o barrenado) y arenero doble.

Debe precaverse, que los accesorios que se utilizan no vayan a deteriorar las paredes de la tubería, evitando al máximo las puntas de lanzas, navajas y sierras, cuya utilización es muy riesgosa. La cuadrilla de varillas y roto sondas, esta compuesta por 4 operaciones, 1 conductor y un maestro de obra, con un vehículo para mover la carreta de sondas metálicas. Accesorios, motor, barril para recoger desechos y el personal asignado.

v) Equipos de Malacates.

Los equipos para extraer todo tipo de sedimentación son las maquinas desazolvadoras accionadas con motor de gasolina o diesel, con arrancador eléctrico de 9 hasta 30HP. Cada una de las maquinas están montadas sobre un chasis de acero, sobre dos llantas neumáticas y una tercera rueda para apoyo complementario. Cuentan también con un tambor con capacidad para enrollar 304m, y el cable de acero preformado de 13mm con devanador automático. Además otro tambor de preparación para enrollar 152m, y el cable de acero de 6mm. Finalmente cuenta con una serie de accesorios (ganchos, manerales, destorcedores, gatos inclinados y draga o bote para extraer el azolve, etc.), para desazolvar tuberías de 15,20,25,30,38,45 y 55cm de diámetro, que deban seleccionarse cuidando su compatibilidad con el diámetro interior de tubería de PVC para que no la dañen.

vi) Equipos de Presión Vacío.

El empleo de este equipo resulta eficiente, económico y confiable debido a que el alcantarillado con tuberías de PVC no es vulnerable a la penetración de raíces, no se le

adhieren fuertemente azolves (por su lisura), ya que el equipo carece de accesorios desazolve que puedan rayar o lastimar las paredes de la tubería.

Consiste en un camión provisto de tanques de agua de (de 1.9 a 11.4 m³ de capacidad), tanque de lodos con cilindros de levante (de 3.8 a 15.3" de capacidad) con sistemas de auto limpieza integrado y conectivos. Para su operación cuenta con un sistema eléctrico de acuerdo con los requerimientos, microfiltro y sello de vacío, bomba de desplazamiento positivo (soplador), bombas de agua de triple embolo, bombas de vacío con válvulas de alivio de presión, toma de fuerza de eje dividido, sistema de drenaje automático y seguros hidráulicos.

Para desazolvar una línea, se introduce a la tubería el carrete, o la manguera del equipo por un pozo de visita; enseguida se lanza el chorro de agua de alta presión para remover el tapón que obstruye el conducto. Dependiendo del taponamiento y de la capacidad del equipo, las presiones pueden oscilar de 60 hasta 2500 PSI. El lodo resultante se extrae por medio del tubo de succión colocado en el mismo pozo o en otro que este aguas abajo.

Dependiendo del equipo utilizado, se podrán succionar los residuos al tanque de lodos del mismo camión o retirarlos del lugar por medio de palas, carretillas, cubetas, etc.

V.1.4 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

i) Evaluación de costo del proyecto.

El presupuesto de la obra se baso en el listado de materiales suministrado en nuestro caso AMANCO (TUBOFORT, ver anexo 10 pro forma lista de precio). Aplicados a las cantidades del proyecto para obtener el costo total del proyecto.

Por lo tanto se presentan las siguiente tablas en las que se demuestran los cálculos de volúmenes de excavación, metros de tubería, pozos y dispositivos, con sus respectivos costos.

Los costos indirectos fueron determinados en dependencia del 43 % de los costos directos, rango proporcionado por propuestas de empresas constructoras que licitan a ENACAL, se le solicito lista de precios a la empresa TuboFort ya que presenta precios favorables, además deseamos apoyar la industria Nicaragüense.

Volumen de excavacion de 4"

100 mm

tramo	pozo		longitud	profundidad de excavacion		ancho de zanja	area promedio	volumen de excavacion
	de	a		A. arriba	A. abajo			
1	2	3	4	5	6	$7=\Phi+0.50$	$8=(7*5+7*6)/2$	$9=4*8$
1	1	2	51.5	0.9	2.12	0.6	0.906	46.66
13	12	14	74.84	1.2	2.31	0.6	1.053	78.81
22	21	22	82.71	1.2	1.56	0.6	0.828	68.48
24	23	24	82.85	1.2	2	0.6	0.96	79.54
26	25	28	80.99	1.2	1.74	0.6	0.882	71.43
27	26	27	113.83	0.9	4.41	0.6	1.593	181.33
30	29	30	79.76	0.9	1.91	0.6	0.843	67.24
32	31	32	79.05	0.9	2.04	0.6	0.882	69.72
35	34	33	79.17	0.9	0.9	0.6	0.54	42.75
20	35	20	77.53	0.9	0.9	0.6	0.54	41.87
37	37	38	77.79	1.2	2.24	0.6	1.032	80.28
39	39	40	77.35	1.2	2.75	0.6	1.185	91.66
41	41	42	75.7	1.2	2.78	0.6	1.194	90.39
43	43	44	75.26	1.2	2.81	0.6	1.203	90.54
45	45	46	67.67	1.2	3.07	0.6	1.281	86.69
47	48	36	66.9	1.2	1.71	0.6	0.873	58.40
48	49	51	82.04	1.2	1.2	0.6	0.72	59.07
49	50	51	71.81	1.2	3.22	0.6	1.326	95.22
51	52	53	75.55	1.2	2.88	0.6	1.224	92.47
53	54	55	80.55	1.2	3.36	0.6	1.368	110.19
55	56	57	73.81	1.2	2.59	0.6	1.137	83.92
57	58	59	91.51	1.2	2.87	0.6	1.221	111.73
60	61	62	79.37	0.9	0.9	0.6	0.54	42.86
62	63	64	76.5	1.2	1.6	0.6	0.84	64.26
64	65	66	74.05	1.2	1.74	0.6	0.882	65.31
66	67	68	72.18	1.2	1.85	0.6	0.915	66.04
78	69	70	75.93	0.9	2.14	0.6	0.912	69.25
69	71	72	68.23	0.9	1.16	0.6	0.618	42.17
71	73	74	70.72	1.2	1.2	0.6	0.72	50.92
73	75	76	84.05	1.2	2.18	0.6	1.014	85.23

volumen de excavacion de 6"

150 mm

tramo	pozo		longitud	profundidad de excavacion		anchon de zanja	area promedio	volumen de excavacion
	de	a		A. arriba	A. abajo			
1	2	3	4	5	6	7= $\Phi+0.45$	8= $(7*5+7*6)/2$	9=4*8
46	46	47	84.57	3.07	3.18	0.6	1.875	158.57
50	51	53	79.77	3.22	2.74	0.6	1.788	142.63
52	53	55	76.71	2.88	2.71	0.6	1.677	128.64
54	55	57	78.63	3.36	2.55	0.6	1.773	139.41
56	57	59	53.81	3.35	3.24	0.6	1.977	106.38
58	59	60	80.89	3.24	3.45	0.6	2.007	162.35
59	60	47	96.13	3.45	3.38	0.6	2.049	196.97
61	62	64	76.5	1.25	1.25	0.6	0.75	57.38
63	64	66	80.96	1.6	1.25	0.6	0.855	69.22
65	66	68	75.69	1.74	1.65	0.6	1.017	76.98
67	68	70	79.87	1.85	1.99	0.6	1.152	92.01
68	70	57	70.82	3.32	3.35	0.6	2.001	141.71
70	72	74	81.77	1.16	0.95	0.6	0.633	51.76
72	74	76	82.64	1.25	1.82	0.6	0.921	76.11
74	76	78	76.42	2.18	2.67	0.6	1.455	111.19
76	78	79	78.81	2.67	2.99	0.6	1.698	133.82
77	79	70	78.45	2.99	3.32	0.6	1.893	148.51
79	81	59	69.04	0.95	1.17	0.6	0.636	43.91
83	85	86	99.17	1.76	0.95	0.6	0.813	80.63
86	88	89	97.84	0.95	0.95	0.6	0.57	55.77
89	91	92	96.49	1.02	0.95	0.6	0.591	57.03
Total								5363.54

volumen de excavacion de 6"

150 mm

tramo	pozo		longitud	profundidad de excavacion		ancho de zanja	area promedio	volumen de excavacion
	de	a		A. arriba	A. abajo			
1	2	3	4	5	6	$7=\Phi+0.45$	$8=(7*5+7*6)/2$	$9=4*8$
2	2	3	100	2.12	2.01	0.6	1.239	123.90
3	2	4	100	2.01	0.95	0.6	0.888	88.80
4	4	5	97	0.95	1.18	0.6	0.639	61.98
10	5	10	83	1.18	0.95	0.6	0.639	53.04
6	6	7	100	2.65	2.65	0.6	1.59	159.00
7	7	8	100	2.65	1.92	0.6	1.371	137.10
8	8	9	26	1.92	1.11	0.6	0.909	23.63
9	9	5	35	1.11	0.95	0.6	0.618	21.63
11	10	11	87.5	0.95	0.95	0.6	0.57	49.88
95	11	13	100	0.95	0.95	0.6	0.57	57.00
12	13	36	8.5	1.25	1.36	0.6	0.783	6.66
14	14	15	84.91	2.31	1.25	0.6	1.068	90.68
15	15	16	81.14	1.25	1.25	0.6	0.75	60.86
16	16	17	73.79	1.25	1.25	0.6	0.75	55.34
17	17	18	79.15	1.25	1.25	0.6	0.75	59.36
18	18	19	67.08	1.25	1.25	0.6	0.75	50.31
19	19	20	82.39	4.98	4.39	0.6	2.811	231.60
21	20	47	62.7	4.39	5.83	0.6	3.066	192.24
23	22	24	86.43	1.56	1.25	0.6	0.843	72.86
25	24	28	81.16	2	1.25	0.6	0.975	79.13
28	27	28	28.74	4.41	5.28	0.6	2.907	83.55
29	28	30	74.09	5.28	4.93	0.6	3.063	226.94
31	30	32	78.9	4.93	4.66	0.6	2.877	227.00
33	32	33	68.11	4.66	4.67	0.6	2.799	190.64
34	33	19	78.11	4.67	4.98	0.6	2.895	226.13
36	36	38	83.24	1.71	1.25	0.6	0.888	73.92
38	38	40	81.14	2.24	1.6	0.6	1.152	93.47
40	40	42	73.89	2.75	1.81	0.6	1.368	101.08
42	42	44	79.06	2.78	2.36	0.6	1.542	121.91
44	44	46	68.96	2.81	2.65	0.6	1.638	112.96

Diseño de la red de Alcantarillado Sanitario del municipio de Tola, Rivas.

volumen de excavacion de 8"

200 mm

tramo	pozo		longitud	profundidad de excavacion		anchon de zanja	area promedio	volumen de excavacion
	de	a		A. arriba	A. abajo			
1	2	3	4	5	6	$7=\Phi+0.45$	$8=(7*5+7*6)/2$	$9=4*8$
84	47	86	47.29	5.83	5.99	0.65	3.84	181.66
87	86	89	50.36	5.99	5.73	0.65	3.81	191.82
90	89	92	49.61	5.73	5.90	0.65	3.78	187.51
93	92	94	25.30	5.90	6.66	0.65	4.08	103.27
94	94	95	100.00	6.66	7.07	0.65	4.46	446.23
96	95	97	100.00	7.07	7.51	0.65	4.74	473.85
97	97	98	100.00	7.51	7.57	0.65	4.90	490.10
98	98	99	100.00	7.57	6.31	0.65	4.51	451.10
99	99	100	100.00	6.31	4.21	0.65	3.42	341.90
100	100	101	100.00	4.21	2.01	0.65	2.02	202.15
101	101	102	100.00	2.01	1.58	0.65	1.17	116.68
102	102	999	14.70	1.58	1.55	0.65	1.02	14.95
Total								3201.23

Volumen de excavación de 4"

100 mm

tramo	pozo		longitud	profundidad de excavación		ancho de zanja	área promedio	volumen de excavación
	de	a		A. arriba	A. abajo			
1	2	3	4	5	6	$7=\Phi+0.50$	$8=(7*5+7*6)/2$	$9=4*8$
75	77	78	76.42	1.2	2.53	0.6	1.119	85.51
80	80	81	78.1	0.9	0.9	0.6	0.54	42.17
87	82	60	68.7	0.9	0.9	0.6	0.54	37.10
82	83	60	46.4	0.9	0.9	0.6	0.54	25.06
85	84	85	49.64	0.9	1.76	0.6	0.798	39.61
88	87	88	47.63	0.9	0.9	0.6	0.54	25.72
91	90	91	23.98	0.9	1.02	0.6	0.576	13.81
92	93	94	95.85	0.9	0.9	0.6	0.54	51.76
5	96	6	60	1.2	2.65	0.6	1.155	69.30
Vol. Total.								2674.47

Presupuesto de Alcantarillado Sanitario para el casco urbano del municipio de Tola, Rivas.

Presupuesto General de Obras.

Etapa	Sub-Etapa	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total		Costo Directo		Materiales		Mano de Obra		Equipo y Transporte		Sub-contrato		Costo Indirecto			
					Costo Unitario	Costo Total	Costo Unitario	Costo Total	Costo Unitario	Costo Total	Costo Unitario	Costo Total	Costo Unitario	Costo Total						
					C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$	C\$
100	101	PRELIMINARES. Instalación de las obras	GBL	1	102911.64	102911.64	71843.29	71843.29	38700.05	38700.05	1934.19	1934.19	1729.05	1729.05	29480	29480	31068.35	31068.35		
200		EXCAVACION, RELLENO Y COMPACTACION.																		
	201	Rango de profundidad 0.00 a 1.50	m3	6165.2199	117.5467947	724701.8346	82.06	505917.9425	6.5648	40473.4354	32.824	202367.177	32.0034	197307.9976	10.6678	65769.33253	35.48679474	218783.892		
	202	Rango de profundidad 1.51 a 2.00	m3	1210.8665	274.4	332206.8862	191.56	231915.2738	57.468	69574.58213	76.824	92766.10951	57.468	69574.58213	0	0	82.84	100291.6124		
	203	Rango de profundidad 2.01 a 2.50	m3	913.01505	292.0907496	266683.2504	203.91	188172.8988	61.173	55851.86965	81.584	74469.15954	61.173	55851.86965	0	0	88.18074963	80510.35153		
	204	Rango de profundidad 2.51 a 3.00	m3	708.26047	294.0818542	208286.5523	205.3	145405.8745	61.59	43621.76235	82.12	58162.3498	61.59	43621.76235	0	0	88.78185424	62880.67781		
	205	Rango de profundidad 3.01 a 3.50	m3	505.41826	329.1911881	166379.2375	229.81	116150.1703	68.943	34845.0511	91.924	48460.06813	68.943	34845.0511	0	0	99.38118813	50229.06718		
	206	Rango de profundidad 3.51 a 4.00	m3	393.8185	488.1674253	184372.9932	326.83	128711.7004	98.049	38613.51011	130.732	51484.68014	98.049	38613.51011	0	0	141.3374253	55661.29284		
	207	Rango de profundidad 4.01 a 4.50	m3	366.33114	488.1387764	171493.8116	326.81	119720.6799	98.043	35916.20396	130.724	47888.27195	98.043	35916.20396	0	0	141.3287764	51773.13176		
	208	Rango de profundidad 4.51 a 5.00	m3	284.52291	499.1226561	142011.8306	348.44	99139.16276	104.532	29741.74883	139.376	39655.6651	104.532	29741.74883	0	0	150.6826561	42872.66779		
	209	Rango de profundidad 5.01 a 5.50	m3	220.37472	526.9408227	116124.4363	367.86	81067.0445	110.358	24320.11335	147.144	32426.8178	110.358	24320.11335	0	0	159.0808227	35057.39176		
	210	Rango de profundidad 5.51 a 6.00	m3	194.40222	530.1781583	103067.8123	370.12	71952.15059	111.036	21585.64518	148.048	28780.86024	111.036	21585.64518	0	0	160.0581583	31115.9617		
	211	Rango de profundidad 6.01 a 6.50	m3	138.01125	569.4415953	78589.34837	397.53	54863.61221	119.259	16459.08366	159.012	21945.44489	119.259	16459.08366	0	0	171.9115953	23725.73416		
	212	Rango de profundidad 6.51 a 7.00	m3	104.0156	594.8389225	61872.52743	415.26	43193.51806	124.578	12958.05542	166.104	17277.40722	124.578	12958.05542	0	0	179.5789225	18679.00937		
	213	Rango de profundidad 7.01 a 7.50	m3	69.55	625.7655043	43521.99082	436.85	30382.9175	131.055	9114.87525	174.74	12153.167	131.055	9114.87525	0	0	188.9155043	13139.07332		
	214	Rango de profundidad 7.51 a 8.00	m3	5.2	647.3954897	3366.456546	451.95	2350.14	135.685	705.042	180.78	940.056	135.685	705.042	0	0	195.4454897	1016.316546		
300		SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA.																		
	301	Tubería Φ = 4" PVC SDR-41	m	478	141.3698	67574.7644	98.86	47255.08	78.47	37508.66	12.51	5979.78	0.2	95.6	7.68	3671.04	42.5098	20319.6844		
	302	Tubería Φ = 6" PVC SDR-41	m	661	230.05	152063.05	160.6	106156.6	132.07	87298.27	20.33	13438.13	0.51	337.11	7.68	5076.48	69.45	45908.45		
	303	Tubería Φ = 8" PVC SDR-41	m	148	324.38	48008.24	226.45	33514.6	203.33	30092.84	22.6	3344.8	0.52	76.96	0	0	97.93	14493.64		
400		POZOS DE VISITA.																		
	401	Rango de profundidad 0.00 a 1.50	c/u	21	7989.0382	167769.8022	5586.74	117321.54	4108.98	86288.58	978.67	20552.07	499.09	10480.89	0	0	2402.2982	50448.2622		
	402	Rango de profundidad 1.51 a 2.00	c/u	10	10633.1225	106331.225	7435.75	74357.5	4853.11	48531.1	1679.63	16796.3	903.01	9030.1	0	0	3197.3726	31973.725		
	403	Rango de profundidad 2.01 a 2.50	c/u	6	11351.6689	68110.0134	7938.23	47629.38	5383.24	32179.44	1619.76	9718.56	928.23	5569.38	27	162	3413.4389	20480.6334		
	404	Rango de profundidad 2.51 a 3.00	c/u	9	13318.5052	119866.5468	9313.64	83822.76	6012.02	54108.18	1782.54	16042.86	1043	9387	476.08	4284.72	4004.8652	36043.7868		
	405	Rango de profundidad 3.01 a 3.50	c/u	6	16775.7018	100654.2108	11731.26	70387.56	6782.49	40694.94	2815.84	16895.04	1294.64	7767.84	80	480	5044.4418	30266.6508		
	406	Rango de profundidad 3.51 a 4.00	c/u	0	21872.9368	0	15295.76	0	7292.62	0	2984.68	0	1373.96	0	80	0	6577.1768	0		
	407	Rango de profundidad 4.01 a 4.50	c/u	2	22383.9902	44767.9804	15653.14	31306.28	9209.99	18419.98	4497.31	8994.62	1795.84	3591.88	150	300	6730.8502	13461.7004		
	408	Rango de profundidad 4.51 a 5.00	c/u	5	23843.2194	119216.097	16673.58	83367.9	9658.18	49290.9	4750.58	23752.9	1914.82	9574.1	150	750	7169.6394	35848.197		
	409	Rango de profundidad 5.01 a 5.50	c/u	1	27864.837	27864.837	19485.9	19485.9	10936.78	10936.78	5955.75	5955.75	2353.96	2353.96	240	240	8378.937	8378.937		
	410	Rango de profundidad 5.51 a 6.00	c/u	3	28949.1917	86847.5751	20244.19	60732.57	11446.31	34338.93	6124.6	18373.8	2433.28	7299.84	240	720	8705.0017	26115.0051		
	411	Rango de profundidad 6.01 a 6.50	c/u	2	36880.415	73760.83	25790.5	51581	12697.39	25794.78	7636.42	15272.84	3126.68	6253.36	2130	4260	11089.915	22179.83		
	412	Rango de profundidad 6.51 a 7.00	c/u	1	47085.753	47085.753	32927.1	32927.1	14111.55	14111.55	12648.93	12648.93	3956.63	3956.63	2210	2210	14158.653	14158.653		
	413	Rango de profundidad 7.01 a 7.50	c/u	1	48853.4761	48853.4761	34163.27	34163.27	14960.53	14960.53	12786.59	12786.59	4206.14	4206.14	2210	2210	14690.2061	14690.2061		
	414	Rango de profundidad 7.51 a 8.00	c/u	2	50543.7075	101087.415	35345.25	70690.5	15470.66	30941.32	13229.13	26458.28	44335.47	88670.94	2210	4420	15198.4575	30396.915		

V. Operación , Mantenimiento y Presupuesto del Proyecto.

Etapa	Sub-Etapa	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total		Costo Directo		Materiales		Mano de Obra		Equipo		Sub-contrato		Costo Indirecto	
					Costo Unitario	Costo Total	Costo Unitario	Costo Total										
					C\$	C\$	C\$	C\$										
600	601	ROTURA Y REPOSICION DE BASE DE RODAMIENTO, Pavimento asfáltico	m2	576.719	477.16	275187.238	354.02	204170.0604	34.77	20052.51963	20.91	12059.19429	40.13	23143.73347	258.21	148914.613	508.2486	291963.1863
	602	Pavimento adoquin	m2	817.788	318	260056.584	222	181548.936	126.93	103801.8308	47.71	39016.66548	47.36	38730.43966	0	0	317.46	259814.9785
700		PRUEVA DE TUBERIA Prueba de tubería	m	7503.47	13.5564	101720.0407	9.48	71132.8956	7.0152	52638.34274	1.5168	11381.2633	0.948	7113.28956	0	0	4.0764	30587.14511
800		CAIDAS DE POZO DE VISITA																
	801	Caidas de pozos de visita $\Phi = 4"$	m	31.26	1545.4582	48311.02333	1080.74	33783.9324	707.99	22131.7674	138.41	4326.6966	234.34	7325.4684	0	0	464.7182	14527.09093
	802	Caidas de pozos de visita $\Phi = 6"$	m	38.37	3078.6184	111969.3512	2152.88	78300.2456	1780	64738.6	138.41	5033.9717	234.34	8522.9458	0	0	925.7384	33669.10561
	803	Caidas de pozos de visita $\Phi = 8"$	m	0	8331.9808	0	5826.56	0	5453.82	0	138.41	0	234.34	0	0	2505.4208	0	
900		CAJAS DE REGISTRO																
	901	Construccion de caja de conexión.	c/u	411	981.4233	403364.9763	686.31	282073.41	362.44	148962.84	238.69	98101.59	85.18	35008.98			295.1133	121291.5663
1000		LIMPIEZA GENERAL																
	1001	Limpieza general del sitio	GBL	1	58985.7268	58985.7268	41248.76	41248.76	101.4	101.4	18.8	18.8	0	0	18.8	18.8	17736.9668	17736.9668
TOTAL																	5346047.363	

Costo Total del Proyecto.

Subtotal del proyecto en C\$	5345047.4
Subtotal del proyecto en \$, tipo de cambio 17.2	310217.49
IVA en C\$	801757.1
<u>IVA en \$ tipo de cambio 17.23</u>	<u>46532.624</u>
Costo total del proyecto en C\$	6146804.5
Costo total del proyecto en \$, tipo de cambio 17	6457022

V.1.5 ASPECTOS AMBIENTALES.

El diseño de la red de alcantarillado sanitario, cumple con los requisitos ambientales, debido a que el agua a drenar únicamente es de origen domestico no encontrándose en el lugar ningún centro comercial o industrial (ver análisis poblacional, Capitulo III).

Por ello es que no se hizo ningún análisis de agua residual y como lo demanda MARENA en el decreto 33-95 en lo referente a la ley de vertidos y sistemas de alcantarillados sanitarios, por lo que se propone que el tipo de tratamiento que se le dará al agua residual que transporta esta red sea de una serie de una laguna facultativa y una de maduración (ver anexo 11), ya que este tipo de serie es el mas recomendada para el tratado de vertidos con estas características.

Además el casco urbano, no sufrirá impacto ambiental, debido a que la población del proyecto es menor de 20,000. Sin embargo la construcción de proyecto lleva consigo impactos positivos y negativos al medio ambiente, en las etapas de ejecución operación y mantenimiento del proyecto.

Por lo que se recomienda en esta etapa al ejecutarse, tomar en cuenta las normas existentes sobre: " Diseño y Construcción de Sistemas de agua Potable y Alcantarillado Sanitario – Higiene y Seguridad Ocupacional

- Señalización vial.
- Seguridad peatonal y vehicular.
- Reglamento de transito.
- Normas de drenaje pluvial.
- Control de polvos, ruidos, gases, escombros y derrumbes.

Tomando en cuenta las especificaciones del material (PVC), para su debida instalación, operación y mantenimiento, no siendo este un material toxico, ya que ha sido experimentado en nuestro país. (Ver especificaciones del material IV).

V.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

Se deberá tener un manual de operación y mantenimiento que contemple los siguientes aspectos:

- Control de calidad.
- Operación en condiciones de caudal mínimo y máximo.
- Arranque.
- Control del sistema de aeración y del oxígeno disuelto.
- Programa de mantenimiento preventivo.
- Control de lodos.
- Control de la recirculación.
- Control de abultamiento.
- Control de espumas.
- Operación bajo condiciones de caudal mínimo y caudal máximo.

CAPITULO VI

VI. Conclusiones y Recomendaciones.

VI.1. Conclusiones.

VI.2. Recomendaciones.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1. CONCLUSIONES.

De acuerdo con lo planteado en los objetivos, se realizo y analizo el censo poblacional para el casco urbano del municipio de Tola, en el cual se logro constatar que el crecimiento poblacional en el área de estudio no difiere demasiado de las proyecciones hechas por INEC para el año 2005, año en el cual se realizo el censo antes mencionado, es por ello que se opto tomar la tasa de crecimiento poblacional propuesta por INEC para obtener la población de diseño del proyecto.

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados filial Rivas, proporciono planos topográficos (curvas de nivel espaciadas a 1 metro) del casco urbano del municipio de Tola, Con el fin de verificar la topografía del área de estudio se realizo el replanteo topográfico de la misma, aspecto que muy importante para realizar el trazado y los cálculos hidráulicos de la red.

El trazado del sistema se realizo mediante el método de *Red de Alcantarillado Sanitario Simplificado*, el cual propone utilizar diámetros mínimos en función del caudal y la pendiente, de este modo se logró obtener profundidades de excavación mínimas y así reducir costos de ejecución del proyecto. La red funcionara 100% por gravedad evitando así estaciones de bombeo que resultan costosas.

Según la referencia [La Guía Técnica para el Diseño de Redes de Alcantarillado y Sistemas de Tratamiento de aguas residuales de INAA] el tipo de tratamiento mas adecuado para aguas residuales domesticas es una serie de lagunas facultativas- maduración las cuales cumplen los parámetros establecidos den el decreto 33-95 de MARENA para vertido de aguas residuales domesticas e industriales.

Los costos de ejecución del proyecto se realizaron en base a los costos unitarios de empresas oferentes de ENACAL y a los costos de los materiales proporcionados por el distribuidor AMANCO.

VI.2. RECOMENDACIONES.

Se recomienda la actualización del levantamiento topográfico del área del proyecto al momento de la construcción del alcantarillado sanitario.

Relazar estudios rigurosos del suelo para obtener los costos del proyecto a profundidades no menores de 7.5 m, esto porque existen pozos de visita y tramos de la red con profundidades como esta.

Para evitar la contaminación del cuerpo de agua propuesto para el vertido de las aguas residuales, se recomienda el diseño de una planta de tratamiento ya que esta es la etapa final de este tipo de proyectos, esta etapa no es posible abarcarla en un solo trabajo porque incrementaría los costos y el tiempo, además de ser un tema muy complejo el cual necesita su propia investigación.

Se recomienda realizar estudios de impactos ambientales y factibilidad económica del proyecto.

Darle mantenimiento al sistema de alcantarillado sanitario a través de un monitoreo periódico por parte de ENACAL especialmente a los tramos donde las velocidades sean mínimas.

La recolección y disposición correcta del agua residual domestica no es suficiente para garantizar un ambiente completamente saludable dado que el casco urbano del municipio de Tola carece también de un sistema de alcantarillado pluvial por lo que debe realizarse el diseño y construcción de un sistema de este tipo. Además se recomienda realizar monitoreos sistemáticos para evitar la conexión de aguas pluviales a la red de alcantarillado sanitario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Pilar Baptista, Lucio. metodología de la investigación. 2° edición. México MC Graw Hill, septiembre de 1998.
2. Piura, Julio. Metodología de la investigación. Nicaragua, el amanecer, 1994.
3. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Ente Regulador. Guía Técnica Para el Diseño de Alcantarillados Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Managua, Nicaragua, Litografía y Serigrafía Xolotlan, enero del 2004.
4. López Cuella, Ricardo Alfredo. Diseño de Acueductos y Alcantarillados. 2° edición. México, Alfaomega, 1999.
5. Unda Opazo, Francisco. Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública. México, Limusa, 1999.
6. Azevedo-Netto, José; Programa de Salud Ambiental. Tecnologías Innovadoras y de bajo costo utilizadas en los Sistemas de Alcantarillado. Washington, D.C. Editores Raymod Reid, Rodolfo Sáenz Julio 1192.
7. Romero Rojas, Jairo Alberto. Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización. 3° edición. México, D.F. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. 1999.
8. Cruz Díaz, Rigoberto. Seminario Diseño de Lagunas de Estabilización. Managua Nicaragua, Asociación Internacional de Ingeniería Sanitaria Sección de Nicaragua, 1993.
9. Sánchez, Luís. Guía para el Diseño de Lagunas de Estabilización. Bogota, OPS/OMS, 1991.
10. Rojas Vargas, Ricardo. Evaluación de Lagunas de Estabilización Métodos Experimentales. Lima, Perú, OPS/OMS, 1990.
11. I.N.A.A. Normas Técnicas para el Diseño y Construcción de Sistemas de Alcantarillado Sanitario. Managua. Nicaragua. I.N.A.A.

12. Ministerio de desarrollo urbano y medio ambiente. Manual de Saneamiento de Redes de Alcantarillado Simplificado. Brasilia, Brasil, 1987.
13. Fair, Gordon Maskew; Geyer, John Charles; Okun, Daniel Alexander. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. Sexta edición. México D.F. Limusa S.A. 1990.
14. Alcaldía de Tola. Ficha municipal. Tola administración municipal, 2005.
15. FISE. Rehabilitación y ampliación red agua potable – Tola. 2000.
16. Rocha, Fernando; Obregón Cabeza, Urania; Muñiz Salguera, Reyna; Barillas Rodríguez, Sonia; Cruz Cortez, Martha. Plan Estratégico del Municipio de Tola. Tola, Rivas. 2003-2007.
17. Yáñez Cossío, Fabián. Lagunas de estabilización teoría, diseño, evaluación y mantenimiento. Cuenca, Ecuador. Imprenta Monsalve. Junio de 1993.
18. Gobierno de la República de Nicaragua. Disposiciones Para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias. Decreto No 33-95. Managua, Nicaragua. Grafica Editores. Agosto 2000.
19. Babbitt, Harold. Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras. México D.F. Editorial Continental, S.A. Agosto 1962.

Anexo 1

Preguntas para la recolección de datos y censo poblacional

Marque con una X la Respuesta de su agrado.

1-¿Número de personas que habitan este hogar?

M _____ F _____

2- Número de personas que se encuentran entre las siguientes edades:

años	M	F
0 - 5	_____	_____
6 - 10	_____	_____
11 - 15	_____	_____
16 - 21	_____	_____
22 - 40	_____	_____
41 - más	_____	_____

3- ¿Cuántas personas se encuentran económicamente activas?

M _____ F _____

4- En cual de los siguientes rangos se encuentra el ingreso familiar de este hogar:

C\$

500 - 1000	_____
1000 - 1500	_____
1500 - 2000	_____
2000 - 3000	_____
3000 - 5000	_____
5000 - más	_____

5-¿Cuenta este hogar con los siguientes servicios?

a) agua potable	_____
b) energía eléctrica	_____
c) servicio telefónico	_____
d) recolección de basura	_____
e) servicio de cable	_____

6- ¿Tiene un servicio continuo de agua potable?

si _____ no _____

7- ¿Cuántas personas de este hogar se encuentran en los siguientes niveles académicos?

a) primaria	_____
b) secundaria	_____
c) técnico	_____
d) profesional	_____

8- ¿Que religión se practica en este hogar?

9-Tipo de vivienda

10-Que tipo de servicio higiénico es utilizado para la deposición de las excretas

a. Letrinas secas _____ b. Sumideros _____

Anexo 2

Ecuación de pendientes.

De la formula empírica de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * I_o^{\frac{1}{2}}$$

Elevando al cubo la ecuación:

$$V^3 = \frac{1}{n^3} * Rh^2 * I_o^{\frac{3}{2}}$$

Luego multiplicar cada miembro por la ecuación de la continuidad $V = Q * A$:

$$V^4 = \frac{1}{n^3} * Rh^2 * \frac{Q}{A} * I_o^{\frac{3}{2}}$$

Se transforma en:

$$V = \frac{1}{n^{3/4}} * Rh^{\frac{1}{2}} * \frac{Q^{1/4}}{A^{1/4}} * I_o^{\frac{3}{8}}$$

$$V = n^{-(3/4)} * \left(\frac{Rh^2}{A} \right)^{1/4} * Q^{1/4} * I_o^{\frac{3}{8}}$$

Donde $M = \left(\frac{Rh^2}{A} \right)^{1/4}$ es el coeficiente de forma para canales de sección

circular = 0.61

$$V = M * n^{-(3/4)} * Q^{1/4} * I_o^{\frac{3}{8}}$$

$$V = 0.61 * n^{-(3/4)} * Q^{1/4} * I_o^{\frac{3}{8}}$$

$$I_o^{\frac{3}{8}} = \frac{V * n^{(3/4)}}{0.61 * Q^{1/4}}$$

$$I_o = n^2 * Q^{-2/3} * \left(\frac{V}{0.61} \right)^{8/3}$$

Formula para el cálculo de pendientes en función de cualquier causal, velocidad y material de la alcantarilla, donde:

Q= Caudal (m³/s).

n= Coeficiente de Manning.

V = Velocidad en m/s.

I_o = Pendiente %.

Anexo 3

ELEMENTOS ACCESORIOS DE LA RED.

La selección de los materiales necesarios para la operación de los elementos accesorios se determina por la disponibilidad y facilidad de dichos materiales, y por la proximidad al lugar de la obra donde van a ser utilizados. En la práctica, es muy importante el suministro espontáneo de materiales, ya que estos pueden ser apreciados por la población beneficiada por la construcción de esas pequeñas y simples unidades, posibilitando de esta forma la aceleración de la obra y reduciendo los costos finales del trabajo generado. El buen sentido del proyectista es también muy importante en cuanto al cuidado y a la selección de estos materiales.

Entre los elementos accesorios de las RASS se tienen:

- a) Cajas de pozos: procuran sustituir en donde es posible, a los pozos de visita que se emplean en los sistemas de alcantarillado sanitario. Sin embargo las características funcionales de las cajas de paso son las mismas de los pozos de visita utilizándose en:
- En salidas de las conexiones domiciliarias.
 - En los puntos de reunión de tuberías.
 - En los cambios de dirección, de pendiente y de cota de las RASS.
 - En los cambios de diámetros en las tuberías, en la división del tamaño de los colectores para facilitar su mantenimiento.

Las cavidades podrán tener los tamaños exteriores de las cajas de paso, si el terreno es de buena calidad- no sujeto a desmoronamiento.

Es conveniente que los elementos previstos en todos los tipos de cajas de paso, sean de concreto armado premoldeado. Cuando esos elementos se hagan con mortero o concreto simple, debe hacerse el alisamiento de las paredes con mortero de cemento y arena, en proporción de 1:5.

Las uniones de los ladrillos de cerámica deberán estar constituidas de mortero de cemento y arena en una proporción de 1:10.

b) Dispositivo Simplificado para Inspección. (DSI): en 1960, la American Society of Civil Engineers, proyecto un dispositivo simplificado para facilitar la inspección y limpieza de las tuberías, en las cabeceras de las redes de alcantarillado. Existen otras versiones de otros dispositivos como los presentados anteriormente en el capítulo II:

- DSI 1: uniéndose 2 codos de 45° directamente, una conectara el extremo de aguas abajo de la red asentada y la otra conectara en el extremo de aguas arriba a la tubería que va a aflorar a la superficie.
- DSI 2: una vez asentada la red se instala un codo de 45°, para aguas arriba, su extremo libre se conecta a una tubería intermedia que, a su vez se conectara a otro codo de 45°. De esta, partirá otra tubería, que finalmente va a aflorar a la superficie.

Los dos tipos de dispositivos presentados deben incluir una pieza de protección y una tapa hermética removible que, de preferencia, se colocaran al nivel de la superficie del acabado final de la vía (calle). Para evitar la penetración de insectos, material sólido, agua pluvial o residual, la tapa se debe colocar con mortero de cemento, en una proporción de 1:10 para asegurar su hermeticidad.

En las RASS se podrá admitir que las tuberías de estos dispositivos tengan, en su mayoría el diámetro más pequeño indicado- 100mm.

c) Pozos de visita: se consideran en las RASS, que se utilicen de modo similar a las cajas de paso para permitir su inspección o limpieza, ubicándose en los siguientes puntos:

- En las cabeceras de redes.
- En las conexiones de colectores.
- En los cambios de dirección, pendiente y cota de la RASS.

- En los cambios de diámetro de la tubería.
- En la división del tamaño de los colectores para facilitar el mantenimiento.

Se pueden encontrar los siguientes pozos de visita:

- En anillos de concreto.
 - En concreto armado construido en el mismo lugar.
 - En albañilería.
- d) Protección de tubos: se utiliza cuando la tubería atraviesa las calles y cuando se encuentra en las proximidades de garajes o entradas de vehículo. Se debe envolver completamente el tubo en concreto, evitando que las cajas móviles dañen la red.
- e) Tubos de caída: para evitar tramos de gran velocidad en los colectores la American Society of Civil Engineers proyectó un dispositivo denominado " pozo de caída " , que también se utiliza aguas arriba de la tubería de alcantarillado para hacer posible la operación de limpieza.

Anexo 4

Componentes atmosféricos que intervienen en el clima del municipio de Tola , Rivas.

Caracteres atmosféricos.	Periodo	Media mensual		
		Media	Máxima	Mínima
Precipitación (mm)	1970 - 2004	120.53	347.41	23.83
Temperatura media(°C).	1970 - 2004	27.8	29.02	26.71
Temperatura media mínima(°C).	1970 - 2004	23.76	25.03	21.63
Temperatura media máxima(°C).	1970 - 2004	30.97	32.57	29.5
Evaporación media (mm)	1970 - 2004	170.03	220.11	102.74
Evaporación máxima (mm)	1970 - 2004	9.96	14.56	6.78
Evaporación mínima (mm)	1970 - 2004	2.45	4.27	0.63
Velocidad media del viento (m/s).	1970 - 2004	1.19	1.53	0.71
Dirección predominante del viento.	1970 - 2004	Este.		
humedad relativa (%)	1970 - 2004	77.75	89.87	69.18

Años más resientes de los componentes atmosféricos, con sus respectivos valores máximos y mínimos en meses.

Caracteres atmosféricos.	Años.	Mes mínimo.	Valor	Años.	Mes máximo.	Valor
Precipitación (mm)	1975	Marzo	0	1975	Septiembre	962.8
Temperatura media(°C).	1981	Enero	25.7	1983	Mayo	30.8
Temperatura media mínima(°C).	1979	Junio	17	1987	Junio	26.7
Temperatura media máxima(°C).	1975	Diciembre	28	1992	Abril	34.8
Evaporación (mm)	1974	Septiembre	4.8	1977	Abril	302.8
Evaporación máxima (mm)	1979	Octubre	5.6	1980	Abril	22
Evaporación mínima (mm)	1988	Octubre	1	1977	Marzo	6.7
Velocidad media del viento (m/s).	1988	Septiembre	0.1	1971	Marzo	2.5
Dirección predominante del viento.	Al Este todos los meses.					
Humedad relativa (%)	1987	Abril	55	1978	Octubre	95.7

Anexo 5



5.1. Escurrimiento de aguas grises en las calles de Tola.



5.2. Desde el punto estético podemos observar el daño a la principal vía de acceso de Tola, producto del vertido inadecuado de aguas grises.



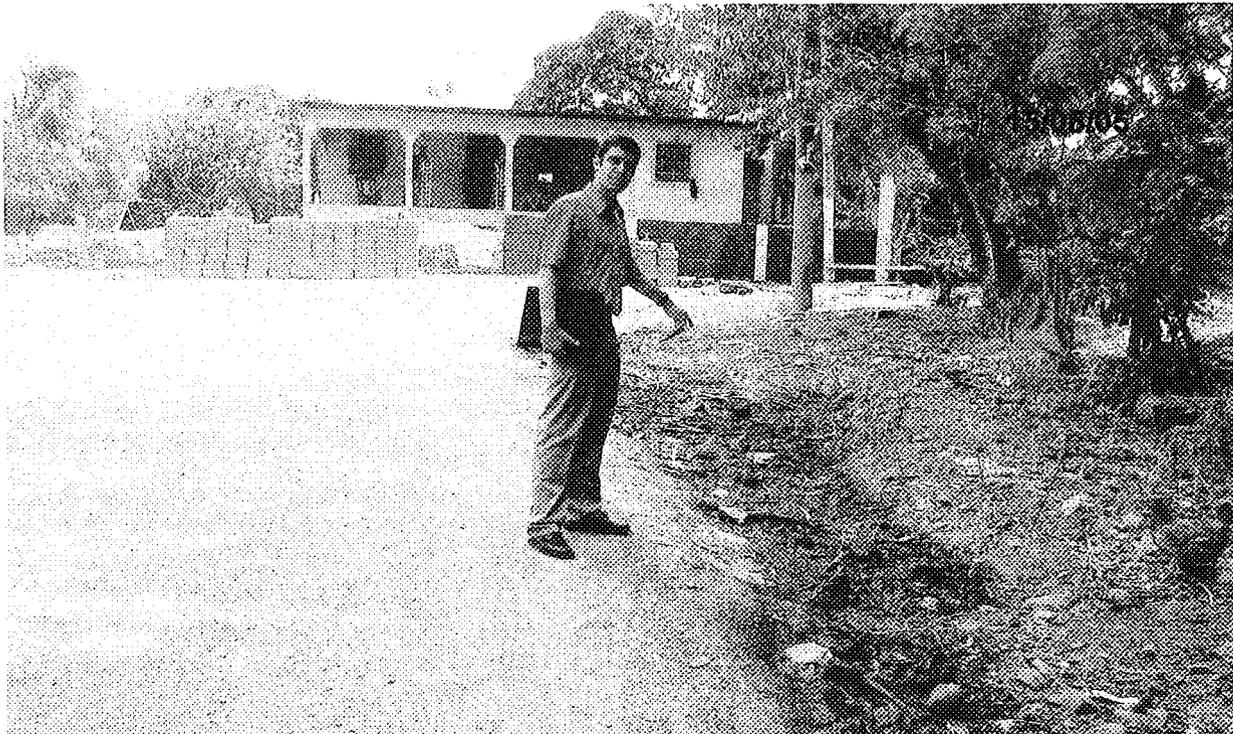
5.3. Aguas vertidas a una de las principales calles de Tola.



5.4. Producto de verter inadecuadamente las aguas grises en patios, se origina posibles focos de de proliferación de vectores.

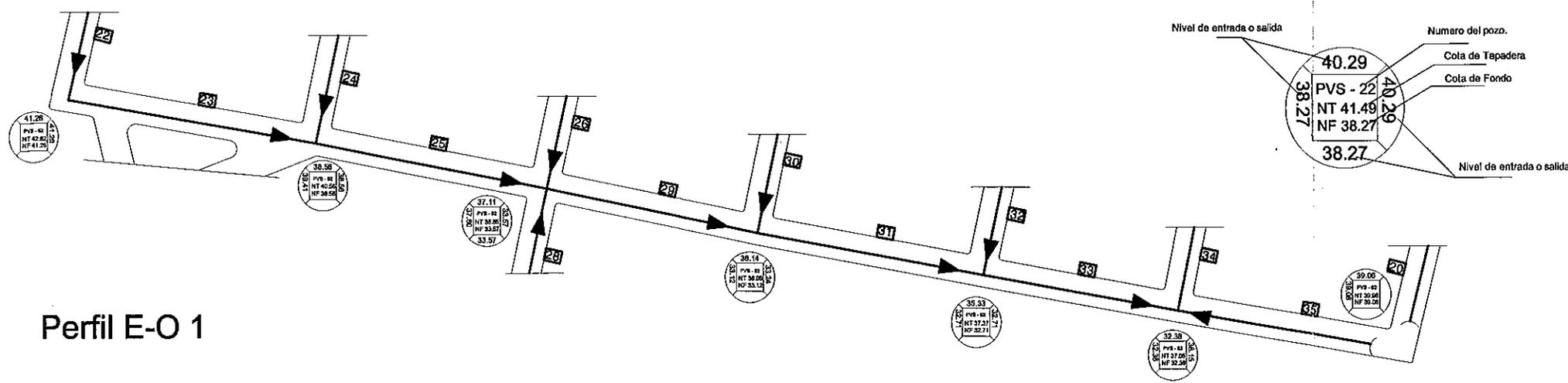


5.5 Descarga de aguas grises a las calles.

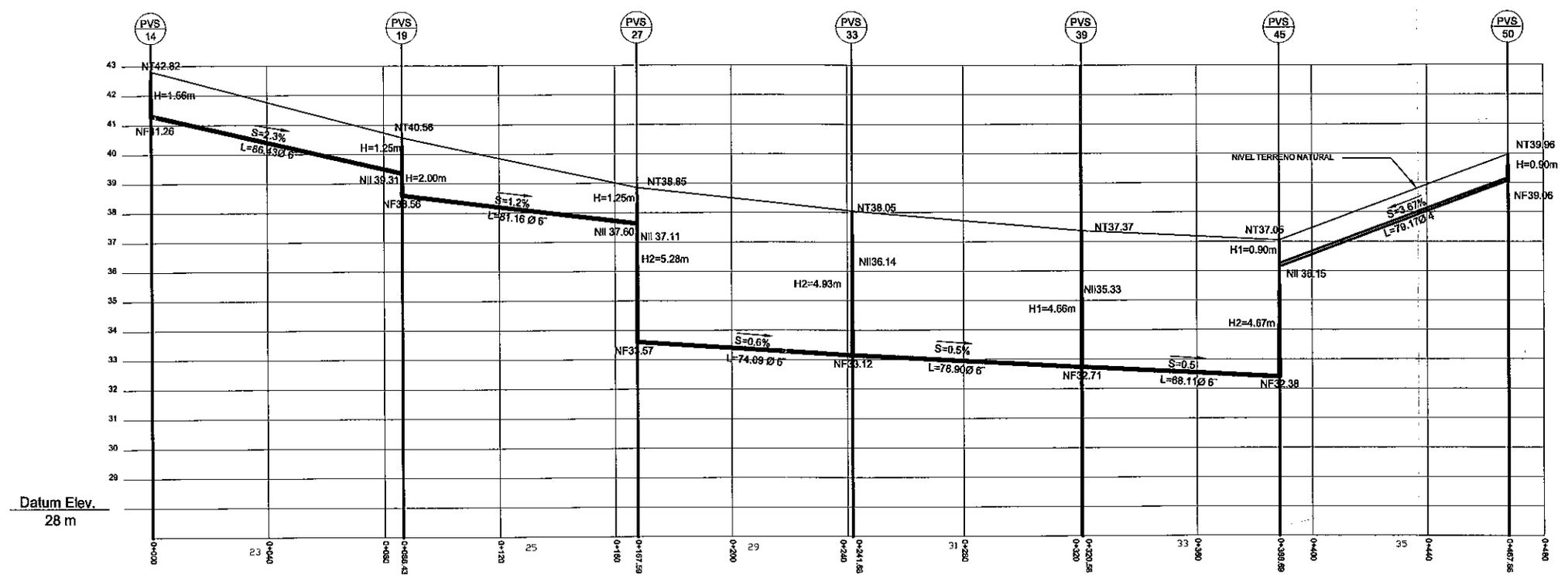


5.6. Foco de contaminación generado por verter aguas grises a la vía pública.

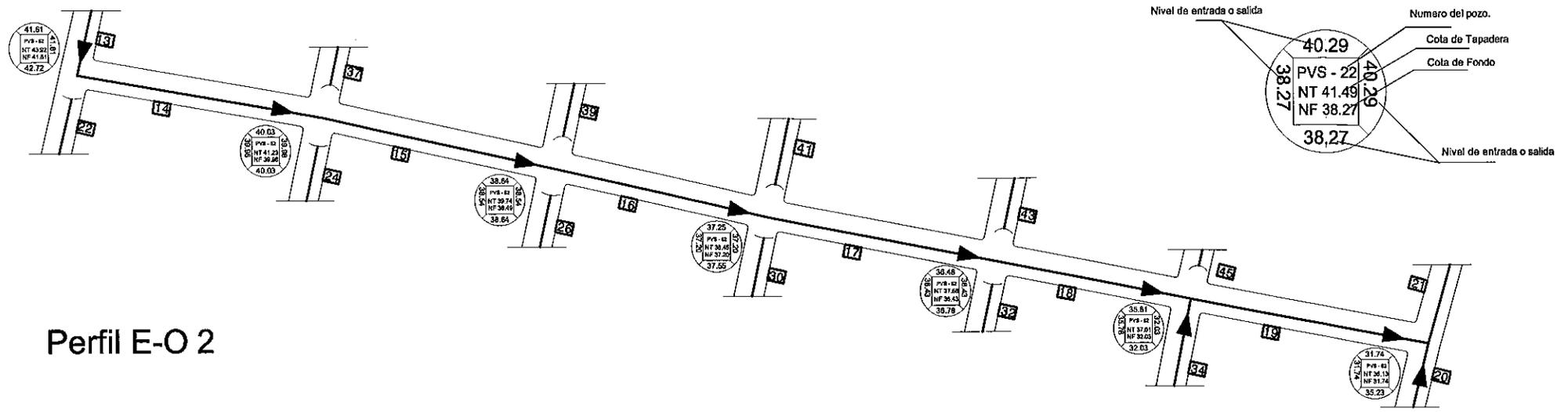
Anexo 7



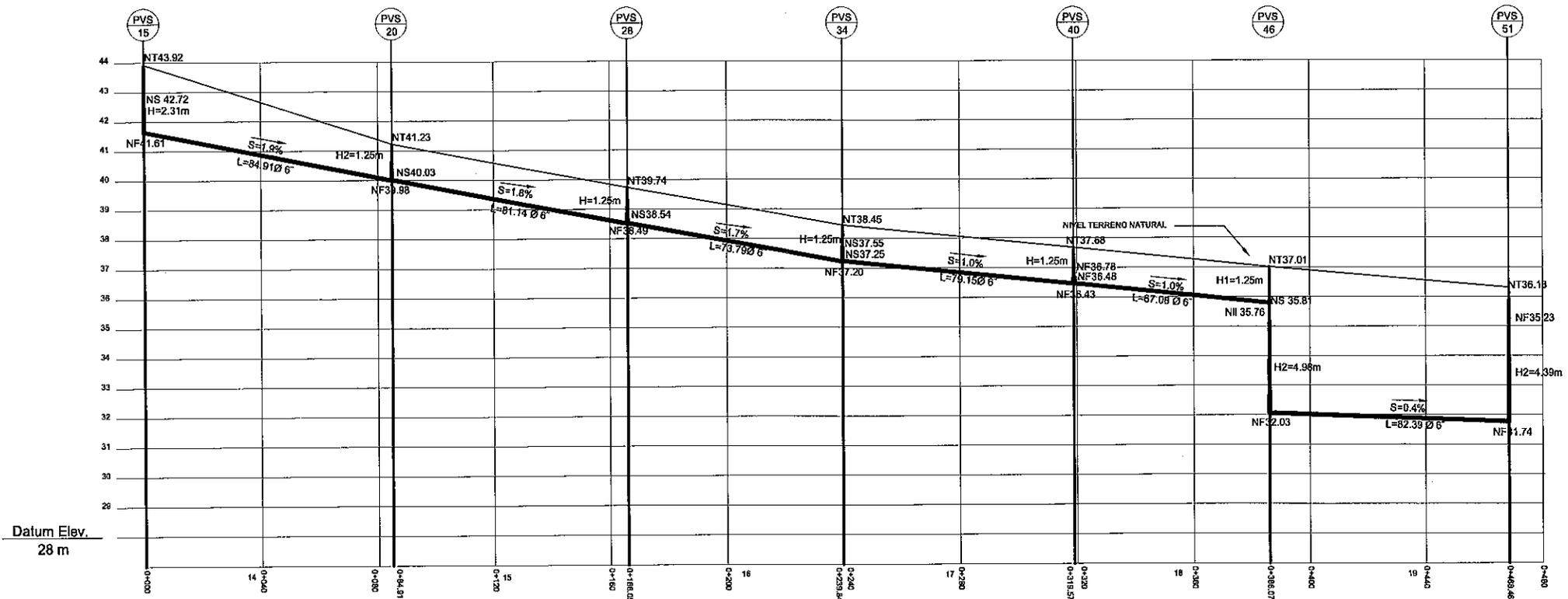
Perfil E-O 1



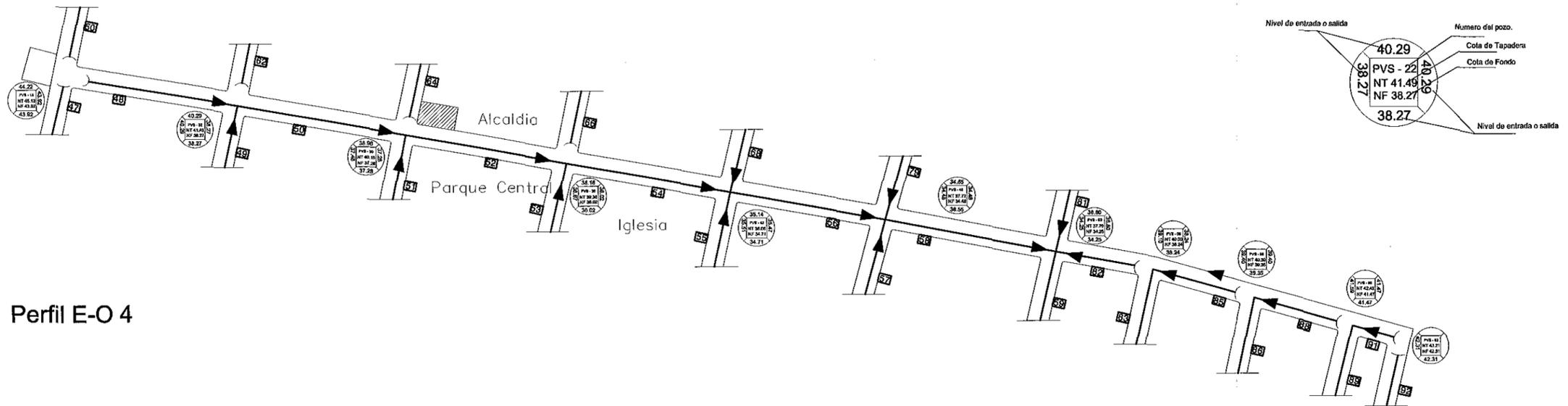
<h1>UCC</h1>	<h2>Planta Perfil</h2>		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	1 6
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



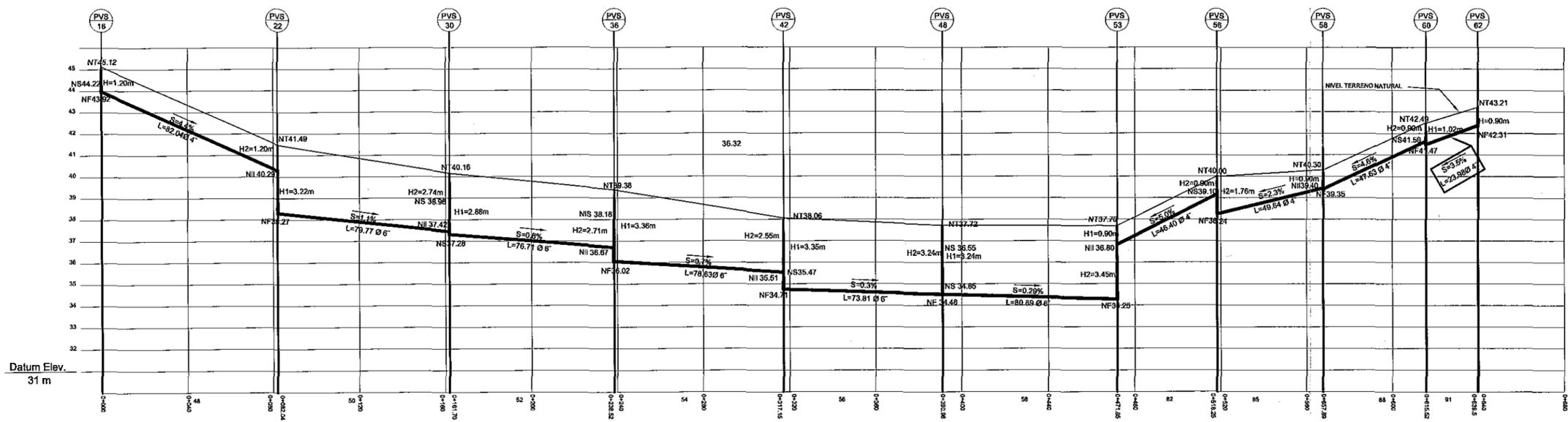
Perfil E-O 2



UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	2 6
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



Perfil E-O 4



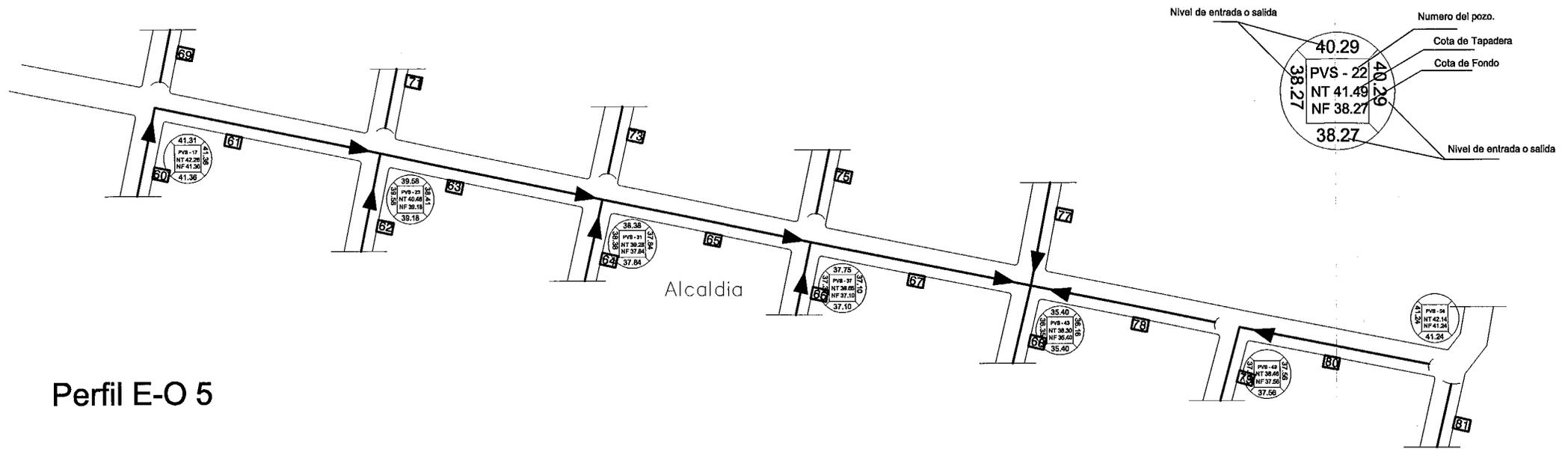
UCC

Planta Perfil

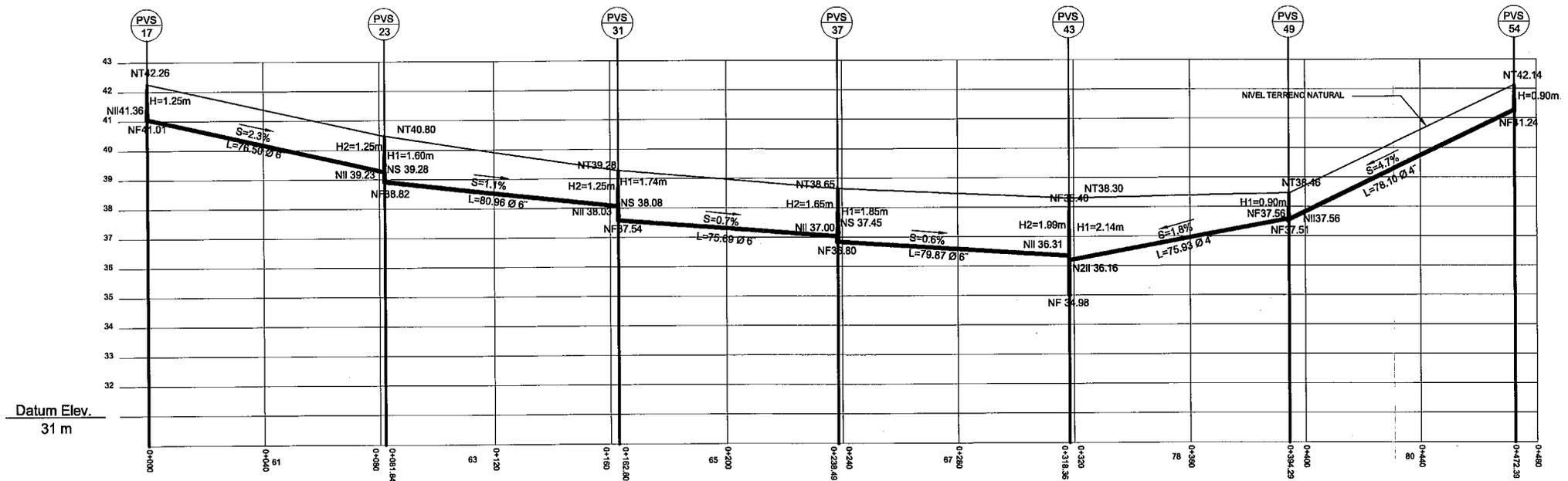
Esc. Hz 1:2000 Esc. Vert. 1:200

Presentado por:
-Rafael Antonio Gámez Ballesteros
-Andrés Alcides Gonzalez Aragón
Fecha:
Noviembre del 2005

4
6

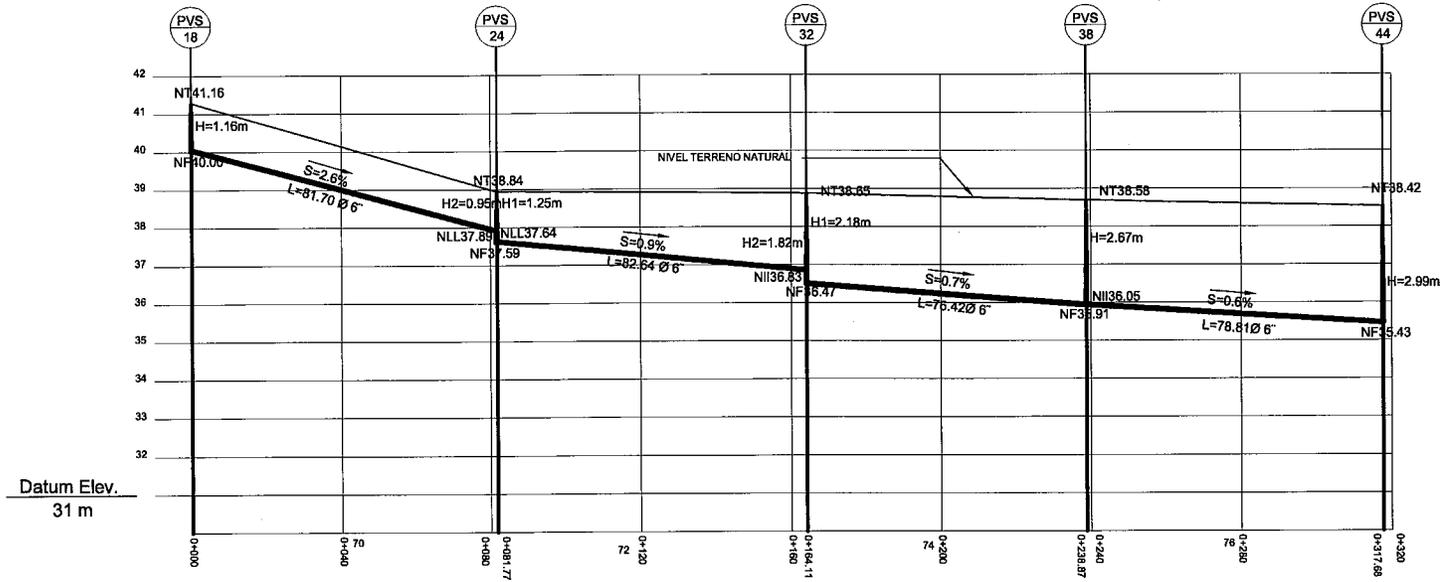
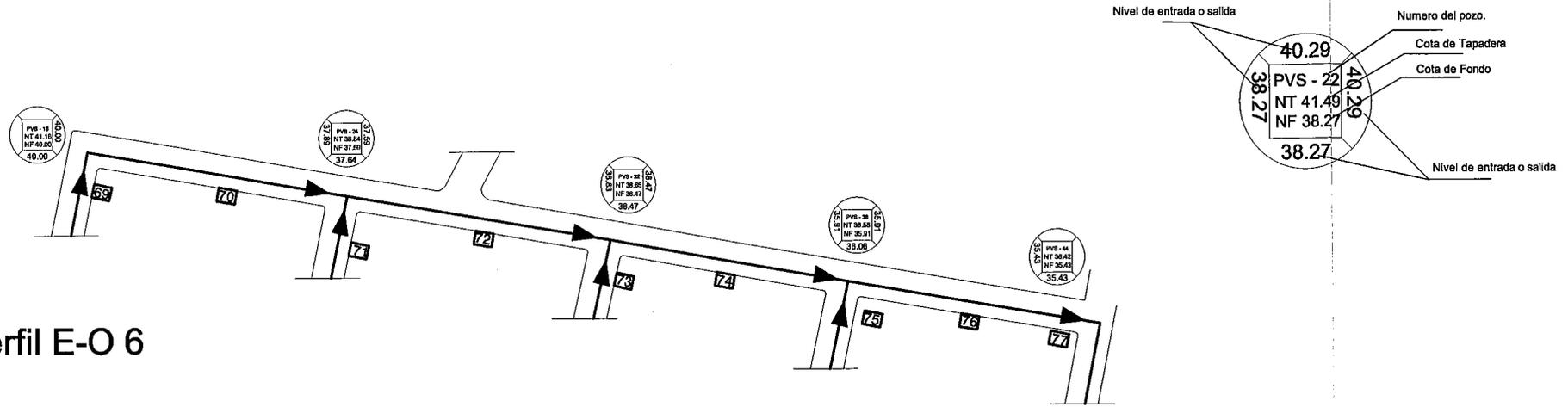


Perfil E-O 5

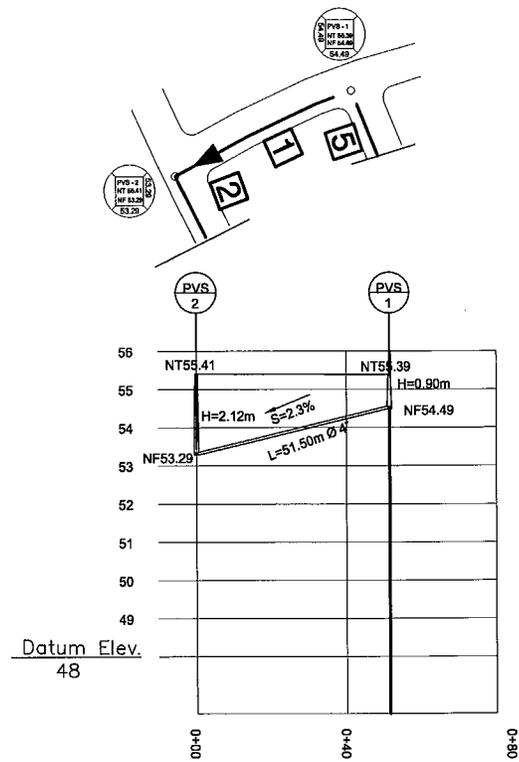


UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	5 6
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	

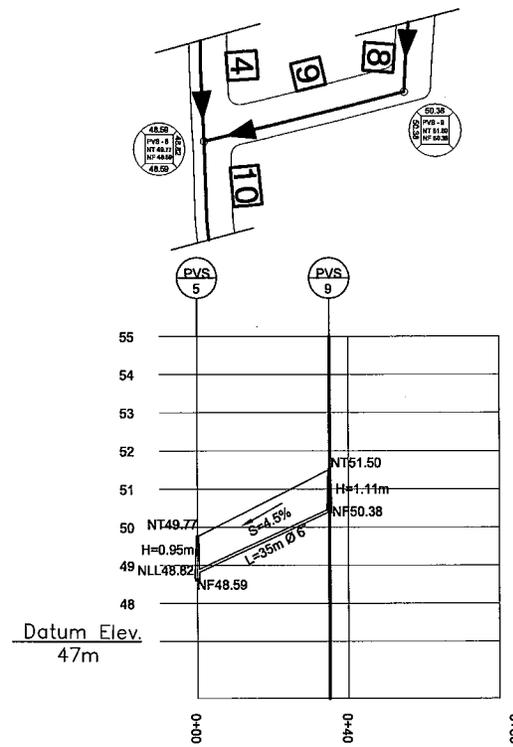
Perfil E-O 6



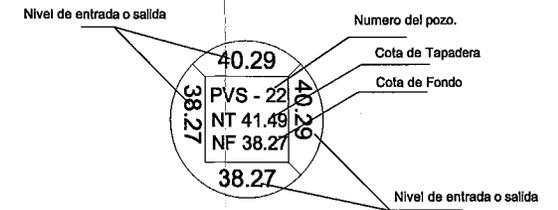
<h1>UCC</h1>	<h2>Planta Perfil</h2>		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	6 6
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



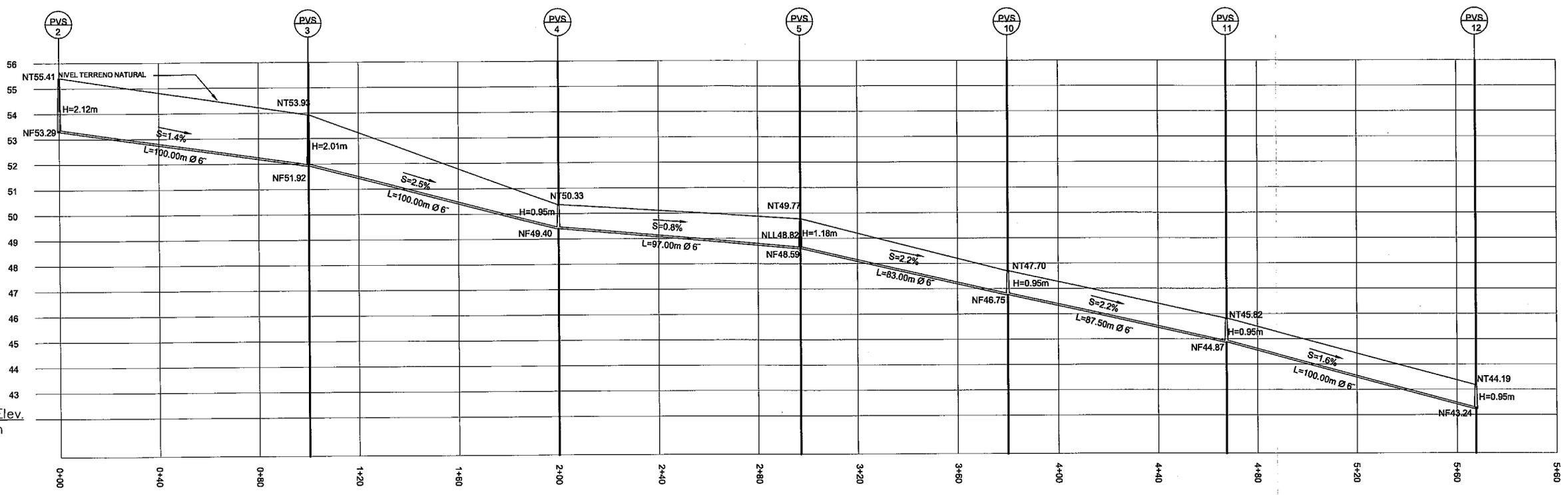
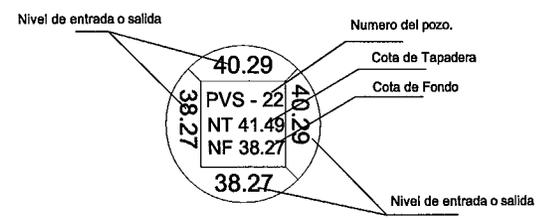
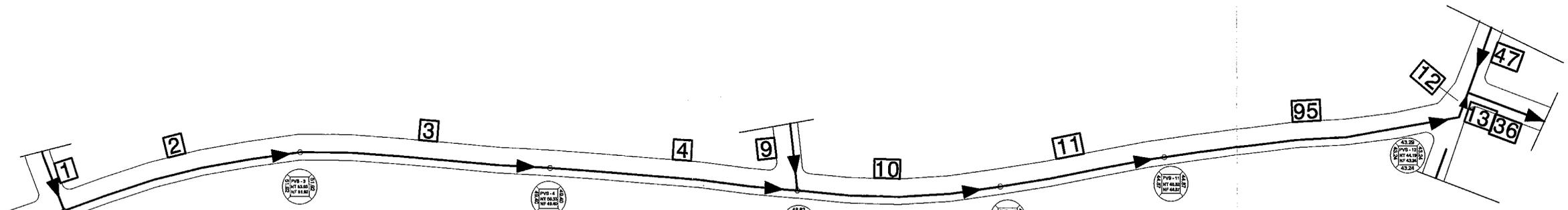
Perfil 1 N-S



Perfil 4N-S



UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	1 12
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



Perfil 2 N-S

UCC

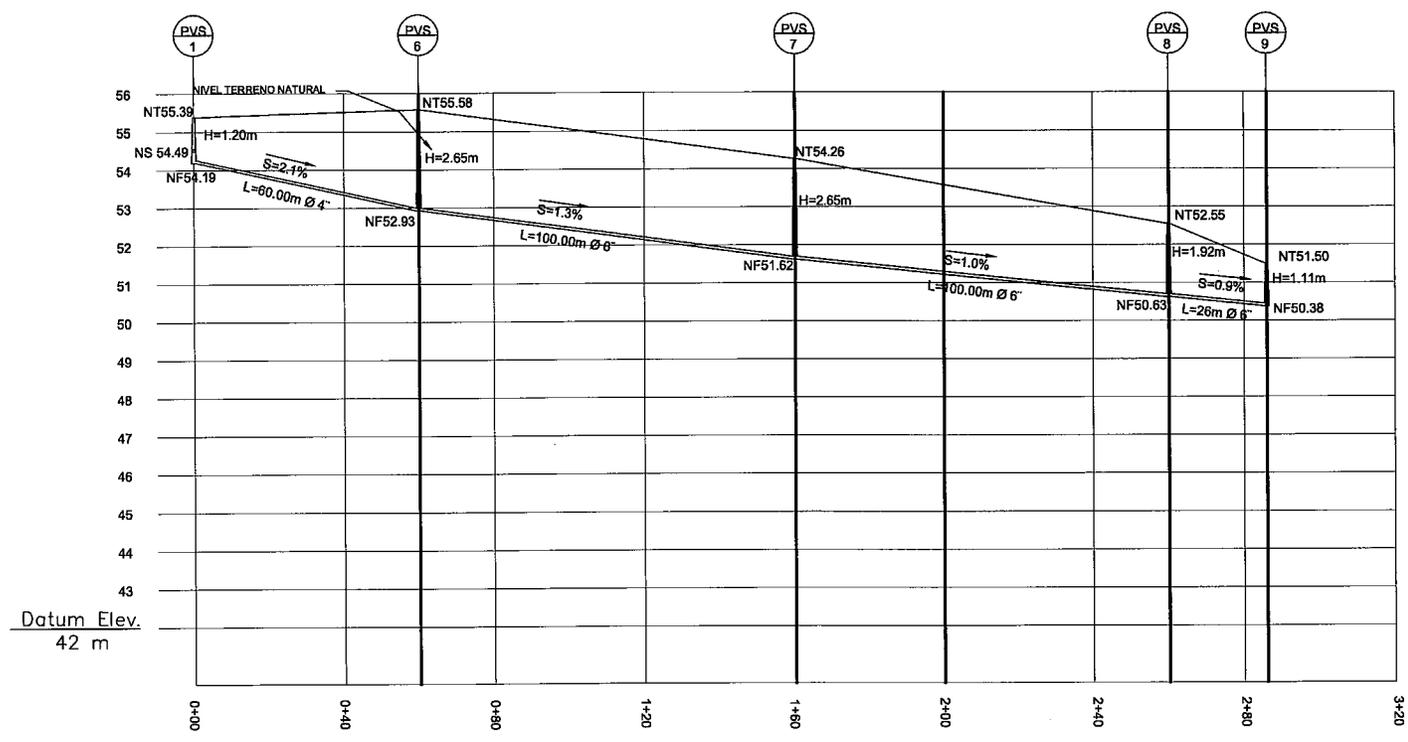
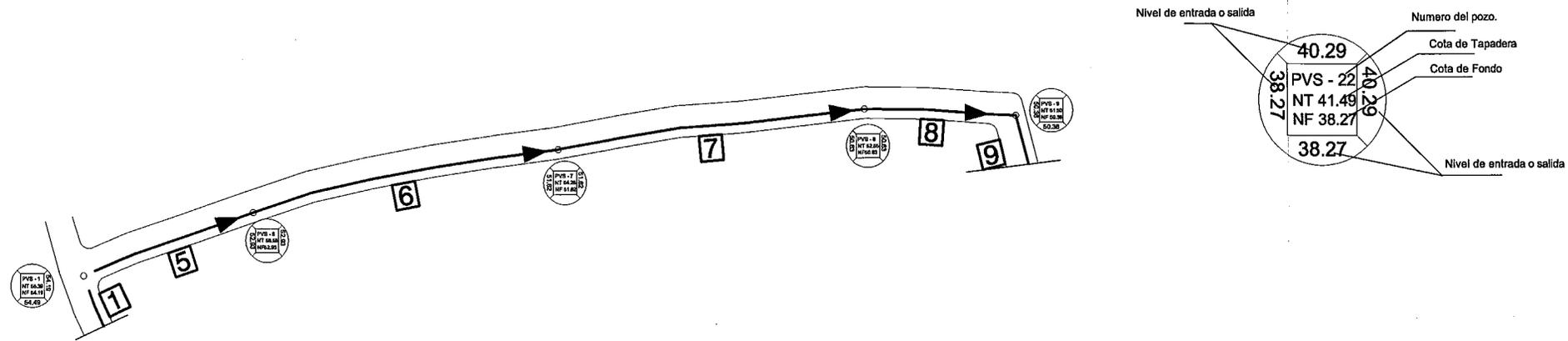
Planta Perfil

Esc. Hz 1:2000

Esc. Vert. 1:200

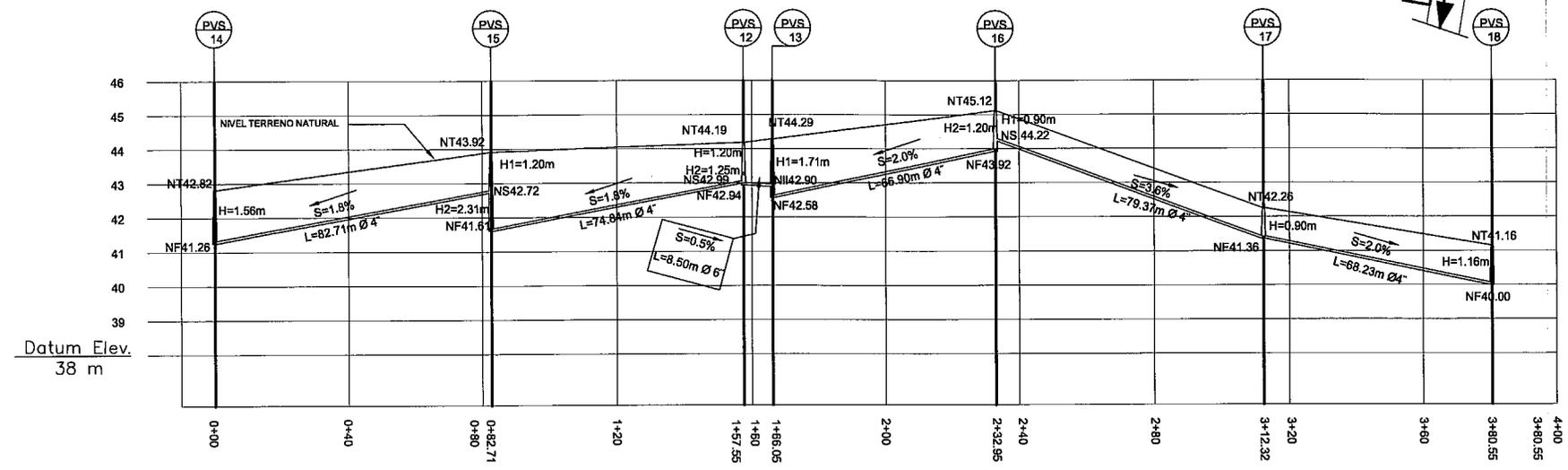
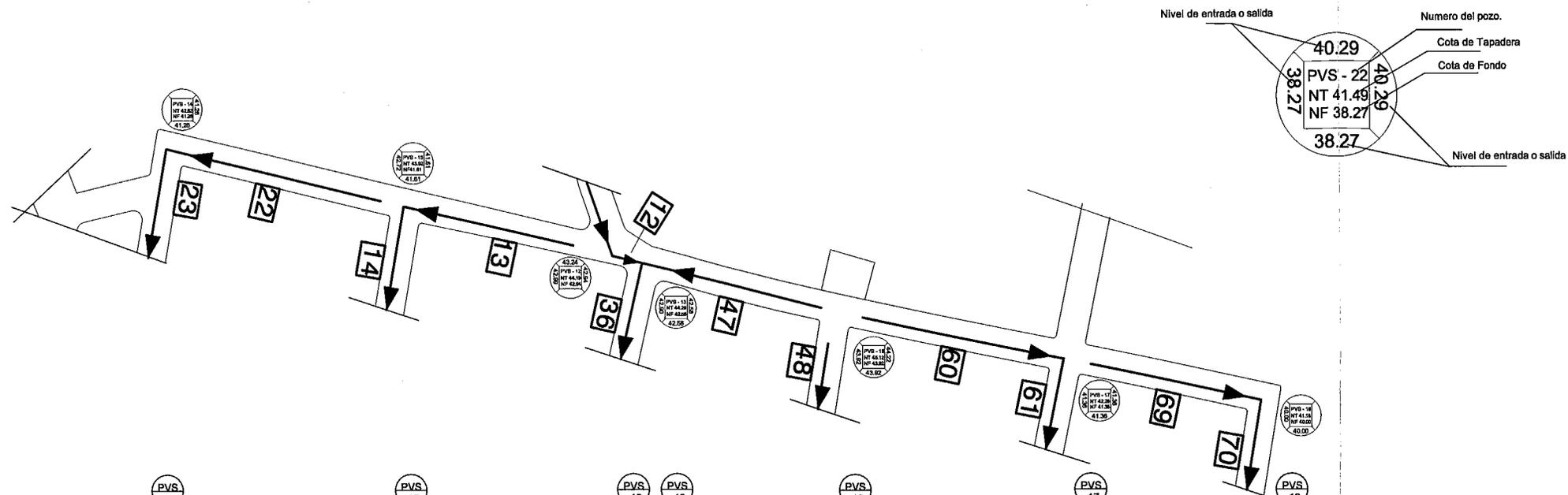
Presentado por:
 -Rafael Antonio Gámez Ballesteros
 -Andrés Alcides Gonzalez Aragón
 Fecha:
 Noviembre del 2005

2
12



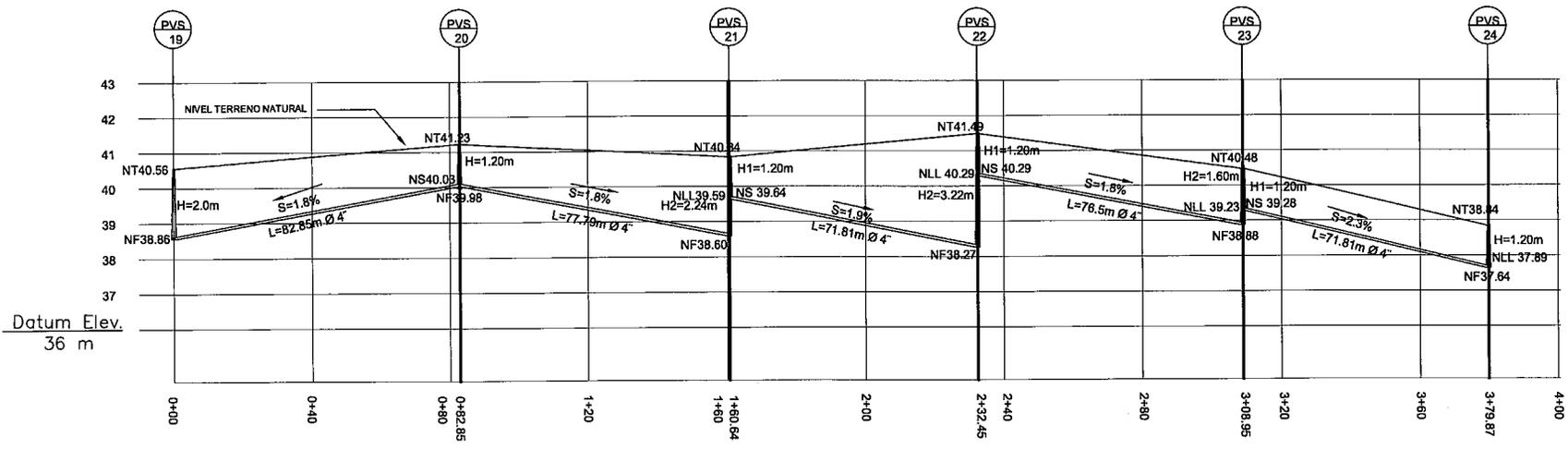
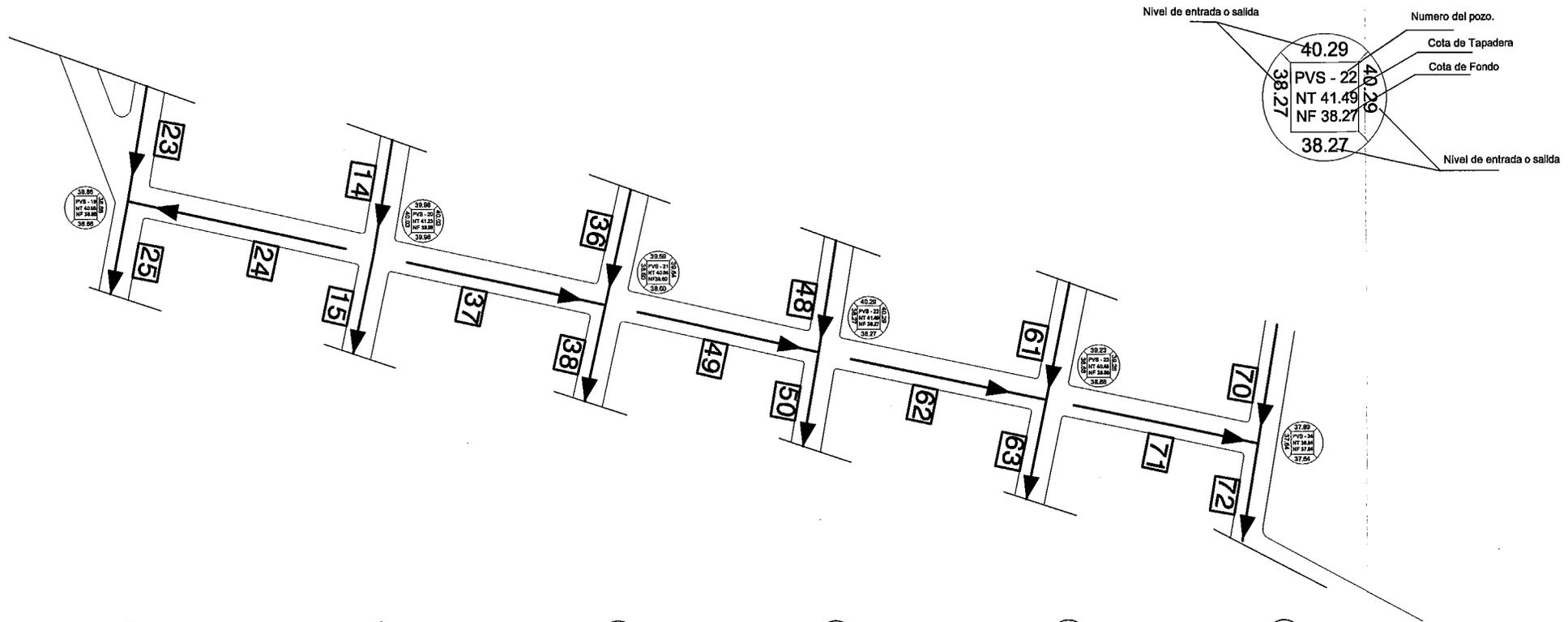
Perfil 3 N-S

<h1>UCC</h1>	<h2>Planta Perfil</h2>		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	<h1>3</h1> <h1>12</h1>
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



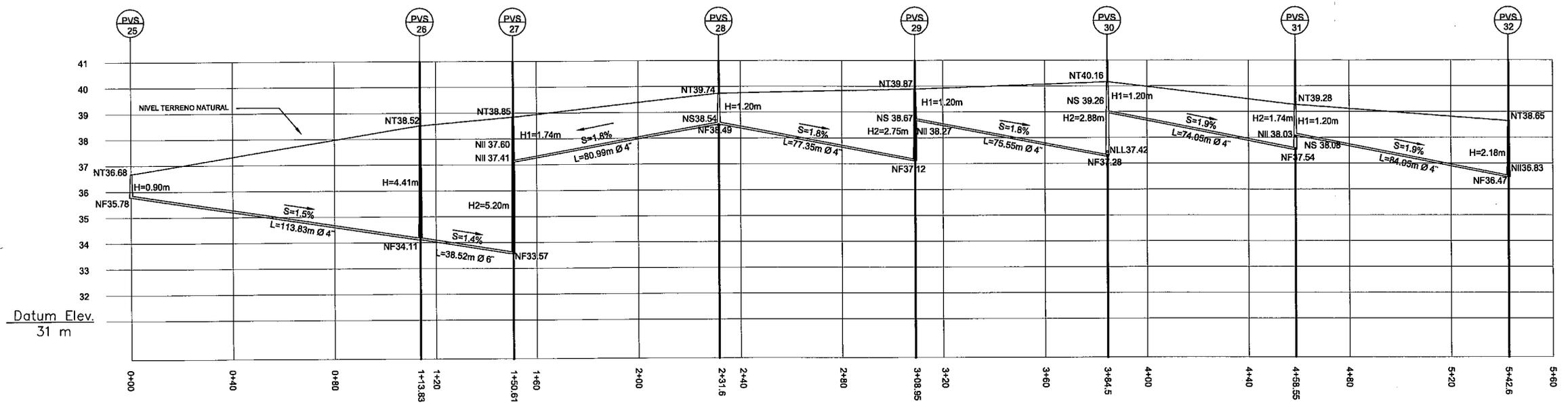
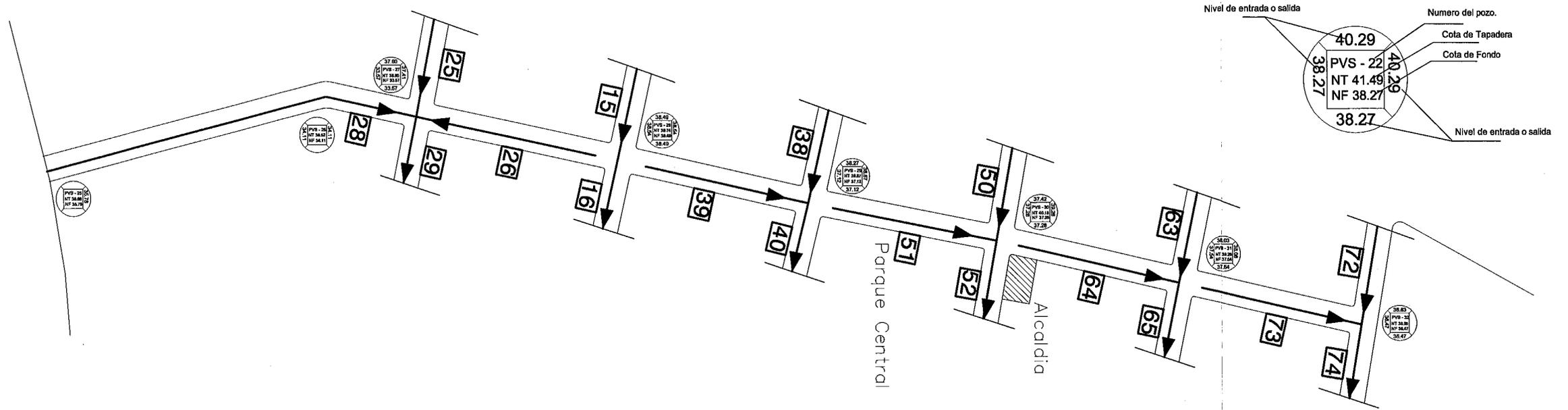
Perfil 5 N-S

UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	4 12
	Esc. Hz	1:2000	Esc. Vert.	



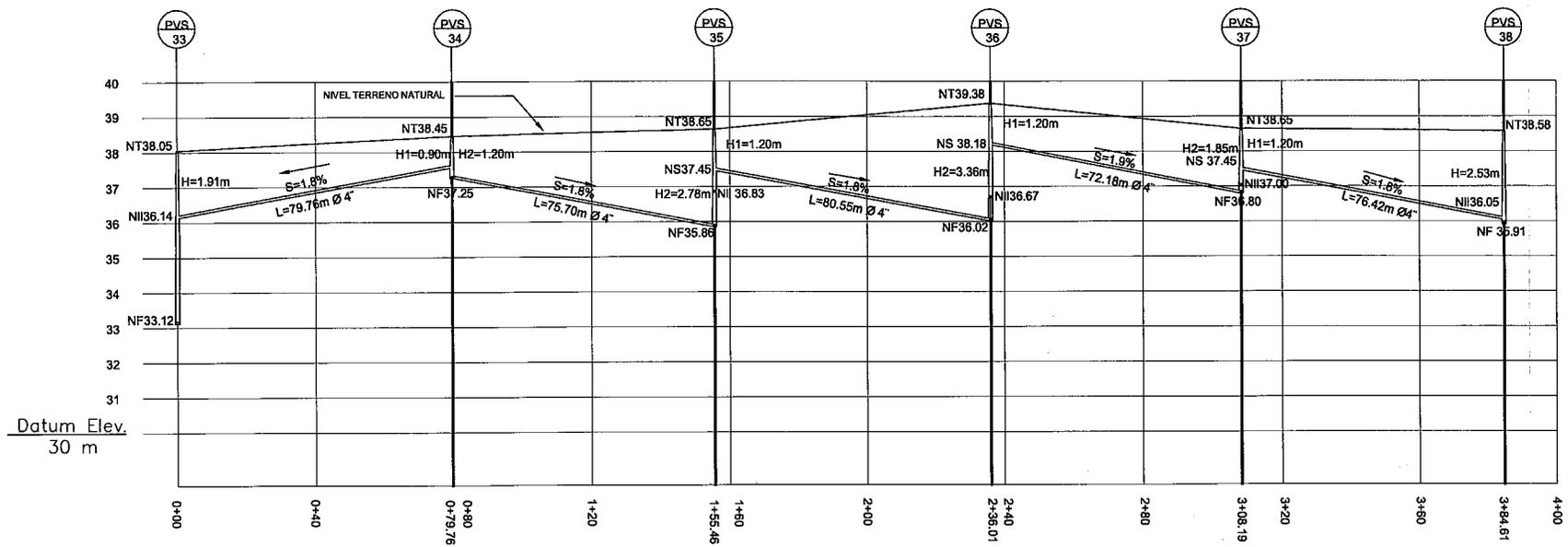
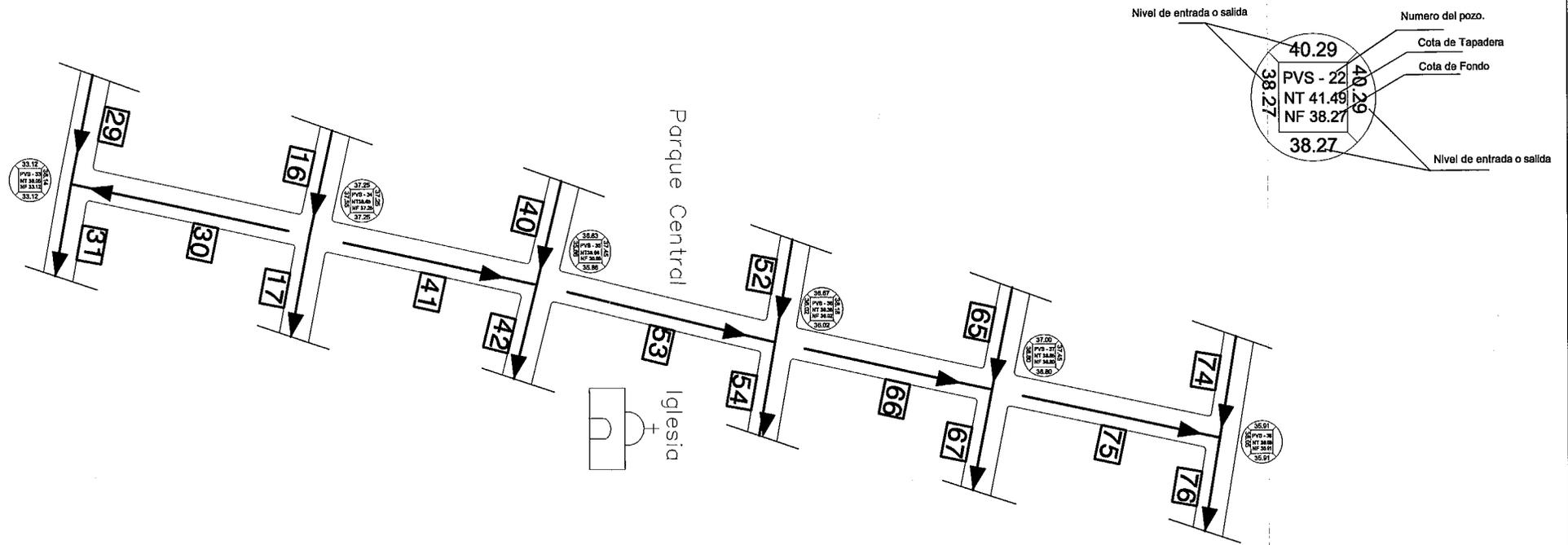
Perfil 6 N-S

UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	5 12
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



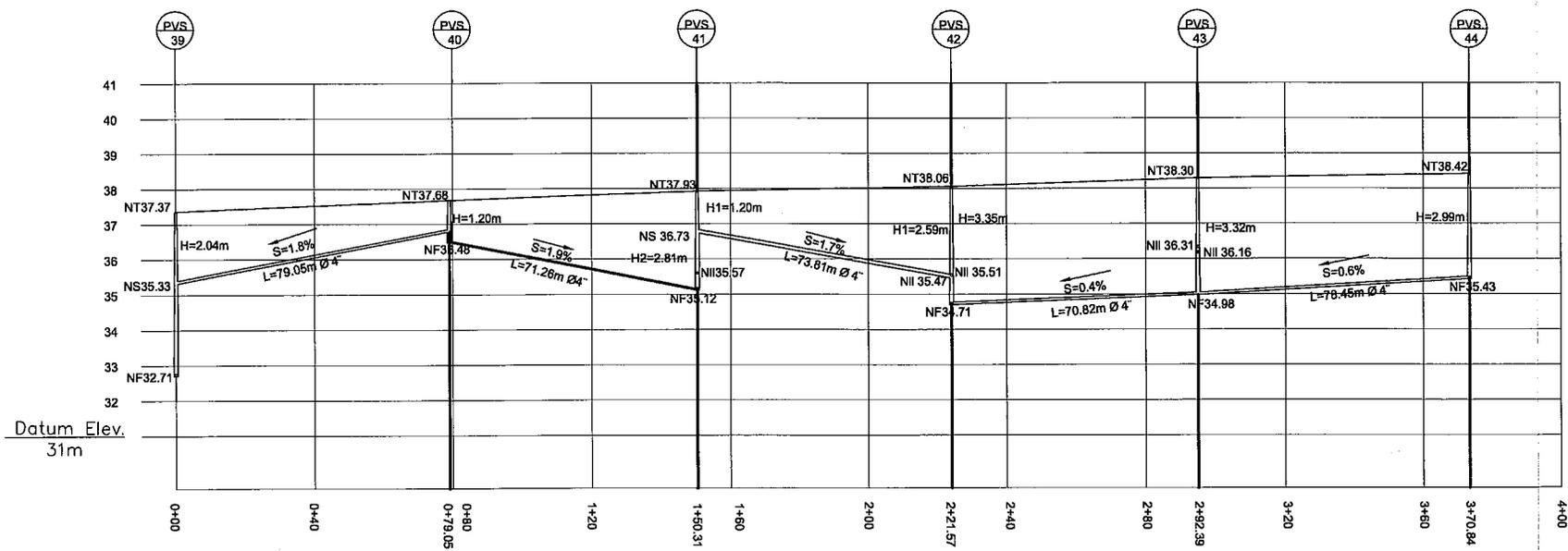
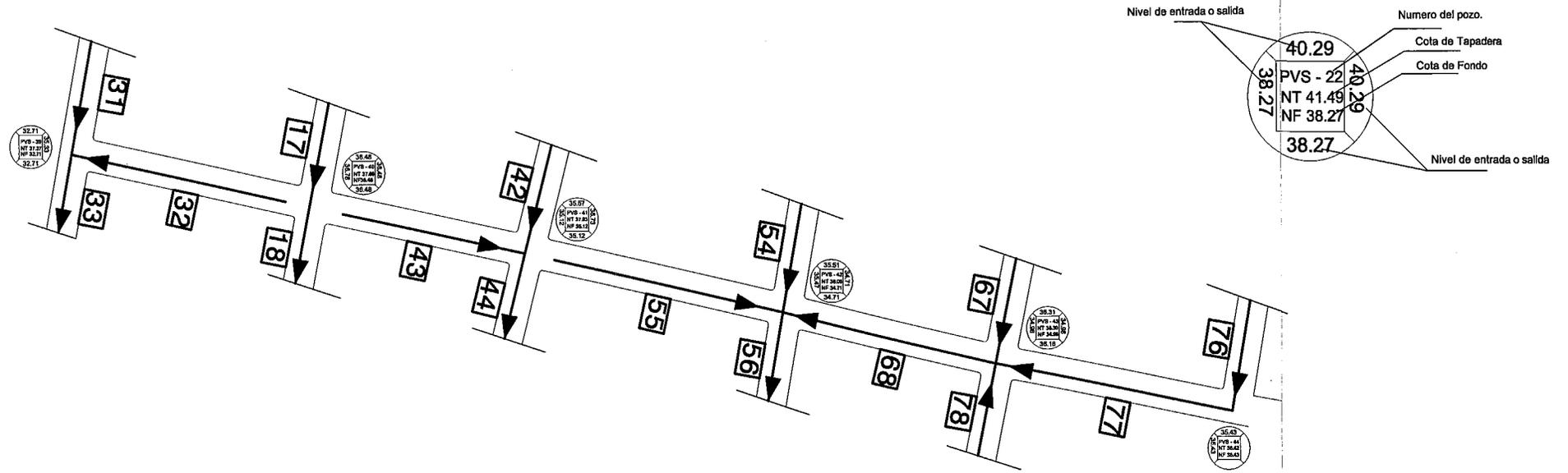
Perfil 7 N-S

<h1>UCC</h1>	<h2>Planta Perfil</h2>		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	<h1>6</h1> <h1>12</h1>
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



Perfil 8 N-S

UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	7
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



Perfil 9 N-S

UCC

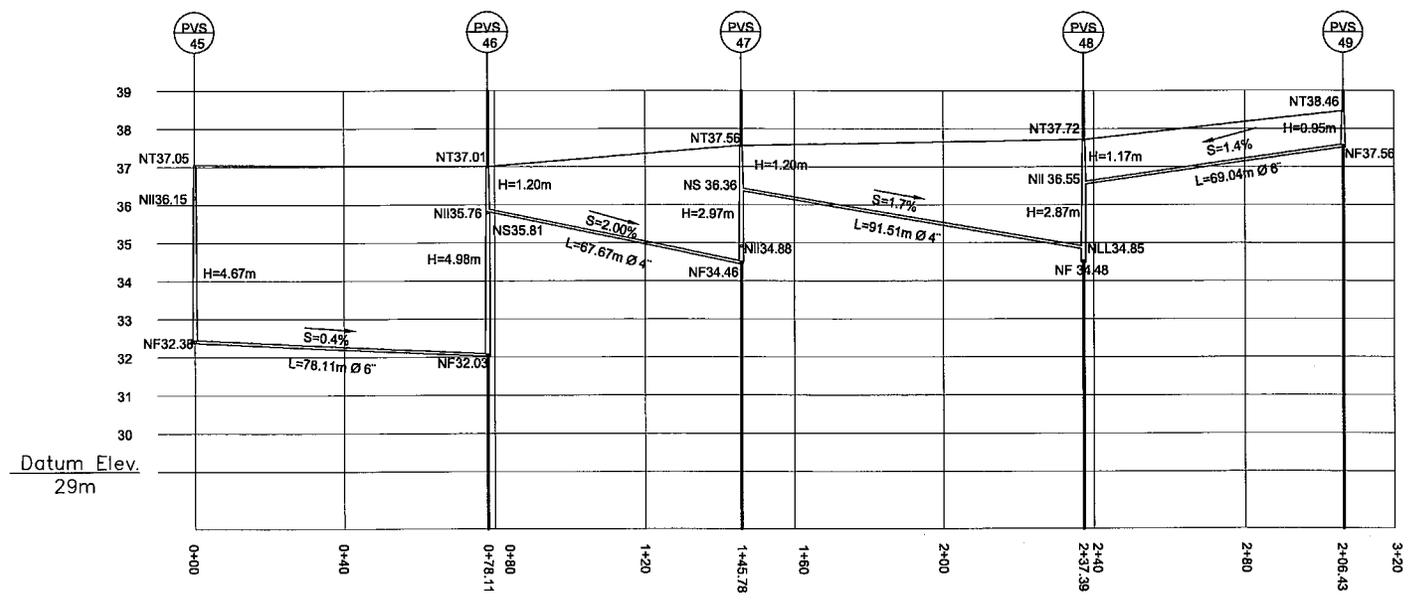
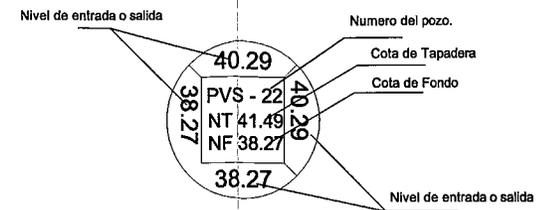
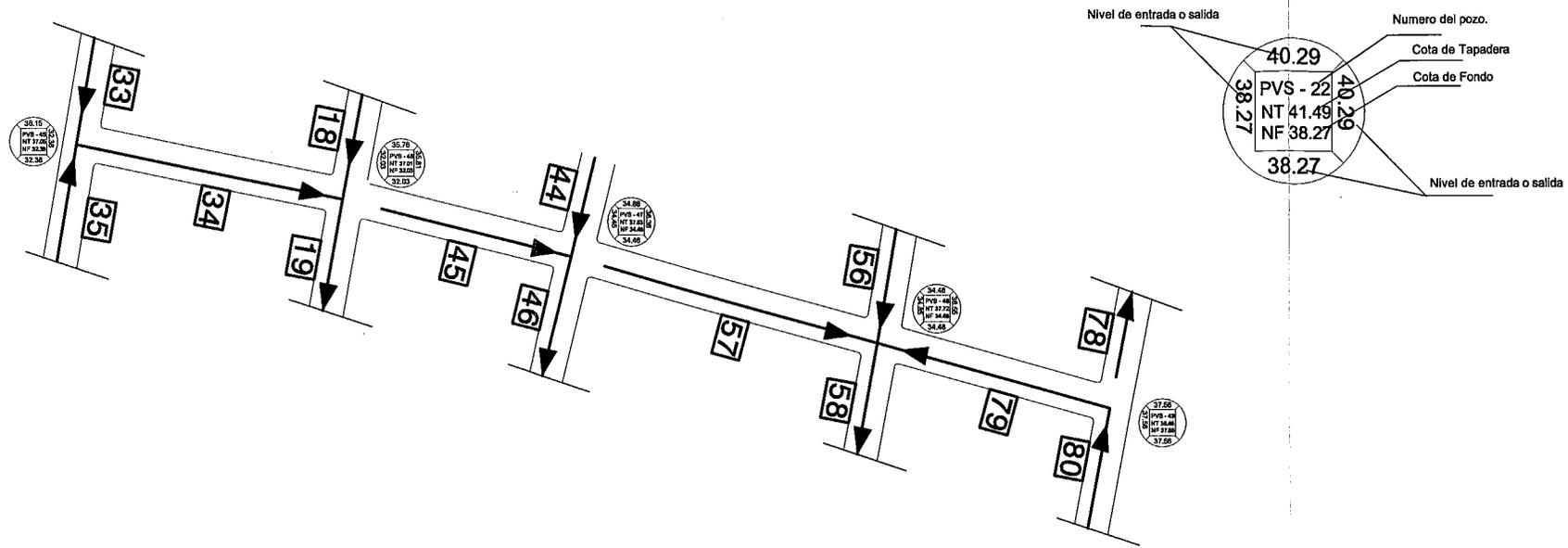
Planta Perfil

Esc. Hz 1:2000

Esc. Vert. 1:200

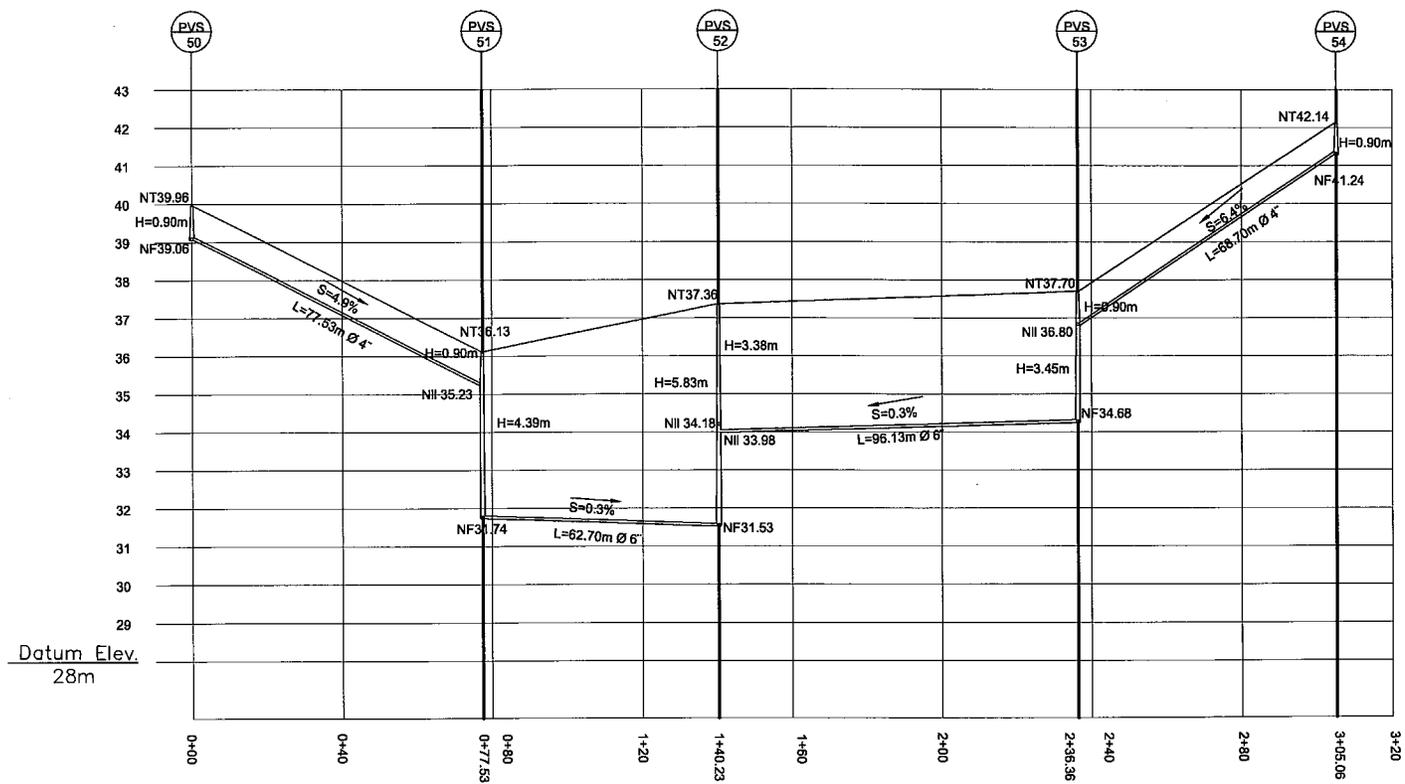
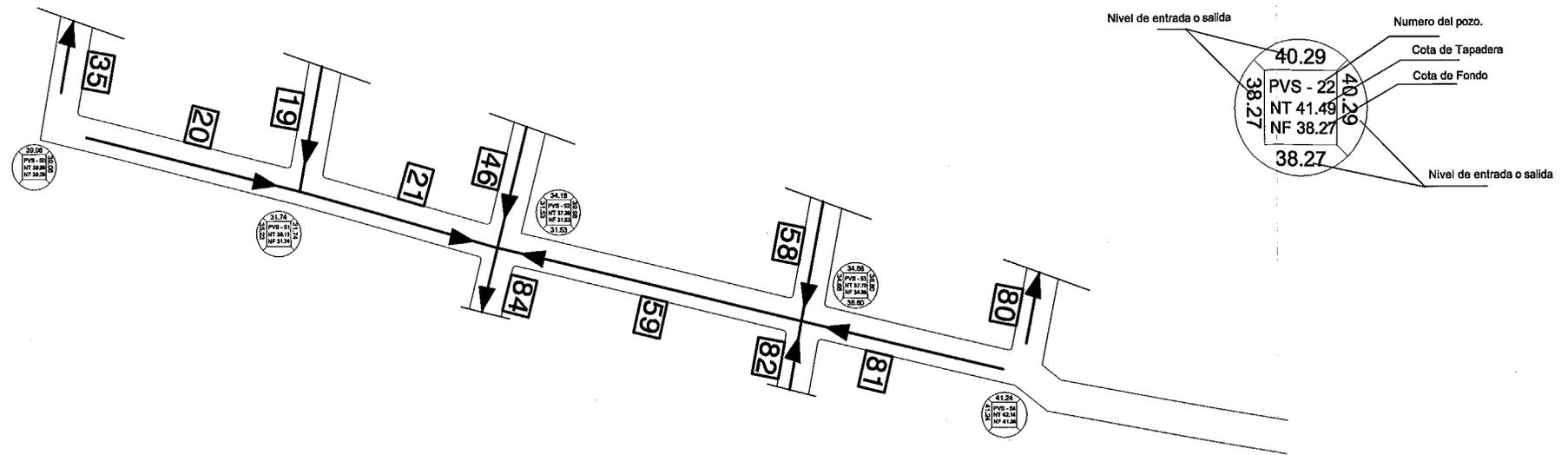
Presentado por:
 -Rafael Antonio Gámez Ballesteros
 -Andrés Alcides Gonzalez Aragón
 Fecha:
 Noviembre del 2005

8



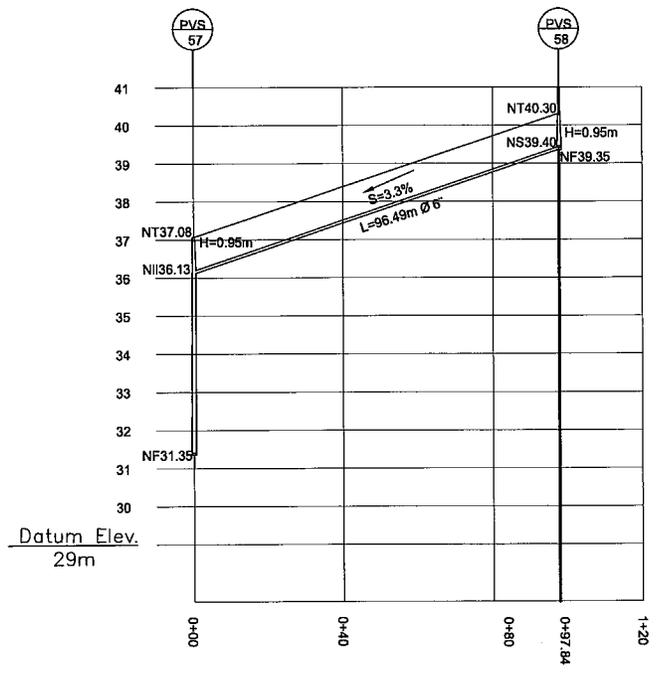
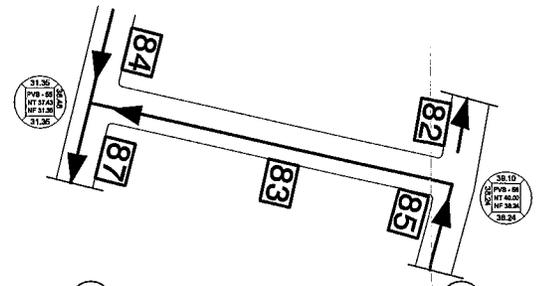
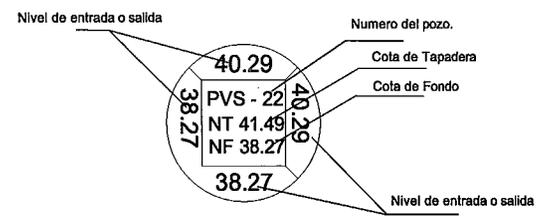
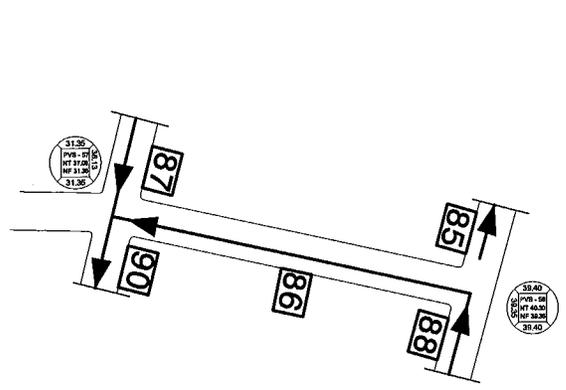
Perfil 10 N-S

UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	9 12
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	

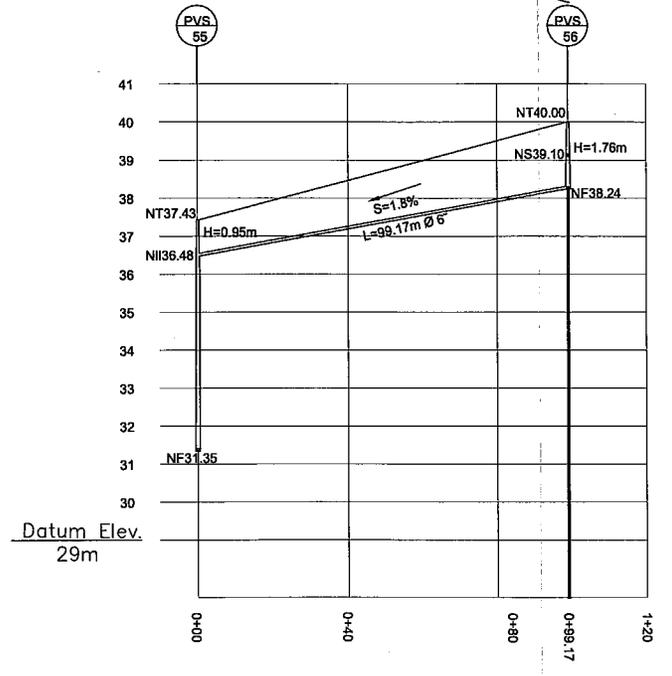


Perfil 11 N-S

UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	10 12
	Esc. Hz 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	



Perfil 13 N-S



Perfil 12 N-S

UCC

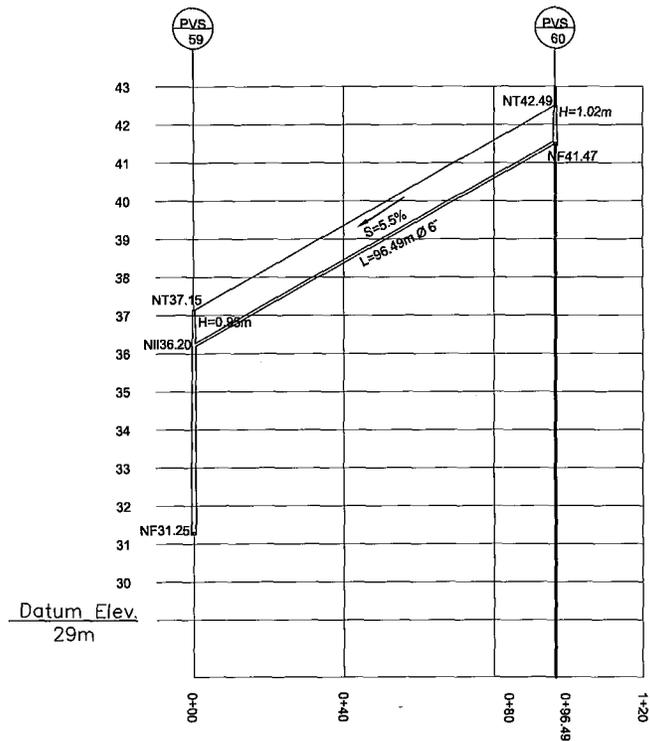
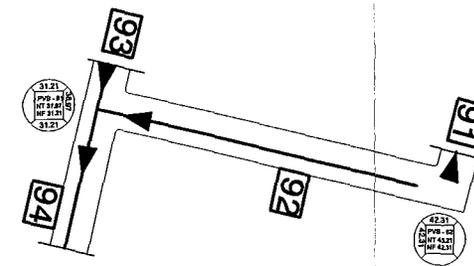
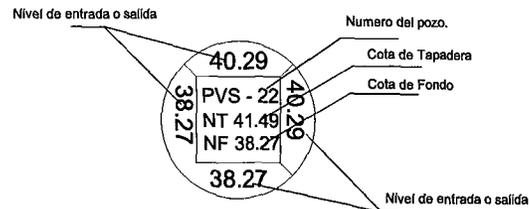
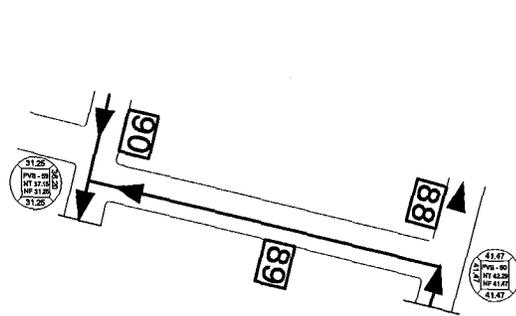
Planta Perfil

Esc. Hz 1:2000

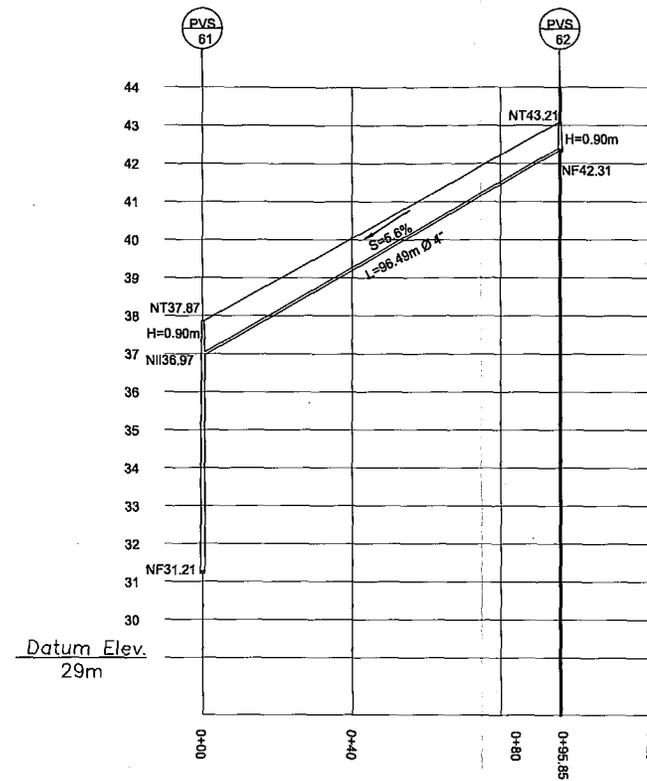
Esc. Vert. 1:200

Presentado por:
 -Rafael Antonio Gámez Ballesteros
 -Andrés Alcides Gonzalez Aragón
 Fecha:
 Noviembre del 2005

11
12



Perfil 14 N-S



Perfil 15 N-S

UCC	Planta Perfil		Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	12 12
	Esc. HZ 1:2000	Esc. Vert. 1:200	Fecha: Noviembre del 2005	

Anexo 8

manco Nicaragua
 precios en Dólares para tubería PVC PUBLICO
 precios no Incluyen I.G.V.
 precios vigentes desde 17 de Octubre del 2005



Código	Descripción	Precio de Venta U\$
160212006	TUBO CPVC 1/2" x 6 mts C/C	6.02
160312006	TUBO CPVC 3/4" x 6 mts C/C	10.39
190402001	TUBO PVC 1" CONDUIT x 3 mts Gr	1.67
150402021	TUBO PVC 1" SDR 17 x 6 mts Gr	5.76
190502001	TUBO PVC 1 1/4" CONDUIT x 3 mts Gr	2.72
150502021	TUBO PVC 1 1/4" SDR 17 x 6 mts Gr	9.11
150502062	TUBO PVC 1 1/4" SDR 26 x 6 mts Gr	6.15
150502081	TUBO PVC 1 1/4" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	5.06
150502101	TUBO PVC 1 1/4" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	3.76
190602001	TUBO PVC 1 1/2" CONDUIT x 3 mts Gr	2.83
150602021	TUBO PVC 1 1/2" SDR 17 x 6 mts Gr	11.59
150602081	TUBO PVC 1 1/2" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	5.38
190702001	TUBO PVC 2" CONDUIT x 3 mts Gr	4.35
150602081	TUBO PVC 1 1/2" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	5.38
190702001	TUBO PVC 2" CONDUIT x 3 mts Gr	4.35
150702021	TUBO PVC 2" SDR 17 x 6 mts C/C Gr	17.94
440702021	TUBO PVC 2" SDR 17 x 6 mts C/E Gr	18.63
150702062	TUBO PVC 2" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	11.76
440702062	TUBO PVC 2" SDR 26 x 6 mts C/E Gr	12.72
150702081	TUBO PVC 2" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	9.05
440702081	TUBO PVC 2" SDR 32.5 x 6 mts C/E Gr	11.07
150702101	TUBO PVC 2" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	8.45
150802021	TUBO PVC 2 1/2" SDR 17 x 6 mts C/C Gr	24.48
440802021	TUBO PVC 2 1/2" SDR 17 x 6 mts C/E Gr	28.73
150802062	TUBO PVC 2 1/2" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	15.78
150802081	TUBO PVC 2 1/2" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	14.83
150802101	TUBO PVC 2 1/2" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	11.09
150902021	TUBO PVC 3" SDR 17 x 6 mts C/C Gr	34.98
440902021	TUBO PVC 3" SDR 17 x 6 mts C/E Gr	42.24
150902062	TUBO PVC 3" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	25.19
440902062	TUBO PVC 3" SDR 26 x 6 mts C/E Gr	26.60
150902081	TUBO PVC 3" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	21.03
440902081	TUBO PVC 3" SDR 32.5 x 6 mts C/E Gr	20.45
150902101	TUBO PVC 3" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	17.40
150902121	TUBO PVC 3" SDR 50 San x 6 mts C/C Gr	12.00
151002021	TUBO PVC 4" SDR 17 x 6 mts C/C Gr	57.44
441002021	TUBO PVC 4" SDR 17 x 6 mts C/E Gr	65.64
151002062	TUBO PVC 4" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	37.53
441002062	TUBO PVC 4" SDR 26 x 6 mts C/E Gr	43.06
151002081	TUBO PVC 4" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	32.75
441002081	TUBO PVC 4" SDR 32.5 x 6 mts C/E Gr	26.87
151002101	TUBO PVC 4" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	26.46
441002101	TUBO PVC 4" SDR 41 x 6 mts C/E Gr	27.78
151002121	TUBO PVC 4" SDR 50 San x 6 mts C/C Gr	18.01
151202021	TUBO PVC 6" SDR 17 x 6 mts C/C Gr	146.87
441202021	TUBO PVC 6" SDR 17 x 6 mts C/E Gr	131.50
151202062	TUBO PVC 6" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	88.66

Código	Descripción	Precio de Venta U\$
441202062	TUBO PVC 6" SDR 26 x 6 mts C/E Gr	98.19
151202081	TUBO PVC 6" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	79.42
441202081	TUBO PVC 6" SDR 32.5 x 6 mts C/E Gr	70.48
151202101	TUBO PVC 6" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	63.35
441202101	TUBO PVC 6" SDR 41 x 6 mts C/E Gr	64.66
151302021	TUBO PVC 8" SDR 17 x 6 mts C/C Gr	226.11
441302021	TUBO PVC 8" SDR 17 x 6 mts C/E Gr	186.72
151302062	TUBO PVC 8" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	150.28
441302062	TUBO PVC 8" SDR 26 x 6 mts C/E Gr	163.76
151302081	TUBO PVC 8" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	109.67
441302081	TUBO PVC 8" SDR 32.5 x 6 mts C/E Gr	114.77
151302101	TUBO PVC 8" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	105.44
441302101	TUBO PVC 8" SDR 41 x 6 mts C/E Gr	92.91
151302141	TUBO PVC 8" SDR 64 San x 6 mts C/C Gr	59.02
441402021	TUBO PVC 10" SDR 17 x 6 mts C/E Gr	354.90
151402062	TUBO PVC 10" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	224.08
441402062	TUBO PVC 10" SDR 26 x 6 mts C/E Gr	248.29
151402081	TUBO PVC 10" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	185.10
441402081	TUBO PVC 10" SDR 32.5 x 6 mts C/E Gr	0.00
151402101	TUBO PVC 10" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	150.94
441402101	TUBO PVC 10" SDR 41 x 6 mts C/E BI	175.45
441501031	TUBO PVC 12" SDR 17 x 6 mts C/E BI	516.31
441502021	TUBO PVC 12" SDR 17 x 6 mts C/E Gr	484.58
151502062	TUBO PVC 12" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	307.77
441502062	TUBO PVC 12" SDR 26 x 6 mts C/E BI	368.68
151502081	TUBO PVC 12" SDR 32.5 x 6 mts C/C Gr	263.61
441502081	TUBO PVC 12" SDR 32.5 x 6 mts C/E Gr	245.85
151502101	TUBO PVC 12" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	191.84
441502101	TUBO PVC 12" SDR 41 x 6 mts C/E BI	180.44
151702062	TUBO PVC 15" SDR 26 x 6 mts C/C Gr	428.44
441702062	TUBO PVC 15" SDR 26 x 6 mts C/E Gr	457.19
441702081	TUBO PVC 15" SDR 32.5 x 6 mts C/E Gr	365.08
151712101	TUBO PVC 15" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	307.27
441702101	TUBO PVC 15" SDR 41 x 6 mts C/E BI	347.18

190202001	TUBO PVC 1/2" CONDUIT x 3 mts Gr	0.79
150202003	TUBO PVC 1/2" SDR 13.5 x 6 mts Gr	2.91
190302001	TUBO PVC 3/4" CONDUIT x 3 mts Gr	1.22
150302021	TUBO PVC 3/4" SDR 17 x 6 mts Gr	3.46
150402062	TUBO PVC 1" SDR 26 x 6 mts Gr	4.79
150602062	TUBO PVC 1 1/2" SDR 26 x 6 mts Gr	7.59
150602101	TUBO PVC 1 1/2" SDR 41 x 6 mts C/C Gr	6.34
150702103	TUBO PVC 2" x 6 mts C/C SANITARIO C/C GR	6.85
170902002	TUBO PVC SANITARIO 3" x 6mts C/C Gr	11.15
151002141	TUBO PVC 4" SDR 64 San x 6 mts C/C Gr	16.96
151202141	TUBO PVC 6" SDR 64 San x 6 mts C/C Gr	42.22

Adaptador Hembra



Código	Tamaño	Precio US
153-020-4001	1/2"	0.16
153-030-4001	3/4"	0.19
153-040-4001	1"	0.35
153-050-4001	1 1/4"	0.42
153-060-4001	1 1/2"	0.47
153-070-4001	2"	0.65
153-080-4001	2 1/2"	3.20
153-090-4001	3"	3.56
153-100-4001	4"	4.26
153-120-4001	6"	18.99
153-130-4001	8"	31.87

Adaptador Macho



Código	Tamaño	Precio US
153-020-6001	1/2"	0.14
153-030-6001	3/4"	0.16
153-040-6001	1"	0.31
153-050-6001	1 1/4"	0.38
153-060-6001	1 1/2"	0.49
153-070-6001	2"	0.68
153-080-6001	2 1/2"	1.24
153-090-6001	3"	2.88
153-100-6001	4"	3.64
153-120-6001	6"	14.91
153-130-6001	8"	45.23

Check de Pie y Alivio C/R TP

Código	Tamaño	Precio US
097-022-5001	1/2"	5.80
097-032-5001	3/4"	6.12
097-042-5001	1"	8.95
097-062-5003	1 1/2"	14.87
097-072-5003	2"	24.46

Check Liso PVC

Código	Tamaño	Precio US
097-020-6006	1/2"	6.07
097-030-6006	3/4"	5.86
097-040-6004	1"	7.61
097-060-6005	1 1/2"	13.25
097-070-6005	2"	15.63
097-090-6006	3"	45.54
097-100-6002	4"	69.75

Codo liso 90° S40



Código	Tamaño	Precio US
153-022-3001	1/2"	0.16
153-032-3001	3/4"	0.27
153-042-3001	1"	0.35
153-052-3001	1 1/4"	0.66
153-062-3001	1 1/2"	0.69
153-072-3001	2"	1.50
153-082-3001	2 1/2"	4.46
153-092-3001	3"	5.41
153-102-3001	4"	6.77
153-122-3001	6"	25.45
153-132-3001	8"	160.69
153-142-3001	10"	322.08
153-152-3001	12"	431.97

Codo liso 45° S40



Código	Tamaño	Precio US
153-022-0001	1/2"	0.22
153-032-0001	3/4"	0.41
153-042-0001	1"	0.55
153-052-0001	1 1/4"	1.50
153-062-0001	1 1/2"	1.22
153-072-0001	2"	1.65
153-082-0001	2 1/2"	3.03
153-092-0001	3"	4.07
153-102-0001	4"	8.12
153-122-0001	6"	33.90
153-132-0001	8"	162.92
153-142-0001	10"	218.81
153-152-0001	12"	286.30

Cruz lisa S40

Código	Tamaño	Precio US
153-026-5001	1/2"	2.22
153-036-5001	3/4"	2.82
153-046-5001	1"	3.55
153-056-5001	1 1/4"	7.81
153-066-5001	1 1/2"	4.84
153-076-5001	2"	5.77
153-096-5001	3"	14.04
153-106-5001	4"	27.28
153-126-5001	6"	282.19
153-136-5001	8"	855.11

Cinta Teflon x 10 metros

Código	Tamaño	Precio US
113-020-0001	1/2"	0.15
113-030-0001	3/4"	0.24

Codo con rosca 90°



Código	Tamaño	Precio US
153-022-3002	1/2"	0.23
153-032-3002	3/4"	0.43
153-042-3002	1"	0.58
153-052-3002	1 1/4"	0.89
153-062-3002	1 1/2"	1.42
153-072-3002	2"	2.13
153-082-3002	2 1/2"	5.03
153-092-3003	3"	14.18
153-102-3003	4"	14.42

Tapón macho con rosca



Código	Tamaño	Precio US
153-046-0001	1/2"	0.16
153-036-0001	3/4"	0.31
153-046-0002	1"	0.51
153-056-0001	1 1/4"	1.08
153-066-0001	1 1/2"	1.35
153-076-0001	2"	1.64
153-086-0001	2 1/2"	3.14
153-096-0001	3"	3.35
153-106-0001	4"	7.21
153-126-1002	6"	21.05

Tapón Hembra C/Rosca S40



Código	Tamaño	Precio US
153-025-9001	1/2"	0.16
153-035-9002	3/4"	0.33
153-045-9002	1"	0.61
153-055-9002	1 1/4"	0.86
153-065-9002	1 1/2"	1.06
153-075-9002	2"	1.25
153-085-9002	2 1/2"	2.15
153-095-9002	3"	2.39
153-105-9002	4"	4.30
153-125-9002	6"	11.75

Tapón macho Liso PVC



Código	Tamaño	Precio US
153-020-6002	1/2"	0.52
153-036-0002	3/4"	0.53
153-046-0003	1"	0.73
153-076-0002	2"	1.55

Regulador Flujo PVC

Código	Tamaño	Precio US
170-027-7001	1/2"	0.20

Codo liso 90°



Código	Tamaño	Precio US
172-052-3001	1 1/4" P.D.	0.47
170-052-3001	1 1/4" P.G.	0.94
172-062-3001	1 1/2" P.D.	0.47
170-062-3001	1 1/2" P.G.	0.57
172-072-3001	2" P.D.	0.62
170-072-3001	2" P.G.	0.96
172-092-3001	3" P.D.	2.24
170-092-3001	3" P.G.	3.47
172-102-3001	4" P.D.	2.91
170-102-3001	4" P.G.	5.14
181-102-3001	4" Fab.SDR41	3.36
170-122-3001	6" DWV	25.47
170-122-3002	6" Fab.SDR 41	22.42
170-132-3001	8" DWV	188.98
170-132-3002	8" Fab.SDR 41	37.27
170-142-3001	10" SDR 41	330.73
170-152-3001	12" SDR 41	98.36

Codo liso 45°



Código	Tamaño	Precio US
170-052-0001	1 1/4" P.G.	0.75
172-062-0001	1 1/2" P.D.	0.66
170-062-0001	1 1/2" P.G.	1.26
172-072-0001	2" P.D.	1.17
170-072-0001	2" P.G.	1.18
172-092-0001	3" P.D.	1.31
170-092-0001	3" P. G.	5.68
172-102-0001	4" P.D.	3.08
170-102-0001	4" P.G.	3.34
181-102-0001	4" Fab.SDR41	3.36
170-122-0001	6" DWV	35.43
181-122-3003	6" Fab.SDR 32.5	17.14
170-122-0002	6" Fab.SDR 41	16.61
170-132-0001	8" DWV	150.00
170-132-0002	8" Fab.SDR 41	42.86
1701420001	10" SDR 41	65.09

Trampa Para Lavamanos

Código	Tamaño	Precio US
170-064-6006	1 1/2"	3.70

Tee Reducida



Código	Tamaño	Precio US
170-226-9001	2" a 1 1/2"	2.74
170-346-9001	3" a 1 1/2"	4.10
170-356-9001	3" a 2"	2.61
181-426-9001	4" a 2" SDR 41	2.76
170-426-9001	4" a 2" DWV	2.90
170-446-9001	4"X3"	8.65
181-566-9001	6"X4" SDR 41	11.36
181-567-9001	6"X4" SDR 41 Fab	12.99
170-566-9001	6"X4" DWV	42.15
166-556-9001	6"X3" SDR 41	17.05
166-536-9001	6"X2" SDR 41	10.44
166-616-9001	8"X3" SDR 41	28.16
166-596-9001	8"X2" SDR 41	13.47
170-626-9001	8"X4" SDR41 Fab.	15.75
181-526-9001	8"X6" SDR41	15.75

Silleta Snap - On

Código	Tamaño	Precio US
153-065-2001	1 1/2"	9.28

Tee Lisa PVC



Código	Tamaño	Precio US
170-056-3001	1 1/4" P.G.	1.44
172-066-3001	1 1/2" P.D.	1.13
170-066-3001	1 1/2" P.G.	1.03
172-076-3001	2" P.D.	1.16
170-076-3001	2" P.G.	2.67
172-096-3001	3" P.D.	3.80
170-096-3001	3" P.G.	7.26
172-106-3001	4" P.D.	3.05
170-106-3001	4" P.G.	9.20
170-126-3001	6" DWV	75.97
170-126-3002	6" SDR 41 Fab.	13.46
170-136-3002	8" SDR 41 Fab.	33.88
170-136-3001	8" DWV	139.57

Rejilla para Baño PVC Snap

Código	Tamaño	Precio US
172-070-0001	2"	3.59

Rejilla p/Pantry Lavamano y p/Baño

Código	Tamaño	Precio US
172-050-0001	1 1/4"	6.25

Yee Sanitaria Doble DWV



Código	Tamaño	Precio US
170-068-4001	1 1/2"	7.23
170-078-4001	2"	9.81
170-098-4001	3"	31.24
170-108-4001	4"	24.34
170-128-4001	6"	63.80

Yee Sanitaria Reducida

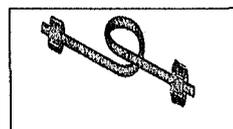
Código	Tamaño	Precio US
170-098-2002	3" x 1 1/2"	3.81
170-358-8001	3" x 2"	4.91
170-428-8001	4" x 2"	6.47
170-448-8001	4" x 3"	13.03
170-128-2004	6" x 3" SDR41 Fab.	22.83
170-568-8001	6" x 4" DWV	21.99
170-568-4002	6" x 4" SDR41 Fab.	12.99
170-138-2004	8" x 3" SDR 41	15.75
170-628-8001	8" x 4" DWV	0.00
170-628-8002	8" x 4" SDR 41 Fab	15.75
170-648-8001	8" x 6" DWV	67.76
170-648-8002	8" x 6" SDR 41 Fab	20.73

Yee Sanitaria x 45°



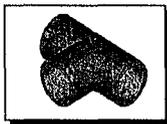
Código	Tamaño	Precio US
170-068-2001	1 1/2" DWV	1.91
172-068-2001	1 1/2" P.D.	4.61
170-068-2001	2" DWV	1.91
172-078-2001	2" P.D.	1.45
170-078-2001	3" DWV	2.21
172-098-2001	3" P.D.	3.13
172-108-2001	4" P.D.	4.73
170-108-2001	4" DWV	11.34
170-128-2001	6" DWV	51.28
170-128-2002	6" SDR 41	11.94
170-138-2003	8" DWV	22.59
170-138-2001	8" SDR 41	110.00

Tubo de Abasto Para Inodoro



Código	Precio US
183-009-3001	0.85

Tee Reducida Lisa PVC S40

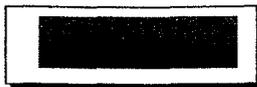


Código	Tamaño	Precio US
153-086-9001	3/4" x 1/2"	0.29
153-116-9001	1" x 1/2"	0.54
153-126-9001	1" x 3/4"	0.57
153-076-9001	1 1/4" 1/2"	0.70
153-086-9001	1 1/4" x 3/4"	0.85
153-096-9001	1 1/4" x 1"	0.82
153-136-9001	1 1/2" x 1/2"	1.27
153-146-9001	1 1/2" x 3/4"	1.35
153-156-9001	1 1/2" x 1"	1.43
153-166-9001	1 1/2" x 1 1/4"	1.24
153-186-9001	2" x 1/2"	1.68
153-196-9001	2" x 3/4"	1.60
153-206-9001	2" x 1"	1.68
153-216-9001	2" x 1 1/4"	1.80
153-226-9001	2" x 1 1/2"	1.87
153-276-9001	2 1/2" x 1/2"	3.89
153-246-9001	2 1/2" x 3/4"	5.75
153-256-9001	2 1/2" x 1"	4.73
153-286-9001	2 1/2" x 2"	4.79
153-306-9001	3" x 1/2"	6.88
153-316-9001	3" x 3/4"	6.76
153-326-9001	3" x 1"	6.25
153-336-9001	3" x 1 1/4"	6.28
153-346-9001	3" x 1 1/2"	6.34
153-356-9001	3" x 2"	7.08
153-366-9001	3" x 2 1/2"	0.00
166-376-9001	4" x 1/2" Ems.	7.90
153-386-9001	4" x 3/4"	15.37
153-396-9001	4" x 1"	9.59
153-416-9001	4" x 1 1/2" Ems.	10.25
153-426-9002	4" x 2"	10.05
153-446-9001	4" x 3"	12.33
153-446-9001	6" x 2"	12.33
153-536-9002	6" x 3"	35.48
153-556-9002	6" x 4"	56.44
153-596-9002	8" x 2"	74.58
153-616-9001	8" x 3"	74.92
153-626-9002	8" x 4"	129.70
153-646-9002	8" x 6"	78.44
153-686-9001	10" x 6"	382.65
153-696-9001	10" x 8"	490.01
153-726-9001	12" x 6"	869.88
153-736-9001	12" x 8"	968.80
153-746-9001	12" x 10"	1,219.11

Yee SCH 40 PVC

Código	Tamaño	Precio US
153-068-2001	1 1/2"	22.28
153-078-2001	2"	17.77
153-088-2001	2 1/2"	30.13
153-098-2001	3"	27.05
153-108-2001	4"	44.08

Unión Lisa PVC SDR 26



Código	Tamaño	Precio US
166-047-7001	1"	0.49
166-077-7003	2"	0.77
152-087-7001	2 1/2"	1.62
166-097-7003	3"	2.18
166-107-7007	4"	3.85
166-127-7009	6"	10.71
152-137-7001	8"	14.89

Valvula de Bola PVC C/R TP

Código	Tamaño	Precio US
097-030-4003	3/4"	6.59
097-040-4002	1"	9.74
097-060-4001	1 1/2"	21.74
097-070-4004	2"	24.85
097-090-4002	3"	101.19
097-100-4001	4"	130.37

Valvula Bola Mip Lisa 1/4 Vuelta



Código	Tamaño	Precio US
097-020-4001	1/2" Dom.	2.72
097-020-4003	1/2" Ind.	3.44
097-030-4001	3/4"	4.50
097-040-4019	1"	7.61
097-050-4013	1 1/4"	13.04
097-060-4015	1 1/2"	15.22
097-070-4014	2"	19.57
097-090-4009	3"	62.87
097-100-4007	4"	133.37

Valvula Check C/R TP

Código	Tamaño	Precio US
097-020-6005	1/2"	8.68
097-030-6005	3/4"	8.91
097-040-6005	1"	9.68
097-050-6005	1 1/4"	12.87
097-060-6006	1 1/2"	20.84
097-070-6006	2"	21.42

Llave de Chorro C/R PVC



Código	Tamaño	Precio US
097-020-7001	1/2"	1.74

Silletas con rosca S40



Código	Tamaño	Precio US
153-180-1001	2" x 1/2"	4.53
153-070-1001	2" x 3/4"	5.24
153-300-1001	3" x 1/2"	5.47
153-315-2001	3" x 3/4"	7.02
153-370-1001	4" x 1/2"	7.01
153-380-1001	4" x 3/4"	16.40
153-340-1002	6" x 1/2"	23.61
153-490-1001	6" x 3/4"	20.87
153-430-1002	8" x 1/2"	52.50
153-440-1002	8" x 3/4"	58.27

Unión de Compresión



Código	Tamaño	Precio US
153-027-9001	1/2"	1.20
153-037-9001	3/4"	1.88
153-047-7002	1"	3.19
153-057-7002	1 1/4"	6.37
153-067-7002	1 1/2"	5.16
153-077-7003	2"	5.98
153-097-7003	3"	25.08
153-107-7003	4"	28.14
153-127-6003	6"	0.00

Unión Tope PVC S40

Código	Tamaño	Precio US
153-027-7002	1/2"	1.66
153-038-1003	3/4"	3.25
153-048-1003	1"	4.97
153-058-1004	1 1/4"	7.04
153-068-1004	1 1/2"	8.54
153-078-1005	2"	10.64

Llave de Pase PVC



Código	Tamaño	Precio US
097-022-4002	1/2" Lisa	1.78
097-022-4001	1/2" C/Rosca	1.71

Tee Con Rosca PVC S40



Código	Tamaño	Precio US
153-026-3004	1/2"	0.25
153-036-3002	3/4"	0.55
153-046-3002	1"	1.04
153-056-3002	1 1/4"	2.36
153-066-3002	1 1/2"	2.69
153-076-3002	2"	2.73
153-096-3003	3"	5.89
153-106-3002	4"	15.89

Reducción con Rosca PVC

Código	Tamaño	Precio US
153-064-3002	1/2"X3/4"	0.28
153-134-3002	1 1/2"X1/2"	1.46
153-324-3002	3"X1"	4.16
153-344-3002	3"X1 1/2"	4.16
153-354-3003	3"X2"	4.76
153-444-3003	4"X3"	5.40

Tapón Hembra liso S40



Código	Tamaño	Precio US
153-025-9002	1/2"	0.15
153-035-9001	3/4"	0.19
153-045-9001	1"	0.27
153-055-9001	1 1/4"	0.31
153-065-9001	1 1/2"	0.41
153-075-9001	2"	0.56
153-085-9001	2 1/2"	1.70
153-095-9001	3"	2.23
153-105-9001	4"	3.70
153-125-9001	6"	15.71
153-135-9001	8"	63.41
153-145-9001	10"	182.85
153-155-9001	12"	379.61

Silletas Lisa PVC S40



Código	Tamaño	Precio US
153-415-2001	4" X 1 1/2"	0.00
153-395-2001	4" X 1"	13.49
153-535-2001	6" x 2"	28.05
153-565-2001	6" x 4"	57.77
153-595-1001	8" x 2"	66.17
153-625-2001	8" x 4"	47.89
153-675-2001	10" x 4"	67.32
153-715-2001	12" x 4"	91.12

Tee Lisa PVC S40



Código	Tamaño	Precio US
153-026-3002	1/2"	0.20
153-036-3001	3/4"	0.29
153-046-3001	1"	0.49
153-056-3001	1 1/4"	0.91
153-066-3001	1 1/2"	0.98
153-076-3001	2"	1.41
153-086-3001	2 1/2"	3.73
153-096-3001	3"	5.51
153-106-3001	4"	10.26
153-126-3001	6"	37.54
153-136-3001	8"	69.84
153-146-3001	10"	567.12
153-156-3001	12"	685.33

Unión Lisa PVC S40



Código	Tamaño	Precio US
153-027-7001	1/2"	0.11
153-037-7001	3/4"	0.13
153-047-7001	1"	0.23
153-057-7001	1 1/4"	0.36
153-067-7001	1 1/2"	0.44
153-077-7001	2"	0.68
153-087-7002	2 1/2"	1.60
153-097-7001	3"	2.83
153-107-7001	4"	3.12
153-127-7002	6"	11.09
153-137-7001	8"	19.58

Silletas Lisa PVC S40



Código	Tamaño	Precio US
153-135-2001	1 1/2" x 1/2"	3.99
153-060-1001	2" x 1/2"	2.21
153-070-1002	2" x 3/4"	4.35
153-080-1001	2" x 1"	13.14
153-130-1001	3" x 1/2"	4.66
153-140-1001	3" x 3/4"	5.09
153-190-1001	4" x 1/2"	5.24
153-200-1001	4" x 3/4"	6.92
153-340-1001	6" x 1/2"	10.02
153-350-1001	6" x 3/4"	12.99
153-430-1001	8" x 1/2"	62.04
153-440-1001	8" x 3/4"	63.14

Reducción lisa PVC S40



Código	Tamaño	Precio US
153-064-3001	3/4" a 1/2"	0.16
153-114-3001	1" a 1/2"	0.24
153-124-3002	1" a 3/4"	0.24
153-074-3001	1 1/4" a 1/2"	0.31
153-084-3001	1 1/4" a 3/4"	0.36
153-094-3001	1 1/4" a 1"	0.36
153-134-3001	1 1/2" a 1/2"	0.39
153-144-3001	1 1/2" a 3/4"	0.43
153-154-3001	1 1/2" a 1"	0.44
153-164-3001	1 1/2" a 1 1/4"	0.44
153-184-3001	2" a 1/2"	0.67
153-194-3001	2" a 3/4"	0.69
153-204-3001	2" a 1"	0.72
153-214-3001	2" a 1 1/4"	0.76
153-224-3001	2" a 1 1/2"	0.78
153-274-3001	2 1/2" a 1/2"	3.39
153-244-3001	2 1/2" a 3/4"	1.68
153-254-3001	2 1/2" a 1"	1.72
153-214-3001	2 1/2" a 1 1/4"	0.76
153-224-3001	2 1/2" a 1 1/2"	0.78
153-284-3001	2 1/2" a 2"	0.89
153-304-3001	3" a 1/2"	2.20
153-314-3001	3" a 3/4"	1.76
153-324-3001	3" a 1"	1.85
153-334-3001	3" a 1 1/4"	2.40
153-344-3001	3" a 1 1/2"	2.31
153-354-3001	3" a 2"	1.95
153-364-3001	3" a 2 1/2"	3.73
153-394-3001	4" a 1"	4.70
153-404-3001	4" a 1 1/4"	4.28
153-414-3001	4" a 1 1/2"	4.34
153-424-3001	4" a 2"	3.37
153-434-3001	4" a 2 1/2"	4.43
153-444-3001	4" a 3"	3.73
153-534-3001	6" a 2"	14.08
153-554-3002	6" a 3"	15.06
153-564-3002	6" a 4"	12.50
153-624-3001	8" a 4"	39.30
153-644-3002	8" a 6"	38.41
153-684-3001	10" a 6"	252.48
153-694-3001	10" a 8"	138.74
153-724-3001	12" a 6"	248.91
153-734-3002	12" a 8"	258.85
153-734-3001	12" a 10"	291.87
152-103-9001	4"	12.37
152-123-9001	6"	33.41
152-133-9001	8"	31.66
152-143-9001	10"	82.43
152-153-9001	12"	76.52



No. 1 de Latinoamérica
en Tubosistemas

Amanco Nicaragua

Precios en Dolares para tubería y accesorios PVC

Precios vigentes desde 17 de Octubre 2005

Precios No incluyen I.G.V.

Trampa Tambor PVC C/Registro

Código	Tamaño	Precio US
170-064-6005	1 1/2" x 1 1/2"	9.09

Anillo Cera p/Inodoro

Código	Tamaño	Precio US
172-104-5001	3" - 4"	1.45

Juego de Tornillo P/Flange Inodoro

Código	Precio US
172-003-6001	2.71

Llave para Tubo de Abasto

Código	Precio US
097-020-6001	1.88

Adaptador Limpieza



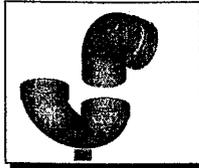
Código	Tamaño	Precio US
172-060-8001	1 1/2"	0.65
170-070-8001	2"	1.52
170-090-8001	3"	3.23
170-100-8001	4"	3.78
170-120-8001	6"	13.45

Tapón macho C/R registro



Código	Tamaño	Precio US
170-065-6001	1 1/2"	1.21
170-075-6001	2"	0.76
170-095-6001	3"	1.17
170-105-6001	4"	2.29
170-125-6001	6"	9.12

Sifon con Registro



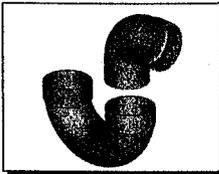
Código	Tamaño	Precio US
172-064-6002	1 1/2"	8.03
172-074-6002	2"	15.18

Flange Para Inodoro



Código	Tamaño	Precio US
170-103-8001	4"	3.45
170-103-8002	4" a 3"	6.08

Trampa "P"



Código	Tamaño	Precio US
170-054-6001	1 1/4"	3.86
170-064-6001	1 1/2"	2.63
170-074-6001	2"	3.21
172-470-6001	2" 135°	1.82
170-094-6001	3"	12.04
170-104-6001	4"	27.41
172-074-9001	2"	2.27

Tapón Hembra PVC S32.5



Código	Tamaño	Precio US
170-075-9002	2"	0.46
170-085-9002	2 1/2"	0.92
170-095-9001	3"	0.92
170-105-9002	4"	1.12

Tubo de Abasto Para Fegadero



Código	Tamaño	Precio US
183-009-4001	1/2"	0.94

Reducción Sanitaria

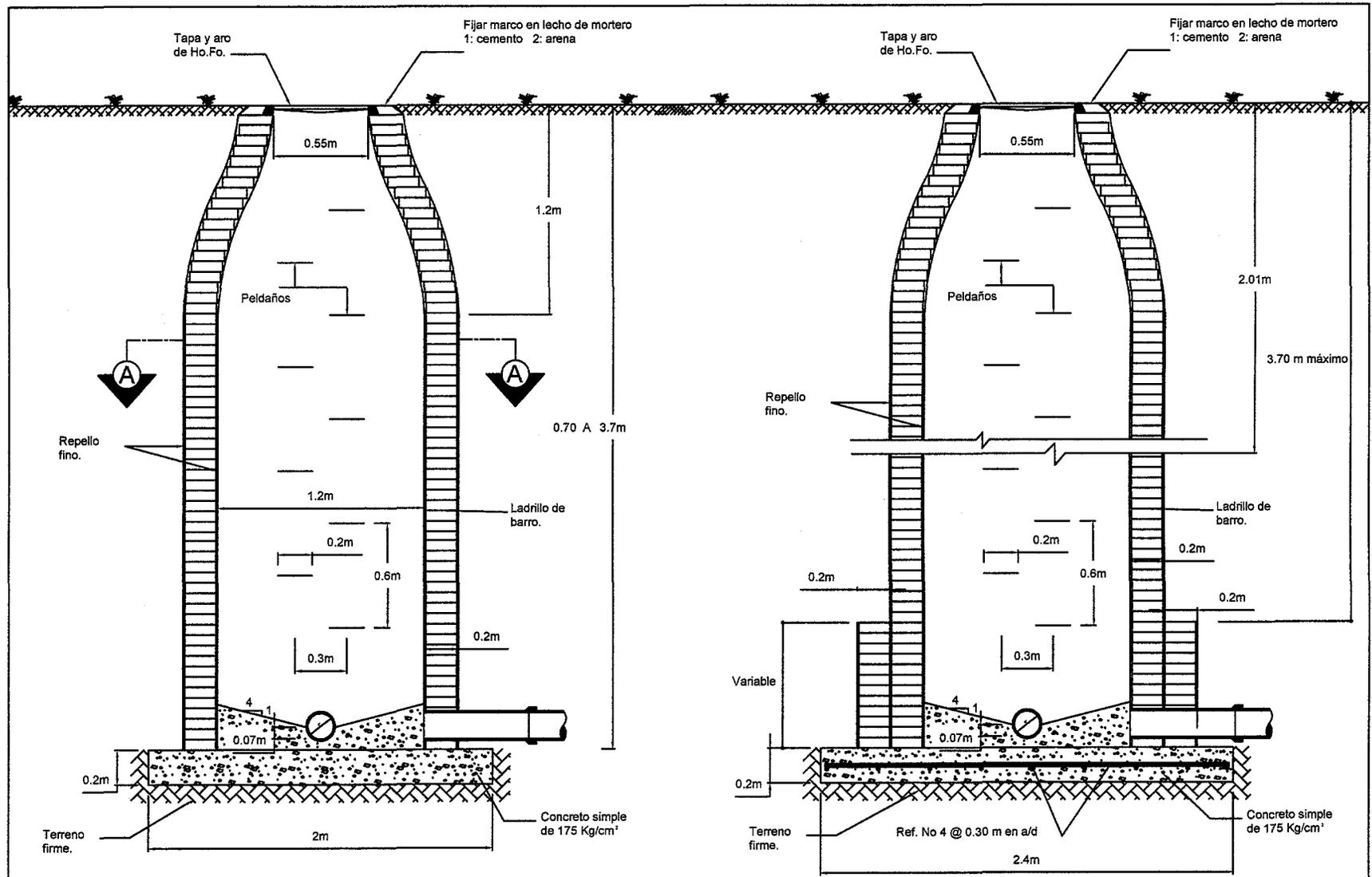


Código	Tamaño	Precio US
170-164-3001	1 1/2" a 1 1/4"	0.49
170-214-3001	2" a 1 1/4"	1.21
170-224-3001	2" a 1 1/2"	0.70
170-344-3001	3" a 1 1/2"	0.86
170-354-3001	3" a 2"	0.98
170-414-3001	4" a 1 1/2" Ems	12.70
170-404-3001	4" a 1 1/4" Ems.	3.51
172-424-3001	4" a 2"	1.86
170-424-3001	4" a 2" DWV	6.51
172-444-3001	4" a 3" DWV	1.78
170-444-3001	4" a 3"	2.04
170-534-3001	6" a 2" Ems.	38.45
181-564-3002	6" a 4"	14.61
170-564-3001	6" a 4" DWV	15.12
170-624-3001	8" a 4" Fab.	35.89
170-644-3001	8" a 6"	37.66

Pegamentos PVC Gris

Código	Tamaño	Precio US
054-080-2001	1 GLN	25.24
054-030-1001	1/16 GLN	2.52
054-050-0004	1/4 GLN	6.85
054-010-2001	1/48 GLN	1.82
054-046-1001	1/8 GLN	4.23
054-020-2001	25 GRMS	0.50
054-046-1002	50 GRMS	1.09

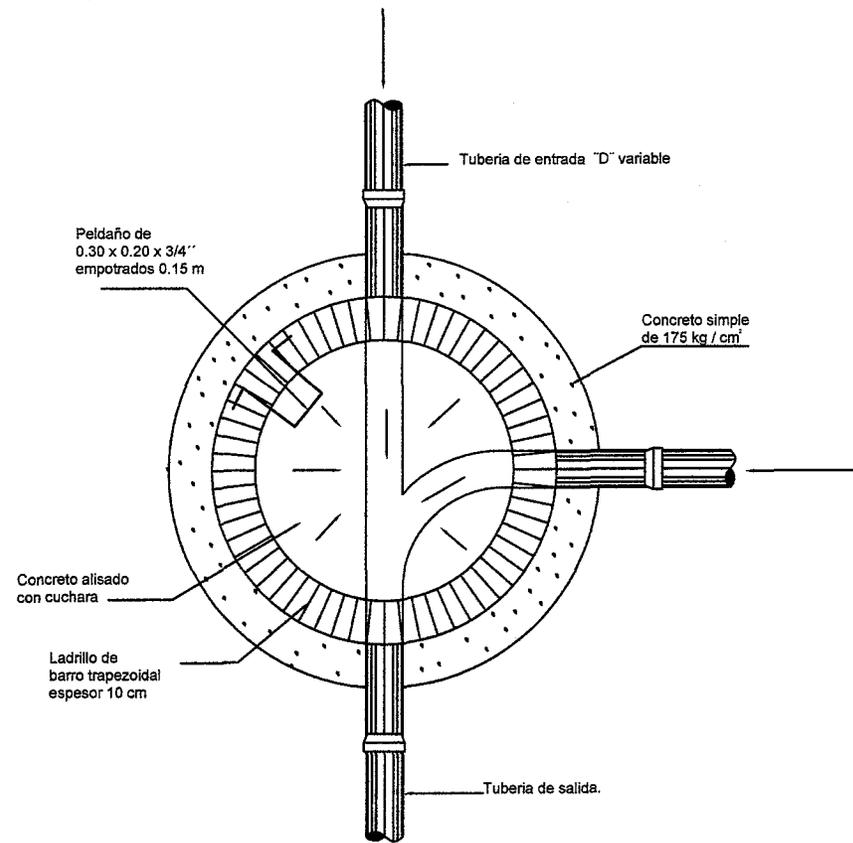
Anexo 9



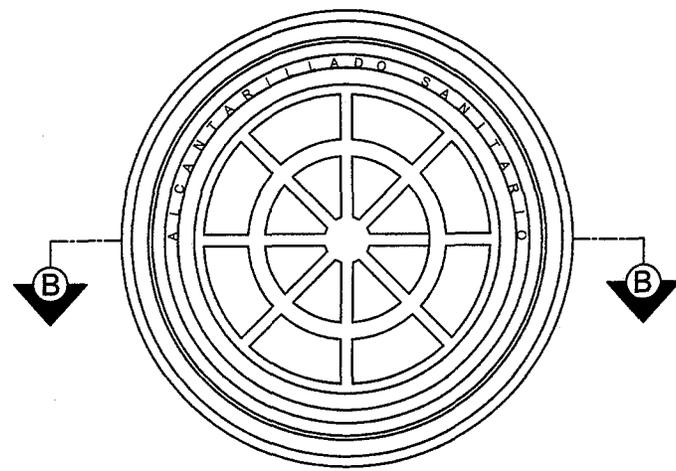
a- Elevación de pozo de visita de 0.70 a 3.70 m.

b- Elevación de pozo de visita para profundidades mayores de 3.70 m

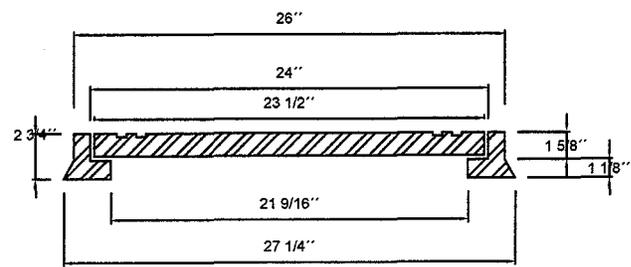
UCC	Figura 1	Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	1
		Fecha: Noviembre del 2005	5



a - Seccion A - A



b - Planta



Seccion B - B

Detalles de tapa de Ho. Fo.

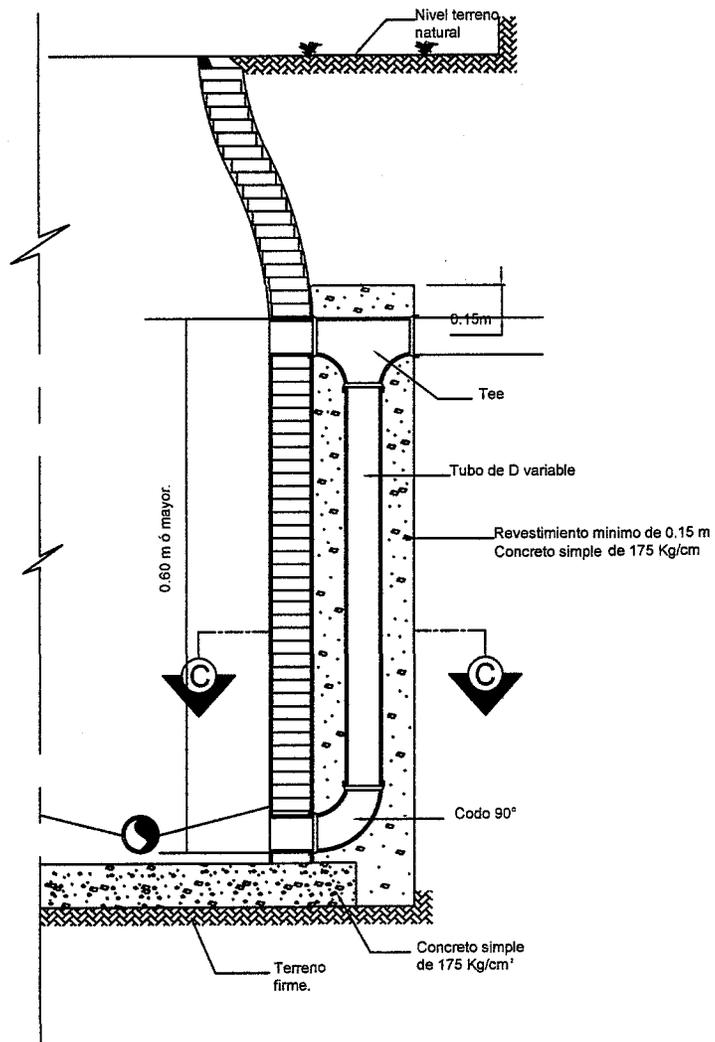
UCC

Figura 2

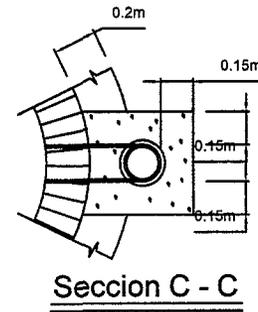
Presentado por:
-Rafael Antonio Gámez Ballesteros
-Andrés Alcides Gonzalez Aragón
Fecha:
Noviembre del 2005

2

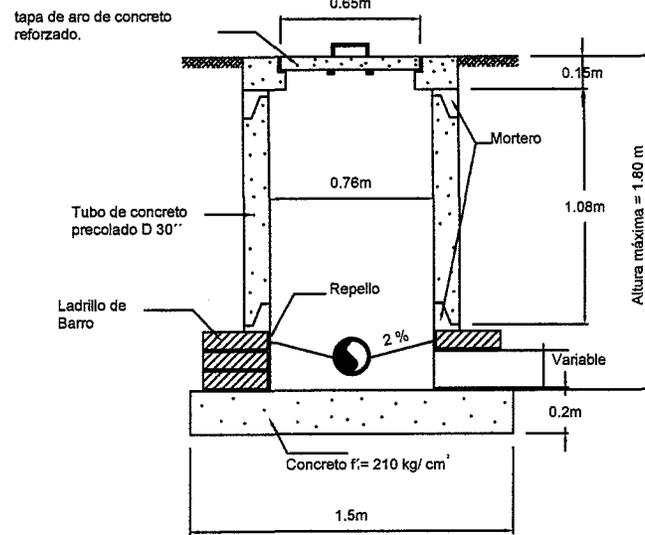
5



Detalles PVS concaida.



Seccion C - C



Detalle de dispositivo de visita cilindrico.

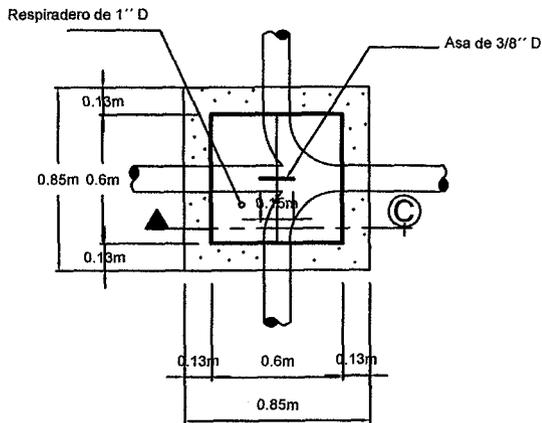
UCC

Figura 3

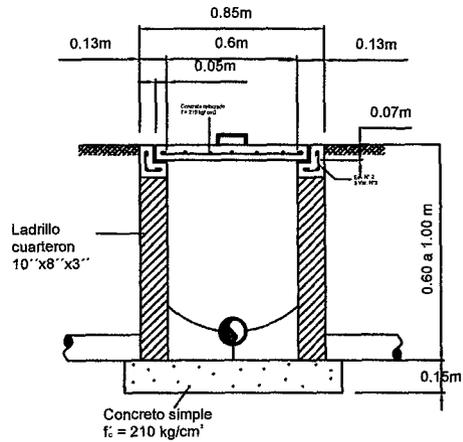
Presentado por:
-Rafael Antonio Gámez Ballesteros
-Andrés Alcides Gonzalez Aragón
Fecha:
Noviembre del 2005

3

5

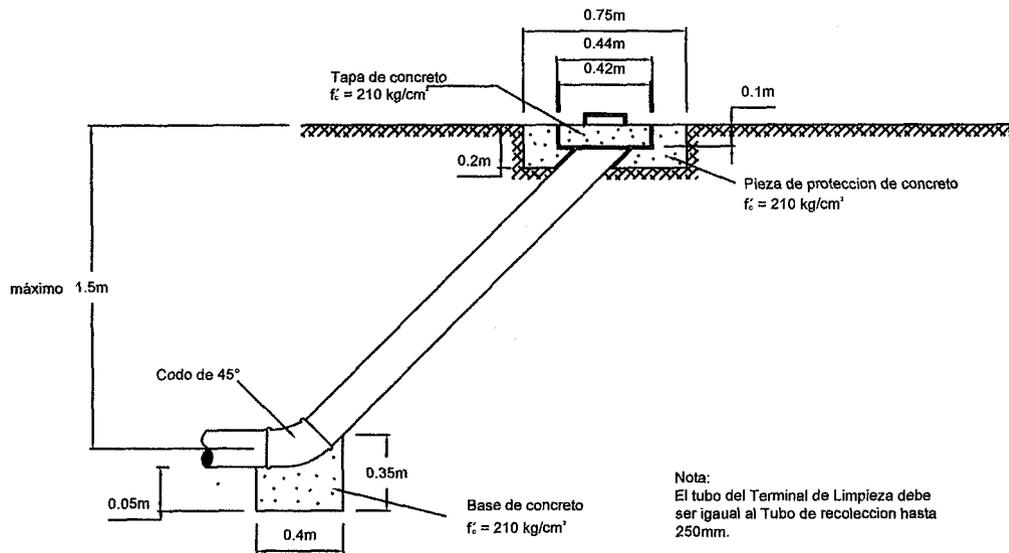


Planta



Corte C

Caja de registro para servidumbres de pase y andenes.



Nota:
El tubo del Terminal de Limpieza debe ser igual al Tubo de recoleccion hasta 250mm.

Terminal de limpieza.

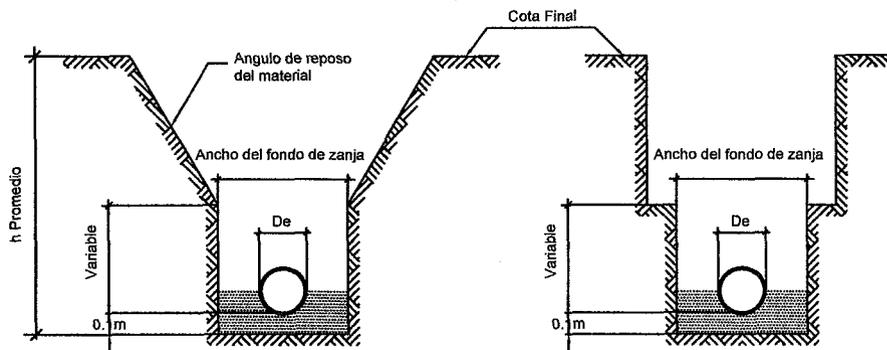
UCC

Figura 4

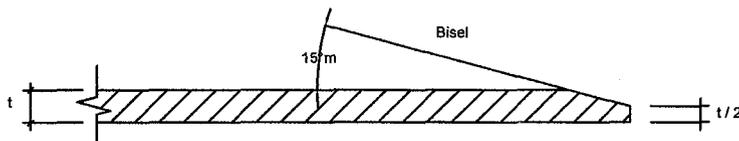
Presentado por:
-Rafael Antonio Gámez Ballesteros
-Andrés Alcides Gonzalez Aragón
Fecha:
Noviembre del 2005

4

5



Tipos de excavacion de zanja



Espesor de pared del tubo

UCC	Figura 5	Presentado por: -Rafael Antonio Gámez Ballesteros -Andrés Alcides Gonzalez Aragón	5
		Fecha: Noviembre del 2005	5

Anexo 10

1. Diseño de Sistema de Lagunas de Estabilización.

1.1 Diseño de Laguna Facultativa Primaria.

1.1.1 Datos:

- Población servida. $P_o := 3962$ hab.
- Temperatura del aire en el mes más frío del año en °C. $T_a := 17$ °C
- Demanda Bioquímica de Oxígeno Aplicada. $DBO := 152$ mg/L
- Caudal de Diseño. $Q := 1183.68$ m³/día
- Profundidad propuesta de la laguna $h := 2.0$ m
- Número de CF Aplicado a laguna primaria $N_o := 2 \cdot 10^7$ NMP / 100ml
- La DBO debe ser reducida a un valor < 90 mg / L este parámetro se tomó del decreto 33-95 de MARENA.

1.1.2 Calculos.

Cálculo de temperatura superficial del agua. Para ello se utilizó la temperatura del mes más frío. (Yañes)

$$T_s := 8.59 + 0.82 \cdot T_a \quad T_s = 22.53 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Cálculo de la Carga Orgánica Superficial. (Yañes)

$$CSM := 357 \cdot (1.085)^{T_s - 20} \quad CSM = 438.839 \text{ (Kg*DBO/ha*día)}$$

Superficie Requerida.

$$A := \frac{DBO \cdot Q}{1000 \cdot CSM} \quad A = 0.41 \text{ (Ha)}$$

Carga Total Aplicada.

$$CTA := \frac{DBO \cdot Q}{1000} \quad CTA = 179.919 \text{ (kg DBO/Día)}$$

Carga Orgánica Superficial Aplicada.

$$CSA := \frac{CTA}{A} \quad CSA = 438.839 \text{ (kg DBO/ha*Día)}$$

Carga Orgánica Superficial Removida. (Yañes)

$$CSR := 7.67 + 0.8063 \cdot CSA \quad CSR = 361.506 \text{ (kg DBO/ha*Día)}$$

Diseño de Alcantarillado Sanitario del municipio de Tola, Rivas.

Carga Remanente.

$$CR := CSA - CSR \quad CR = 77.333 \quad (\text{kg DBO/ha} \cdot \text{Día})$$

Se observa que la Carga Remanente es menor que 90 kg DBo / ha * Día el valor propuesto por MARENA para este tipo de tratamiento. por lo que es suficiente una laguna Facultativa.

Eficiencia.

$$E := \frac{CSR}{CSA} \quad E = 0.824$$

Volumen de la laguna facultativa Primaria.

$$V := A \cdot 10000 \cdot h \quad V = 8.2 \cdot 10^3 \quad (\text{m}^3)$$

Puede decirse que un 40% es de lodo y un 60% es de líquido.

Periodo de desenlode para una acumulacion de lodos de 0.04 m³ / año.

$$t := \frac{V \cdot 0.4}{0.04 \cdot Po} \quad t = 20.696 \quad \text{años} \quad \text{NMP / 100ml}$$

1.1.3 Dimensionamiento de la laguna facultativa

Primaria.

Se usara una relación Largo/ Ancho = 3

$$B := \sqrt{\frac{A \cdot 10000}{3}} \quad B = 36.968 \quad \text{m}$$

$$L := 3 \cdot B \quad L = 110.904 \quad \text{m}$$

Periodo de retención.

$$Pr := \frac{V}{Q} \quad Pr = 6.927 \quad \text{días}$$

El coeficiente de degradacion de la materia para el periodo de retencion anteriormente calculado se muestra a continuación.

$$Kd := \frac{Pr}{-14.77 + 4.46 \cdot Pr} \quad Kd = 0.43$$

La constante de reaccion de primer orden a la temperatura propuesta en los datos es se expresa a continuación.

$$Kdt := Kd \cdot 1.085^{Ts - 20} \quad Kdt = 0.528$$

Reduccion de Coliformes Fecales en laguna facultativa primaria.

Utilizando el modelo de mezcla completa del autor Marais tenemos que:

$$K_b := 2.60 \cdot 1.19^{T_a - 20} \quad K_b = 1.543$$

$$N := \frac{N_o}{1 + K_b \cdot P_r} \quad N = 1.711 \cdot 10^6 \quad \text{NMP/100ml}$$

1.3 Laguna de Maduracion.

1.3.1 Datos:

- Poblacion servida. P_o := 3962 hab.
- Temperatura del aire en el mes más frio del año en °C. T_a := 17 °C
- Demanda Bioquimica de Oxigeno Aplicada. D_{BO} := 152 mg/L
- Caudal de Diseño. Q := 1183.62 m³/dia
- Profundidad propuesta de la laguna h := 1.5 m
- Numero de CF Secundario N = 1.711 · 10⁶
- La DBO debe ser reducida a un valor < 90 mg / L este parametro se tomo del decreto 33-95 de MARENA.

Utilizando el modelo de mezcla completa del autor Marais tenemos que:

$$K_b := 2.60 \cdot 1.19^{T_a - 20} \quad K_b = 1.543$$

Se propone un periodod de retencion de 10 días

$$P_{r_m} := 10 \quad \text{Dias}$$

$$V_m := P_{r_m} \cdot Q \quad V_m = 1.184 \cdot 10^4$$

$$N_m := \frac{N}{1 + K_b \cdot P_{r_m}} \quad N_m = 1.042 \cdot 10^5 \quad \text{NMP/100ml}$$

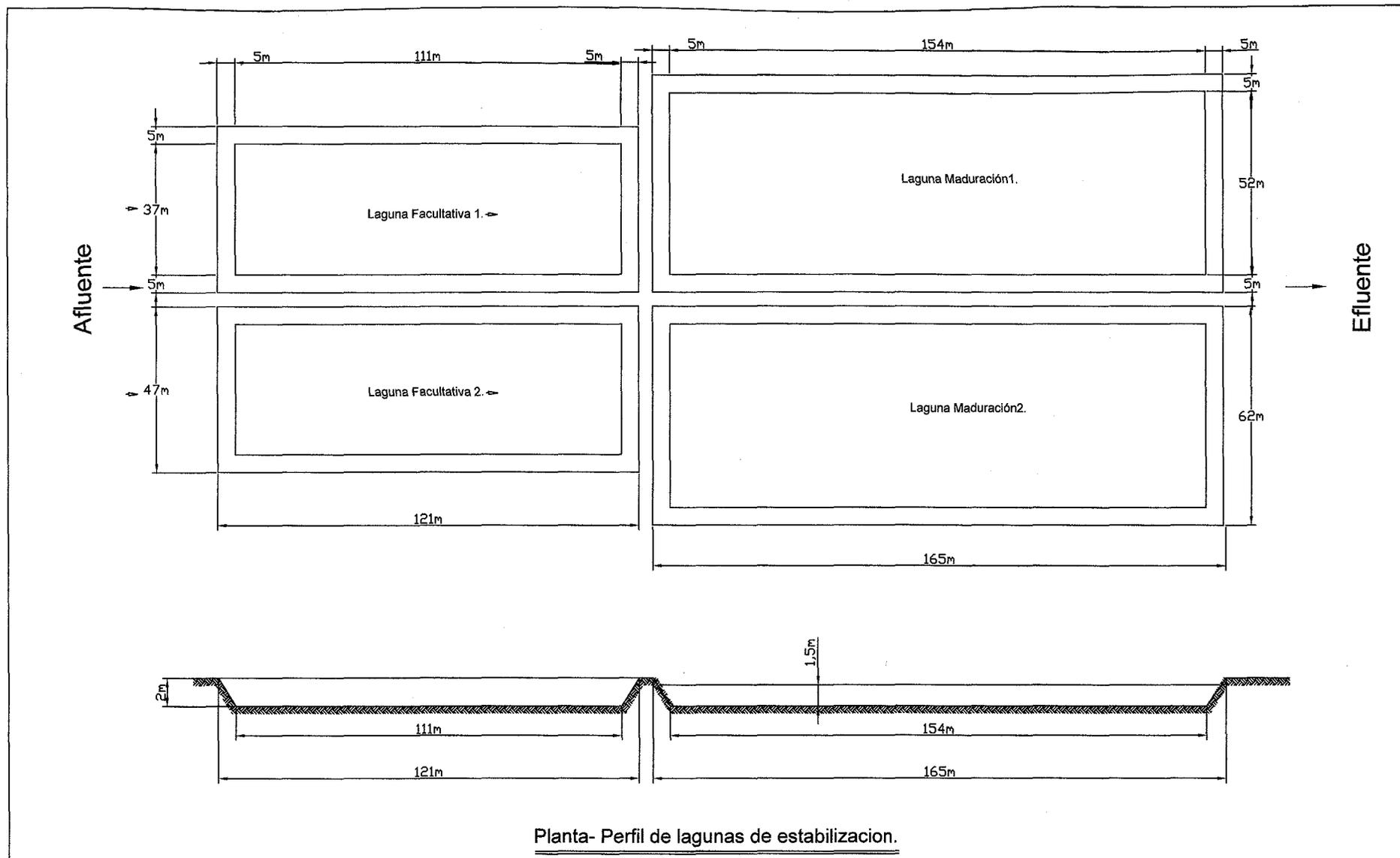
1.3.2 Dimensionamiento de la laguna de maduracion.

Se usara una relación Largo/ Ancho = 3

$$A_m := \frac{V_m}{h} \quad A_m = 7.891 \cdot 10^3 \quad \text{m}^2$$

$$B := \sqrt{\frac{A_m}{3}} \quad B = 51.286 \quad \text{m}$$

$$L := 3 \cdot B \quad L = 153.858 \quad \text{m}$$



Planta- Perfil de lagunas de estabilizacion.

Anexo 11

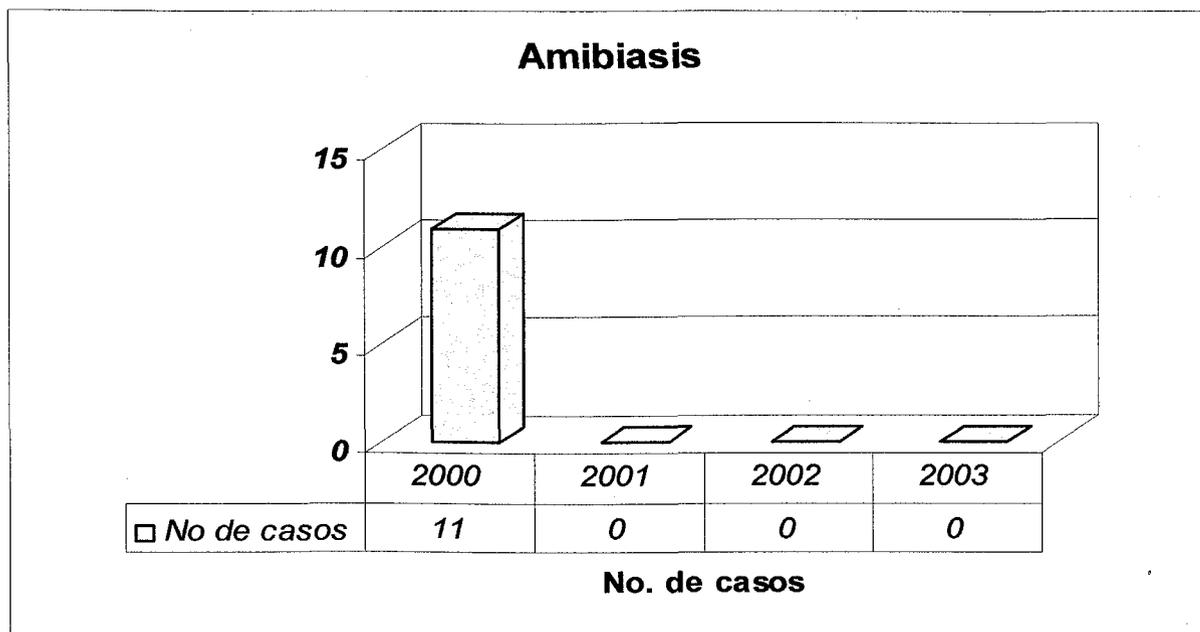


Figura1. N° de casos de Amibiasis en el municipio de Tola.

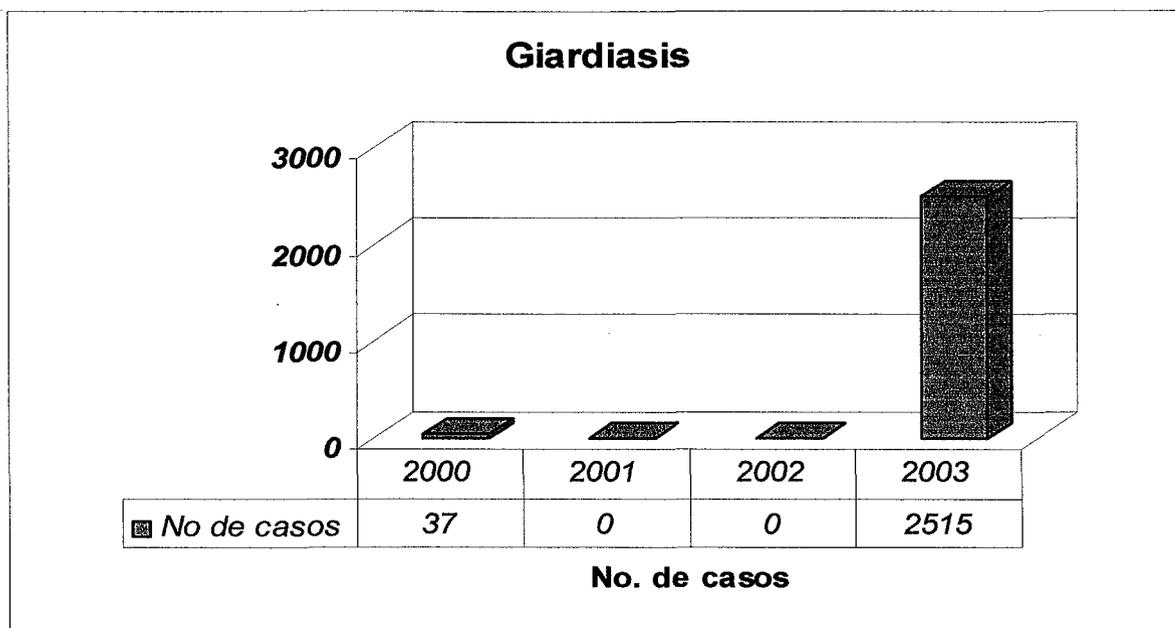


Figura2. N° de casos de Gardiasis en el municipio de Tola.

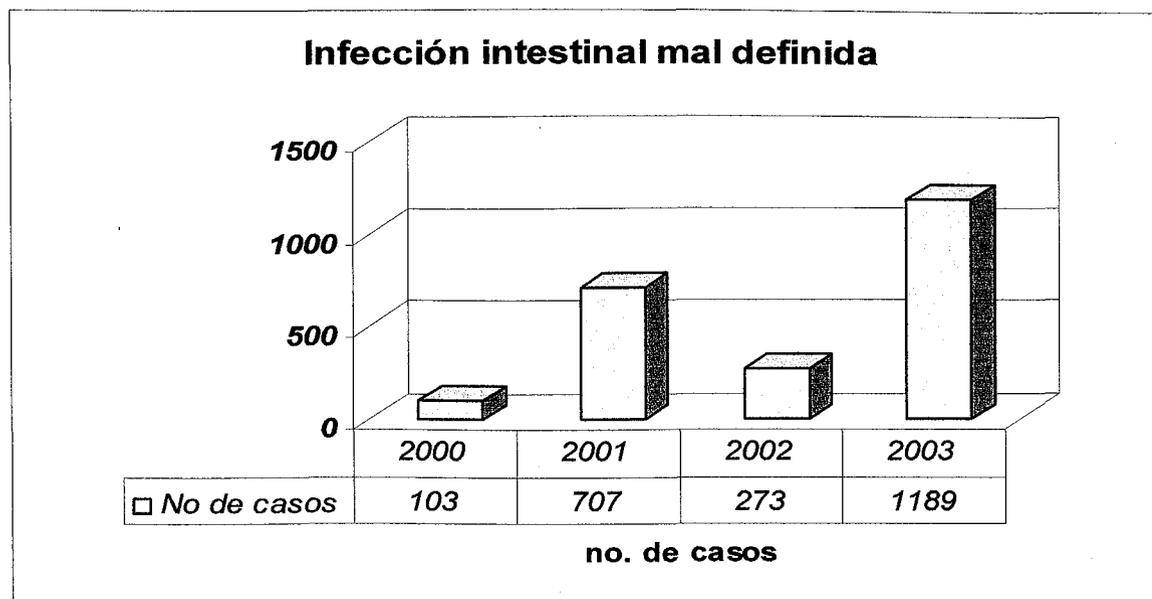


Figura3. N° de casos de Infección intestinal mal definida en el municipio de Tola.

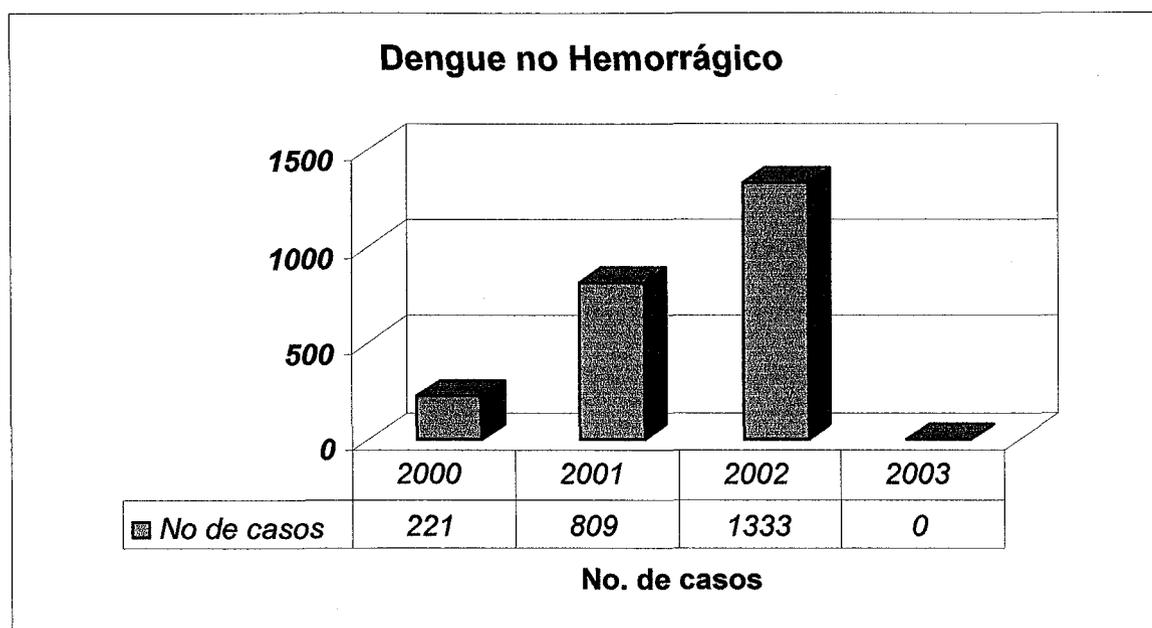


Figura4. N° de casos de Dengue no Hemorrágico en el municipio de Tola.

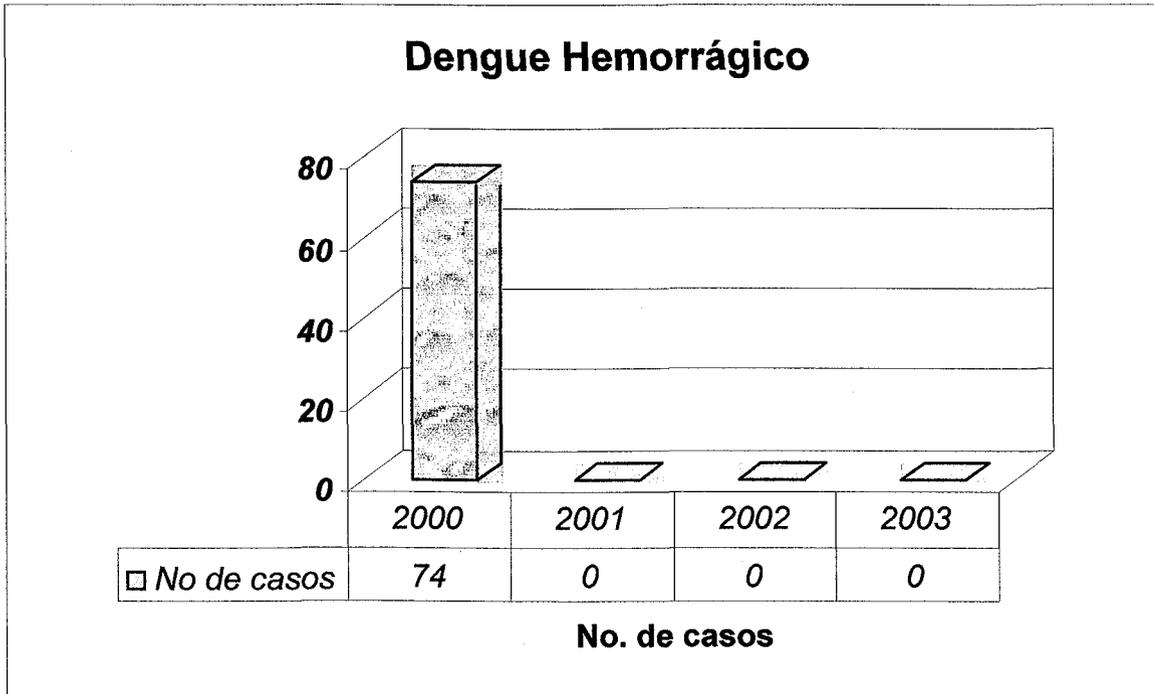


Figura5. N° de casos de Dengue Hemorrágico en el municipio de Tola.

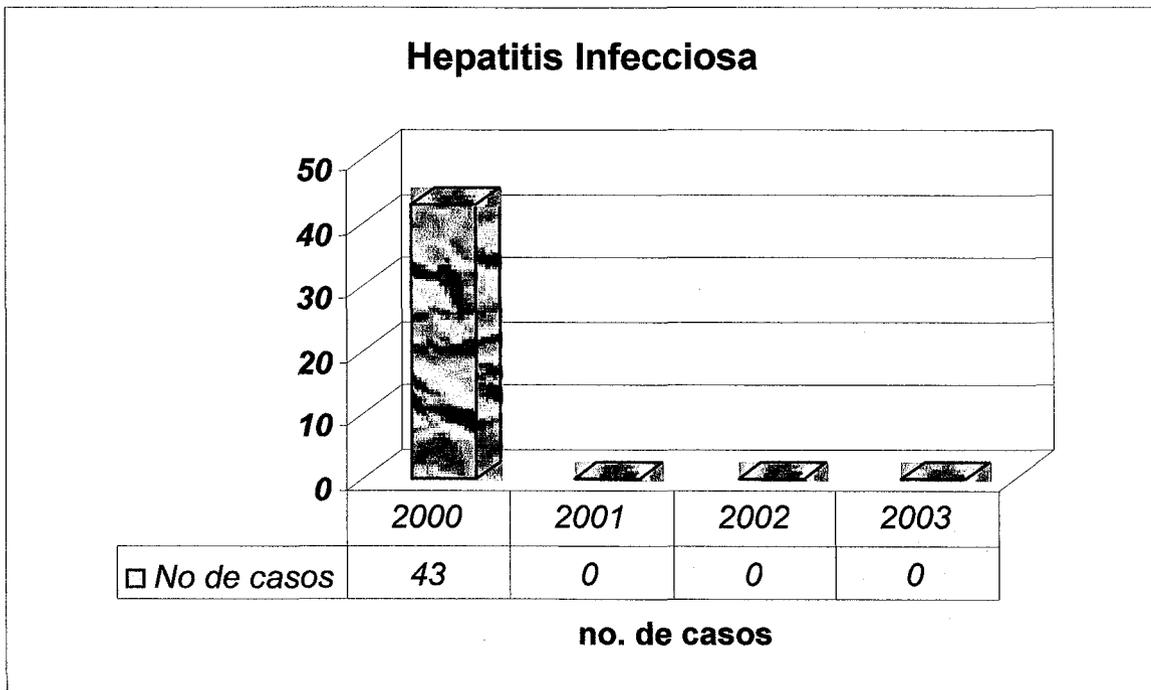


Figura6. N° de casos de Hepatitis Infecciosa en el municipio de Tola.

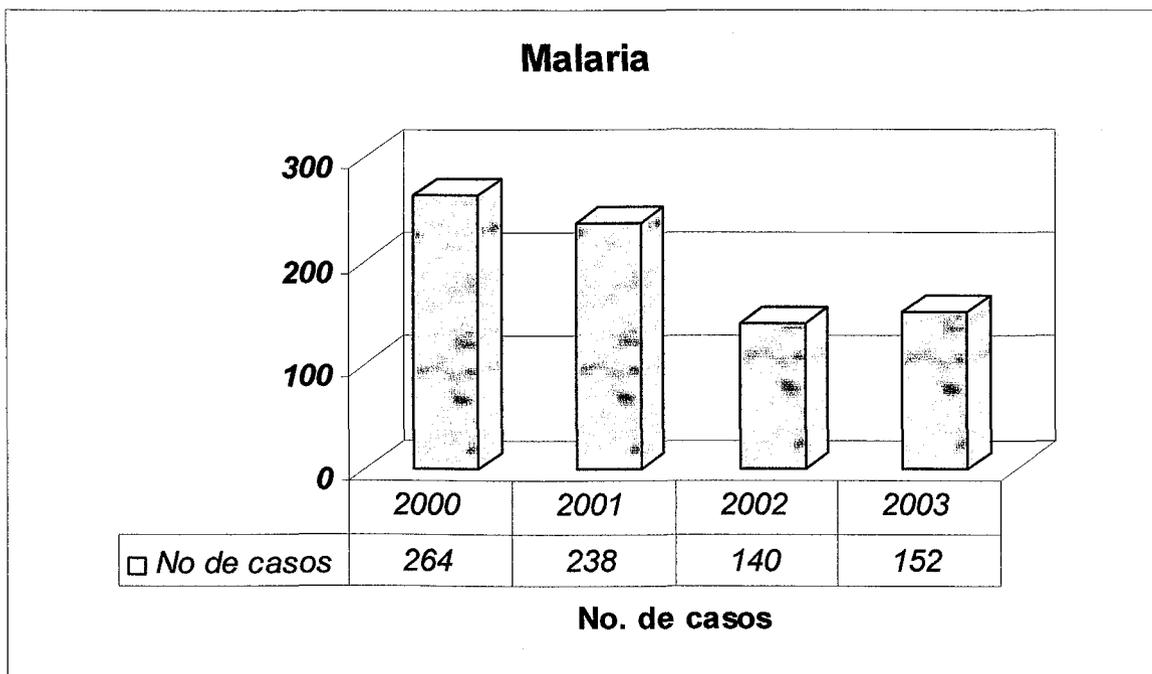


Figura7. N° de casos de Malaria en el municipio de Tola.

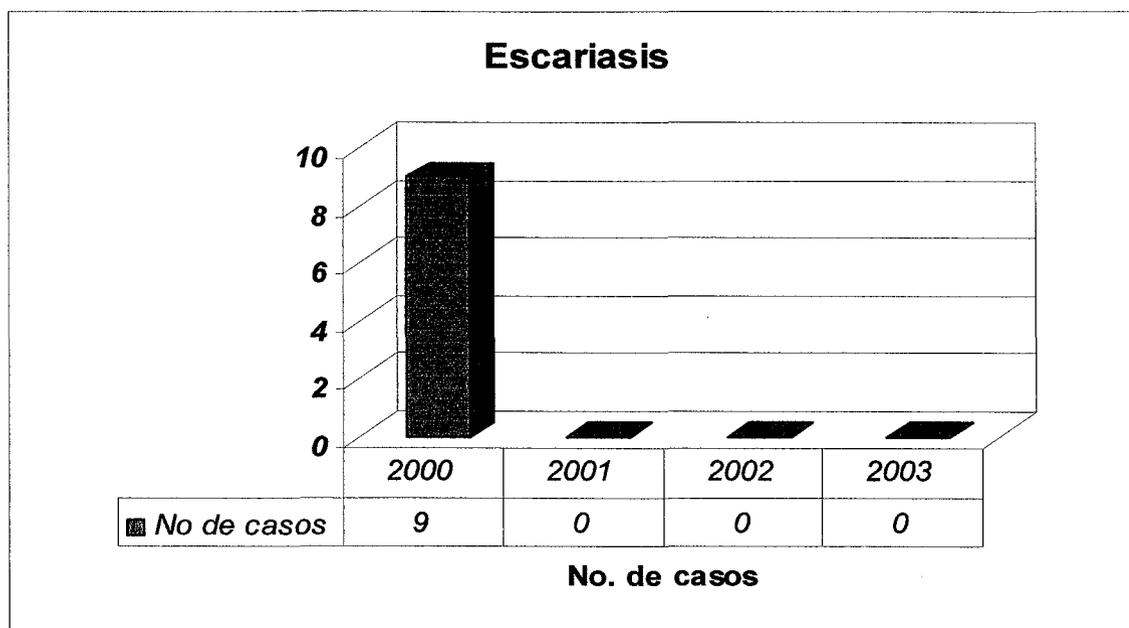


Figura8. N° de casos de Escariasis en el municipio de Tola.

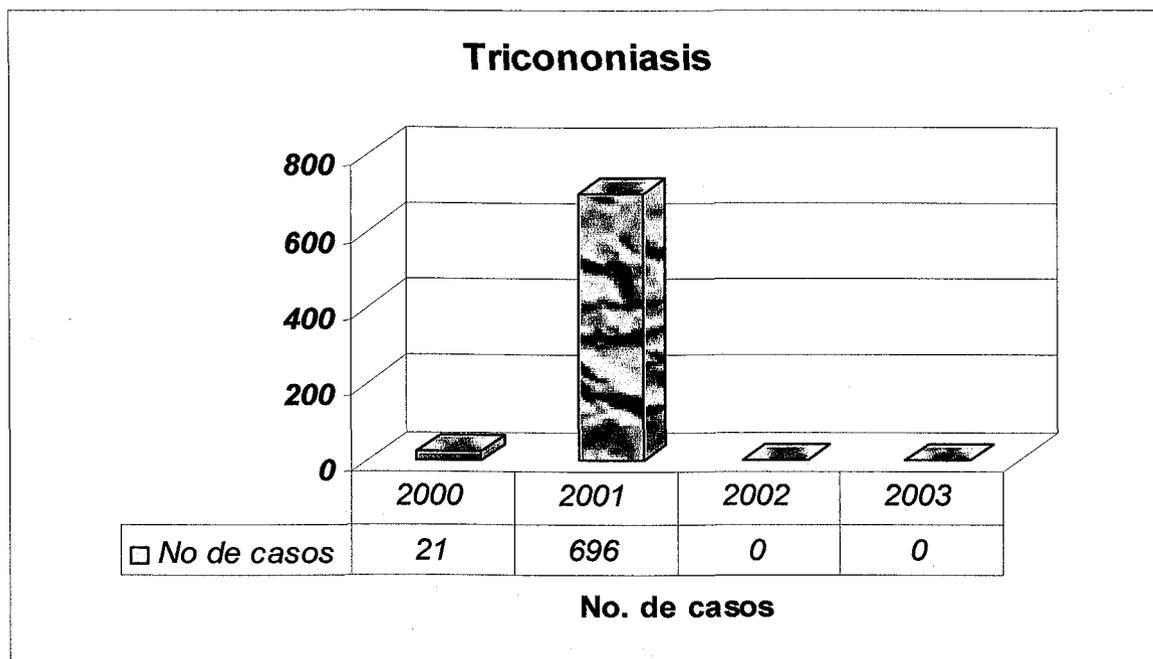


Figura9. N° de casos de Tricomoniasis en el municipio de Tola.

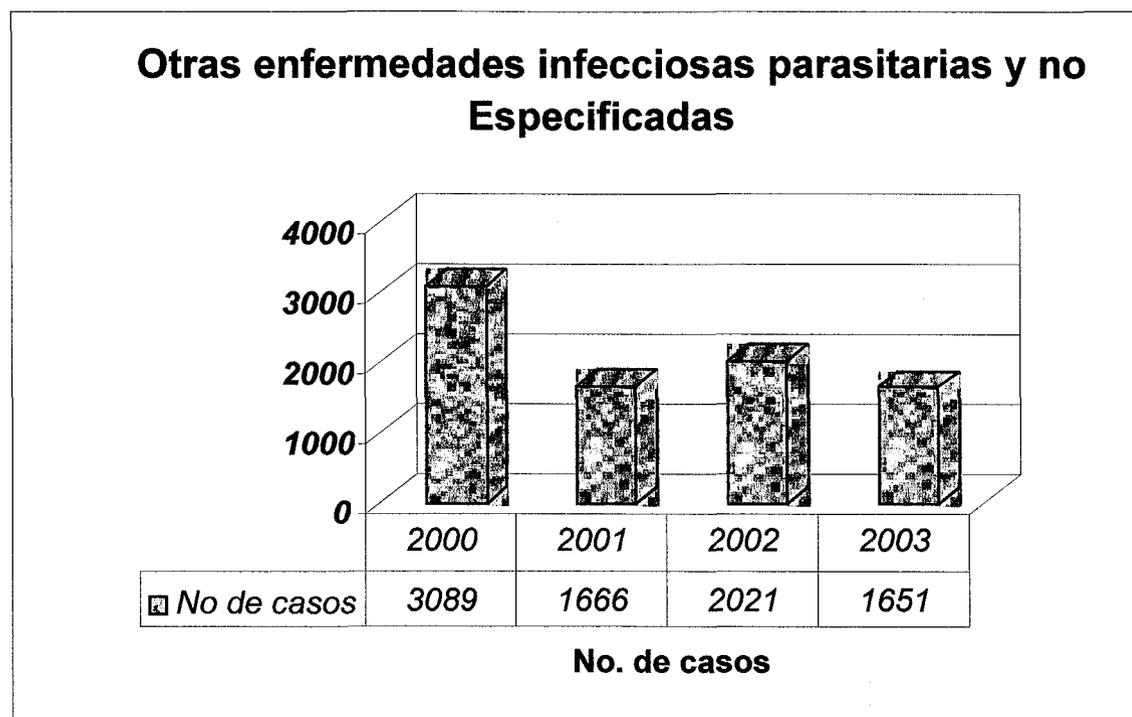


Figura10. N° de casos de otras enfermedades parasitarias y no especificadas en el municipio de Tola.

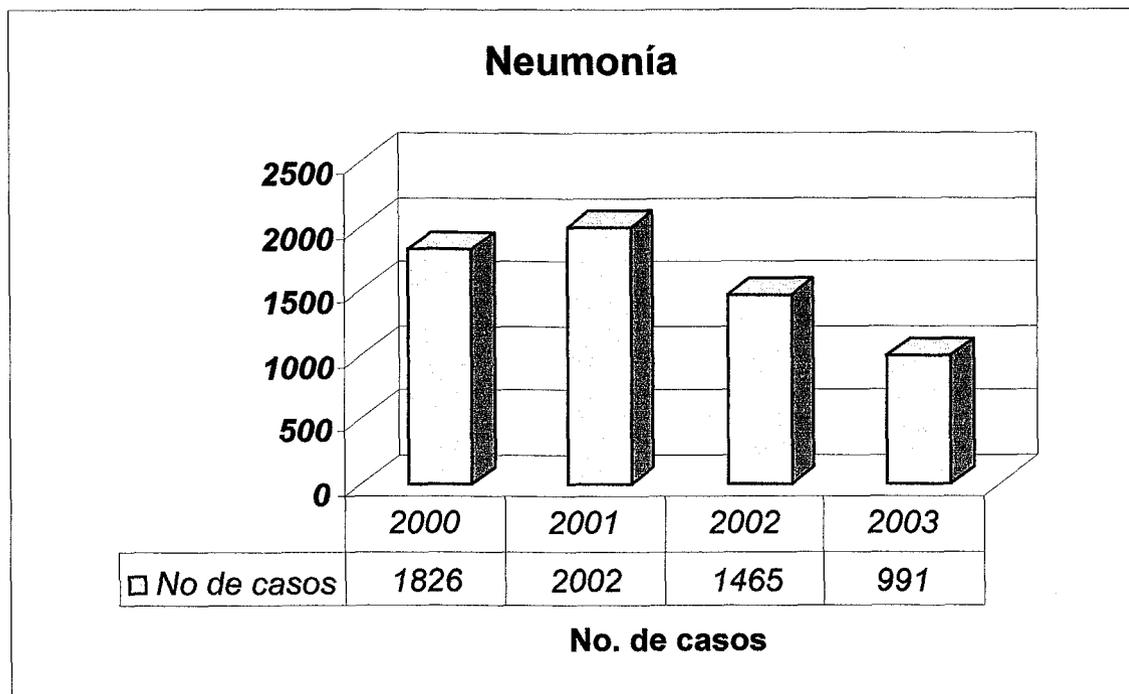


Figura11. N° de casos de Neumonía en el municipio de Tola.

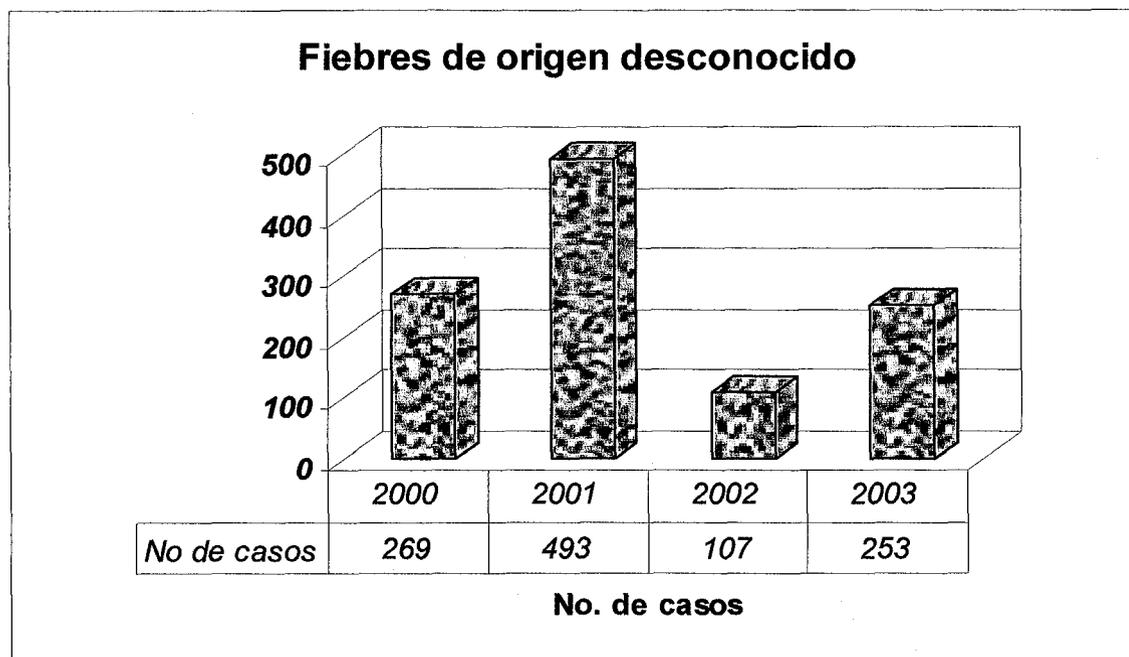


Figura12. N° de casos de Fiebre de origen desconocido en el municipio de Tola.

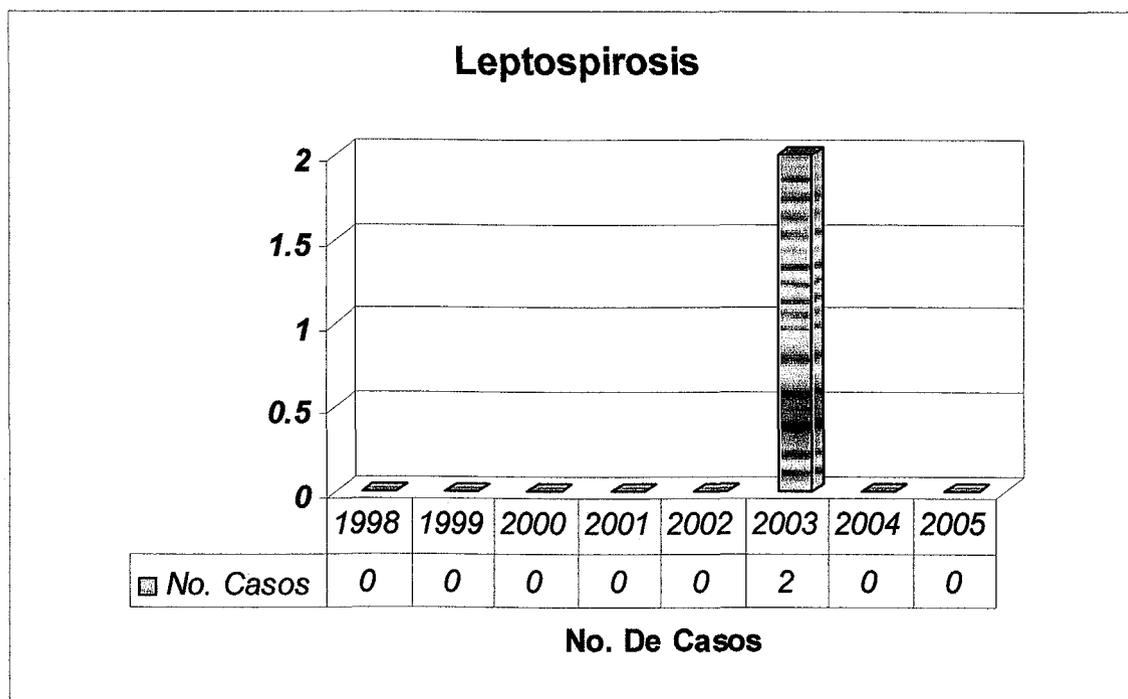


Figura13. N° de casos de Leptospirosis en el municipio de Tola.

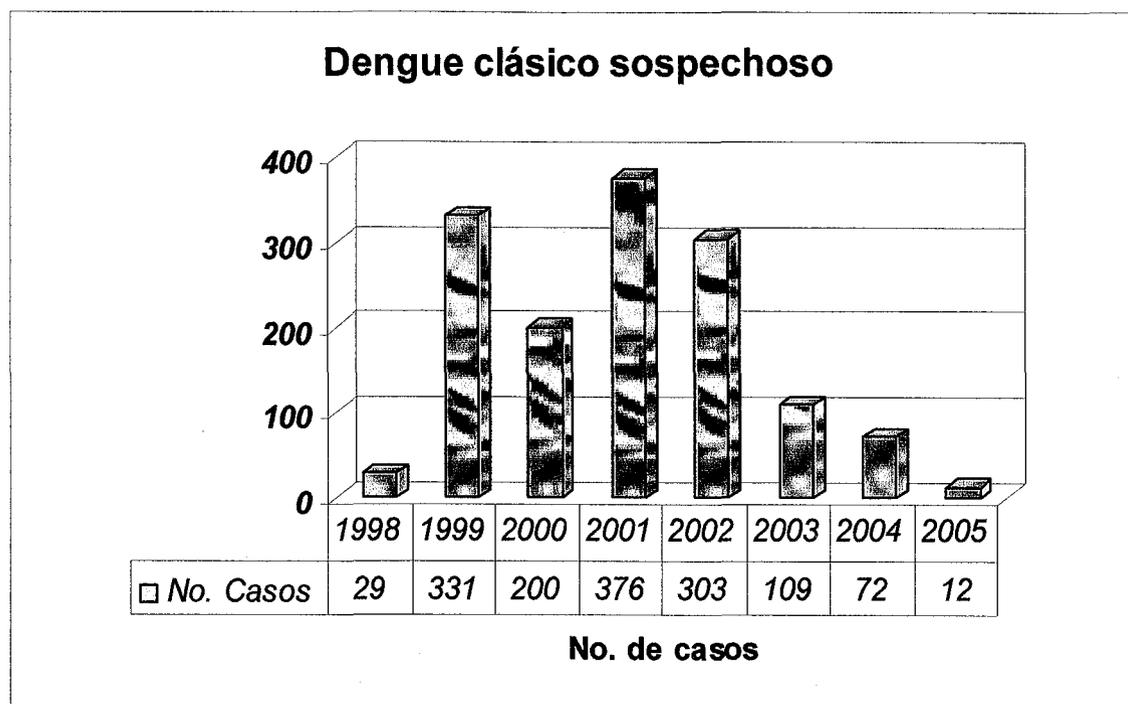


Figura14. N° de casos de Dengue clásico sospechoso en el municipio de Tola.

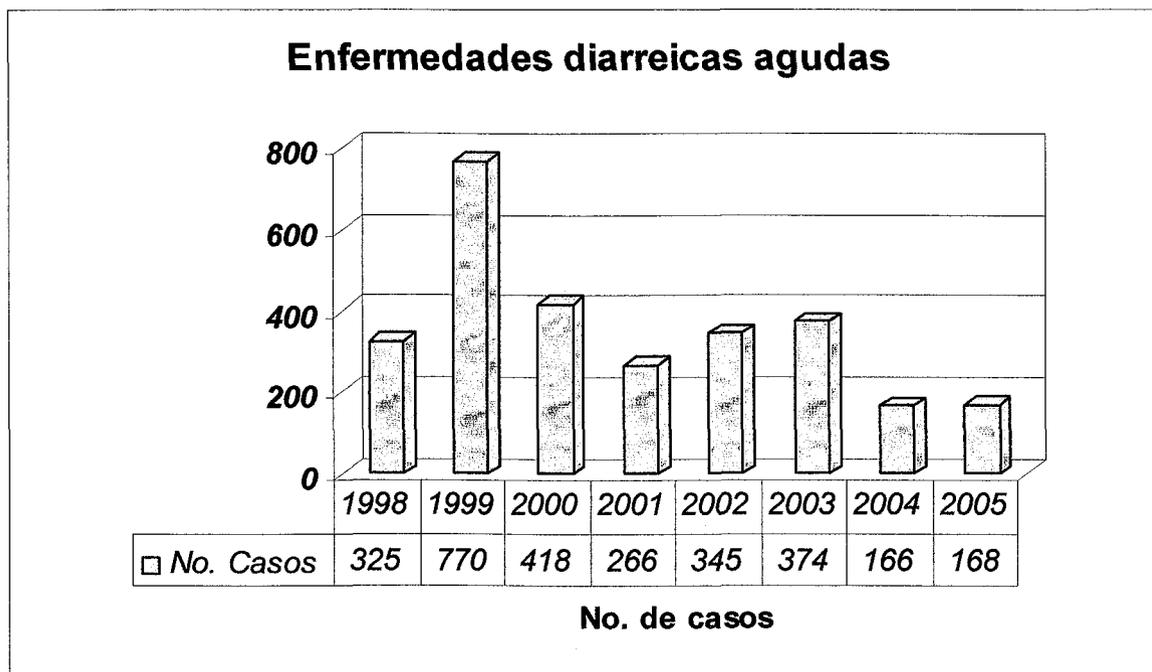


Figura15. N° de casos de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) en el municipio de Tola.

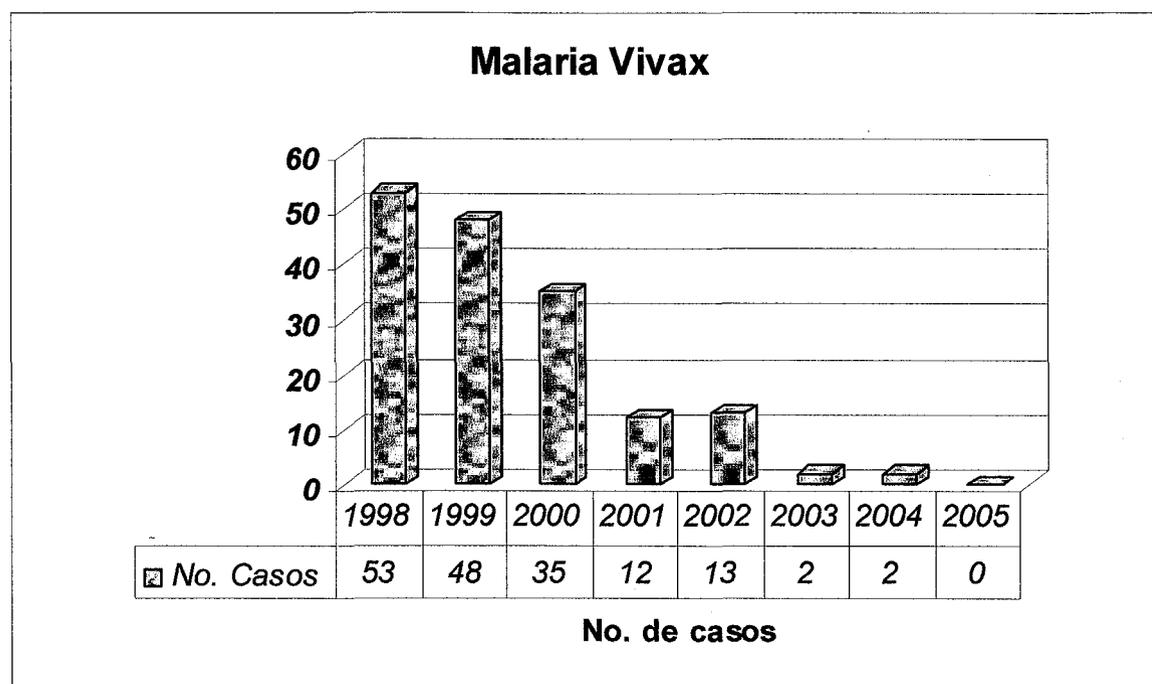


Figura16. N° de casos de Malaria Vivax en el municipio de Tola.

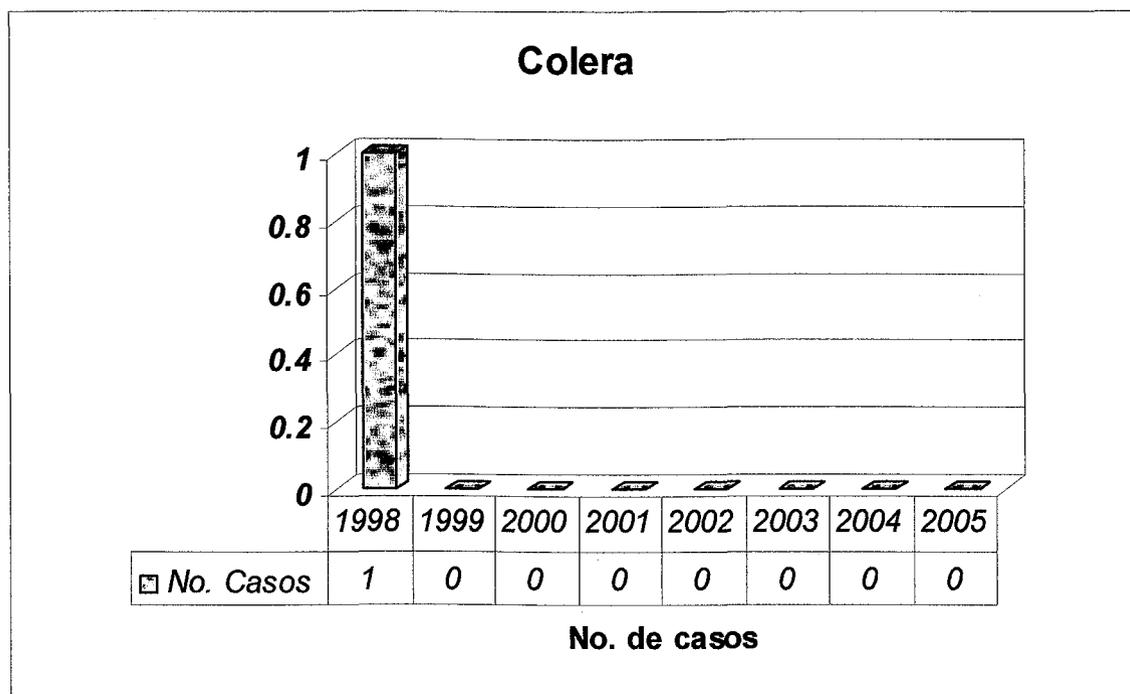


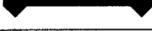
Figura17. N° de casos de Cólera en el municipio de Tola.

Anexo 12

Programa de Ejecución.										
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	'05	sep 25 '05	nov 27 '05	ene 29 '06	abr 2 '06	jun 4 '06
					M	V	L	J	D	X
1	PROYECTO MUNICIPIO DE TOLA, RIVAS.	99 días	lun 2/6/06	mar 6/13/06						
2	RED DE ALCANTARILLADO	99 días	lun 2/6/06	mar 6/13/06						
3	INSTALACIONES PROVICIONALES Y MOVILIZACION	6 días	lun 2/6/06	lun 2/13/06						
4	Construccion de bodega	6 días	lun 2/6/06	lun 2/13/06						
5	Traslado de maquinaria y equipo	5 días	lun 2/6/06	sáb 2/11/06						
6	LOCALIZACION	12 días	lun 2/13/06	mar 2/28/06						
7	Trazo y nivelacion	12 días	lun 2/13/06	mar 2/28/06						
8	TERRACERIA	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06						
9	Excavacion de zanja	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06						
10	Relleno compactado con material existente	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06						
11	Suministro de selecto	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06						
12	INSTALACIONES HIDRAULICAS	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06						
13	Desadoquinado	30 días	lun 4/10/06	vie 5/19/06						
14	Remoción de carpeta asfaltica	8 días	jue 5/25/06	mar 6/6/06						
15	Instalacion de tubería de 4" , 6" y de 8".	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06						
16	Instalacion acometida domiciliar	60 días	mié 2/22/06	mié 5/10/06						
17	excavacion para cajas de conexión	13 días	mar 2/28/06	jue 3/16/06						
18	Construccion de cajas de conexión	35 días	mar 2/28/06	jue 4/13/06						
19	Readoquinado	30 días	mar 4/11/06	sáb 5/20/06						
20	Colocacion de carpeta asfaltica	5 días	mar 5/30/06	mar 6/6/06						
21	POZOS	40 días	lun 2/6/06	mar 3/28/06						
22	Excavacion	4.5 días	jue 2/16/06	mié 2/22/06						
23	Fundacion	15 días	vie 2/17/06	jue 3/9/06						
24	Cilindro de ladrillos	15 días	vie 2/17/06	jue 3/9/06						
25	Cono de ladrillos	15 días	vie 2/17/06	jue 3/9/06						
26	Tapadera de Hierro	40 días	lun 2/6/06	mar 3/28/06						
27	Relleno Compactado	15 días	mié 2/22/06	lun 3/13/06						

Proyecto: progamacion y costo Tc Fecha: vie 12/2/05	Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
	Progreso		Hito resumido		Resumen del proyecto	
	Hito		Progreso resumido		Agrupar por síntesis	
	Resumen		División		Fecha límite	

Programa de Ejecución.										
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	'05	sep 25 '05	nov 27 '05	ene 29 '06	abr 2 '06	jun 4 '06
					M	V	L	J	D	X
28	PRUEVAS HIDROSTATICAS	12 días	mar 5/23/06	jue 6/8/06						
29	Prueba hidrostática.	12 días	mar 5/23/06	jue 6/8/06						
30	LIMPIEZA GENERAL	6 días	lun 6/5/06	lun 6/12/06						
31	Limpieza general	6 días	lun 6/5/06	lun 6/12/06						
32	ENTREGA DEL PROYECTO	1 día	lun 6/12/06	mar 6/13/06						

Proyecto: progamacion y costo Tc Fecha: vie 12/2/05	Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
	Progreso		Hito resumido		Resumen del proyecto	
	Hito		Progreso resumido		Agrupar por síntesis	
	Resumen		División		Fecha límite	

Ruta crítica.														
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	o 28 '05		nov 6 '05		ene 15 '06		mar 26 '06		jun 4 '06	
					V	J	X	M	L	D	S	V	J	X
26	Tapadera de Hierro	40 días	lun 2/6/06	mar 3/28/06										
27	Relleno Compactado	15 días	mié 2/22/06	lun 3/13/06										
28	PRUEVAS HIDROSTATICAS	12 días	mar 5/23/06	jue 6/8/06										
29	Prueba hidrostática.	12 días	mar 5/23/06	jue 6/8/06										
30	LIMPIEZA GENERAL	6 días	lun 6/5/06	lun 6/12/06										
31	Limpieza general	6 días	lun 6/5/06	lun 6/12/06										
32	ENTREGA DEL PROYECTO	1 día	lun 6/12/06	mar 6/13/06										

Proyecto: programación y costo Tc Fecha: vie 12/2/05	Tareas críticas		Línea de base		Resumen del proyecto	
	División crítica		División de la línea de base		Tareas externas	
	Progreso de tarea crítica		Hito de línea de base		Hito externo	
	Tarea		Hito		Fecha límite	
	División		Progreso del resumen			
	Progreso de tarea		Resumen			

Ruta crítica.																	
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	o 28 '05 nov 6 '05 ene 15 '06 mar 26 '06 jun 4 '06												
					V	J	X	M	L	D	S	V	J	X			
1	PROYECTO MUNICIPIO DE TOLA, RIVAS.	99 días	lun 2/6/06	mar 6/13/06	0%												
2	RED DE ALCANTARILLADO	99 días	lun 2/6/06	mar 6/13/06	0%												
3	INSTALACIONES PROVICIONALES Y MOVILIZACION	6 días	lun 2/6/06	lun 2/13/06	0%												
4	Construccion de bodega	6 días	lun 2/6/06	lun 2/13/06	0%												
5	Traslado de maquinaria y equipo	5 días	lun 2/6/06	sáb 2/11/06	0%												
6	LOCALIZACION	12 días	lun 2/13/06	mar 2/28/06	0%												
7	Trazo y nivelacion	12 días	lun 2/13/06	mar 2/28/06	0%												
8	TERRACERIA	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06	0%												
9	Excavacion de zanja	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06	0%												
10	Relleno compactado con material existente	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06	0%												
11	Suministro de selecto	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06	0%												
12	INSTALACIONES HIDRAULICAS	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06	0%												
13	Desadoquinado	30 días	lun 4/10/06	vie 5/19/06	0%												
14	Remoción de carpeta asfaltica	8 días	jue 5/25/06	mar 6/6/06	0%												
15	Instalacion de tubería de 4" , 6" y de 8"	85 días	vie 2/17/06	jue 6/8/06	0%												
16	Instalacion acometida domiciliar	60 días	mié 2/22/06	mié 5/10/06	0%												
17	excavacion para cajas de conexión	13 días	mar 2/28/06	jue 3/16/06	0%												
18	Construccion de cajas de conexión	35 días	mar 2/28/06	jue 4/13/06	0%												
19	Readoquinado	30 días	mar 4/11/06	sáb 5/20/06	0%												
20	Colocacion de carpeta asfaltica	5 días	mar 5/30/06	mar 6/6/06	0%												
21	POZOS	40 días	lun 2/6/06	mar 3/28/06	0%												
22	Excavacion	4.5 días	jue 2/16/06	mié 2/22/06	0%												
23	Fundacion	15 días	vie 2/17/06	jue 3/9/06	0%												
24	Cilindro de ladrillos	15 días	vie 2/17/06	jue 3/9/06	0%												
25	Cono de ladrillos	15 días	vie 2/17/06	jue 3/9/06	0%												

Proyecto: progamacion y costo Tc Fecha: vie 12/2/05	Tareas críticas		Línea de base		Resumen del proyecto	
	División crítica		División de la línea de base		Tareas externas	
	Progreso de tarea crítica		Hito de línea de base		Hito externo	
	Tarea		Hito		Fecha límite	
	División		Progreso del resumen			
	Progreso de tarea		Resumen			