

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE  
SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 4  
"ALCANTARILLADO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS  
RESIDUALES"**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**DANIEL ANGEL BARRIOS ACUÑA**

**Lima- Perú**

2007

## INDICE

• Resumen	04
• Introducción	06
<b>Capitulo 1: Antecedentes.</b>	<b>08</b>
1.1 Aspectos topográficos.	08
1.2 Aspectos de mecánica de suelos.	11
1.3 Aspectos hidráulicos 1 (Captación, tratamiento y conducción).	19
1.4 Aspectos hidráulicos 2 (Almacenamiento y distribución).	22
1.5 Aspectos hidráulicos 3 (Alcantarillado y tratamiento de las aguas).	25
1.6 Aspectos ambientales.	29
<b>Capitulo 2: Desarrollo de la Red de Alcantarillado.</b>	<b>33</b>
2.1 Las aguas servidas.	33
2.2 Elementos de la red de alcantarillado.	33
2.2.1 Los ramales y montantes.	33
2.2.2 Las tuberías de conducción.	34
2.2.3 Los buzones.	34
2.3 Criterios y parámetros de diseño.	34
2.3.1 Periodo de diseño.	35
2.3.2 Densidad de la población.	35
2.3.3 Dotación de agua potable.	35
2.3.4 Coeficientes de variación del consumo de agua potable.	36
2.3.5 Coeficiente de contribución o aporte al alcantarillado.	36
2.3.6 Criterios de ubicación para el diseño de redes de alcantarillado.	37
2.3.7 Diseño Hidráulico.	39
2.4 Calculo de las áreas de drenaje.	44
2.5 Detalle y disposición de los colectores.	48
2.6 Memoria de cálculo.	50
2.7 Hoja de cálculo	53

---

Capitulo 3: Tratamiento de las Aguas Residuales.	57
3.1 Introducción.	57
3.2 Componentes de un sistema de tratamiento de aguas residuales.	57
3.2.1 Tratamiento preeliminar.	57
3.2.2 Tratamiento Primario.	58
3.2.3 Tratamiento Secundario.	58
3.3 Efectos de las aguas residuales sobre el medio receptor.	59
3.4 Aspectos biológicos de una laguna de estabilización.	60
3.4.1 Principales microorganismos que se presentan en una laguna de Estabilización.	60
3.4.2 Interacciones bioquímicas.	62
3.4.3 Factores de control.	63
3.5 Tipos de lagunas de estabilización.	65
3.5.1 Lagunas Aeróbicas.	65
3.5.2 Lagunas Anaeróbicas.	66
3.5.3 Lagunas Facultativas.	66
3.5.4 Lagunas de Maduración.	66
3.6 Criterios y parámetros de diseño.	67
3.6.1 Criterios generales para -Lagunas de Estabilización.	67
3.6.2 Criterios específicos para Lagunas de Est. Facultativas Primarias.	68
3.6.3 Criterios específicos para Lagunas de Maduración.	70
3.7 Memoria de cálculo.	71
Capitulo 4: Diseño de los Elementos Propuestos.	78
4.1 Detalle las cajas de registro domiciliarias.	78
4.2 Detalle de los buzones.	79
4.3 Diseño de la cámara de rejillas.	80
4.4 Diseño del aforador Parshall.	83

<b>Capitulo 5: Disposición Final de las Aguas Tratadas.</b>	<b>86</b>
5.1 Manejo de los residuos sólidos.	86
5.2 Tratamiento y disposición de los lodos.	87
5.3 Utilización del efluente.	87
5.4 Tratamiento de áreas verdes.	89
• Conclusiones.	<b>91</b>
• Recomendaciones.	93
• Bibliografía.	95
• Anexos.	<b>97</b>
o Anexo 1 : Informe del SENAMHI sobre la temperatura ambiental para el año 2006.	
o Anexo 2 : Evaluación Físico - Química de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Huascar" mediante Lagunas Aireadas.	
o Anexo 3 : Planos de planta y perfil del sistema de alcantarillado.	

## RESUMEN.

El proyecto de "Formulación y Diseño del Proyecto de Saneamiento Unipampa Zona 4" contempla el estudio completo de un sistema de saneamiento para la "Urbanización L4F" ubicada en una zona de 1 Km<sup>2</sup> denominada Unipampa.

De todo este esquema el presente informe se titula de manera específica "Alcantarillado y Disposición final de las Aguas Residuales".

En la realidad del esquema a desarrollarse en Unipampa se observó que la población de la "Urbanización L4F" generara una determinada cantidad de aguas servidas producto de sus actividades humanas. Estas aguas deberán ser evacuadas de sus viviendas y devueltas al medio natural de manera que no lo deteriore.

De manera específica este informe desarrolla el proyecto de Alcantarillado para la Urbanización L4F a diseñarse en Unipampa de la siguiente manera: desarrollar una red de alcantarillado adecuada para la urbanización, evaluar una manera eficiente para el tratamiento de las aguas servidas, y desarrollar el proyecto elegido en concordancia con el esquema de alcantarillado anteriormente planteado.

Como metodología de trabajo se desarrolla primero los aspectos teóricos necesarios para la comprensión de la problemática y de la solución a adoptarse, posteriormente se revisan los parámetros de diseño referenciados con la Normativa vigente, tomando como referencia primaria lo recomendado por el RNE, pero a su vez tomando en cuenta el marco teórico señalado por SEDAPAL en aquellos aspectos que el RNE no precise.

El desarrollo del presente informe se desarrolla en cinco capítulos:

En el primer capítulo "Antecedentes" se detalla de manera resumida la totalidad de estudios realizados por el grupo L4F sobre la zona de Unipampa de tal manera que se tiene una referencia rápida de todo el esquema. Cabe indicar que en este capítulo se encuentra una versión resumida de los 4 informes principales realizados por los integrantes del equipo.

En el segundo capítulo se hace el desarrollo de la red de alcantarillado; se inicia con los criterios y parámetros de diseño tomando en cuenta la normativa vigente, y a continuación se hace la aplicación a la urbanización L4F, presentándose esquemas de la distribución de la red en este capítulo, el diseño detallado final plasmado en planos de planta y perfil se muestra en el anexo 1.

En el tercer capítulo trata acerca del tratamiento de las aguas residuales; se inicia el capítulo indicando los componentes de un sistema de tratamiento y las características de las aguas servidas, con esta base se hace la elección de "Las Lagunas de Estabilización" como sistema de tratamiento, a continuación se detalla brevemente el fundamento biológico de su funcionamiento, y seguido a esto se mencionan los aspectos normativos y de construcción para finalmente en una memoria de calculo realizar el diseño dimensional de las lagunas.

En el cuarto capítulo se muestran esquemas típicos del diseño dimensional y estructural de los principales elementos de apoyo involucrados en el proyecto como son: las cajas de registro domiciliarias, los buzones, la cámara de rejillas y el aforador Parshall

En el quinto capítulo titulado " Disposición final de las aguas residuales" se detalla la forma de la devolución de las aguas tratadas al medio así como la eliminación y/o disposición de todos los residuos producto del tratamiento. Se complementa el capítulo con una propuesta de tratamiento del paisaje.

Es así como se busca mostrar un sistema integral de una urbanización con ciclo completo en lo que respecta a su saneamiento, mostrándose en el presente informe la parte final del proceso en el cual las aguas que fueron tomadas del medio natural luego de ser utilizadas y de haber sido beneficiosas para el ciclo de vida humano son devueltas al medio natural de una manera a también provechosa y mas aún propiciadora de mejorar el medio ambiente.

## INTRODUCCIÓN

El presente informe es el producto final de un Curso-Taller implementado por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Esta modalidad de Curso-Taller busca integrar la actualización de conocimientos, la capacidad para la investigación y la aplicación de conceptos de ingeniería en un diseño específico, todo esto partiendo de la observación crítica de la realidad. Esta dualidad gabinete - campo busca impregnar en los ingenieros civiles una visión crítica de la realidad y el planteamiento oportuno y adecuado de una solución amparada en sus conocimientos de ingeniería pero también complementado con la comprensión de realidades sociales, políticas, económicas, de salud e incluso religiosas que pudieran encontrarse en el lugar de aplicación.

Para un mejor desarrollo del Curso-Taller se formaron equipos de trabajo, los cuales desarrollarían los estudios necesarios para la elaboración del proyecto del curso taller. En este marco el presente informe es desarrollado por un integrante del equipo denominado "L4F"

Dentro de estos alcances se presenta el proyecto "Unipampa", que consiste en la entrega de una zona desértica en la costa de la provincia de Cañete al equipo L4F, en este lugar se plantea ubicar una urbanización de aproximadamente 2000 habitantes a la cual hay que diseñarle el esquema completo de un proyecto de saneamiento; tomando en cuenta las características sociales, económico, culturales, etc. que se encontrasen en las poblaciones más cercanas.

La primera parte del proyecto consistió en la recopilación de información teórica así como el reconocimiento del terreno y las zonas donde se ubicarían las principales estructuras hidráulicas.

En este momento saltó a la vista lo ambicioso que sería desarrollar todo el esquema inicialmente planificado por lo que se optó en dividir el proyecto en 2 fases, la primera de las cuales (que comprendía la topografía, hidrología, captación, potabilización y conducción) se desarrollaría solo de manera referencial para servir de apoyo a la segunda, la cual dividida en cuatro informes principales se distribuiría entre los integrantes del equipo. Estos informes son: estudio de suelos, almacenamiento y distribución, alcantarillado y disposición final de las aguas residuales, e impacto ambiental. De estos temas, corresponde al presente informe

de suficiencia el desarrollo del tema "Alcantarillado y disposición final de las aguas residuales"

Este informe desarrolla de manera breve el marco teórico necesario para la comprensión de los procesos de diseño involucrados en el proyecto de saneamiento, así como también hace referencia a las normas y reglamentos que enmarcan el proceso de diseño.

Siendo este un informe de Ingeniería Civil la intención es llegar a partir de la información obtenida al diseño civil de la estructura, principalmente el dimensional (hidráulico), complementado con los aspectos estructurales de su construcción. No se profundizará en el presente informe sobre los aspectos biológicos y químicos en el que está inmerso el tratamiento de las aguas residuales pues corresponde a los Ingenieros Sanitarios realizar el análisis minucioso de los mismos.



## **CAPITULO 1:**

### **ANTECEDENTES**

El presente estudio de saneamiento esta aplicado a la realidad a encontrarse y preverse de la zona de Pampa Clarita lugar donde se proyectará la urbanización de Unipampa.

La faja costera peruana es desértica por naturaleza, y los ríos que encontramos en ella son de régimen irregular por lo que se hace necesario un plan para el aprovechamiento de esas escasas aguas por los pueblos costeros. Es el caso del río Cañete que provee del recurso hídrico a una población como, Nuevo Imperial; lugar que ha sido visitado para recopilar información que nos será útil para prever las necesidades a solventar en el proyecto de urbanización a desarrollarse en Pampa Clarita.

En la zona de Pampa Clarita anteriormente la empresa Pluspetrol realizó sondeos del suelo y estudios para determinar las características topográficas, geológicas, hidrológicas de la zona, por tanto esos datos se tendrán en consideración en la elaboración del presente informe.

A continuación se detalla de manera breve los diferentes tópicos que nos muestran la realidad encontrada y/o asumida para la zona de Unipampa.

### **ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.**

#### **1.1 ASPECTOS TOPOGRAFICOS.**

##### **a) Objeto del Estudio.**

El presente estudio tiene por objetivo evaluar el terreno entregado para desarrollar el proyecto de saneamiento.

La Escuela Profesional planteó la necesidad de desarrollar el estudio de una zona para expansión urbana con crecimiento ordenado en la margen izquierda del Río Cañete. Para lo cual se hizo entrega al equipo de L4F de información catastral y topográfica de una zona denominada Pampa Clarita lugar donde se delimito un área de 1Km<sup>2</sup> (que en adelante llamaremos Unipampa ), para el desarrollo de un estudio de un proyecto de habilitación urbana y saneamiento.

## **b) Ubicación.**

El área donde se desarrolla el estudio se denomina Pampa Clarita y se encuentra ubicada en la margen izquierda del río Cañete a la altura del kilómetro 160 de la Carretera Panamericana Sur, en el distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete y departamento de Lima.

## **e) Descripción del Procedimiento de Trabajo.**

El trabajo Topográfico constará de 3 Etapas:

### **• Trabajo de Gabinete 1:**

Teniendo como base el plano del IGN y el plano digitalizado de curvas de nivel se procederá a ubicar dentro del Km2 asignado (Unipampa) la primera unidad urbana así como las zonas de expansión para las demás unidades similares.

Luego se ubicaran las zonas designadas para el reservorio y la planta de tratamiento de aguas residuales.

### **• Trabajo de Campo:**

A partir de los planos elaborados en el proceso anterior, y teniendo las coordenadas UTM de los elementos mencionados se procederá a:

a) Ubicar los 4 vértices de Unipampa y hacer un reconocimiento visual del área asignada.

b) Replantar mediante algún método topográfico los 4 vértices de la unidad urbana y las estructuras hidráulicas a construirse, se deberá dejar hitos monumentados que servirán como referencia para futuras visitas.

Se efectuara un registro fotográfico de la zona.

Para el replanteo, evaluación y monumentación en el terreno se dispuso de los siguientes equipos:

- Un GPS digital.
- Un Eclímetro
- Una Wincha de 30m.
- Estacas de fierro corrugado de 80cm. membretadas con el punto a monumentarse.

Si bien es cierto que la precisión del equipo GPS puede arrojar un error de hasta 12m. para esta etapa de estudio se considera suficiente.

- **Trabajo de Gabinete 2:**

A partir de la información del proceso anterior se dará ubicación definitiva tanto a la urbanización como a los elementos hidráulicos.

Se desarrollara el perfil de la de las calles y de la urbanización.

**d) Evaluación Topográfica de la Zona de Trabajo.**

El reconocimiento visual del terreno confirmó la ubicación de las zonas de poca pendiente, las de pendiente pronunciada y las quebradas que no llegaban a ser sino pequeñas depresiones.

El área de trabajo comprende una zona plana de poca pendiente hacia el lado sur con una altitud que varía entre los 157m. y 179 m. En una longitud de 1Km. (2.2%). Y una zona de pendiente considerable hacia el lado norte con pendientes que varían entre los 160m. y 130m. (35%) en una longitud de 600m. (12.5%).

El kilómetro cuadrado correspondiente a Unipampa es un cuadrado de vértices A, B, C, D; Siendo el lado AD paralelo a la costa (y a la carretera), y limita hacia el suroeste pasando la carretera con el acantilado que va hacia el mar, hacia el lado AB se encuentra la zona de pendiente pronunciada donde el terreno decrece rápidamente hasta llegar al fondo de un valle seco cuyas cotas varían entre 129 y 145 m. La parte de poca pendiente corresponde a los  $\frac{3}{4}$  del terreno de Unipampa midiéndose desde el lado CD hacia AB y sus cotas varían entre 157 pegado hacia la carretera y 178m. en la parte mas alta (lado BC).

En la zona "plana" de Unipampa y en sentido paralelo a la costa, el punto mas alto esta aproximadamente a la mitad del lado AD con pendientes muy suaves hacia ambos lados.

Se monumenta en Unipampa los 4 vértices de la unidad urbana a proyectarse "L4F" siendo sus coordenadas UTM:

Vértice	Norte	Este
A	8541935.89	353209.94
B	8542169.90	353354.35
C	8541904.70	353725.65
D	8541670.69	353401.25

La unidad urbana es un área rectangular de 320m en sentido O-E y 260m. en sentido N-S y consta de 12 manzanas de 6000m<sup>2</sup> (120m. x 50m.) conteniendo cada una de estas 24 lotes de 250m<sup>2</sup> (10m.x25m.). En la parte central tiene la zona de servicios que ocupa un área total de 21600 m<sup>2</sup> (180m.x120m.) incluyéndose en esta un parque central, un colegio y establecimientos de gobierno y de salud. (ver gráfico 1)

Se planteo la ubicación del reservorio siendo sus coordenadas:

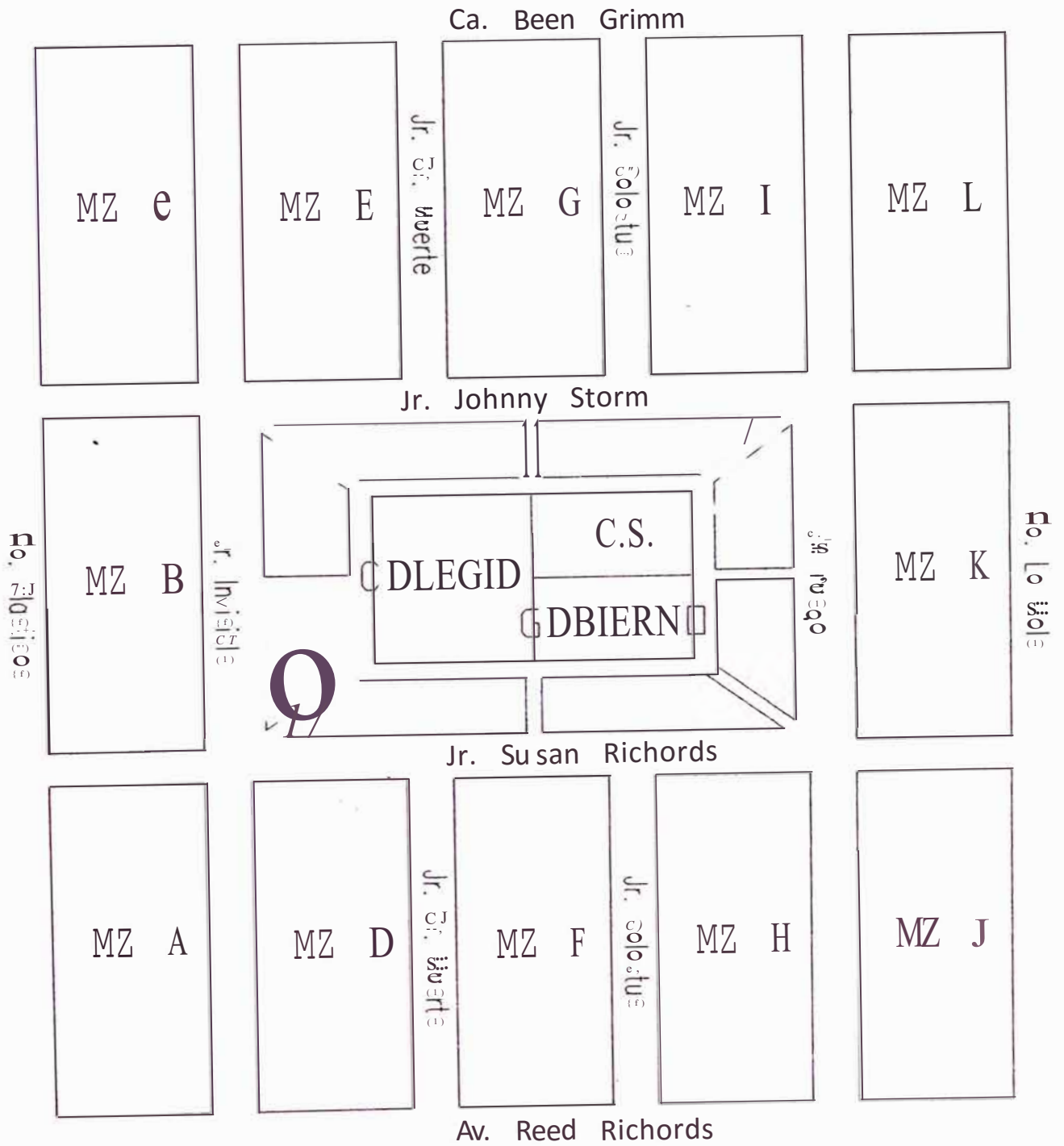
Vértice	Norte	Este
Centro	8542348.49	354350.79

## 1.2 ASPECTOS DE MECÁNICA DE SUELOS.

Las obras de saneamiento de Unipampa requieren un estudio de suelos para la adecuada definición del tipo de cimentación que utilizaran las estructuras hidráulicas (reservorios), en función a la sollicitación o carga a soportar, así como para conocer los materiales que se encuentran dentro de la zona de estudio para su posible empleo en las diferentes obras.

Dentro de estos alcances se realizaron en Unipampa trabajos de exploración o calicatas a "cielo abierto", y posteriormente ensayos de laboratorio estándar y especiales, a fin de obtener las principales características físico-mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia y deformación, la agresividad química de sus componentes. Las labores de gabinete definieron además los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, Capacidad Portante Admisible, asentamientos y las recomendaciones generales para la cimentación

(GRÁFICO 1) URBANIZACION L4F



### a) Condiciones Climáticas De La Zona.

La temperatura promedio varía de 18 °C a 25 °C, bajando en épocas de invierno hasta 15 °C, las precipitaciones son muy escasas (36 mm en promedio anual), con garúas en los meses de invierno.

### b) Altitud de la Zona

El Área de Estudio se desarrolla sobre la siguiente altitud:

#### Area: Habilitación Urbana

PUNTO	ALTITUD (msnm)
A	155.5
B	162.5
C	164.8
D	157.1

#### Area: Reservorio

PUNTO	ALTITUD (msnm)
R	184

### c) Geomorfología, Geología y Sismicidad en el Area en Estudio.

#### Geomorfología

Unidad de Llanura aluvial, corresponde a una geoforma de relieve suave, horizontal a subhorizontal, denominada Pampa Clarita, constituida por suelos finos, que clasifican en el sistema SUCS como SP-SM. Sobre esta unidad se emplaza el Proyecto. Geodinámicamente se aprecia estable, sin fenómenos de geodinámica externa activos que puedan poner en riesgo la infraestructura a proyectar.

## Geología

De acuerdo al Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chincha, la zona en estudio pertenece a depósitos eólicos de arena perteneciente a la Era Cuaternaria.

## Sismicidad

La zona en estudio se ubica en la Costa Occidental de Sudamérica en una franja desértica entre el Océano Pacífico y los Andes. La región es parte del Cinturón Circuí-Pacífico que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El suelo en estudio se encuentra en la Zona 3 de Alta Sismicidad según el "Mapa de Zonificación Sísmica del Perú" de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo-Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones. Las fuerzas sísmicas horizontales se pueden calcular de acuerdo a la siguiente relación:

$$\frac{H=ZUCSP}{R}$$

Donde S es el factor de suelo con un valor de 1.40 para un periodo predominante de  $T_s = 0.9$  seg.

### d) Metodología de Trabajo.

La metodología de trabajo se basará fundamentalmente en tres aspectos:

- Recopilación de Información bibliográfica y otras procedentes de distintas fuentes que ayuden al desarrollo del presente Informe.
- Recopilación de datos en campo (Suelos, Topografía, Geología, etc.), las mismas que se efectuarán en la zona de estudio y otras adyacentes a esta.
- Procesamiento de datos, análisis de resultados y planteamiento de solución óptima en concordancia a las características de los suelos y materiales existentes en la zona de estudio.

### e) Adquisición de Datos en Campo y Laboratorio

- Calicatas o Pozos de Exploración

Area: Habitación Urbana: Se realizó 01 calicata o pozo exploratorio a "cielo abierto" designado como C-1, ubicado estratégicamente y con profundidad suficiente de acuerdo a la intensidad de las cargas estimadas en el proyecto.

Hasta la profundidad explorada no se encontró el nivel freático.

La excavación alcanzó una profundidad aproximada de:

POZO	PROFUNDIDAD A CIELO ABIERTO (m)
C - 1	3.00

Área: Reservorio: Se realizaron dos (02) calicatas o pozos de exploración "a cielo abierto", designados como C-1 y C-2, los cuales fueron ubicados convenientemente y con profundidades suficientes de acuerdo a la intensidad de las cargas estimadas en el Proyecto. Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo en su estado natural. Hasta la profundidad explorada no se encontró el nivel freático.

Las excavaciones alcanzaron las siguientes profundidades:

POZO	PROFUNDIDAD A CIELO ABIERTO (m)
C - 1	4.00
C - 2	4.00

#### • Muestreos y Registros de Exploración

Se tomaron muestras .disturbadas representativas de los estratos atravesados en cada calicata y en cantidades suficientes como para realizar los ensayos de identificación y clasificación, también se extrajeron muestras representativas para el ensayo de Corte Directo Remoldeado e igualmente una para el Análisis Químico de Sales Agresivas al Concreto.

Paralelamente al muestreo se realizaron los registros de exploración, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc.

#### f) Características del Proyecto

El presente proyecto contempla principalmente el estudio de análisis de la cimentación de la obra de almacenamiento de agua, estableciéndose que esta



será un Reservorio apoyado de 8.0 m de diámetro, la cual transmitirá una carga del orden de 196 tn.

### g) Ensayos de Laboratorio

- **Ensayos Estándar**

- |                            |             |
|----------------------------|-------------|
| a. Análisis Granulométrico | ASTM 0422   |
| b. Límites de Consistencia | ASTM D 4318 |
| c. Contenido de Humedad    | ASTM D 2216 |

- **Ensayos Especiales**

- |  |             |
|--|-------------|
| d. Corte Directo (Consolidado Drenado) | ASTM D 3080 |
| e. Sales Totales                       |             |
| f. Cloruros                            |             |
| g. Sulfatos                            |             |

- **Caracterización de Suelos**

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, tal como se indican a continuación:

AREA	HABILITACIÓN URBANA	RESERVORIO	
		POZO	C-1
Profundidad (m)	0.00-3.00	0.00-4.00	0.00-4.00
Muestra	M - 1	M - 1	M - 2
%Pasa malla N° 4	64.3	100.00	100.00
%Pasa malla N° 200	10.3	10.30	10.58
Límite Líquido	-	-	-
Límite Plástico	-	-	-
Coficiente de Uniformidad (Cu)	40.5	-	-
Coficiente de Curvatura (Ce)	0.55	-	-
Diámetro Efectivo	0.07	-	-
Contenido de Humedad (%)	2.9	1.32	1.32
Clasificación SUCS	SP-SM	SP-SM	SP-SM

## h) Columna y Perfil Estratigráfico

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y a la inspección realizada se efectuó una columna estratigráfica en la zona representativa del área destinada para Habilitación Urbana (Pozo C-1), mientras que para la zona donde se va a cimentar el Reservorio Apoyado se efectuó un Perfil Estratigráfico inferido de eje A-A que une los Pozos C-1 y C-2 distanciados entre si 8 m.

## i) Descripción de la Conformación del Subsuelo de la Zona en Estudio.

**Área: Habilitación Urbana:** De acuerdo a la Columna Estratigráfica, se determina: De 0.00 m a 3.00 m conformado por material de arena mal graduada con limo y grava, color beige plumizo, poco húmeda, en estado semisuelto a semicompacto, con 10.3 % de material fino que pasa la malla N° 200.

**Área: Reservorio:** De acuerdo a los perfiles estratigráficos inferidos: Superficialmente y hasta la profundidad explorada de 4.00m presenta material de arena mal graduada, poco limosa, color beige plumizo, húmedo, no plástica, en estado semisuelto a semicompacto, con 10.30% - 10.58% de material fino que pasa la malla N° 200.

## j) Procesamiento de Datos y Resultados.

- Análisis de a Cimentación.

- o ***Tipo y Profundidad de Cimentación.***

La cimentación será apoyada por medio de platea de cimentación, desplantada a la profundidad de 1.00 m.

- o ***Cálculo de la Capacidad Portante Admisible***

Capacidad Portante por Asentamiento - Según la Relación Meyerhoft:

Se obtuvo:

$$q_{adm} = 1.38 \text{ Kg/cm}^2$$

Capacidad Portante por Resistencia al Esfuerzo Cortante

Aplicando la teoría de Karl Terzaghi y corroborado por Meyerhoff para cimentaciones superficiales, se obtuvo:

$$q_{adm} = 1.18 \text{ kg/cm}^2$$

o **Cálculo de Asentamiento.**

Calculo de Asentamiento utilizando el valor de N:

$$A_{Hd} = 1.14 \text{ cm.}$$

Calculo de Asentamiento Aplicando el Método Elástico

$$A_{Hd} = 1.26 \text{ cm}$$

En base a los resultados obtenidos se tendrá un Asentamiento Diferencial del orden de :

$$A_{Hd} = 1.26 \text{ cm}$$

- **Análisis Químico de Sales Agresivas al Concreto de Cemento Pórtland.**

Los resultados de ensayos de análisis químicos practicados a la muestra de suelos, se indican a continuación:

Área: **Habilitación Urbana**

Pozo C-1, prof. OO - 3.0 m

- Contenido de Sales Solubles Totales= 16 723 ppm
- Contenido de Sulfatos, expresados como ión SO<sub>4</sub> = 16 723 ppm
- Contenido de Cloruros, expresados como ión Cl = 8 325 ppm

Área: **Reservorio**

Pozo C-1, prof. OO - 4.0 m

- Contenido de Sales Solubles Totales= 28 320 ppm
- Contenido de Sulfatos, expresados como ión SO<sub>4</sub> = 12 533 ppm
- Contenido de Cloruros, expresados como ión Cl = 8 300 ppm

De acuerdo a estos valores, se determina que existe agresividad severa de los sulfatos al concreto de cemento Portland y de los cloruros al acero. Por tanto es recomendable el uso de Cemento Pórtland tipo V, así como de Aditivos Impermeabilizantes y buena densificación del concreto (mediante vibrado) y una relación agua-cemento de 0.45 como valor máximo.

- **Empujes Laterales.**

Los empujes laterales a considerar pueden calcularse tomando en cuenta un diagrama triangular de presiones de suelo en el cual el Empuje  $E_a$  a cualquier profundidad podrá calcularse con los siguientes parámetros:

$$E_a = K_a \gamma_{nat} X \frac{H^2}{2}$$

donde:

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$\gamma_{nat}$	=	Densidad Natural del suelo $\text{gr/cm}^3$	
$\phi$	=	Angulo de Fricción Interna	= $32^\circ$
H	=	Altura del muro a considerar	
$K_a$	=	Coefficiente de empuje activo	= 0.3072

### 1.3 ASPECTOS HIDRAULICOS 1 (CAPTACION, TRATAMIENTO Y CONDUCCION)

El alcance de los informes planteados por el grupo F4L se concentra en la zona de Unipampa, lugar donde se realizó el estudio de suelos, se desarrolló los sistemas de almacenamiento, distribución, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales además de elaborarse un estudio de impacto ambiental para las lagunas de estabilización.

Siendo que los aspectos de captación, conducción y potabilización, se desarrollaron en forma más genérica, solo con el objetivo de enmarcar el proyecto dentro de un sistema completo del uso del agua.

#### a) Aspectos Hidrológicos.

Recurrir al historial de la información hidrológica es importante ya que nos brindan datos de la vida del río de tal manera que estadísticamente podamos garantizar un caudal mínimo aun en épocas de estiaje.

- **Descripción de la Cuenca del río Cañete.**

La cuenca del Río Cañete se encuentra ubicada en el departamento de Lima entre las provincias de Yauyos y Cañete, drena una superficie de 6 189 km<sup>2</sup> es tiene una orientación de nor-este a sur-oeste delimitada entre los meridianos 75° 32' y 76° 28' de longitud oeste. Por el norte limita con las cuencas de los ríos Ornas y Mala, por el este y sur-este con la cuenca del río Mantaro, por el sur con la cuenca del río Topara y por el oeste con el Océano Pacífico y va desde el nivel del mar hasta más de 5800 m.s.n.m. de altura en la divisoria continental.

- **Descripción del Río Cañete.**

La cuenca del Río Cañete, que tiene su origen en la laguna de Ticliacocha, la que es alimentada por los deshielos de los glaciares de la Cordillera de Pichahuarco, en sus nacientes recorre una dirección norte hasta la laguna Paucarcocha, después de la cual se dirige al este y luego al sur hasta la localidad de Huancaya, recibiendo en su curso superior el aporte de una serie de lagunas; de Huancaya a Catahuasi el río recorre con algunas variaciones en dirección Sur-Oeste, recibiendo en su cauce el aporte de una serie de tributarios, a partir de Catahuasi recorre el Valle Cañete en dirección Sur Oeste y después de un recorrido de aproximadamente 220Km con una pendiente promedio de 2% desemboca en el Océano Pacífico, 12 Km al sur del Puerto de Cerro Azul.

La capacidad de regulación, el caudal mínimo garantizado y capacidad de producción de energía del río Cañete son relativamente altos en comparación con otras cuencas con escorrentía de origen pluvial en la vertiente del Pacífico, debido a las lagunas de cabecera y su longitud de 210 Km. le provee un importante área de drenaje.

Las áreas de importancia para el proyecto son las siguientes:

Área total de la cuenca	6 189	Km <sup>2</sup>
Área hasta la estación hidrométrica SOCSI	5 890	Km <sup>2</sup>
Área de la cuenca húmeda	4 933	Km <sup>2</sup>

## b) Diseño del Sistema de Captación y Conducción

- **Fuente de Abastecimiento.**

Para el abastecimiento de aguas de la zona de Unipampa existen 2 opciones:

- Tomar el agua de la napa freática lo que ahorraría los costos iniciales de captación tratamiento y conducción, pero generaría un costo de operación permanente durante su tiempo de vida útil debido a los equipos de bombeo que tendrían que usarse. En contra además se tendrían los datos de comunidades vecinas en el que la sobreexplotación- con fines de consumo humano y de riego ha causado un abatimiento del nivel freático llegando incluso a detectarse casos de intrusión de aguas marinas en el subsuelo costero.
- Hacer una captación superficial del Río Cañete lo que implican obras importantes iniciales en los esquemas de captación, tratamiento y conducción, pero a su vez (visto ya el historial hidrológico del Río Cañete) significaría una provisión segura e importante de agua que podría derivarse no solo para la unidad urbana a proyectarse en Unipampa sino también para varios proyectos adicionales (agrícolas, comerciales, urbanísticos, de recreación, etc.

Dentro de estos razonamientos y puesto que el objetivo del presente proyecto es desarrollar un esquema integral de un proyecto de Saneamiento, se decidirá por la segunda opción, y si bien es cierto se desarrollara como una primera fase el esquema completo para la urbanización "L4F" en Unipampa, se dejara esquematizado la disposición del excedente del caudal captado con respecto a los consumos de nuestra unidad urbana.

- **Esquema para la captación, conducción tratamiento y utilización.**

Debido a que el orden de magnitud en el diseño de las obras hidráulicas de captación, tratamiento y conducción (20 Km.), que están muy por encima de los 6.5 lt/s que requiere nuestra urbanización modelo se plantea el siguiente esquema para las obras mencionadas

- Captación de un Caudal de 1 m<sup>3</sup>/s que se usara con fines agrícolas y domésticos.

- Conducción del Caudal de 1 m<sup>3</sup>/s hasta la zona de la planta de tratamiento de aguas por medio de un canal trapezoidal de tierra.
- Se proyecta que en Pampa Clarita no se ubicará solamente nuestra unidad urbana sino que podrían planificarse hasta 20 unidades urbanas similares con las mismas condiciones de requerimiento y consumo que la urbanización "L4F", y que dependan de nuestro punto de alimentación, demandando todas estas un caudal de 130 lt/s.
- Se potabilizara un caudal de 130 lt/s; quedando los restantes 1870 lt/s para fines agrícolas y otros.
- Se conducirá las aguas por dos tuberías paralelas para desarrollar la mínima distancia y sortear los accidentes topográficos.
- La tubería de agua agrícola se conducirá solo hasta el inicio de la llanura costera donde habría de proyectarse las estructuras necesarias para su distribución agrícola.
- La tubería de agua potable llegara y abastecerá a los reservorios de almacenamiento

#### 1.4 ASPECTOS HIDRAULICOS 2 (ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION)

En el presente documento se plantea la solución al sistema de almacenamiento, línea de aducción y red de distribución, del proyecto de saneamiento UNIPAMPA ZONA 4 -CA,;,;ETE, el cual se ha realizado a partir de la obtención de la demanda de agua de la Urbanización UNIPAMPA, el cual se obtuvo de hacer una proyección de dicha Urbanización para una población futura de 1728 hab. y una dotación de 250 lt/hab/día (según RNE).

##### a) Almacenamiento.

Se calculo la demanda de agua de la población el cual nos arroja un caudal medio diario ( $Q_{md} = 6.5 \text{ l/s}$ ) con el cual se diseño el reservorio circular de dimensiones:  $H=4.20 \text{ m}$ ,  $D=8 \text{ m}$  luego del cual se empieza la búsqueda de la ubicación adecuada para colocar el reservorio que de acuerdo a las necesidades de presión y caudal requeridas para el diseño de la línea de aducción y la red de distribución se ha visto limitada dicha ubicación a partir de la cota 180msnm, por tener el lote mas alto topográficamente la cota de 165msnm, y al necesitar la presión de salida de 10mea para la red como mínimo según Reglamento

Nacional de Edificaciones, y tener las pérdidas de carga debido a la tubería de aducción aproximadamente 6 meca, entonces según la topografía del terreno se escogió un reservorio apoyado en la cota 184, que cumple con los requerimientos para una ubicación adecuada.

El análisis estructural del Reservorio se ha realizado con ayuda del programa SAP 2000, en el se han utilizado los modelos existentes CYLINDER y DOME para representar como elementos Shell la cuba y la cúpula respectivamente.

- Para la representación del anclaje de la estructura en su cimentación, se han utilizado los apoyos con restricciones en los tres ejes (empotramiento).
- Se introdujo la carga hidrostática del agua según una ecuación lineal en función del tirante de agua.

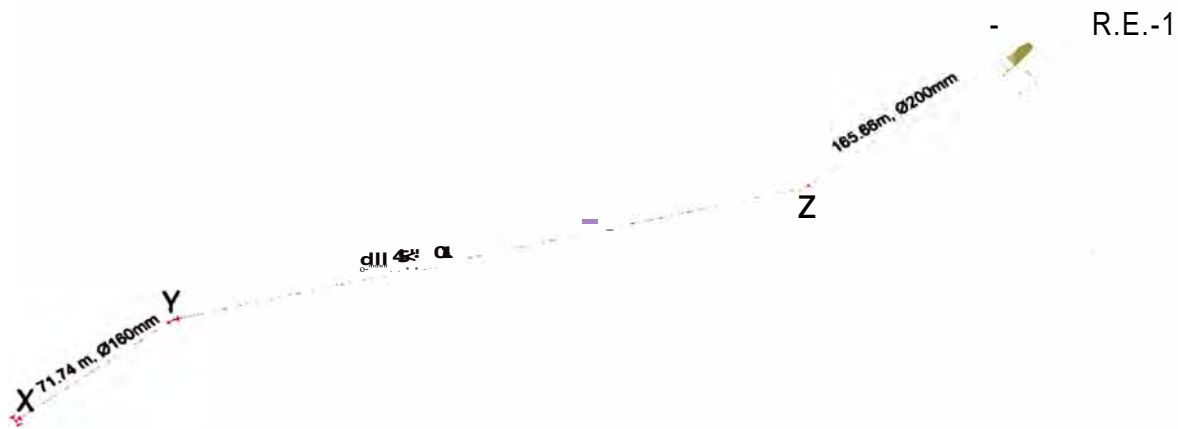
Las fuerzas que actúan en las paredes del reservorio son estáticas y dinámicas. La fuerza estática viene a ser la presión del agua, de distribución lineal. La dinámica esta representada por las fuerzas impulsivas y que vienen a ser las fuerzas impulsadas por el agua en movimiento dentro del reservorio. Los refuerzos de acero se calcularon con los resultados máximos obtenidos como los esfuerzos y momento obtenido en el análisis hecho con el sap2000.

## **b) Línea de Aducción.**

La línea de aducción se diseño con el mismo caudal para diseñar la red de distribución que es el caudal medio horario ( $Q_{mh}=12.5 \text{ l/s}$ ), esta tubería se diseño con una longitud total de 885.58 m, que esta dividido en 3 tramos debido a los quiebres que fue necesario realizar mediante codos para adecuarse a la topografía de la zona, el material apropiado para esta tubería es de PVC ISO clase 7.5, que es suficiente ya que la máxima presión que se obtendrá en la tubería será menor a 75mca, los diámetros calculados fueron de de dos dimensiones.

El tramo a partir del reservorio apoyado hasta el nudo Z tiene un diámetro de 200mm ya que fue necesario aumentar este diámetro en este tramo por la presión mínima requerida en el punto de salida X e inicio de la red de distribución, además debido a las pérdidas de carga debido a la longitud de la línea de aducción, luego los tramos Z-Y, y Y-X tienen tuberías de 160mm con codos de  $22.5^\circ$  en los nudos Y y Z.





### e) Red de Distribución

El diseño de la red de distribución de agua potable de la Urbanización UNIPAMPA, se ha basado en la Norma OS 050, con el caudal de diseño (Caudal Máximo horario  $Q_{mh} = 12.5 \text{ lt/s}$ ), la red se ha dividido en un circuito cerrado principal y ramales secundarios las cuales se han analizado con el software watercad, para este fin se distribuyó los caudales en cada nudo de acuerdo al método de las áreas, luego del cual se corrió con el software Watercad con el que se obtuvieron las presiones y las velocidades en cada nudo y tramo respectivamente comprobando que el diámetro de la tubería sea como mínima de 75mm y la presión mínima sea de 11.631 meca  $> 10 \text{ meca}$  y la máxima de 16.135 meca  $< 50 \text{ meca}$  según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Las Redes Secundarias se ha considerado como abiertas las que se analizaron con las ecuaciones de Hazen y Williams y con la ecuación de Continuidad para la velocidad, donde también se obtuvo la presión máxima de 19.50 meca  $< 50 \text{ meca}$  y la presión mínima sea de 13.58 meca  $> 10 \text{ meca}$  de la misma manera se verificó que la velocidad máxima en cualquier tramo de la red de distribución, no exceda 3 m/s, ya que esto provocaría daños y deficiencias en las instalaciones.

Se están considerando conexiones prediales simples, se proyecta uno por unidad de vivienda, lo que hace un total de 288 conexiones, a parte de las conexiones por servicios de la comunidad como son: Colegios, Centro Comunal, y Centro de Salud. Las conexiones contarán con los siguientes elementos:

- Elemento de conexión, mediante una abrazadera, una llave CORPORATION y una transición de PVC.

- Caja de concreto con anclaje de 25 cm x 50 cm, y 25 cm de profundidad, contará además con una superficie de apoyo que compartirá con la caja de desagüe, la cual será de 2.0 x 1.0 m<sup>2</sup>.
- Marco y tapa de fierro galvanizado
- Elemento de medición y control.- medidor de caudal de chorro múltiple de bronce.
- Elemento de conducción.- tubería PVC ISO 1/2" , clase 10

La caja de la conexión se está proyectando en la vereda a una distancia promedio de 0.80 m desde el límite de propiedad, para facilitar el acceso y supervisión de los técnicos encargados de la lectura.

## **1.5 ASPECTOS HIDRAULICOS 3 (ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES)**

### **a) La Red de Alcantarillado.**

El desarrollo de la Red de Alcantarillado de la urbanización L4F de Unipampa comprende la instalación de una red de tuberías y buzones para el recojo domiciliario de las aguas servidas ,su conducción y recolección a través de las calles, y la conducción de todo este caudal hacia la planta de tratamiento.

Para el diseño de esta la red de alcantarillado se partió de la evaluación topográfica previamente hecha, de manera que se buscó que la mayor parte posible del flujo de aguas servidas se de por gravedad, cuidando parámetros físicos e hidráulicos para lograr características de velocidad y arrastre que garanticen la evacuación adecuada y rápida de los desagües domésticos y a su vez permitan un automantenimiento de limpieza en las tuberías.

- **Las Aguas Servidas.**

Son aquellas aguas provenientes de las residencias, instituciones publicas y edificios comerciales las cuales han sido contaminadas producto de las actividades humanas, domesticas y/o comerciales. Esta agua deben de ser colectadas y evacuadas con rapidez para evitar que constituyan un peligro para la salud pública.

- **Elementos de la Red de Alcantarillado.**

**Los ramales o montantes:** son las tuberías que recogen el desagüe del domicilio, desde la "caja de registro domiciliar" y lo conducen hacia la tubería sub-alterna que se encuentra en la calle en la cual descargan por su parte superior.

**Las tuberías de conducción:** son las tuberías que se encargan de conducir el desagüe domiciliario hacia su destino final.

**Los buzones:** son estructuras cilíndricas de concreto que se colocan cada cierto tramo de la red de alcantarillado para realizar desde -ellas operaciones de mantenimiento y limpieza de las tuberías de conducción.

- **Parámetros de Diseño.**

La urbanización L4F de Unipampa esta formada por 2 manzanas de 24 lotes cada una, para uso urbano y una zona central de uso publico.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), para nuevas habilitaciones urbanas deberá considerarse una densidad poblacional mínima de 6 hab/vivienda.

Debido a que la población pequeña no nos enmarcaba a las indicaciones del RNE se tomaron en cuenta las indicaciones tanto del RNE como de SEDAPAL que fuesen mas adecuadas al proyecto.

Así se consideró:

- Dotación de 250 lt/hab/día
- Coeficientes de 1.3 para el máximo diario y 2.6 para el máximo horario.
- 80% de contribución del agua potable al alcantarillado.
- Buzones de 1.20m de diámetro interno y
- Profundidad a la clave de la tubería de 1.20m.

- **Diseño Hidráulico.**

Se hará usando la formula de Manning:

$$V_o = \frac{8^{112} R^{213}}{n} \quad (1)$$

$$Q_o = V_o * A \quad (2)$$

Donde:

- Vo: Velocidad, en *mis*  
Qo: Caudal, en  $m^3/s$   
A: Área hidráulica del conducto, en  $m^2$   
R: Radio hidráulico del conducto, en m  
N: Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional).

Se usará tubería de PVC con un coeficiente de Manning de 0.010 y variando las pendientes (a graves de la variación de las alturas de los buzones) se modelará el sistema buscando las características hidráulicas óptimas como son: velocidad mínima para permitir el arrastre de sólidos 0.6 *mis* y velocidad máxima para evitar la erosión de la tubería de 3 m/s, tuberías trabajando con una relación  $y/d$  entre 0.5 y 0.75 para garantizar una superficie libre y evitar atoros.

- **Calculo del Caudal de las Tuberías:**

Se hará de acuerdo a las áreas de drenaje que drene cada colector considerando una componente de caudal unitario por área mas otra de caudal de infiltración por longitud de tubería.

## **b) El Tratamiento de las Aguas Residuales.**

El diseño integral de un sistema de abastecimiento de aguas debe de contemplar luego de su utilización y recolección, la devolución al medio natural de manera que no le afecte de modo irreversible y/o dañino para el medio natural circundante (léase flora, fauna, comunidades humanas aguas abajo, etc).

El tratamiento y disposición apropiada de las aguas residuales supone un conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de dichas aguas, de la manera como el tratamiento reducirá en gran medida aquellos agentes que puedan afectar y /o alterar de manera negativa el medio en el cual será vertido.

Para el caso de la urbanización modelo diseñada en la zona de Pampa Clarita, considerando lo pequeño de su población se optará por el sistema de Lagunas de Estabilización.

- Componentes de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. I

Una planta de tratamiento de aguas servidas cuenta generalmente de tres procesos bien definidos.

- o **Tratamiento Preliminar:**

El tratamiento preliminar consiste en la remoción de los sólidos más pesados mediante 2 sistemas: el cribado y el desarenado.

- o **Tratamiento Primario:**

Consiste en la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables para disminuir la carga en el tratamiento biológico. Los sólidos removidos en el proceso serán procesados antes de su disposición final.

- o **Tratamiento Secundario**

El objetivo del tratamiento secundario es remover la DBO soluble que se escapa a un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de SS. Estas remociones se realizan por medio de procesos Biológicos.

Para la urbanización que se esta diseñando se realizara el proceso secundario mediante una Laguna de Estabilización.

De manera resumida un sistema de tratamiento de aguas residuales tiene como función mejorar la calidad de esta para cumplir con las normas de calidad del cuerpo receptor y/o las normas de reutilización. <sup>2</sup>

Luego un sistema de tratamiento de aguas residuales se encarga de controlar como mínimo:

- La remoción de la DBO.
- La remoción de los sólidos suspendidos.
- La remoción de patógenos y
- Adicionalmente puede considerarse la remoción de nitrógeno y fósforo.

- Lagunas de estabilización (concepto y tipos).

Son estructuras de represamiento que trata las aguas residuales, servidas o negras, mediante procesos de auto purificación biológicos, químicos y físicos.

---

<sup>1</sup>Gonzáles Medina, Alternativas actuales en el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales, Capítulo III pagina 5

<sup>2</sup>RNE. Título 2 Habilitaciones Urbanas, Norma OS 090.

Las lagunas de estabilización corresponden a estanques construidos en tierra, de profundidad reducida ( $< 5$  m.), diseñados para el tratamiento de aguas residuales por medio de la interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoos, etc), y la materia orgánica, bajo condiciones naturales. Los principales procesos de tratamiento que ocurren en lagunas de estabilización son:

- o El efecto del embalsamiento, que permite a las lagunas absorber sobrecargas orgánicas e hidráulicas;
- o Sedimentación, que produce que los sólidos sedimentables se acumulen en los estratos del fondo; y
- o Tratamiento de la materia orgánica por oxidación bacteriana aeróbica (en presencia de oxígeno) y digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno).

Las lagunas de estabilización se clasifican de acuerdo a la predominancia relativa de los procesos mediante los cuales la materia orgánica (expresada en O<sub>2</sub>), es removida. Así pueden ser aeróbicas, anaeróbicas, facultativas y de maduración.

- **La disposición final del efluente.**

Para el vertido del efluente al medio natural se evaluaron las opciones disponibles. Cabe anotar que la ley general de aguas norma acerca de las concentraciones permisibles a verter en el medio natural.

Para el caso del vertido hacia el río el balance de masas para hallar la concentración final en el río cumplía pero se descartó por la lejanía del río Cañete de la zona de descarga.

El vertido hacia el mar exigía la construcción de un emisor, y debido a lo escaso del caudal hacia inviable esta alternativa.

Se optó entonces por usar el efluente para el riego, para lo cual se plantarían aguas abajo de la laguna la cantidad necesaria de árboles que consumiesen el caudal del efluente.

## **1.5 ASPECTOS AMBIENTALES.**

El presente capítulo trata sobre el Estudio de Impacto Ambiental ocasionado por la construcción de la laguna de estabilización de las aguas residuales del Proyecto de Saneamiento "UNIPAMPA", ubicado en la provincia

de Cañete, a la altura del kilómetro 159 de la Carretera Panamericana Sur; éste Proyecto de Saneamiento contempla diversas obras; éstas obras civiles ocasionarán obviamente un cambio en el ecosistema de la zona. El presente informe abarcará los estudios de Impacto Ambiental ocasionados por la construcción de la laguna de estabilización de las aguas residuales.

#### **a) Situación Actual.**

La situación actual del sistema de saneamiento afronta un problema grave, requiriéndose una solución inmediata. Se puede apreciar que hay un enorme daño a la población y al entorno ambiental, principalmente al mar, que es donde desembocan las aguas servidas, junto con las aguas de los campos de cultivo.

El sistema de desagüe del pueblo de Unipampa desemboca en un canal de riego, el cual es utilizado, además para el riego de áreas de cultivo; terminando en el mar, el cual es contaminado en forma permanente. De ese mismo mar es de donde se extraen productos marinos para el consumo de los pobladores.

Las obras necesarias para la construcción de la laguna de estabilización de las aguas residuales del pueblo de Unipampa podrían producir cambios en el ecosistema de la zona. El presente informe trata de demostrar la necesidad que en toda obra ingenieril debe existir en forma obligatoria un adecuado estudio del impacto ambiental que ocasionarán las obras a implementarse. Se trata de realizar estudios antes de la ejecución del proyecto con los cuales podamos identificar algunos de los principales problemas y dar medidas correctivas ó mitigar éstos problemas.

#### **b) Impactos Ambientales.**

La construcción de la laguna de estabilización abarca la instalación de la tubería necesaria para empalmar la tubería actual hasta la laguna de estabilización, la construcción de la infraestructura para las lagunas de estabilización primaria y secundaria y la instalación de la tubería para la evacuación final de las aguas servidas.

En éste capítulo se podrá apreciar los diversos problemas que se suscitarán al inicio, durante y al final de las obras de Ingeniería Civil necesarias para la construcción de la laguna de estabilización para las aguas residuales del proyecto Unipampa.

Además, se presentarán las propuestas de Mitigación con el fin de minimizar los cambios producidos en el ecosistema en dos períodos de tiempo claramente definidos, esto es, antes de la construcción de la laguna de estabilización de las aguas residuales del proyecto Unipampa y posteriormente cuando el sistema ya esté funcionando.

### **c) Componentes del Estudio de Impacto Ambiental.**

Los componentes del Estudio de Impacto Ambiental se pueden diferenciar desde el punto de vista de su origen, como: componentes ambientales de naturaleza física, componentes ambientales de naturaleza biótica y componentes ambientales socio económicos.

Los objetivos del Estudio de Impacto Ambiental se pueden describir: identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales potenciales directos e indirectos que la obra pueda ocasionar en los componentes del medio ambiente; proponer las medidas de mitigación para atenuar o anular los impactos identificados; establecer medidas ambientales específicas con el fin de ser incluidas en los diseños de ingeniería; preparar un Plan de Manejo Ambiental con las medidas adecuadas para evitar y/o mitigar los impactos negativos.

### **d) Tipos de Impactos Ambientales.**

Así mismo, podemos diferenciar los impactos ambientales en positivos y negativos.

Los principales impactos ambientales positivos son: generación de empleo local temporal durante la duración de las obras e incremento de la actividad económica del pueblo de Unipampa por servicios de hotelería y hostelería, venta al por menor en bodegas, etc.

Igualmente, los impactos ambientales negativos más importantes son: emisión material en partículas y polvo, generación de aguas residuales, generación de residuos sólidos, incremento de los niveles de ruido, cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas), remoción y afectación de la cobertura vegetal, incremento en los niveles de accidentes, alteraciones de las costumbres y cultura de la comunidad, impacto visual, dificultades del tránsito provocado por el cierre de las calles, corte temporal de abastecimiento de agua.



### **e) Plan de Manejo Ambiental.**

**El Plan de Manejo Ambiental debe constar de las siguientes medidas:**

**Durante la etapa de Construcción: adecuación o apertura de Caminos de acceso, despeje y corte de vegetación, instalación de campamentos, transporte, operación y mantenimiento de maquinaria, equipos diversos y materiales, movimiento de tierras, eliminación de material excedente, instalación de tuberías, laguna de estabilización, información y comunicación a la comunidad.**

**Durante la etapa de operación: mantenimiento del sistema de alcantarillado, mantenimiento de la laguna de estabilización.**

**El presente Estudio de Impacto Ambiental propone así mismo las siguientes recomendaciones:**

- **El contratista deberá tomar las precauciones del caso durante la contratación de los trabajadores; además deberá implementar servicio medico básico para la atención de emergencias medicas.**
- **Limpiar y mantener periódicamente las superficies en las cuales se ubican los campamentos, al término de los trabajos.**
- **Revegetar el área utilizada y las zonas aledañas, asimismo cerrar los caminos de acceso utilizados durante la etapa de construcción, mediante el restablecimiento de la cobertura vegetal.**
- **Propiciar la revegetalización y reforestación de los taludes, cortes y terraplenes, las especies a utilizarse deberán ser las existentes del lugar; con la finalidad de evitar accidentes durante el proceso de construcción de la laguna de estabilización**
- **Es conveniente una señalización especifica, para la conservación de los recursos naturales.**
- **Los operarios deberán contar con un equipo adecuado; elaborar un manual de educación ambiental; estructurar un programa de educación ambiental para el personal a cargo de la construcción; control de las actividades de utilización de recursos por parte del responsable del personal de la rehabilitación.**

## CAPÍTULO 2

### DESARROLLO DE LA RED ALCANTARILLADO

El desarrollo de la Red de Alcantarillado de la urbanización L4F de Unipampa comprende la instalación de una red de tuberías y buzones para el recojo domiciliario de las aguas servidas, su conducción y recolección a través de las calles, y la conducción de todo este caudal hacia la planta de tratamiento. Para el diseño de esta red de alcantarillado se partió de la evaluación topográfica previamente hecha, de manera que se buscó que la mayor parte posible del flujo de aguas servidas se de por gravedad, cuidando parámetros físicos e hidráulicos para lograr características de velocidad y arrastre que garanticen la evacuación adecuada y rápida de los desagües domésticos y a su vez permitan un automantenimiento de limpieza en las tuberías.

#### 2.1 LAS AGUAS SERVIDAS.

Son aquellas aguas provenientes de las residencias, instituciones públicas y edificios comerciales las cuales han sido contaminadas producto de las actividades humanas, domésticas y/o comerciales.

Debido a la gran cantidad de residuos biológicos que contienen estas aguas, son inestables, biológicamente putrescibles, están cargadas de bacterias y elementos patógenos llegando a tener olor desagradable debido a la descomposición de la materia orgánica que cargan; por lo tanto son peligrosos para la salud humana y ambiental de la urbanización, motivo por el cual deben ser evacuadas con rapidez y recolectadas para dárseles un adecuado tratamiento antes de ser vertidas en el cuerpo receptor.<sup>1</sup>

#### 2.2 ELEMENTOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO.<sup>2</sup>

##### 2.2.1 Los ramales o montantes.

Son las tuberías que recogen el desagüe del domicilio, desde la "caja de registro domiciliar" y lo conducen hacia la tubería sub-alterna que se encuentra en la calle en la cual descargan por su parte superior.

<sup>1</sup> López Cualla, R; Diseño de Acueductos y Alcantarillado, capítulo 14, Pág. 265

<sup>2</sup> López Cualla, R; Diseño de Acueductos y Alcantarillado, capítulo 14, Pág. 266

## 2.2.2 Las tuberías de conducción.

Son las tuberías que se encargan de conducir el desagüe domiciliario hacia su destino final y según su ubicación se les llaman:

- **Sub-Alternas:** son las primeras tuberías que recolectan el agua de origen domiciliario
- **Laterales:** Son aquellas que reciben las descargas que han recolectado las tuberías sub-alternas
- **Principales o troncales:** Son aquellas tuberías usualmente de mayor diámetro que reciben las descargas que han colectado de las tuberías laterales y/o las tuberías alternas; drenando así una determinada zona.
- **Interceptores:** Son las tuberías que interceptan las tuberías principales o troncales.
- **Emisores** Son las tuberías que conducen el volumen total del desagüe a su destino final.

## 2.2.3 Los buzones.

Son estructuras cilíndricas de concreto que se colocan cada cierto tramo de la red de alcantarillado para realizar desde ellas operaciones de mantenimiento y limpieza de las tuberías de conducción.

## 23 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO.

La urbanización L4F de Unipampa esta formada por 12 manzanas de 24 lotes cada una, para uso urbano y una zona central de uso publico.

Según el reglamento Nacional de Edificaciones para nuevas habilitaciones Urbanas deberá considerarse una densidad poblacional mínima de 6 hab/vivienda.

Con la consideración anterior la población de la urbanización L4F seria de 1728 habitantes. La cual es inferir a 2000 habitantes, población a partir de la cual entran en vigencia las indicaciones dadas por el RNE para redes de aguas residuales. Ante esta libertad en parámetros de diseño tomaremos en cuenta las indicaciones tanto del RNE como del "Reglamentos de Elaboración de proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima y Callao", eligiendo las que sean mas adecuadas para nuestro proyecto.

La urbanización L4F a ubicarse en Unipampa será del tipo residencial, teniendo en cuenta que no se trata de un proyecto del tipo popular sino dirigido a personas que desean adquirir (comprar) terrenos en zonas con habilitación urbana; se considera la población mínima por lote señalada por el RNE pero a su vez una dotación alta según el tipo: Urbanización Residencial.

### 2.3.1 Período de Diseño.

Para poblaciones de 1,000 a 15,000 habitantes: 10 a 15 años

Para poblaciones de 15,000 a 50,000 habitantes: 15 a 20 años

Para poblaciones mayores a 50,000 habitantes: 30 años

En nuestro caso el período de diseño será de 15 años.

### 2.3.2 Densidad de población

El RNE establece que tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/vivienda.

Además el Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao de SEDAPAL, establece la densidad de población en función al uso del terreno, que se resume en el siguiente cuadro.

Tipo de población	Cant.	unidad
Pre Urbana	15,0	(hab/parcela)
Para uso de vivienda	7,0	hab/viv
Para uso recreacional con vivienda (tipo Club)	5,0	hab/viv
Para uso de vivienda temporal o vacacional	5,0	hab/viv
Para uso de vivienda en terreno mancomunado	7,0	hab/viv

Debido a lo expuesto en el ítem 3 para el presente Proyecto se ha establecido una densidad de población equivalente a la población de señalada por el RNE, es decir, se utilizará una densidad de 6 hab/viv para la determinación de la proyección de población.

### 2.3.3 Dotación de agua potable

El Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyecto para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao de SEDAPAL, establece la dotación promedio diario anual.

a) Según el Tipo de Habitación	Cant.	Unidad
Residencial (Mayores de 120 m <sup>2</sup> de área de lote)	250,0	1/hab/d
Popular (Hasta 120 m <sup>2</sup> de área de lote)	200,0	1/hab/d
Asentamiento Humano y Pueblos Jóvenes	150,0	1/hab/d

En el presente estudio se ha considerado que será una zona de expansión urbana residencial por lo cual se utilizará una dotación de 250 l/hab/día.

#### 2.3.4 Coeficientes de variaciones de consumo o gasto de agua potable.

El Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyecto para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao de SEDAPAL, establece las variaciones de consumo o gasto según el tipo de habitación o industria, según se aprecia en el siguiente cuadro.

a) Según el Tipo Habitación	Coeficiente
Máximo Diario	1,3
Máximo Horario	2,6
b) Según el Tipo Industrial	
Máximo Diario	2,0
Máximo Horario	2,0

Se tomara los coeficientes para el tipo habitación urbana.

#### 2.3.5 Coeficiente de contribución o aporte al alcantarillado

El Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao de SEDAPAL, establece el porcentaje de aporte de agua potable al sistema de alcantarillado a la hora de la máxima demanda.

a) Coeficiente de aporte respecto a la hora de máxima demanda	80,0	%
---	------	---

<b>Diámetro de las tuberías</b>	<b>Limpieza a mano (Distancia)</b>	<b>Limpieza a máquina (distancia)</b>
8" (200mm)	60m.	100 m.
10" (250mm.)	100 m.	150 m.
12" (300mm.)	150 m.	150 m.
Mayor a 12"	150 m.	150 m.

El diámetro interior de las cámaras de inspección ( $D_i$ ), estará dado en función del diámetro de salida del colector principal ( $D_s$ ). En el siguiente cuadro se definen los diámetros que se deben utilizar:

<b>Diámetro de salida (<math>D_s</math>)</b>	<b>Diámetro interior de las Cámaras de Inspección (<math>D_i</math>)</b>
$D_s \geq 600$ mm	1.20 m
$600 \text{ mm} < D_s < 900$	1.50 m
$900 \text{ mm} < D_s < 1100$ mm	1.80 m

### c) Profundidad Mínima de colectores.

Conforme a las disposiciones indicadas en el Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao de SEDAP-AL, el recubrimiento mínimo sobre la clave de la alcantarilla sanitaria no será menor a 1.00 m, en relación con el nivel de la calzada.

Debido a que esta altura se refiere a la profundidad con respecto a la superficie de rodadura del pavimento terminado, y que la urbanización proyectada tendrá en sus etapas iniciales el nivel de las rasante nivelada estará conformada solamente con el terreno natural, se adoptará una tapada mínima de 1.20m. para evitar que surjan problemas cuando se efectúen los trabajos de pavimentación .

### **2.3.6 Criterios de ubicación para el diseño de redes de alcantarillado.**

#### **a) Localización de colectores**

Los colectores sanitarios se ubicarán preferentemente en el centro de la vía pública, o en los costados izquierdo o derecho de la misma cuando se ubiquen sobre calles con otros sistemas existentes (agua, desagüe, luz, teléfono)

La distancia mínima horizontal entre alcantarillados, está condicionada a los anchos permitidos para cada uno de los colectores a instalar, los cuales garanticen condiciones de cimentación en zanja.

Con respecto a los niveles relativos en los colectores proyectados, las claves de estos deberán ubicarse:

- Como mínimo 20 cm por debajo de las redes de agua potable
- Como mínimo 20 cm por debajo o por encima de los colectores sanitarios existentes

Se verificará además, que estos colectores se proyecten por debajo y a la mayor distancia horizontal posible de las redes de distribución del acueducto.

#### **b) Cámaras de Inspección (Buzones)**

Son estructuras cilíndricas de concreto que unen tramos de colectores y se utilizarán generalmente en:

- Cambios de dirección.
- Cambios de pendiente.
- Cambios de Diámetro.
- Cambio del tipo de tubería.
- Generar caídas.
- Donde se considere necesario por razones de inspección y limpieza.

Para tramos rectos continuos la distancia entre las cámaras de inspección dependerá de la topografía del terreno y de la estructuración de las urbanizaciones.

De acuerdo al sistema de limpieza que se tenga planeado adoptar las distancias máximas entre buzones serán:

### 2.3.7 Diseño Hidráulico.

#### a) La Fórmula de Manning.

El funcionamiento hidráulico en colectores obedece a flujos no permanentes (Caudales variables en espacio y tiempo), gradualmente variados (en lamina de agua, velocidades, etc); pero dadas las condiciones de evaluación de los caudales del proyecto (caudales picos máximos), y como simplificación del diseño de alcantarillado, el procedimiento de cálculo se basará en suponer que el flujo es permanente y uniforme en el conducto, y como tal su análisis se puede aproximar utilizando la fórmula de Manning, cuyas ecuaciones generales son:

$$V_o = \frac{0.49 R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (1)$$

$$Q_o = V_o * A \quad (2)$$

Donde:

Vo: Velocidad, en *mis*

Qo: Caudal, en m<sup>3</sup>/s

A: Área hidráulica del conducto, en m<sup>2</sup>

R: Radio hidráulico del conducto, en m

N: Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

S: Pendiente de batea del conducto, en m/m.

- **Coeficiente de rugosidad de Manning (n)**

El coeficiente de rugosidad "n" de la fórmula de Manning depende del tipo de material de la alcantarilla sanitaria. Para su adopción deberán utilizarse los siguientes valores:

Tipo de Material	Coeficiente de Manning
Concreto, cemento liso	0,013
Policloruro de vinilo (PVC)	0,010
Hierro Fundido Dúctil	0,011



### b) Pendiente de la alcantarilla.

La pendiente de la alcantarilla deberá seleccionarse de tal manera que se ajuste a la topografía del terreno, y que cumpla con las velocidades permisibles para el caudal de diseño del tramo.

En los tramos en que la pendiente natural del terreno sea tan pronunciada que pueda ocasionar velocidades mayores a las establecidas, se utilizará un sistema de tramos cortos con pendientes aceptables, conectados por estructuras de caída.

La pendiente mínima será determinada para una velocidad mínima de **0.60 *mis***.

La máxima pendiente admisible estará en función de la velocidad máxima final, según el tipo de material de la alcantarilla sanitaria.

El Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao de SEDAPAL, establece pendientes máximas y mínimas para velocidades máximas de **3.00 *mis*** y mínimas de **0.60 *mis***. Según se anota en el siguiente cuadro.

O (pulg)	S min ‰	Smaxo/‰	Q min lps	Q max lps
8"	4.0	98.3	19.0	94.0
10"	2.9	69.4	30.0	147.0
12"	2.2	52.5	42.0	212.0
14"	1.6	41.6	58.0	289.0
16"	1.3	34.1	75.0	377.0
18"	1.2	28.6	96.0	477.0
20"	1.0	24.5	120.0	589.0

Como consideración adicional el RNE establece que debido a que al inicio de los ramales colectores (tuberías sub-alternas) la descarga es mínima, es necesario garantizar que exista una fuerza de arrastre por lo que se adoptara una pendiente mínima de 10 ‰ para los primeros 300m. y para las siguientes longitudes de 8 ‰.

### c) Dimensionamiento de la sección de la alcantarilla

El dimensionamiento de la sección de la alcantarilla se hará con base en la fórmula de Manning, utilizando los valores de caudal (Q), rugosidad (N) y pendientes (S) escogidas.

La tubería ha de diseñarse con una capacidad de trabajo menor al 100% del diámetro, adoptándose las siguientes consideraciones para los tirantes de diseño:

Descripción	Capacidad de Trabajo
Colectores	Y = 50 % 0
Emisores	Y = 75 % 0

Las ecuaciones simplificadas de la fórmula general de Manning (1) y (2) son las siguientes:

$$Q = F_q \frac{S_0^{112} D_0^{st3}}{n}$$

$$V = F_v \frac{S_0^{112} D_0^{213}}{n}$$

Siendo los Factores:

Y = % D	Fq	Fv
25%	0.0427	0.2871
50%	0.1558	0.3969
75%	0.2842	0.4498
100%	0.3117	0.3969

Donde:

Q: Caudal según capacidad de trabajo en m<sup>3</sup>/seg.

V: Velocidad según capacidad de trabajo, en m/seg.

S: Pendiente del tramo en porcentaje(%).

n: Coeficiente de Rugosidad de Manning

El diámetro mínimo en alcantarillados sanitarios será de 200 mm (8"); esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros).

La velocidad media real en el conducto (V), la profundidad de lámina de agua (Y) y la profundidad hidráulica (D) de los conductos circulares se determinarán partiendo de la relación  $Q/Q_0$ .

Una vez estimada la velocidad media (V) y la profundidad hidráulica (D) se calculará el número de Fraude (F), utilizando la siguiente fórmula:

**Donde:**

**V:** Velocidad media en m/seg.

**D:** Profundidad hidráulica en metros

**g:** Aceleración de la gravedad, igual  $9.81 \text{ m/seg}^2$

Con el número de Fraude (F) se podrá establecer si el régimen es subcrítico ( $F < 0.90$ ) o supercrítico ( $F > 1.10$ ), y para evitar flujo inestable en los conductos, el número de Fraude debe ser menor de 0.90 o mayor de 1.10.

Dado que la inestabilidad del flujo sería perjudicial solo si el caudal ocupa una sección significativa de la tubería, el análisis del número de Fraude se tomaría en cuenta a partir de que la relación  $y/D$  sea mayor a 0.10.

#### **o Velocidades mínimas.**

La revisión de la velocidad mínima de un tramo de alcantarillado debe cumplir las siguientes condiciones:

La velocidad mínima a tubo lleno ( $V_a$ ) para alcantarillado sanitarios en cualquier material será mayor de  $V_a = 0.6 \text{ m/seg}$ .

Por tal razón, se debe establecer una velocidad mínima que verifique las condiciones de auto limpieza y evite sedimentación en el tramo de alcantarillado.

Este análisis puede ser desarrollado por dos metodologías alternas; garantizando en casos excepcionales (problemas topográficos), por lo menos uno de los criterios que a continuación se especifican: ya sea controlando la velocidad media (V) estimada por las relaciones hidráulicas, o evaluando la Fuerza de arrastre Tractiva ( $F_t$ ), definida hidráulicamente como la fuerza tangencial producida por el flujo del agua sobre las partículas que componen el perímetro mojado del conducto, especialmente sobre las paredes interiores donde podría ocurrir la sedimentación.

La Fuerza tractiva (Ft) puede ser calculada mediante la siguiente expresión:

$$F_t = 10^{-R} S$$

Donde:

Ft: Fuerza tractiva en K/m<sup>2</sup>.

R: Radio hidráulico para el caudal de diseño del tramo, en metros

S: Pendiente del colector, en porcentaje(%)

El radio hidráulico (R) se determinará de las relaciones de la tabla 2 tomando como base el valor de y/do.

(Tabla 2)

(Q/Qo)	(y/o)	(Q/Qo)	(y/o)	(Q/Qo)	(y/o)
0.005	0.030	0.300	0.321	0.600	0.534
0.010	0.041	0.310	0.328	0.610	0.542
0.020	0.067	0.320	0.334	0.620	0.550
0.030	0.086	0.330	0.341	0.630	0.559
0.040	0.102	0.340	0.348	0.640	0.563
0.050	0.116	0.350	0.354	0.650	0.576
0.060	0.128	0.360	0.361	0.660	0.585
0.070	0.140	0.370	0.368	0.670	0.595
0.080	0.151	0.380	0.374	0.680	0.604
0.090	0.161	0.390	0.381	0.690	0.614
0.100	0.170	0.400	0.388	0.700	0.692
0.110	0.179	0.410	0.395	0.710	0.633
0.120	0.188	0.420	0.402	0.720	0.644
0.130	0.197	0.430	0.408	0.730	0.654
0.140	0.205	0.440	0.415	0.740	0.655
0.150	0.213	0.450	0.422	0.750	0.677
0.160	0.221	0.460	0.429	0.760	0.688
0.170	0.229	0.470	0.436	0.770	0.700
0.180	0.236	0.480	0.443	0.780	0.713
0.190	0.244	0.490	0.450	0.790	0.725
0.200	0.251	0.500	0.458	0.800	0.739
0.210	0.258	0.510	0.455	0.810	0.753
0.220	0.266	0.520	0.472	0.820	0.767
0.230	0.273	0.530	0.479	0.830	0.783
0.240	0.280	0.540	0.487	0.840	0.798
0.250	0.287	0.550	0.494	0.850	0.815
0.260	0.294	0.560	0.502	0.860	0.833
0.270	0.300	0.570	0.510	0.870	0.852
0.280	0.307	0.580	0.518	0.880	0.871
0.290	0.314	0.590	0.526	0.890	0.892

Los valores mínimos permisibles de velocidad media (V), y Fuerza tractiva (Ft) se encuentran definidos en el siguiente cuadro:

Tipo de Alcantarillado	V mínima (m/s)	Ft (Kg/m <sup>2</sup> )
Sanitario	0.6	0.10
Pluvial o Combinado	0.7	0.35

#### o Velocidades máximas.

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los conductos en función del material de tal manera que no originen erosión y son los siguientes:

MATERIAL	V máxima (m/s)
a. PVC, concreto, AC (según SEDAPAL)	3.0
b. Cloruro de Polivinilo - PVC (según fabricante)	5.0
c. Hierro Fundido Dúctil (según fabricante)	7.0-10.0

## 24 CALCULOS DE LAS ÁREAS DE DRENAJE.

La ubicación del área de la urbanización en la zona de Unipampa es tal que en su mayor parte tiene una pendiente favorable por lo que todas las áreas de drenaje, drenarán sus aportes por gravedad hacia los colectores proyectados y estos a su vez serán captados por el tramo troncal del Colector 1 que parte desde el buzón 34 hasta el buzón 29 por la Av. Reed Richards.

En el buzón 29 se unen los colectores I y IV que recolectan en conjunto el total de las aguas residuales de la urbanización L4F y lo entregan al emisor 0 que se encargara de llevarlo a la planta de tratamiento ubicada 720 m aguas abajo.

Las áreas de drenaje, se ha delimitado de acuerdo a los puntos donde los desagües son descargados en el colector.

En todos los casos, los caudales contribuyentes corresponden al 80% del consumo máximo horario de agua potable y se le adiciona a este un caudal de infiltración proporcional a la longitud del colector.

El detalle de los colectores existentes y sus respectivas áreas de drenaje se detallan a continuación:

**Colector de drenaje 8:**

Drena un área de 3840 m<sup>2</sup> correspondientes a los lotes 1 al 12 de la Mz D y los lotes 13 al 24 de la Mz F. Va por la Jr. Dr. Muerte desde el Jr. Susan Richards hasta la Av. Reed Richards lugar donde descarga hacia el Colector 1 en el buzón 31.

**Colector de drenaje 7:**

Drena un área de 3840 m<sup>2</sup> correspondientes a los lotes 1 al 12 de la Mz F y los lotes 13 al 24 de la Mz H. Va por la Jr. Galactus desde el Jr. Susan Richards hasta la Av. Reed Richards lugar donde descarga hacia el Colector 1 en el buzón 32.

**Colector de drenaje 6:**

Drena un área de 3840 m<sup>2</sup> correspondientes a los lotes 1 al 12 de la Mz G y los lotes 13 al 24 de la Mz I. Va por la Jr. Galactus desde el Jr. Been Grimm hasta el Jr. Johnny Storm y luego por el Jr. Johnny Storm desde el Jr. Galactus hasta el Jr. Dr. Muerte\_ lugar donde descarga hacia el Colector 5 en el buzón 15.

**Colector de drenaje 5:**

Drena un área de 3840 m<sup>2</sup> correspondientes a los lotes 1 al 12 de la Mz E y los lotes 13 al 24 de la Mz G. Va por la Jr. Dr. Muerte desde el Jr. Been Grimm hasta el Jr. Johnny Storm y luego por el Jr. Johnny Storm desde el Jr. Dr. Muerte hasta el Jr. Invisible lugar donde descarga hacia el Colector 3 en el buzón 16. Adicionalmente recibe la descarga del colector 6 en el buzón 15.

**Colector de drenaje 4:**

Drena un área de 5760 m<sup>2</sup> correspondientes a los lotes 13 al 24 de la Mz C, los lotes 13 al 24 de la Mz. B y los lotes 13 al 24 de la Mz A Va por la Ca. Los Plasticos desde la Ca. Been Grimm hasta la Av. Reed Richards lugar donde descarga hacia el emisor en el buzón 29

**Colector de drenaje 3:**

Drena un área de 11568 m<sup>2</sup> correspondientes a los lotes 1 al 12 de la Mz A, los lotes 13 al 24 de la Mz. D, los lotes 1 al 12 de la Mz B, los lotes 1 al 12 de la Mz C, los lotes 13 al 24 de la Mz E, además de las descargas puntuales del centro de salud y oficinas de gobierno. Va por el Jr. Invisible desde la Ca. Been Grimm hasta la Av. Reed Richards lugar donde descarga hacia el colector 1 en el buzón 30; adicionalmente recibe la descarga del colector 5 en el buzón 16.

**Colector de drenaje 2:**

Drena un área de 11568 m<sup>2</sup> correspondientes a los lotes 1 al 12 de la Mz H, los lotes 13 al 24 de la Mz J, los lotes 13 al 24 de la Mz K, los lotes 1 al 12 de la Mz I, los lotes 13 al 24 de la Mz L, además de las descargas puntuales del centro educativo. Va por el Jr. Fuego desde la Ca. Been Grimm hasta la Av. Reed Richards lugar donde descarga hacia el colector 1 en el buzón 33.

**Colector de drenaje 1:**

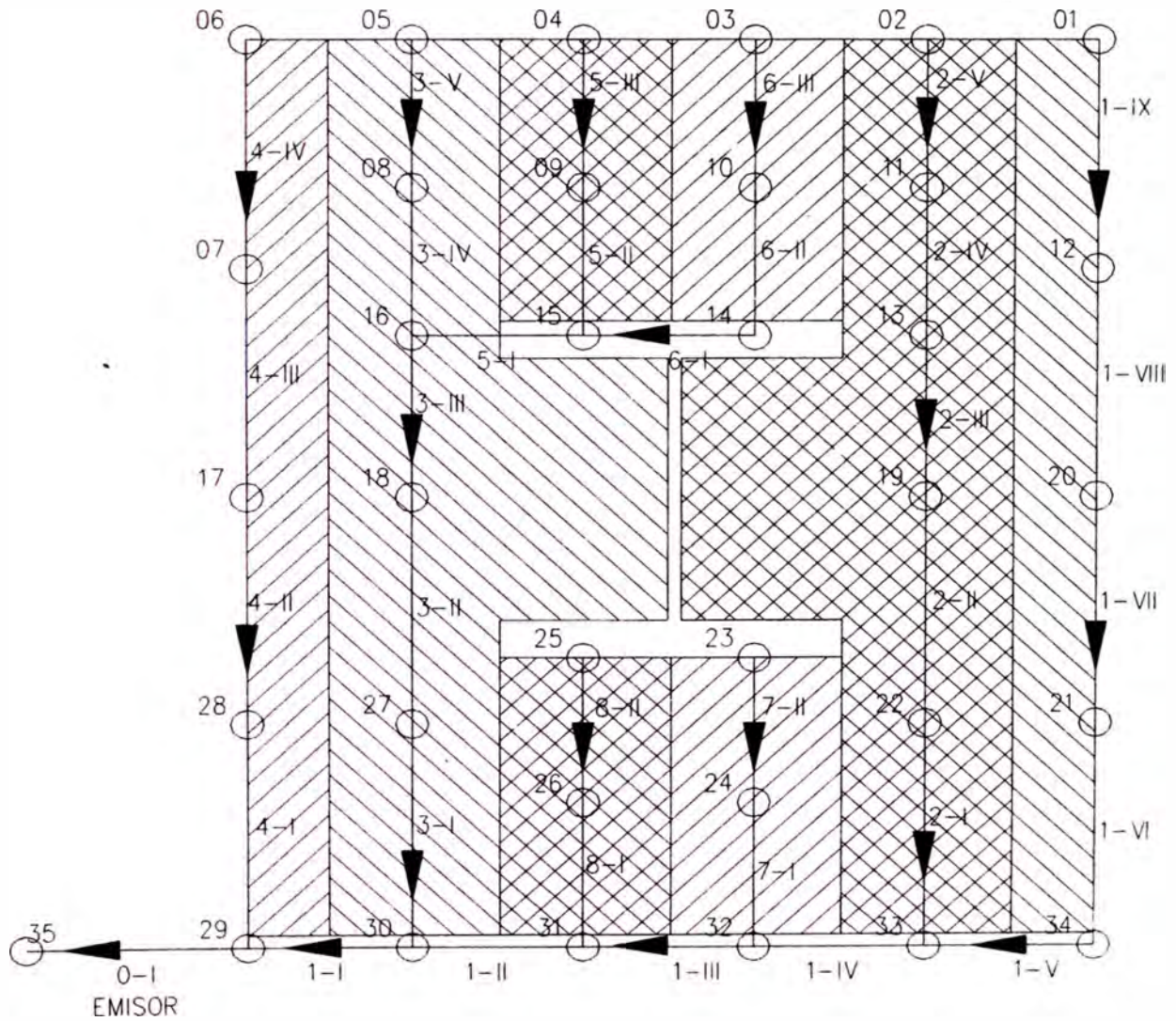
Drena un área de 5760 m<sup>2</sup> correspondientes a los lotes 1 al 12 de la Mz L, los lotes 1 al 12 de la Mz. K, los lotes 1 al 12 de la Mz J. Va por la Ca. La Mole desde la Ca. Been Grimm hasta la Av. Reed Richards y por la Av. Reed Richards desde la Ca. La Mole hasta la Ca. Plásticos lugar donde descarga hacia el emisor en el buzón 29; en el tramo que va por la Av. Reed Richards hace de troncal y recibe la descarga de los colectores 2, 7, 8 y 3.

**Emisor de conducción O:**

Recibe la totalidad del área drenada ascendiente a 50016 m<sup>2</sup> y lo conduce hacia la PTAR tiene una longitud de 800 m.

El gráfico 2 nos muestra el detalle de estas áreas de drenaje:

**GRAFICO 2: DETALLES DE LAS AREAS DE DRENAJE**

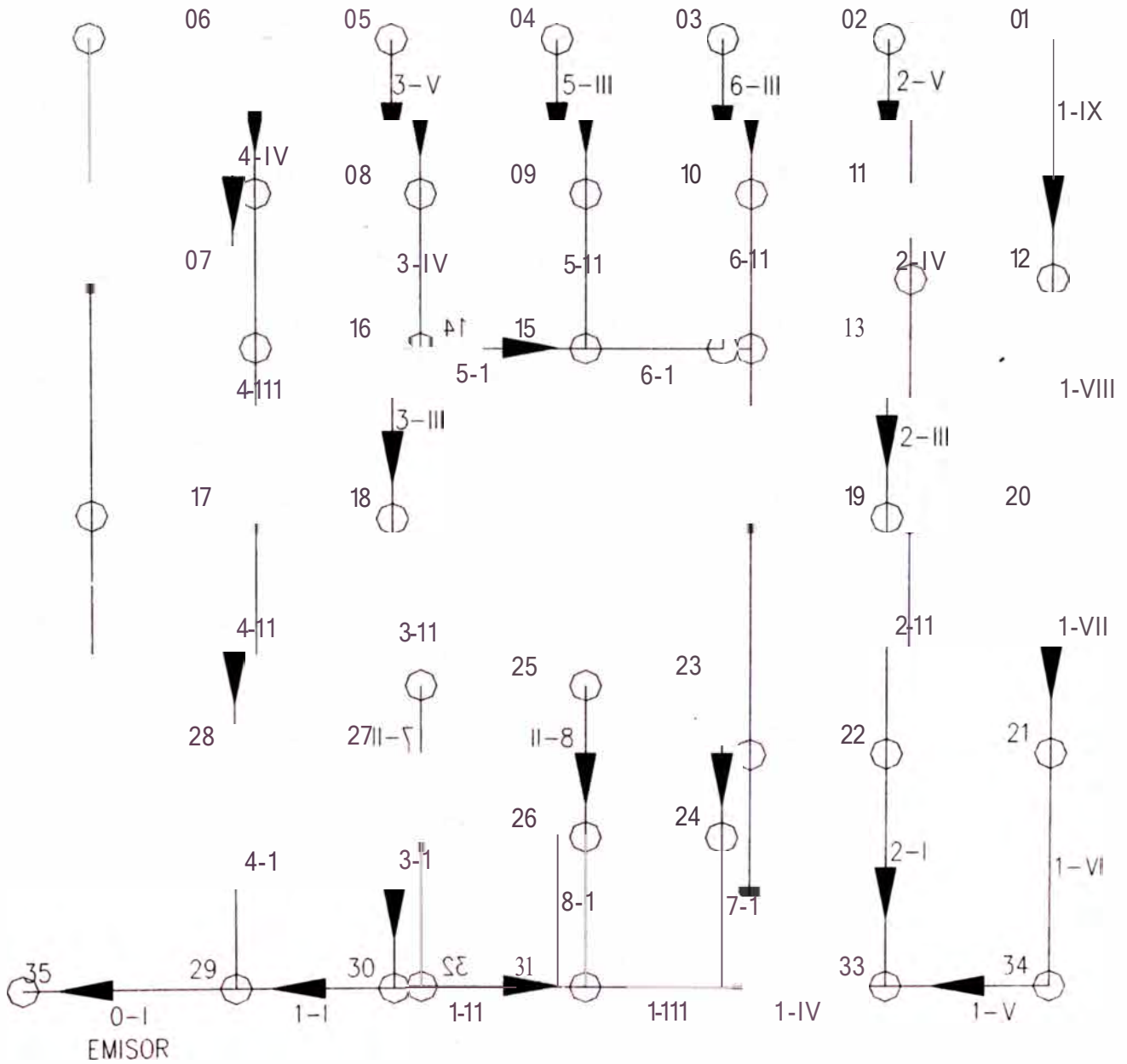




## 2.5 DETALLE Y DISPOSICIÓN DE LOS COLECTORES

COLECTOR	TRAMO	N°DEBUZON		NOMBRE Calle/Av/Jr	DESDE Calle/Av/Jr	HASTA Calle/Av/Jr	LONGITUD (m)
		A. ARRIBA	A.ABAJO				
8	8 - 11	25	26	Jr. Dr. Muerte	Av. Susan R		50.00
	8 - 1	26	31	Jr. Dr. Muerte		Av. Reed R	50.00
7	7 - 11	23	24	Jr. Galactus	Av. Susan R		50.00
	7 - 1	24	32	Jr. Galactus		Av. Reed R	50.00
6	6 - 111	3	10	Jr. Galactus	Ca. Been Grimm		50.40
	6 - 11	10	14	Jr. Galactus		Jr. Johnny Stom	50.40
	6 - 1	14	15	Jr. Johnny Storm	Jr. Galactus	Jr. Dr. Muerte	52.00
5	5 - 111	4	9	Jr. Dr. Muerte	Ca. Been Grimm		50.40
	5 - 11	9	15	Jr. Dr. Muerte		Jr. Johnny Stom	50.40
	5 - 1	15	16	Jr. Johnny Storm	Jr. Galactus	Jr. Fuego	52.00
4	4 - IV	6	7	Ca. Plásticos	Ca. Been Grimm	Jr. Johnny Stom	78.00
	4 - 111	7	17	Ca. Plásticos	Jr. Johnny Stom		78.00
	4 - 11	17	28	Ca. Plásticos		Av. Susan R	78.00
	4 - 1	28	29	Ca. Plásticos	Av. Susan R	Av. Reed R	77.20
3	3 - V	5	8	Jr. Invisible	Ca. Been Grimm		50.40
	3 - IV	8	16	Jr. Invisible		Jr. Johnny Stom	50.40
	3 - 111	16	18	Jr. Invisible	Jr. Johnny Stom		55.20
	3 - 11	18	27	Jr. Invisible		Av. Susan R	78.00
	3 - 1	27	30	Jr. Invisible	Av. Susan R	Av. Reed R	77.20
2	2 - V	2	11	Jr. Fuego	Ca. Been Grimm		50.40
	2 - IV	11	13	Jr. Fuego		Jr. Johnny Stom	50.40
	2 - 111	13	19	Jr. Fuego	Jr. Johnny Stom		55.20
	2 - 11	19	22	Jr. Fuego		Av. Susan R	78.00
	2 - 1	22	33	Jr. Fuego	Av. Susan R	Av. Reed R	77.20
1	1 - IX	1	12	Ca. La Mole	Ca. Been Grimm	Jr. Johnny Stom	78.00
	1 - VIII	12	20	Ca. La Mole	Jr. Johnny Stom		78.00
	1 - VII	20	21	Ca. La Mole		Av. Susan R	78.00
	1 - VI	21	34	Ca. La Mole	Av. Susan R	Av. Reed R	77.20
	1 - V	34	33	Av. Reed R	Ca. La Mole	Jr. Fuego	52.00
	1 - IV	33	32	Av. Reed R	Jr. Fuego	Jr. Galactus	52.00
	1 - 111	32	31	Av. Reed R	Jr. Galactus	Jr. Dr. Muerte	52.00
	1 - 11	31	30	Av. Reed R	Jr. Dr. Muerte	Jr. Invisible	52.00
1 - 1	30	29	Av. Reed R	Jr. Invisible	Ca. Plásticos	50.00	
	O-XI	29	35	Av. Reed R	Terreno Baldío		67.18
	O-X	35	36	Av. Reed R	Terreno Baldío		150.00
	O-IX	36	37	Av. Reed R	Terreno Baldío		150.00
	O-VIII	37	38	Av. Reed R	Tarrano Baldío		150.00
	O-VII	38	39	Av. Reed R	Terreno Baldío		150.00
	O-VI	39	40	Av. Reed R	Terreno Baldío		47.85
							2,008.40

**GRÁFICO 3: DETALLE DE COLECTORES Y BUZONES**



## 2.6 MEMORIA DE CÁLCULO.

Se consideran los siguientes datos y parámetros de ingreso:

Población de Saturación para el periodo de Diseño		1728.00hab
Consumo per-capita		250.00lt/hab/día
Consumo total diario		432000lt
Caudal medio para la población de Saturación ( $Q_m$ )		5.00lt/s
Caudal máximo horario ( $Q_{mh} = Q_m \times 2.6$ )		13.00lt/s
Caudal de contribución al desagüe ( $Q_d = Q_{mh} \times 0.8$ )		10.40lt/s
Area Total a drenarse ( $A_{td}$ )		50016m <sup>2</sup>
Caudal Unitario ( $Q_u = Q_d / A_{td}$ )		0.00021 lt/s/m <sup>2</sup>
Caudal de Infiltración ( $Q_i$ )		0.011/s/m
Material a usarse:	Tuberías de PVC	
n de Manning (para PVC)		0.01
Pendientes mínimas	En Colectores	
	Los primeros 300m.	10/1000
	> a 300m.	8/1000
	En emisores	
	10"	2.9/1000
	12"	2.2/1000
	14"	1.6/1000
Diámetro mínimo de Buzón		1.20m.
Profundidad mínima a la clave de la tubería		1.20m.
Profundidad mínima a la batea de la tubería		1.40m.
Velocidad mínima de arrastre de sólidos		0.60m/s
Velocidad máxima de erosión		3.00m/s

**A continuación se detalla la hoja de calculo de los colectores**

Col 1	Nombre del Colector en números cardinales en orden descendente
Col2	Nombre de los tramos en números romanos en orden descendente
Col 3	Numero del buzón aguas arriba
Col4	Numero del buzón aguas abajo
Col5	Nombre de la Calle
Col6	Área de drenaje del tramo en m <sup>2</sup>
Col 7	Longitud de la tubería en m
Col8	Nombre del tramo contribuyente
Col9	Caudal aportado por el tramo contribuyente en l/s
Col 10	Caudal aguas arriba
Col 11	Contribución del tramo $\text{Caudal unitario} \times \text{Área drenada} + \text{Caudal de infiltración} \times \text{long. de tubería}$
Col 12	Caudal aguas abajo $\text{Caudal aguas arriba} + \text{Contribución del tramo}$
Col 13	Nombre del tramo al cual descargan
Col 14	Cota del terreno aguas arriba en m. (se considera a la superficie de la vía)
Col 15	Cota del terreno aguas abajo en m. (se considera a la superficie de la vía)
Col 16	Altura del buzón aguas arriba
Col 17	Altura del buzón aguas abajo
Col 18	Cota de fondo del buzón aguas arriba
Col 19	Cota de fondo del buzón aguas abajo
Col20	Desnivel entre buzones

- Cod 21 Pendiente
- Cod 22 Diámetro  
(Obtenido con la fórmula de Manning con los datos de pendiente y caudal)
- Cod 23 El valor de la columna 22 expresado en pulgadas
- Col24 Diámetro de tubería a utilizarse (según resultado de la col 23)
- Col25 Caudal (l/s) obtenido a partir del diámetro escogido para una relación  $y/d = 0.5$
- Cod 26 Velocidad resultante (con el caudal de Diseño)

#### Comprobación de parámetros de diseño

- Cod 01 Producto de Área por el Radio Hidráulico
- Col02 Caudal a tubo lleno
- Col03 Relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno
- Col04 Relación entre el tirante y el diámetro
- Col05 Tirante con el caudal de diseño
- Col06 Área mojada
- Col07 Perímetro mojado
- Col08 Ancho superficial
- Col09 Velocidad
- Cod 10 Fuerza Tractiva
- Cod 11 Numero de Froude
- Cod 12 Tipo de Flujo.

CAUDAL DEL DESAGUE = 10.4 l/s  
 AREA TOTAL = 50,016.00 m2

CAUDAL UNITARIO = 0.00021 l/s/m2  
 CAUDAL INFILTRACION = 0.00050 l/s/m

COLECTOR	TRAMO.	NDEBIZON		PUMMC C*/J/Av/Jr	ME:AlfICN (m2)	LONITIUU (m)	TRAMO CONTRIBUYENTE		CAUDAL A. ARRIBA (Va)	WIII RIB... DEL TRAMO (Va)	CAUDAL A.f,Bf,J)(Vs)	DESCARGA cñtL TRAMO (1/1)	COTA DEL TERRENO	
		A.AIQGJA	A. NWO				N°	WIII RIB... (1/1)					A.AMIBA	A.ABA.KJ
8	8-11	25	26	Jr. Galactus	1920	50.00	-	0.00	0.000	0.424	0.424	-	159.00	157.68
	8-1	26	31	Jr. Galactus	1920	50.00	-	0.00	0.424	<b>0.424</b>	0.848	1-11	157.68	156.64
7	7-11	23	24	Jr. Dr. Muerte	1920	50.00	-	0.00	0.000	0.424	0.424	-	159.61	158.54
	7-1	24	32	Jr. Dr. Muerte	1920	50.00	-	0.00	<b>0.424</b>	0.424	0.848	1-111	158.54	156.96
6	6-111	3	10	Jr. Galactus	1920	50.40	-	0.00	0.000	0.424	0.424	-	163.98	162.66
	6-11	10	14	Jr. Galactus	1920	50.40	-	0.00	0.424	0.424	0.849	-	162.66	161.35
	6-1	14	15	Jr. Johnnv Storm	0	52.00	-	0.00	0.849	0.026	0.875	5-1	161.35	160.00
5	5-111	4	9	Jr. Dr. Muerte	1920	50.40	-	0.00	0.000	0.424	0.424	-	162.65	161.32
	5-11	9	15	Jr. Dr. Muerte	1920	50.40	-	0.00	0.424	0.424	0.849	-	161.32	160.00
	5-1	15	16	Jr. Johnnv Storm	0	52.00	6-1	<b>0.87</b>	1.724	0.026	1.750	3-111	160.00	159.68
4	4-IV	6	7	Ca. Plasticos	1440	78.00	-	0.00	0.000	0.338	0.338	-	162.71	161.03
	4-111	7	17	Ca. Plasticos	1440	78.00	-	0.00	0.338	0.338	0.677	-	161.03	159.35
	4-11	17	28	Ca. Plasticos	1440	78.00	-	0.00	0.677	0.338	1.015	-	159.35	157.66
	4-1	28	29	Ca. Plasticos	1440	77.20	-	0.00	1.015	0.338	1.353	0-1	157.66	156.00
3	3-V	5	8	Jr. Invisible	1920	50.40	-	0.00	0.000	0.424	0.424	-	162.99	161.34
	3-IV	8	16	Jr. Invisible	1920	50.40	-	0.00	0.424	0.424	0.849	-	161.34	159.68
	3-111	16	18	Jr. Invisible	960	55.20	5-1	<b>1.75</b>	2.599	0.227	2.826	-	159.68	157.87
	3-11	18	27	Jr. Invisible	3888	78.00	-	0.00	2.826	0.847	3.673	-	157.87	157.09
	3-1	27	30	Jr. Invisible	2880	77.20	-	0.00	3.673	0.637	4.311	1-1	157.09	156.31
2	2-V	2	11	Jr. Fuego	1920	50.40	-	0.00	0.000	0.424	0.424	-	164.63	163.44
	2-IV	11	13	Jr. Fuego	1920	50.40	-	0.00	0.424	0.424	0.849	-	163.44	162.25
	2-111	13	19	Jr. Fuego	1944	55.20	-	0.00	0.849	0.432	1.281	-	162.25	160.95
	2-11	19	22	Jr. Fuego	2904	78.00	-	0.00	1.281	0.643	1.924	-	160.95	159.11
	2-1	22	33	Jr. Fueao	2880	77.20	-	0.00	1.924	0.637	2.561	1-IV	159.11	157.29
1	1-IX	1	12	Ca. La Mole	1440	78.00	-	0.00	0.000	0.338	0.338	-	164.47	162.47
	1-VIII	12	20	Ca. La Mole	1440	78.00	-	0.00	0.338	0.338	0.677	-	162.47	160.47
	1-VII	20	21	Ca. La Mole	1440	78.00	-	0.00	0.677	0.338	1.015	-	160.47	159.04
	1-VI	21	34	Ca. La Mole	1440	77.20	-	0.00	1.015	0.338	1.353	-	159.04	157.61
	1-V	34	33	Av. Reed Richards	0	52.00	-	0.00	1.353	0.026	1.379	-	157.61	157.29
	1-IV	33	32	Av. Reed Richards	0	52.00	2-1	<b>2.56</b>	3.940	0.026	3.966	-	157.29	156.96
	1-111	32	31	Av. Reed Richards	0	52.00	7-1	<b>0.85</b>	4.815	0.026	4.841	-	156.96	156.64
	1-11	31	30	Av. Reed Richards	0	52.00	8-1	<b>0.85</b>	5.689	0.026	5.715	-	156.64	156.31
	1-1	30	29	Av. Reed Richards	0	50.00	3-1	<b>4.31</b>	10.026	0.025	10.051	0-1	156.31	156.00
	O-XI	29	35	Av. Reed Richards	0	67.18	1-1, 4-1	<b>11.40</b>	11.404	0.034	11.438	-	156.00	154.78
	O-X	35	36	Av. Reed Richards	0	150.00	-	0.00	11.438	0.075	11.513	-	154.78	150.78
	O-IX	36	37	Av. Reed Richards	0	150.00	-	0.00	11.513	0.075	11.588	-	150.78	146.76
	O-VIII	37	38	Av. Reed Richards	0	150.00	-	0.00	11.588	0.075	11.663	-	146.76	142.74
	O-VII	38	39	Av. Reed Richards	0	150.00	-	0.00	11.663	0.075	11.738	-	142.74	138.73
	O-VI	39	40	Av. Reed Richards	0	47.85	-	0.00	11.738	0.024	11.762	-	138.73	137.45
					50016	2,008.40				11.762				

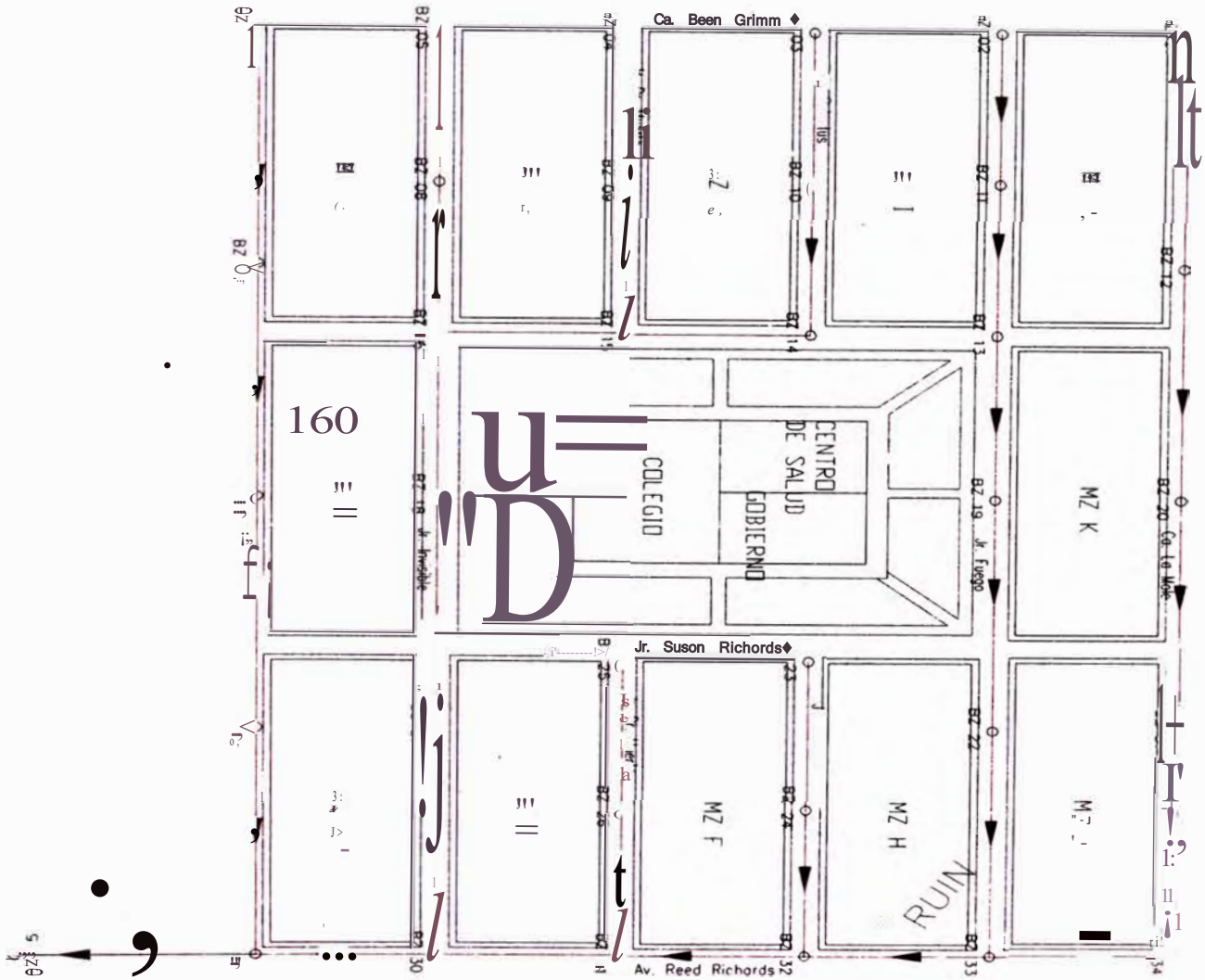
2.7 HOJA DE CALCULO

So mfn = 0.008 colectores  
 D mfn= 8 plg  
 n MANNING= 0.01 P.V.C.

Vmfn= 0.6 mis  
 Vmáx= 3.0 mis

COLECTOR	TRAMO	N'DE BUZON		ALTURA DEL BUZON		COTA DE FONDO BZ		D=SNIVEL en Inc FONDO BZI (m)	F=chulcnic So	UAMICIU e	PULG	DIAMETRO D-(plg)	DIAMETRO Int(m)	Secc. P.-clil yJD=0.50	
		A.MIVDA	A.ABAJO	A.ABRIHIA	A.ABAJO	AMIU	A.ABAJO							CAUDALI/s	VELOCIDAD m/s
8	8-11	25	26	1.40	1.40	157.60	156.28	1.32	0.0264	0.0384	1.5108	8	0.19	31.5	2.15
	8-1	26	31	1.40	1.65	156.28	154.99	1.29	0.0258	0.0500	1.9678	8	0.19	31.2	2.13
7	7-11	23	24	1.40	1.40	158.21	157.14	1.07	0.0214	0.0399	1.5715	8	0.19	28.4	1.94
	7-1	24	32	1.40	1.60	157.14	155.36	1.78	0.0356	0.0471	1.8525	8	0.19	36.6	2.50
6	6-111	3	10	1.40	1.40	162.58	161.26	1.32	0.0262	0.0384	1.5133	8	0.19	31.4	2.15
	6-11	10	14	1.40	1.40	161.26	159.95	1.31	0.0260	0.0499	1.9654	8	0.19	31.3	2.14
	6-1	14	15	1.40	1.40	159.95	158.60	1.35	0.0260	0.0505	1.9882	8	0.19	31.3	2.14
5	5-111	4	9	1.40	1.40	161.25	159.92	1.33	0.0264	0.0384	1.5112	8	0.19	31.5	2.15
	5-11	9	15	1.40	1.40	159.92	158.60	1.32	0.0262	0.0498	1.9626	8	0.19	31.4	2.15
	5-1	15	16	1.40	1.55	158.55	158.13	0.42	0.0081	0.0815	3.2094	8	0.19	17.4	1.19
4	4-IV	6	7	1.40	1.40	161.31	159.63	1.68	0.0215	0.0366	1.4421	8	0.19	28.5	1.95
	4-111	7	17	1.40	1.40	159.63	157.95	1.68	0.0215	0.0475	1.8701	8	0.19	28.5	1.95
	4-11	17	28	1.40	1.55	157.95	156.11	1.84	0.0236	0.0544	2.1404	8	0.19	29.8	2.04
	4-1	28	29	1.55	1.10	156.11	154.30	1.81	0.0234	0.0606	2.3867	8	0.19	29.7	2.03
3	3-V	5	8	1.40	1.40	161.59	159.94	1.65	0.0327	0.0369	1.4513	8	0.19	35.1	2.40
	3-IV	8	16	1.40	1.55	159.94	158.13	1.81	0.0359	0.0470	1.8498	8	0.19	36.8	2.51
	3-111	16	18	1.55	1.60	158.13	156.27	1.86	0.0337	0.0746	2.9388	8	0.19	35.6	2.43
	3-11	18	27	1.40	1.70	156.22	155.39	0.83	0.0106	0.1022	4.0248	8	0.19	20.0	1.37
	3-1	27	30	1.70	1.70	155.39	154.61	0.78	0.0101	0.1096	4.3155	8	0.19	19.5	1.33
2	2-V	2	11	1.40	1.40	163.23	162.04	1.19	0.0236	0.0392	1.5431	8	0.19	29.8	2.04
	2-IV	11	13	1.40	1.40	162.04	160.85	1.19	0.0236	0.0508	2.0011	8	0.19	29.8	2.04
	2-111	13	19	1.40	1.40	160.85	159.55	1.30	0.0236	0.0593	2.3359	8	0.19	29.8	2.03
	2-11	19	22	1.40	1.40	159.55	157.71	1.84	0.0236	0.0691	2.7200	8	0.19	29.8	2.04
	2-1	22	33	1.40	1.40	157.71	155.74	1.97	0.0255	0.0758	2.9839	8	0.19	31.0	2.12
1	1-IX	1	12	1.40	1.40	163.07	161.07	2.00	0.0156	0.0355	1.3957	8	0.19	31.1	2.12
	1-VIII	12	20	1.40	1.40	161.07	159.07	2.00	0.0256	0.0460	1.8100	8	0.19	31.1	2.12
	1-VII	20	21	1.40	1.40	159.07	157.64	1.43	0.0183	0.0570	2.2440	8	0.19	26.3	1.79
	1-VI	21	34	1.40	1.40	157.64	156.21	1.43	0.0185	0.0634	2.4945	8	0.19	26.4	1.80
	1-V	34	33	1.40	1.40	156.21	155.74	0.42	0.0081	0.0746	2.9355	8	0.19	17.4	1.19
	1-IV	33	32	1.40	1.60	155.74	155.36	0.38	0.0073	0.1129	4.4447	8	0.19	16.6	1.13
	1-111	32	31	1.40	1.60	155.36	154.99	0.37	0.0071	0.1223	4.8136	8	0.19	16.4	1.12
	1-11	31	30	1.40	1.70	154.99	154.61	0.38	0.0073	0.1295	5.0973	8	0.19	16.6	1.13
	1-1	30	29	1.70	1.70	154.61	154.30	0.31	0.0062	0.1650	6.4963	8	0.19	15.3	1.04
O	O-XI	29	35	1.70	1.40	154.30	153.38	0.92	0.0137	0.1493	5.8774	10	0.24	41.2	1.80
	O-X	35	36	1.40	1.40	153.38	149.38	4.00	0.0267	0.1321	5.1998	10	0.24	57.4	2.51
	O-IX	36	37	1.40	1.40	149.38	145.36	4.02	0.0268	0.1323	5.2076	10	0.24	57.6	2.52
	O-VIII	37	38	1.40	1.40	145.36	141.34	4.02	0.0268	0.1326	5.2202	10	0.24	57.6	2.52
	O-VII	38	39	1.40	1.40	141.34	137.33	4.01	0.0267	0.1330	5.2352	10	0.24	57.5	2.51
	O-VI	39	40	1.40	1.40	137.33	136.05	1.28	0.0268	0.1331	5.2386	10	0.24	57.5	2.52

GRAFICO 4: VISTA EN PLANTA DE LA RED DE ALCANTARILLADO





## **CAPITULO 3:**

### **TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN.**

El diseño integral de un sistema de abastecimiento de aguas debe de contemplar luego de su utilización y recolección, la devolución al medio natural de manera que no le afecte de modo irreversible y/o dañino para el medio natural circundante (léase flora, fauna, comunidades humanas aguas abajo, etc).

El hombre hace uso del agua previamente tratada (potable), para su comodidad, sus actividades biológicas y económicas y, producto de estas el agua utilizada contiene gran cantidad de material orgánico e inorgánico disuelto y en suspensión a las cuales llamamos aguas residuales y son un producto inevitable de la actividad humana.

El tratamiento y disposición apropiada de las aguas residuales supone un conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de dichas aguas, de la manera como el tratamiento reducirá en gran medida aquellos agentes que puedan afectar y /o alterar de manera negativa el medio en el cual será vertido.

Para el caso de la urbanización modelo diseñada en la zona de Pampa Clarita, considerando lo pequeño de su población se optara por el sistema de **Lagunas de Estabilización.**

El RNE norma en el caso peruano los parámetros a tener en cuenta al momento de diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales.

#### **3.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.1**

Una planta de tratamiento de aguas servidas cuenta generalmente de tres procesos bien definidos.

##### **3.2.1 Tratamiento Preliminar.**

<sup>1</sup> Gonzáles Medina, Alternativas actuales en el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales, Capítulo III pagina 5

El tratamiento preliminar consiste en la remoción de los sólidos más pesados mediante 2 sistemas: el cribado y el desarenado.

El cribado consiste en retener los sólidos de gran tamaño mediante rejas (o cribas), dispuestas a lo ancho de una sección del canal de conducción. Es recomendable retener estos elementos que pueden ser tratados como residuos sólidos pues podrían causar atoros o saturación de los sistemas de tratamiento y/o alargar innecesariamente los tiempos de proceso.

El desarenado consiste en una cámara donde reduciendo de manera adecuada la velocidad de las A.R. se logra separar por sedimentación las partículas de arena y grava que podrían causar desgaste y deterioro en las estructuras de tratamiento.

Para el presente informe se dispondrá de una Cámara de Rejas (cribas), situada en la cabecera de la PTAR cuya finalidad será retener mediante rejas los sólidos de gran volumen (entiéndase cartones, ropas, ramas, etc) que puedan provenir del uso doméstico del desagüe o hayan ingresado incidentalmente a través de alguno de los buzones.

### **3.2.2 Tratamiento Primario.**

Consiste en la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables para disminuir la carga en el tratamiento biológico. Los sólidos removidos en el proceso serán procesados antes de su disposición final.

Este tratamiento primario puede realizarse mediante tanques Inhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación.

Para el presente estudio no se realizara un tratamiento primario dado que se trata de una población pequeña y el tratamiento biológico se dará íntegramente en las lagunas de estabilización.

### **3.2.3 Tratamiento Secundario.**

El objetivo del tratamiento secundario es remover la DBO soluble que se escapa a un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de sólidos suspendidos. Estas remociones se realizan por medio de procesos biológicos.

En el tratamiento secundario de tipo biológico, la materia orgánica es utilizada como alimento de los microorganismos tales como hongos, bacterias,

protozoos, rotíferos, etc, de tal manera que ésta es transformada en CO<sub>2</sub>/ H<sub>2</sub>O y un nuevo material celular. Los mecanismos utilizados para llevar a cabo la anterior tarea son los lodos activados, filtros percoladores, lagunas de estabilización, biodiscos, entre otros.

Para la urbanización que se está diseñando se realizara el proceso secundario mediante una Laguna de Estabilización.

De manera resumida un sistema de tratamiento de aguas residuales tiene como función mejorar la calidad de esta para cumplir con las normas de calidad del cuerpo receptor y/o las normas de reutilización.<sup>2</sup>

Luego un sistema de tratamiento de aguas residuales se encarga de controlar como mínimo:

- La remoción de la DBO.
- La remoción de los sólidos suspendidos.
- La remoción de patógenos
- Y adicionalmente puede considerarse la remoción de nitrógeno y fósforo.

### 3.3 EFECTOS DE LAS AGUAS RESIDUALES SOBRE EL MEDIO RECEPTOR

Todo vertido de alguna manera afecta al cuerpo receptor, pero se considera nociva cuando este no puede asimilarlo, o se vuelve inaceptable para el uso destinado a esta.

El siguiente cuadro detalla a los componentes mas comunes <sup>3a</sup> encontrarse en las aguas residuales y como estos afectan al cuerpo receptor.

Contaminante	Efecto
Materia Orgánica Biodegradable	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables
Materia Suspendida	Al depositarse en el lecho de los ríos cubre el fondo e interfiere con la reproducción de los peces o transforma la cadena alimenticia.
Sustancias Corrosivas: cianuros, metales, fenoles, etc	Extinción de peces y vida acuática, destrucción de bacterias, interrupción de la autpurificación.
Microorganismos patógenos	Al transportar poblaciones abundantes contamina al cuerpo receptor.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor	Hacen estéticamente inaceptable el agua para uso publico
Sustancias o factores que alteren el equilibrio Biológico	Causan el crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas las cuales pueden alterar el ecosistema.

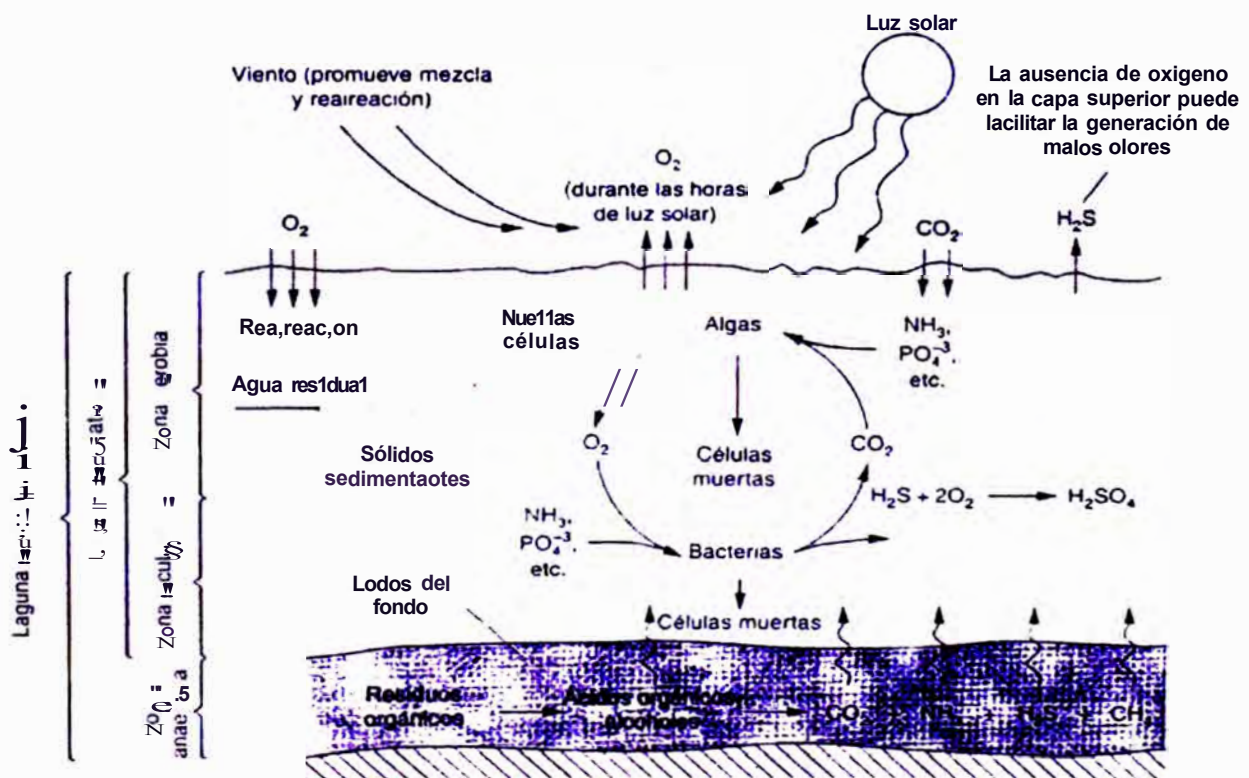
<sup>2</sup> RNE. Título 2 Habilitaciones Urbanas, Norma OS 090.

<sup>3</sup> Romero Rojas, Tratamiento de Aguas Residuales por lagunas de Estabilización, Capítulo I página 29.

### 3.4 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE UNA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN.

En las lagunas de estabilización las relaciones ecológicas son complejas ya que trabajan con organismos heterotróficos y autotróficos al mismo tiempo. En términos generales la estabilización de la materia orgánica en una laguna de estabilización es el resultado de la relación simbiótica entre algas y organismos heterótrofos (bacterias, hongos y protozoarios). Estos últimos, oxidan la materia orgánica aeróbicamente mediante la utilización del oxígeno generado por la población de algas en el proceso fotosintético. A la vez, los productos de esta oxidación (dióxido de carbono, amonio y otros compuestos inorgánicos) son utilizados por las algas para su crecimiento y reproducción (ver gráfico 5).

GRAFICO 5: (ESQUEMA GENERAL DE UNA LAGUNA DE ESTABILIZACION)



#### 3.4.1 Principales microorganismos que se presentan en una laguna de estabilización :

##### a) Bacterias

"Son grupos de organismos microscópicos unicelulares, con cromosoma bacteriano único, división binaria y que interviene en los procesos

de estabilización de la materia orgánica." <sup>4</sup>

Y según la función que cumplen dentro de la laguna de oxidación podemos clasificarlas:

- Bacterias aerobias: Estos organismos están encargados de la descomposición de los materiales orgánicos presentes en la zona aerobia. Usando el oxígeno molecular disuelto en su proceso de respiración.
- Bacterias formadoras de ácidos: En este grupo se incluyen todas aquellas bacterias heterótrofas capaces de convertir materiales orgánicos complejos en compuestos más simples como alcoholes y ácidos.
- Cianobacterias: Este grupo también conocido como algas azul-verdosas, pueden utilizar Nitrógeno y CO<sub>2</sub> y producen oxígeno como parte de su proceso.
- Bacteria!; púrpura del azufre: Pueden convertir compuestos azufrados a azufre elemental y/o a sulfato, por lo que son un factor significativo en el control de olores de las lagunas facultativas y anaerobias.
- Bacterias patógenas: Las bacterias patógenas comúnmente asociadas con las lagunas de estabilización son: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia*, *Vibrio*, etc

En general las bacterias patógenas usualmente son incapaces de multiplicarse o de sobrevivir por largos periodos de tiempo en un medio acuático. La disminución en número es el resultado de fenómenos como sedimentación, carencia de nutrientes, radiación solar, pH, temperatura, competencia y depredación.

## b) Algas

Este grupo de organismos acuáticos puede estar representado por formas unicelulares, pluricelulares, móviles o inmóviles. Como parte de su metabolismo utilizan nutrientes inorgánicos como fosfatos, dióxido de carbono y nitrógeno. Por medio de la fotosíntesis, ellas transforman el carbono inorgánico en material celular y producen como subproducto oxígeno. Taxonómicamente, las algas se dividen de acuerdo con los pigmentos\* ellas poseen. Los tres grupos principales son:

- *Algas Verdes*: Incluyen formas unicelulares, filamentosas coloniales.
- *Algas Doradas*: Pueden ser unicelulares y flageladas.
- *Algas Rojas*: la mayoría son filamentosas.

---

• RNE. Título 2 Habilitaciones Urbanas, Norma OS 090., Definiciones

### c) Protozoarios y Metazoarios

Micro crustáceos suelen ser la fauna más significativa en la comunidad de las lagunas de estabilización, especialmente por su contribución a la degradación de materia orgánica. Se alimentan de algas y promueven la floculación y sedimentación del material particulado, lo cual permite una mejor penetración de la luz y un crecimiento a mayores profundidades.

## 3.4.2 Interacciones Bioquímicas

### a) Fotosíntesis.

La fotosíntesis es un proceso que se define como aquel en el cual ciertos organismos son capaces de utilizar la energía radiante, transformarla en energía química para posteriormente utilizarla en la fijación del CO<sub>2</sub>. Generalmente, este proceso se asocia con las plantas verdes aunque también lo realizan algas y algunas bacterias. En lagunas de oxidación, los organismos fotosintéticos son algas, cianobacterias y bacterias púrpura del azufre

### b) Respiración.

La respiración es el proceso por medio del cual los compuestos orgánicos son oxidados principalmente a dióxido de carbono y agua. Sin embargo este proceso no solamente lleva a la producción de CO<sub>2</sub>, sino que adicionalmente produce material celular.

Las bacterias realizan la respiración aerobia y son las responsables de la estabilización de materia orgánica en lagunas de estabilización.

### c) Oxígeno disuelto.

El oxígeno es un gas parcialmente soluble, su solubilidad varía directamente con la presión atmosférica a una temperatura dada, y en proporción inversa a la temperatura para cualquier presión dada. Las fuentes de oxígeno en una laguna son la aireación superficial y la fotosíntesis.

### d) Nitrógeno.

En lagunas de estabilización, el nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal entran con el afluente. El primero se presenta fundamentalmente como parte de la materia fecal y otros materiales y es convertido mediante

actividad microbiana en amoníaco y amonio. El amonio es convertido luego a nitritos, nitratos y nitrógeno gaseoso por la actividad de las bacterias.

El nitrato generado en el proceso de nitrificación, así como una parte del amonio producido en la amonificación, puede ser asimilado por los organismos, como un nutriente para la síntesis de proteínas celulares y otros compuestos nitrogenados.

El nitrógeno gaseoso puede ser convertido a formas orgánicas, la fijación biológica realizada por Cianobacterias.

La remoción de nitrógeno, en lagunas facultativas, puede ocurrir; de alguno de los siguientes procesos:

- Escape del nitrógeno gaseoso a la atmósfera
- Asimilación del amonio por la biomasa de algas.
- Consumo de nitratos por plantas y algas
- Nitrificación-desnitrificación biológica

### 3.4.3 Factores de Control.

#### a) Iluminación.

La disponibilidad de luz determina en un alto porcentaje la actividad fotosintética y, por lo tanto, la producción de oxígeno. La disponibilidad de oxígeno para las bacterias aerobias es vital. La capacidad de los organismos, para utilizar la energía luminosa disponible, depende de su capacidad para absorber ciertas longitudes de onda, la cual depende del tipo de pigmentos que ellos posean. Los principales pigmentos fotosintéticos son clorofilas y ficobilinas. Como las bacterias fotosintéticas tienen clorofilas diferentes al de las algas y las plantas verdes, su capacidad de absorción es diferente; razón por la cual las bacterias se localizan por debajo de la capa de algas, donde utilizan la luz que no es absorbida por ellas.

La cantidad y la calidad de la luz que penetra una laguna depende también de la presencia de materia orgánica particulada o disuelta, así como de las características de absorción del agua. Los organismos a su vez contribuyen a dar turbiedad al agua, limitando por tanto la penetración de la luz. Debido a estas restricciones, la fotosíntesis se lleva a cabo principalmente en las capas superiores, por lo que esta zona se conoce como "zona eufótica".

**b) Temperatura.**

Este factor es muy importante en los ambientes aerobios de la laguna. En general, las algas pueden sobrevivir a temperaturas entre 5 y 40°C, siendo las algas verdes más eficientes para sobrevivir a temperaturas cercanas a 30 y 35°C. Las bacterias aerobias se mantienen viables en un intervalo de 10 a 40°C y para las cianobacterias su temperatura óptima oscila entre 35 y 40°C.

La temperatura y la intensidad de la luz afectan el comportamiento de las lagunas, cuando la temperatura y la intensidad de la luz son máximas, el comportamiento de las lagunas es el mejor, es decir en verano

**e) Remoción y requerimiento de nutrientes.**

El crecimiento, así como la actividad de los microorganismos, está controlado tanto por la concentración como por el tipo de nutrientes presentes. Muchas sustancias pueden estimular el crecimiento, pero otras pueden resultar tóxicas a ciertos organismos. Sustancias como el fenol, que es tóxico a una amplia variedad de organismos, puede ser usado por otros como fuente de carbono. En general, los requerimientos nutricionales se clasifican de la siguiente forma:

- Fuente energética
- Macronutrientes (C, H, O, N, P, K y S)
- Micronutrientes (Fe, Mg, Ca, B, Zn, Cu, Mn, Co, Mo, etc.)
- Factores de Crecimiento (ciertos compuestos orgánicos)

De acuerdo con la cantidad y tipo de nutrientes, los microorganismos crecen y los metabolizan a una tasa que depende de los factores ambientales imperantes.

**d) Demanda Bioquímica de Oxígeno. (DBO)**

"Es la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. En condiciones normales de laboratorio esta demanda se cuantifica a 20°C y el ensayo estándar se realiza a 5 días de incubación y se conoce convencionalmente como 0805." <sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> RNE. Título 2 Habilitaciones Urbanas, Norma OS 090., Definiciones



### e) Demanda Química de Oxígeno. (DQO)

"Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio."

Mide la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin la intervención de los organismos vivos.

## 3.5 TIPOS DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION.

Son estructuras de represamiento que trata las aguas residuales, servidas o negras, mediante procesos de auto purificación biológicos, químicos y físicos.

Las lagunas de estabilización corresponden a estanques construidos en tierra, de profundidad reducida (< 5 m.), diseñados para el tratamiento de aguas residuales por medio de la interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoos, etc), y la materia orgánica, bajo condiciones naturales. Los principales procesos de tratamiento que ocurren en lagunas de estabilización son:

- o El efecto del embalsamiento, que permite a las lagunas absorber sobrecargas orgánicas e hidráulicas;
- o Sedimentación, que produce que los sólidos sedimentables se acumulen en los estratos del fondo; y
- o Tratamiento de la materia orgánica por oxidación bacteriana aeróbica (en presencia de oxígeno) y digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno).

Las lagunas de estabilización se clasifican de acuerdo a la predominancia relativa de los procesos mediante los cuales la materia orgánica (expresada en D80), es removida. Es así que pueden ser Aeróbicas, Anaeróbicas y Facultativas.

### 3.5.1 Lagunas Aeróbicas.

Son lagunas que operan en presencia del aire. son de poca profundidad, de 1.20 a 0.80 metros, lo que propicia la proliferación de algas que suministran una buena parte del oxígeno necesario. Se logran eficiencias de D80 de 65% a 75%. Su desventaja principal es la cantidad de terreno que requieren. En las

<sup>6</sup> RNE. Título 2 Habilitaciones Urbanas, Norma OS 090., Definiciones

lagunas aeróbicas las sustancias degradables suspendidas y disueltas son estabilizadas por la flora aeróbica microbiana.

### 3.5.2 Lagunas Anaeróbicas.

Generalmente se usan como una primera depuración o pre-tratamiento, se puede considerar como un digestor ya que se le aplican cantidades de materia orgánica o carga orgánica por unidad de volumen, de tal manera que prevalezcan las condiciones anaeróbicas, es decir la ausencia de oxígeno, la eficiencia esperada con este tipo de lagunas varía con el tiempo de retención hidráulica; con tiempos de 1 a 10 días se obtiene una eficiencia de remoción de 0.80 de 20 al 60%. Una desventaja de este tipo de lagunas es la producción de malos olores que impide su localización en lugares cercanos (500 m) de zonas habitadas. Generalmente son estanques de 3.00 a 5.00 metros de profundidad.

### 3.5.3 Lagunas Facultativas:

Se puede decir que es una combinación de las dos anteriores. Se diseñan con una profundidad variando normalmente entre 1.50 a 2.00 metros y una cantidad de materia orgánica o carga orgánica por unidad de volumen que permita el crecimiento de organismos aeróbicos y facultativos (estos últimos pueden reproducirse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno).

Es el tipo de lagunas más usado por su flexibilidad; requieren menos terreno que las aerobias y no producen los posibles olores de las anaerobias.

Como en todos los procesos biológicos, el factor que afecta su eficiencia es la temperatura. Las eficiencias esperadas en estas lagunas van desde el 60% hasta el 85% en remoción de 0.80. La eficiencia en la remoción de bacterias, especialmente del grupo coliforme, puede alcanzar valores del 99.99%, debido a los tiempos de retención hidráulicos tan prolongados.

### 3.5.4 Lagunas de Maduración.

Son laguna de estabilización diseñadas para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaerobia - facultativa, aireada - facultativa o primaria - secundaria).

Originalmente concebida para reducir la población bacteriana. Son de poca profundidad (medio metro a un metro) y gran superficie. En ellas debe penetrar totalmente la luz, y las condiciones aerobias deben darse en toda la laguna, debido a que se necesita asegurar la presencia de oxígeno.

Su principal misión es la remoción de los restos de bacterias fecales, patógenos, etc. garantizando una cierta calidad sanitaria del agua.

Los principales fenómenos biológicos que se dan en ella son la oxidación de las bacterias aerobias y la fotosíntesis de las algas, que proliferan en gran medida.

### 3.6 CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO.

A continuación expondremos los criterios y consideraciones de diseño para el tratamiento de aguas residuales mediante un sistema de lagunas de estabilización facultativas y lagunas de maduración que son las elegidas para el presente proyecto. Estos han sido tomados del RNE, el cual norma las consideraciones mínimas para el diseño.

#### 3.6.1 Criterios generales para lagunas de estabilización.

- El diseño debe concebirse por lo menos con dos unidades en paralelo para permitir la operación de una de las unidades durante la limpieza.
- La forma de las lagunas depende del tipo de cada una de las unidades. Para las lagunas facultativas se recomienda formas alargadas; se sugiere que la relación largo-ancho mínima sea de 2.
- En general, el tipo de entrada debe ser lo más simple posible y no muy alejada del borde de los taludes, debiendo proyectarse con descarga sobre la superficie.
- La interconexión entre las lagunas puede efectuarse usando simples tuberías después del vertedero o canales con un medidor de régimen crítico. Esta última alternativa es la de menor pérdida de carga y de utilidad en terrenos planos.
- Las esquinas de los diques deben redondearse para minimizar la acumulación de natas.
- El borde libre recomendado para las lagunas de estabilización es de 0,5 m. Para el caso en los cuales se puede producir oleaje por la acción del viento se

deberá calcular una mayor altura y diseñar la protección correspondiente para evitar el proceso de erosión de los diques.

- La planta debe contar con cerco perimétrico de protección y letreros adecuados.

### 3.6.2 Criterios específicos para las lagunas de estabilización facultativas primarias.

- Para el caso de no existir datos de temperatura del efluente y de mortalidad bacteriana se podrá asumir:
  - La temperatura del agua sumando a la temperatura del aire un valor que será justificado debidamente ante el organismo competente, el mismo que depende de las condiciones meteorológicas del lugar.
  - En donde no exista ningún dato se usará la temperatura promedio del aire del mes más frío.
  - El coeficiente de mortalidad bacteriana (neto) será adoptado entre el intervalo de 0,6 a 1,0 (1/d) para 20 °C.
- La carga de diseño para lagunas facultativas se determina con la siguiente expresión:

$$Cd = 250 \times 1,05 (T - 20)$$

En donde:

Cd es la carga superficial de diseño en Kg. DBO / (h a.d)

T es la temperatura del agua promedio del mes más frío en °C.

- Para evitar el crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas debe ser mayor de 1,5 m. Para el diseño de una laguna facultativa primaria, el proyectista deberá proveer una altura adicional para la acumulación de lodos entre períodos de limpieza de 5 a 10 años.
- Para lagunas facultativas primarias se calculará el volumen de lodo aculado considerando un aporte anual de 120 litros por habitante.
- En el cálculo de remoción de la materia orgánica (DBO) se podrá emplear cualquier metodología debidamente sustentada, con indicación de la forma en que se determina la concentración de DBO (total o soluble).  
Estudios experimentales han demostrado que en las lagunas de estabilización no ocurre una mezcla completa ni tampoco un flujo ordenado longitudinal (flujo pistón), sino un estado intermedio que depende de la geometría de las

lagunas al cual llamaremos "Modelo de flujo disperso" (o modelo de flujo arbitrario).

La ecuación que relaciona la eficiencia en la remoción de la O<sub>80</sub> que usaremos es la planteada por Thirumurthi quien realizó estudios en las lagunas de estabilización del distrito de San Juan de Miraflores, y es la siguiente:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{4ae^{\frac{(1-a)}{2d}}}{(1+a^2)}$$

Donde:

- C = Concentración del efluente.
- C<sub>0</sub> = Concentración del afluente.
- $a = \sqrt{K + 4 \cdot 0 \cdot d}$

Donde:

- K = Constante de reacción de primer orden, d<sup>-1</sup>
- e = Tiempo de retención en días.
- d = Numero de dispersión del flujo, adimensional.

Para hallar el valor de K Thirumurthi propone la relación:

$$K = 0.15 (1.072)^{(T-20)}$$

Donde:

- T = Temperatura de diseño, °C.

Para hallar el valor de d utilizaremos la expresión de Polprasert:

$$d = \frac{0.184 \cdot (0 \cdot (W + 2Z))^{0.89} \cdot W^{0.11}}{(T + 42.5)^{0.134} \cdot (L \cdot z)^{1.459}}$$

Donde:

- W = Ancho de la laguna, m
- Z = Profundidad del agua de la laguna en m.
- L = Longitud de viaje del agua entre el afluente y el efluente, m.

Los siguientes valores son referenciales para la relación largo/ ancho:

Relación largo/ancho (d)	Factor de dispersión
1	1.00
2	0.50
4	0.25
8	0.12

### 3.6.3 Criterios específicos para las lagunas de maduración.

a. La reducción de bacterias en cualquier tipo de lagunas debe, en lo posible, ser determinada en términos de coliformes fecales (CF), como indicadores. Para tal efecto, el proyectista debe usar el modelo de flujo disperso con los coeficientes de mortalidad netos para los diferentes tipos de unidades.

b. La mortalidad bacteriana y remoción de parásitos ocurre en todas las unidades y no solamente en las lagunas de maduración. Esta mortalidad se puede obtener mediante la siguiente relación:

$$N = \frac{N_0}{1 + K_b \theta}$$

Donde:

- $K_b$  = Constante de remoción de CF de primer orden.
- $N$  = Numero de CF/100ml del efluente.
- $N_0$  = Numero de CF/100ml del afluente.
- $\theta$  = tiempo de retención en días.

c. Con relación a los parásitos de las aguas residuales, los nematodos intestinales se consideran como indicadores, de modo que su remoción implica la remoción de otros tipos de parásitos. Para una adecuada remoción de nematodos intestinales en un sistema de laguna se requiere un período de retención nominal de 10 días como mínimo en una de las unidades.

d. El coeficiente de mortalidad neto puede ser corregido con la siguiente relación de dependencia de la temperatura.

$$K_T = K_{20} \times 1,05^{(T - 20)}$$

En donde:

$K_T$  es el coeficiente de mortalidad neto a la temperatura del agua  $T$

promedio del mes más frío, en °C

$K_{20}$  es el coeficiente de mortalidad neto a 20 °C.

Para la laguna primaria tomaremos para  $K_{20}$  el valor recomendado por Sáenz para flujo disperso:

$$K_{20} = 0.84 \text{ d}^{-1}$$

### 3.7 MEMORIA DE CALCULO.

Se consideran los siguientes datos y parámetros de ingreso:

Población de Saturación para el periodo de Diseño (P)	1728.00hab.
Consumo per-capita (dotación por persona) (d)	250.00lt/hab./dia
Caudal medio diario para la población de Saturación (Qm)	432000lt/día ó 432.00m <sup>3</sup> /día
Caudal máximo diario (Qmd = Qm x 1.3)	561.60m <sup>3</sup> /día
Caudal de contribución al desagüe (Qd = Qmd x 0.8)	449.28m <sup>3</sup> /día
Caudal unitario de infiltración	qi = 0.0005lt/s/m
Longitud total del Alcantarillado	L = 201 0.00 m
Aporte total por infiltración	Qi = 1.01 lt/s
en un día:	Qi (día) = 86832lt ó 86.83m <sup>3</sup> / d

<b>Caudal total que llega a la PTAR (Q = Qd(día) + Qi(día))</b>	<b>536.11m<sup>3</sup></b>
---	----------------------------

Aportes Biológicos para aguas residuales domesticas:  
(Según ítem 4.3.6 del RNE para poblaciones nuevas)

0 8 0 5 días, 20° C	50	g/(hab*día)
Sólidos en suspensión	90	g/(hab*día)
NH <sub>3</sub> - N como N	8	g/(hab*día)
N Kjeldahl total como N	12	g/(hab*día)
Fósforo Total	3	g/(hab*día)
Coliformes fecales	2*10 <sup>11</sup>	N° de bacterias/(hab*día)
Salmonella Sp.	1*10 <sup>8</sup>	N° de bacterias/(hab*día)
Nematodos intestinales	4*10 <sup>5</sup>	N° de huevos/(hab*día)

**Diseño:**

Aplicando modelos de flujo disperso

## LAGUNA PRIMARIA DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVA

a) Concentración de D8O (C<sub>dbo</sub>)

Si:  $C = m / V$

Carga de D8O5 =	Aporte per-capita de D8O5 x Población	
Carga de D8O5 =	86400	gr(D8O) / día
	V = 536.11	m <sup>3</sup>
C <sub>dbo</sub> = 161.16 mg/lt		

b) Temperatura en el mes mas frío (ambiental):

1	T <sub>a</sub> = 14	°C
---	---------------------	----

Temperatura del agua (T)

Usando los Criterios de Yñez:

	T = 8.59 + 0.82 T <sub>a</sub>	
T = 20.07 °C		

c) Carga orgánica máxima aplicable (CSM) en Kg(D8O)/(ha\*día)

Según RNE	CSM = 250 (1.05) <sup>(T-20)</sup>	
1	C <sub>S_M</sub> = 250.855	Kg(DBO)/(ha*día)

d) Área Superficial (A = C<sub>dbo</sub> \* Q<sub>d</sub> / (1000 \* CSM))

• Usando la Carga Superficial de Diseño Recomendada por el RNE

1	A = 0.3444	ha
---	------------	----

Área de la laguna primaria

El agua será tratada por dos lagunas en paralelo de 0.1764 ha cada una

Con relaciones de Largo / Ancho de 2

Luego sus dimensiones serán

	Largo = 60	m.
	Ancho = 30	m.
Área Total = 0.36 ha.		

e) Tiempo de retención (t = A \* h / Q<sub>d</sub>)

donde: h = altura de agua en la laguna  
Q<sub>d</sub> = consumo total diario

• para garantizar que el sistema funcione de manera facultativa utilizamos un h >= 1.5m.

	h = 1.6	m.
t = 10.74 días		

f) Carga orgánica Volumétrica (COV = C<sub>dbo</sub> \* Q<sub>d</sub> / (h \* A))

COV = 15.68 g (dbo) / (m <sup>3</sup> * día)		
--	--	--



g) Cálculo de la carga orgánica del efluente:

$$\frac{C}{C_0} = \frac{4 \cdot a \cdot e^{\left(\frac{1-a}{2d}\right)}}{(1+a^2)}$$

Donde:

$$a = 4.74$$

$$d = 0.5$$

$$C/C_0 = 0.0192$$

Luego:  $C = 3.0942788 \text{ mg/lit}$

\* Dado que este valor es < que 15 mg/l cumple para el uso 111

h) Eficiencia de remoción del DBO ( $e_1$ )

$$e_1 = CSR / CSM$$

$$e_1 = 98.08\%$$

i) Carga orgánica del efluente primario ( $CO_1$ )

$$CO_1 = C_{dbo1} \cdot (Q/1000) \cdot (1 - e_1)$$

$$CO_1 = 1.66 \text{ Kg( DBO)/(día)}$$

j) Remoción de coliformes fecales

Necesitamos expresar la cantidad de coliformes fecales en unidades de CF/100 ml del afluente

Aporte per capita	$2 \cdot 10^{11}$	N° de bacterias/(hab*día)
Población	1728.00	hab.
Aporte Total	$3.456 \cdot 10^{14}$	N° de bacterias/(día)
Volumen Total de Afluente	536.11	m <sup>3</sup>
Numero de CF/100 ml del afluente (No)		$6.45E+07$

Usando los Criterios de Sáenz para Mezcla Flujo Disperso

Coefficiente de mortalidad de coliformes fecales

$$K_{b,T} = 0.84 \times (1.07)^{1/(T-20)} \quad (\text{Para laguna primaria})$$

$$K_{b,T} = 0.844 \text{ d}^{-1}$$

Reducción de coliformes fecales:

$$N = N_0 / (1 + K_{b,T} \cdot t)$$

$$N_1 = 6.40E+06$$

k) Periodo de Limpieza para remoción de lodos (T.lodos)

Considerando una altura de acumulación de lodos de 0.25m.

Considerando un aporte anual per-capita de lodos de 120 l/persona

$$T.lodos = \text{Área} \times \text{altura} / (\text{Población} \times \text{Aporte})$$

$$T.lodos = 5.2083333$$

Por lo tanto la limpieza de remoción de lodos se realizara cada 5 años

## LAGUNAS SECUNDARIAS (DE MADURACIÓN)

## 1) remoción de coliformes fecales

Necesitamos alcanzar parámetros de Clasificación de aguas tipo 111

Numero máximo de CF/100 ml del afluente 1.00E+03

Usando los Criterios de Ramírez para Mezcla Completa en Laguna Secundaria

Coefficiente de mortalidad de coliformes fecales

$$K_b, T = 3.27 \times (1.59)^{(T-20)} \quad (\text{Para laguna secund})$$

$$K_b, T = 3.27 \times (1.59)^{(8-20)} = 0.378$$

Reducción de coliformes fecales Laguna de Maduración 1:

$$N = N_0 / (1 + K_b x t)$$

$$N_2 = 1.54E+05$$

- Diseñamos una segunda laguna de maduración

Reducción de coliformes fecales Laguna de Maduración 1:

$$N = N_0 / (1 + K_b x t)$$

$$N_3 = 3.71 E+03 \quad <4000 \quad \text{OKI}$$

- Eficiencia en la remoción de Coliformes fecales

$$ec = N_3 / N_0$$

$$ec = 99.99\%$$

## DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS LAGUNAS

## a) Lagunas Primarias:

Área Total: 0.3530Ha  
3530.0m<sup>2</sup>

Relación Largo vs Ancho 1 / 2

Numero de lagunas ; 2

Área para cada laguna 1765.0 m<sup>2</sup>

Ancho: 30.0 m.

Largo: 60.0 m.

Profundidad de agua 1.6 m.

Profundidad de la laguna 2.5 m.

Talud de los diques 1/2

Ancho superficial 35.0 m.

Largo superficial 65.0 m.

**b) Lagunas Secundarias de Maduración:**

Caudal de diseño	536.11	m3/día
Tiempo de retención:	12.00	días
Volumen Total	6433.34	m3
Profundidad	1.25	m3
Área de las Lagunas	5146.68	m2
Relación Largo vs Ancho	1 / 2	
Numero de lagunas ;	3	
Área para cada laguna	1715.6	.,;2
Ancho:	30.0	m.
Largo:	60.0	m.
Profundidad de agua	1.2	m.
Profundidad de la laguna	1.8	m.
Talud de los diques	1 / 2	
Ancho superficial	34.0	m.
Largo superficial	64.0	m.

El detalle de cada laguna se muestra en los siguientes gráficos:

GRAFICO 6: SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION

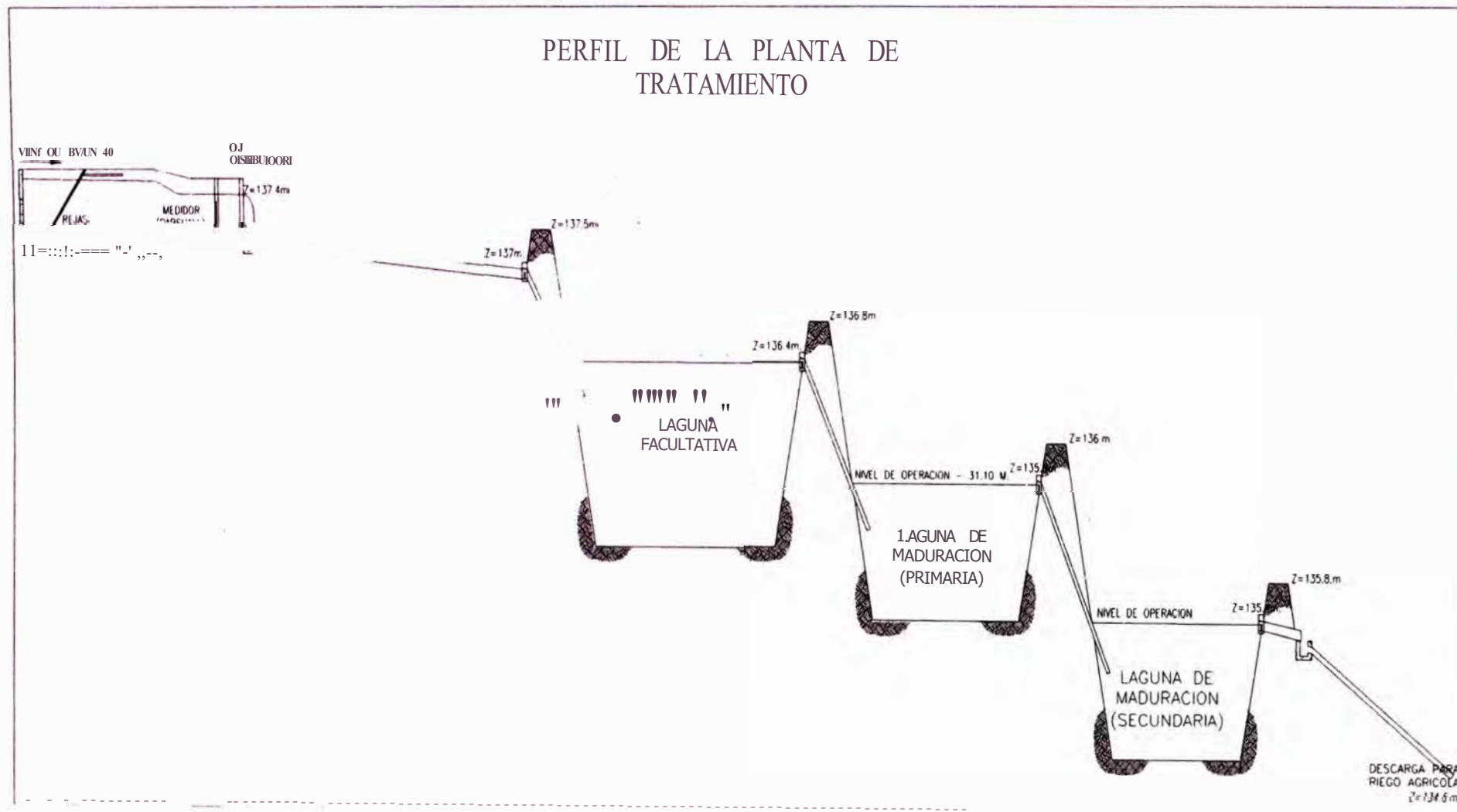
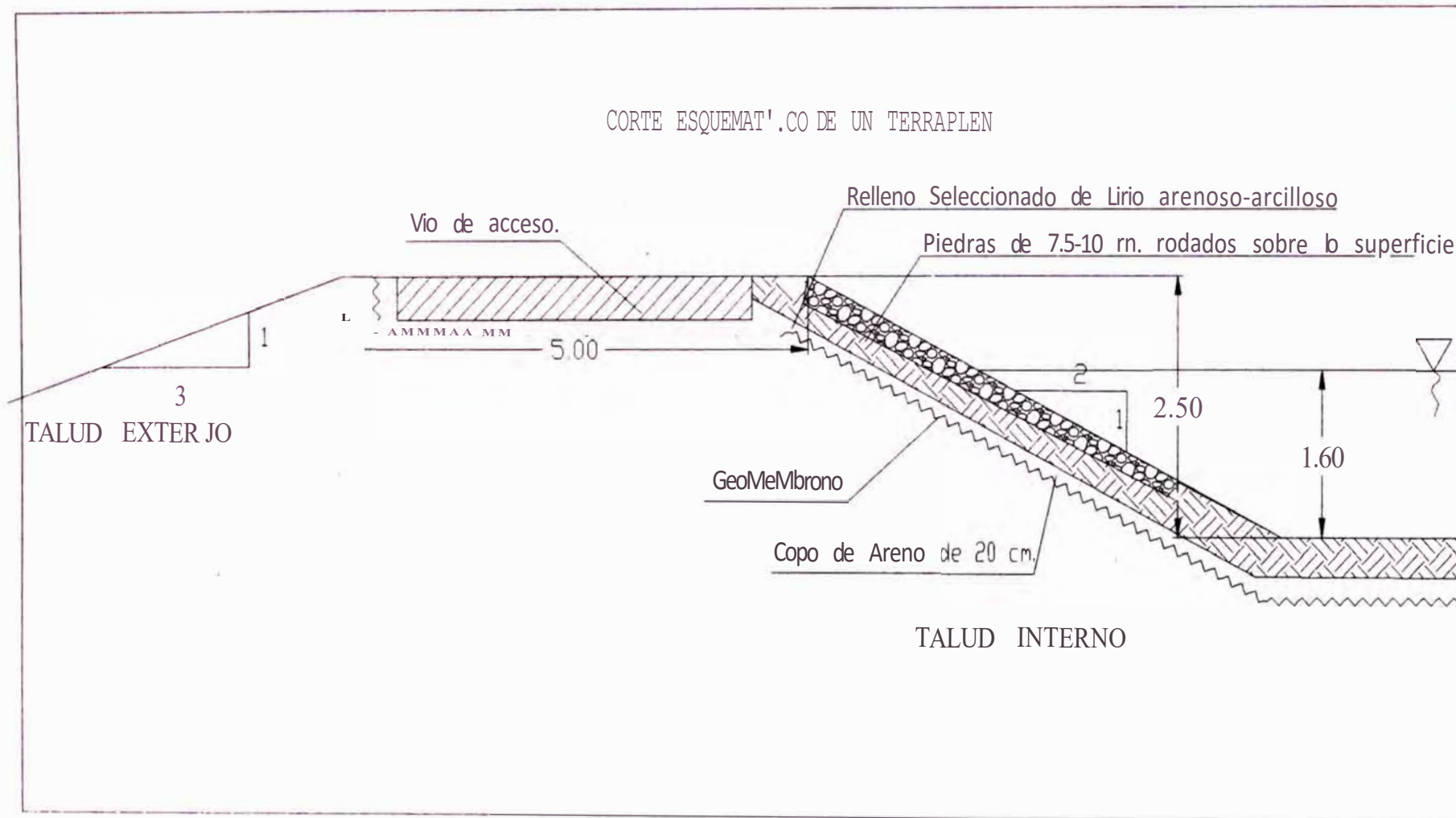


GRAFICO 7: LAGUNAS DE ESTABILIZACION, DETALLES CONSTRUCTIVOS

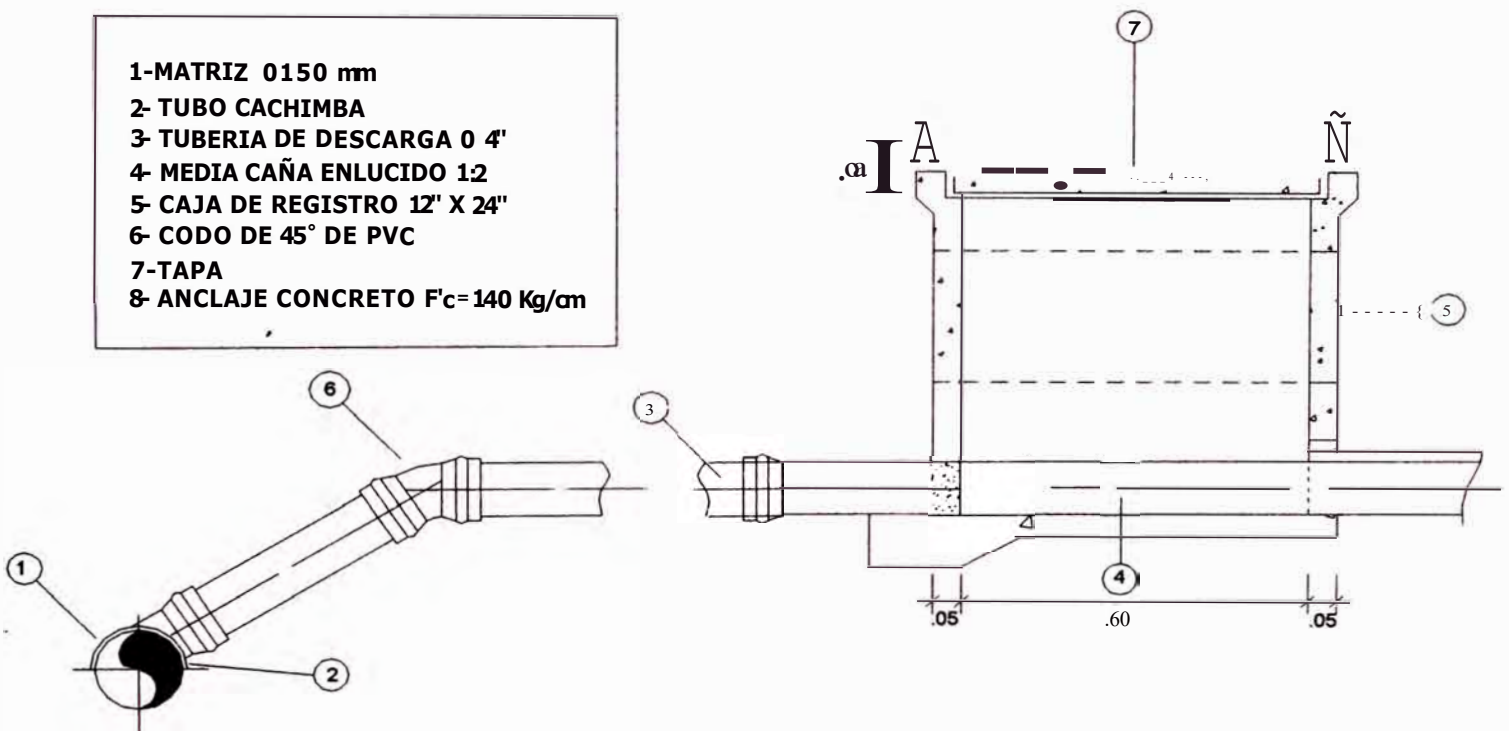


## CAPITULO 4: DISEÑO DE LOS ELEMENTOS PROPUESTOS

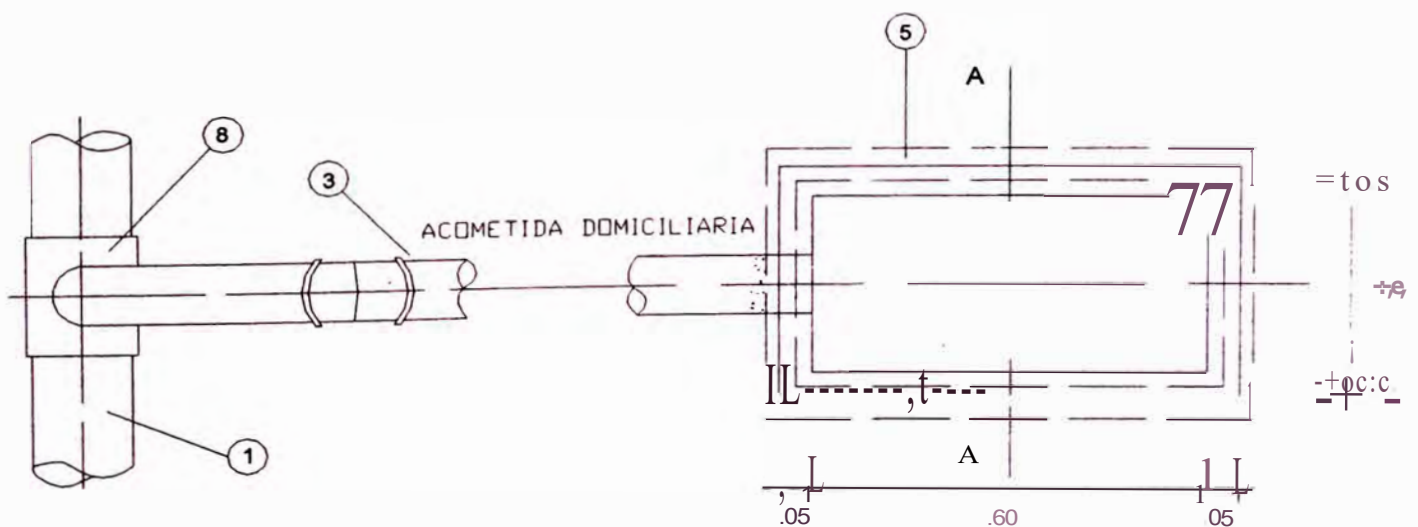
### 4.1 DETALLE DE LAS CAJAS DE REGISTRO DOMICILIARIAS.

#### Vista De Perfil

- 1-MATRIZ Ø150 mm  
 2-TUBO CACHIMBA  
 3-TUBERIA DE DESCARGA Ø 4"  
 4-MEDIA CAÑA ENLUCIDO 1/2"  
 5-CAJA DE REGISTRO 12' X 24"  
 6-CODO DE 45° DE PVC  
 7-TAPA  
 8-ANCLAJE CONCRETO  $F'c=140 \text{ Kg/cm}$

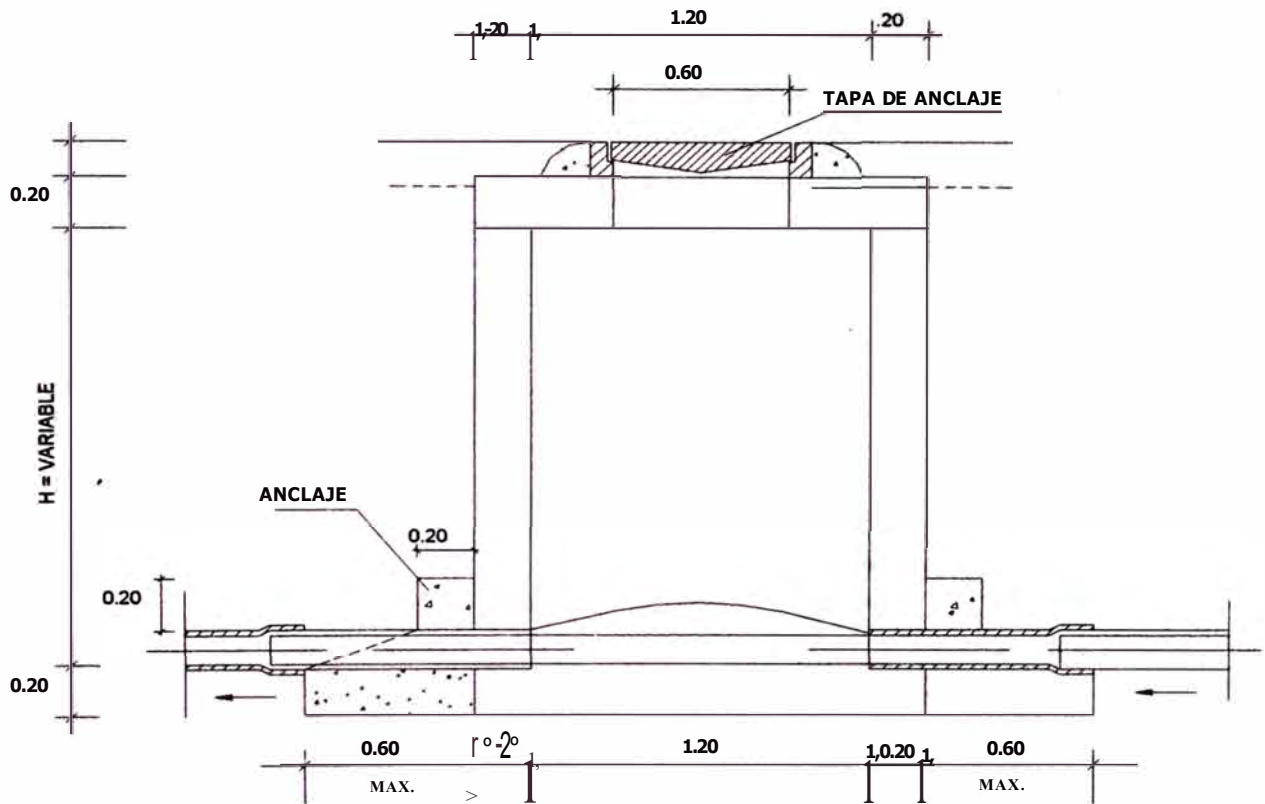


#### Vista en Planta:

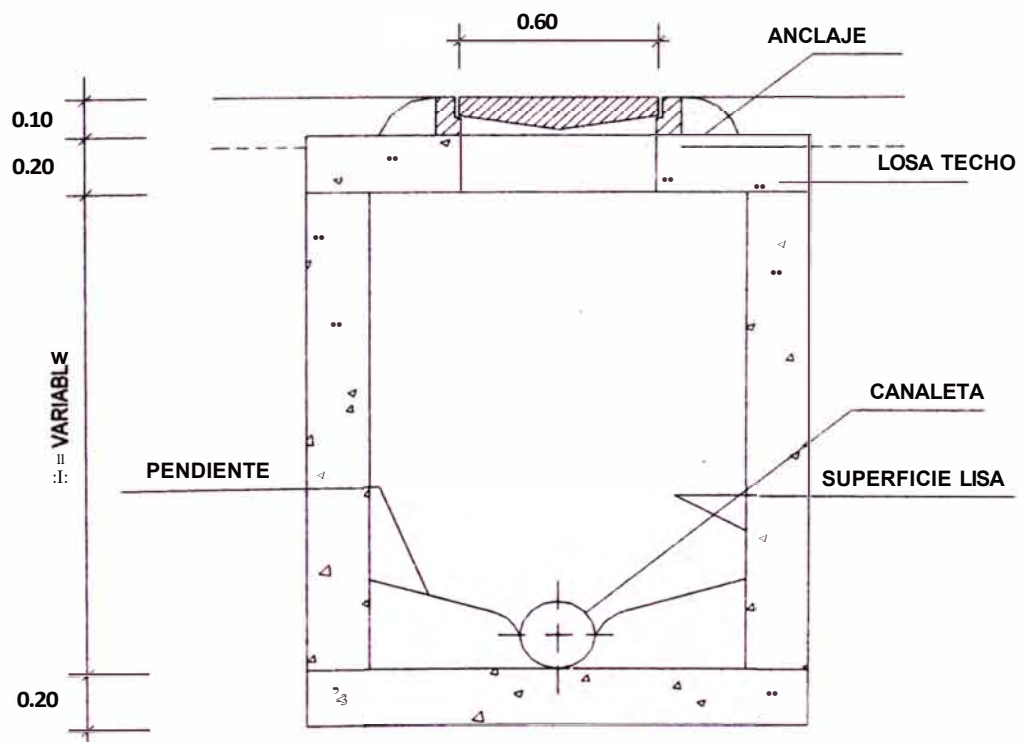


## 4.2 DETALLE DE LOS BUZONES.

### Sección Longitudinal.



### Sección Transversal.



## 4.2 DISEÑO DE LA CÁMARA DE REJAS.

### DATOS:

Poblacion:		1728hab.
Dotacion:		250lt / s
Caudal maximo horario		13lt/ s
Contribucion al desague ( 80% )		200lt / s
Caudal unitario de infiltracion		0.0005IU/s/m
Longitud total de tubería		2010m.
Caudal Total de infiltracion		1 lt / s
Caudal del afluyente	$Q =$	14lt / s 0.0140m <sup>3</sup> /seg.
Velocidad escogida	$V =$	0.4500m/seg.
Separación entre barras	$a =$	4cm.
Espesor de la barra	$t =$	1cm.
Ancho del Canal	$b =$	0.4000m.

### 1.0Eficiencia (E)

$$E = a / (a + t)$$

$$E = 0.8000$$

### 2.0Area util a travez de las barras (Au)

$$Au = Q / V$$

$$Au = 0.0311 \text{ m}^2$$

### 3.0Area aguas arriba de la reja (Aar)

$$Aar = Au / E$$

$$Aar = 0.0389 \text{ m}^2$$

### 4.0Perdida de carga en la reja (Kirchmer)



$$B = 2$$

$$hf(i) = 0.0028 \text{ m.}$$

### 5.0 Numero de barras

$$n = b/(a+t) + 1$$

$$n = 9 \quad \text{barras}$$

## 6.0 Características Hidráulicas y Geométricas

### 6.1 Ancho efectivo del canal ( C )

$$e = b - nt$$

$$C = 0.3100$$

### 6.2 Caudal de Diseño

$$Q = 0.0140$$

### 6.3 Velocidad de Diseño

$$V = 0.4500$$

### 6.4 Área Mojada

$$A = QN$$

$$A = 0.0311 \quad \text{m}^2$$

### 6.5 Tirante de Agua

$$y = NC$$

$$y = 0.1004 \quad \text{m}^2$$

### 6.6 Tirante con el 50% del Área obstruida

$$y = N(C/2)$$

$$y = 0.2008$$

### 6.7

Usando la formula de Mannig

$$V = R^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)/n}$$

Donde:

R = Radio Hidráulico

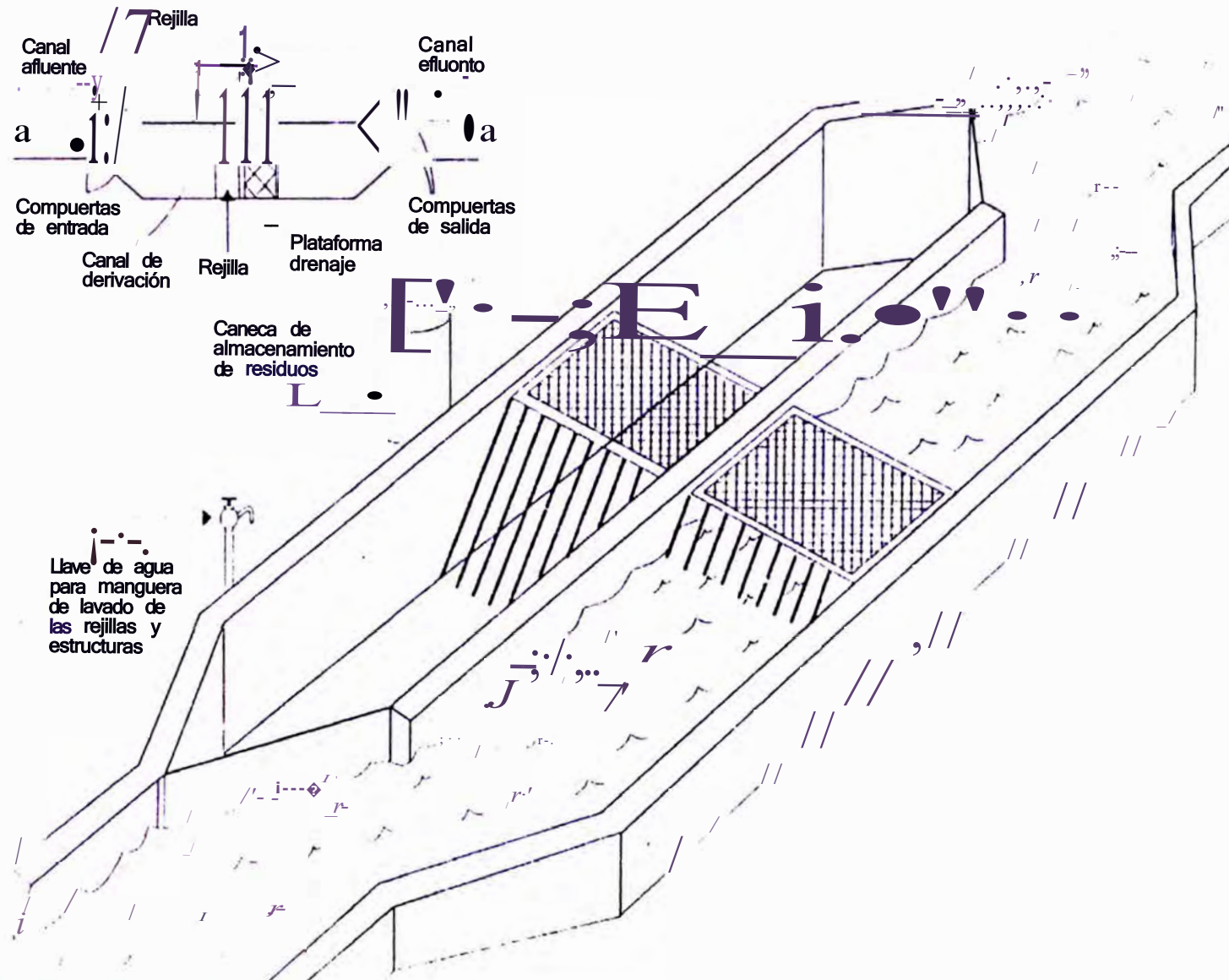
n =

para el Concreto = 0.013

Obtenemos:

$$So = 0.0380$$

GRAFICO 8: MODELO TIPICO DE UNA CAMARA DE REJAS



## 4.2 DISEÑO DEL AFORADOR PARSHALL.

Usaremos la fórmula:

$$a = 2.21 W \sqrt{Q} \quad (312)$$

En nuestro caso:

$$\begin{aligned} Q &= 0.0140 \\ Y &= 0.1004 \end{aligned}$$

Reemplazando tenemos:

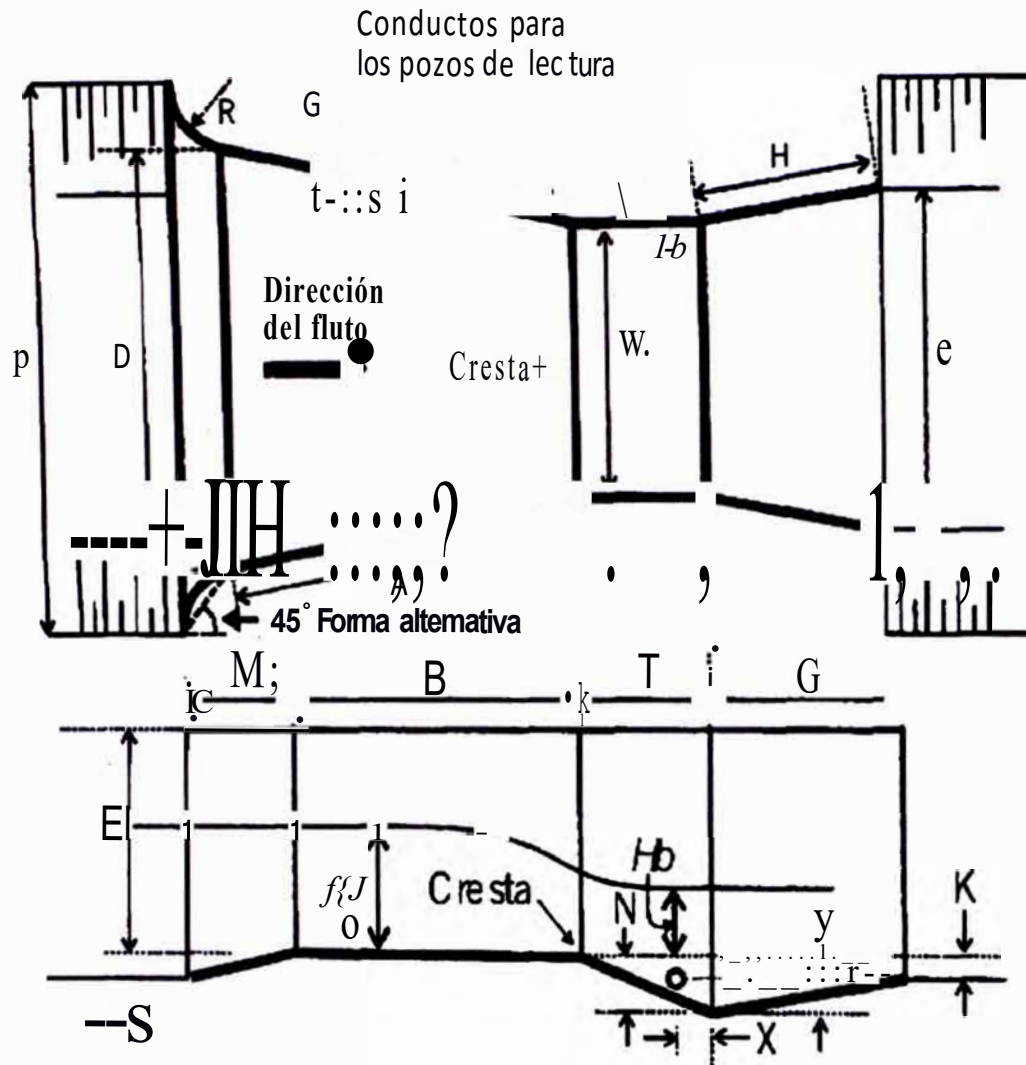
$$W = 194\text{mm.}$$

Dimensiones obtenidas por interpolación en la tabla:

<b>A</b> =	762mm.	<b>K</b> =	76mm.
<b>a</b> =	508mm.	<b>M</b> =	305mm.
<b>B</b> =	749mm.	<b>N</b> =	114mm.
<b>C</b> =	387mm.	<b>P</b> =	1000mm.
<b>D</b> =	494mm.	<b>R</b> =	406mm.
<b>E</b> =	693mm.	<b>X</b> =	51mm.
<b>T</b> =	305mm.	<b>Y</b> =	76mm.
<b>G</b> =	526mm.		

A continuación se muestra el esquema de un medidor de caudal Parshall típico.

GRAFICO 9: DETALLE TIPICO DE UN MEDIDOR DE CAUDAL PARSHALL



NOMENCLATURA

- W= AttcM de la garganta
- A= Longitud de las paredes de la sección convergente
- a=Ublcación del punto de medición Ha
- B= Longitud de la sección convergente
- C= Nta'IO de la salida
- D=Ancho de la entrada de la sección
- E=Profundidad total
- T=Longitud de la garganta
- G=Longitud de la sección divergente
- H=Longitud de las paredes de la sección divergente
- K=Diferencia de elevación entre la salida y la cresta
- M=Longitud de la transición de entrada
- N=Profundidad de la rubeta
- P=Ancho de la entrada de la transición
- R=Radio de curvatura
- X=Abscisa del punto de medición Hb
- Y=Ordenada del punto de medición

Respecto a la tabla 1, se aclara que los valores de M, P y R no se reportan en algunos casos, ya que es posible que se realice una transición entre el canal y el aforador con una pared vertical a 45° respecto del eje horizontal del aforador, tal como se observa en la figura 3.

Figura 3. Nomenclatura de las partes del aforador Parshall.

TABLA 1: MEDIDAS ESTANDAR DE LOS AFORADORES PARSHALL

W	A	a	B	e	O	E	T	G	K	M	N	p	R	X	y
Dimensiones en mm															
25.4	363.0	242.0	356.0	93.0	167.0	229.0	76.0	203.0	19.0	...	29.0	-	-	8.0	13.0
50.8	414.0	276.0	406.0	135.0	214.0	254.0	114.0	254.0	22.0	-	43.0	-	-	16.0	25.0
76,2	467.0	311.0	457.0	178.0	259.0	457.0	152.0	305.0	25.0	...	57.0	-	-	25.0	38.0
152.4	621.0	414.0	610.0	394.0	397.0	610.0	305.0	610.0	76.0	305.0	114.0	902.0	406.0	51.0	76.0
228.6	879.0	587.0	864.0	381.0	575.0	762.0	305.0	457.0	76.0	305.0	114.0	1080.0	406.0	51.0	76.0
Dimensiones en m															
0.3048	0.372	0.914	1.343	0.610	0.845	0.914	0.610	0.914	0.076	0.381	0.229	1.492	0.508	0.051	0.076
0.4572	0.448	0.965	1.419	0.762	0.026	0.914	0.610	0.914	0.076	0.381	0.229	1.676	0.508	0.051	0.076
0.6096	1.524	1.016	1.495	0.914	1.206	0.914	0.610	0.914	0.076	0.381	0.229	1.854	0.508	0.051	0.076
0.9144	1.676	1.118	1.645	1.219	1.572	0.914	0.610	0.914	0.076	0.381	0.229	2.222	0.508	0.051	0.076
1.2192	1.829	1.219	1.794	1.524	1.937	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	2.711	0.610	0.051	0.076
0.5240	1.981	1.422	1.943	2.134	2.302	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	3.080	0.610	0.051	0.076
0.8288	2.134	2.242	2.092	3.032	2.667	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	3.442	0.610	0.051	0.076
2.1336	2.286	1.524	2.391	2.438	3.397	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	3,810	0.610	0.051	0.076
2.4384	2.438	1.626	4.267	2.743	4.756	0.914	0.610	0.914	0.073	0.457	0.229	4.172	0.610	0.051	0.076
3.0480	2.743	1.829	4.877	3.658	5.607	1.219	0.914	1.829	0.152		0.343			0.305	0.229
3.6580	3.048	2.032	7.620	4.470	7.620	1.000	0.524	2.438	0.152		0.343			0.305	0.229
4.5720	3.505	2.337	7.620	5.588	9.144	1.829	1.219	3.048	0.229		0.457			0.305	0.229
6.0960	4.267	2.845	7.620	7.315	10.668	2.134	1.829	3.658	0.305		0.686			0.305	0.229
7.6200	5.029	3.353	7.925	8.941	12.313	2.134	1.829	3.962	0.305		0.686			0.305	0.229
9.1440	5.791	3.661	8.230	10.566	15.481	2.134	1.829	4.267	0.305		0.686			0.305	0.229
12.1920	7.315	4.877	8.230	13.818	18.529	2.134	1.829	4.877	0.305		0.686			0.305	0.229
15.2400	8.839	5.893		17.272		2.134	1.829	6.096	0.305		0.686			0.305	0.229

## CAPÍTULOS

### DISPOSICION FINAL DE LAS AGUAS TRATADAS.

Si bien es cierto que el sistema de tratamiento mediante lagunas es económico debido los procesos se realizan de manera natural, es necesaria una continua tarea de control y mantenimiento así como la labor de disponer de los residuos del proceso; para lo cual se necesita de un mínimo de personal y maquinaria.

Como principales subproductos del proceso tenemos:

- Los materiales sólidos atrapados en la cámara de rejillas y en los compartimientos de comunicación ínter lagunar
- Los lodos que periódicamente se acumulan en el fondo de las lagunas
- El efluente.

#### 5.1 Manejo de los residuos sólidos.

La mayoría de los residuos sólidos del desagüe son atrapados por la cámara de rejillas la cual debe ser despejada de estos residuos cada vez que el 50% del área de las rejillas se encuentre obstruida.

También han de revisarse todos los dispositivos de ingreso, salida y comunicación entre lagunas pues es frecuente que ahí queden ramas de algunos árboles y ocasionen una acumulación de residuos menores.

Se debe de realizar el corte y poda de cualquier tipo de vegetación que crezca sobre los taludes de los terraplenes. Esto se hace para evitar que la vegetación caiga en la laguna y genere micro ambientes propicios para la proliferación de mosquitos. También se debe remover cualquier material flotante o plantas macrófitas flotantes (Lemna) para maximizar la tasa de la fotosíntesis y la re-aireación superficial.

Todos estos residuos deben de ser reunidos, expuestos al sol y transportados periódicamente a rellenos sanitarios.

## 5.2 Tratamiento y disposición de los lodos.

Los lodos provienen de la materia orgánica sedimentable del afluente y se van depositando en el fondo.

Cuando el lodo alcanza una determinada altura es necesario hacer un remoción de este, labor que normalmente se realiza en un periodo que va de 5 a 10 años. Para el presente proyecto se eligió un periodo de mantenimiento de 5 años para el cual se estima que la altura de lodo habrá llegado a los 30 cm.

Con este fin se ha diseñado una laguna adicional en paralelo de manera que cuando una este en mantenimiento siempre haya 2 laguna operativas.

Desde el momento que se retira el agua hasta que el lodo este completamente seco suele transcurrir entre 8 meses y un año tiempo en el cual la laguna de estabilización ya drenada hará las veces de lecho de secado.

El material seco producto- de este proceso será retirado de la laguna y puede ser usado como abono o desechado como residuo sólido.

## 5.3 Utilización del efluente.

La primera opción de devolver el agua tratada al río no es viable por la lejanía de este al punto de descarga.

La opción de entrega al mar requiere un emisor que profundice el punto de descarga, opción que tampoco era viable para el caudal pequeño del presente proyecto.

La ley general de aguas nos da la siguiente clasificación de acuerdo al uso del agua:

Clasificación de las aguas de acuerdo a Usos	
USO I	Aguas de abastecimiento domestico con simple desinfección.
USO II	Aguas de abastecimiento domestico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración, aprobados por el ministerio de salud.
USO III	Agua para el riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
USO IV	Agua de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares)
USO V	Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos
USO VI	Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial

A su vez también nos da los valores limites de los principales parámetros biológicos del efluente.

Parámetro	Usos					
	I	II	III	IV	V	VI
Coniformes Totales (NMP/100ml)	<b>8.8</b>	20000	5000	5000	<b>1000</b>	20000
Coniformes fecales (NMP/100ml)	<b>0</b>	<b>4000</b>	1000	1000	2000	<b>4000</b>
OSO (mgn)	5	5	15	10	<b>10</b>	10
Oxigeno disuelto (mgn)	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	5	<b>4</b>

Para el presente proyecto dado lo pequeño del caudal, será usado para el riego por gravedad tanto para los árboles que se plantaran aguas abajo y alrededor de las lagunas con el fin ocultar las lagunas de la vista de la población y proveerles de un cerco natural.

A fin de alcanzar los parámetros necesarios para riego de árboles (riego restringido) fue necesario cumplir con la condición de cantidad de coliformes fecales del efluente por lo que fue necesario diseñar 2 baterías de 2 lagunas de maduración en serie cada una posteriores a las lagunas de estabilización facultativas.



## 121 Tratamiento de áreas verdes

El tratamiento de áreas verdes se basa en la habilitación de vegetación en las áreas residuales entre la infraestructura de tratamiento y la urbanización; plantando árboles que contengan la perspectiva visual desde el ingreso a la planta.

Especies de árboles de amplio follaje que controlen en lo posible la propagación de los olores que emiten las estructuras de tratamiento y/o lo disipen de alguna manera con su textura resinosa y olorosa.

Cabe anotar que estos árboles serán usados tanto en la planta de tratamiento como en el riego del parque central de la urbanización y los jardines de las bermas centrales de las avenidas.

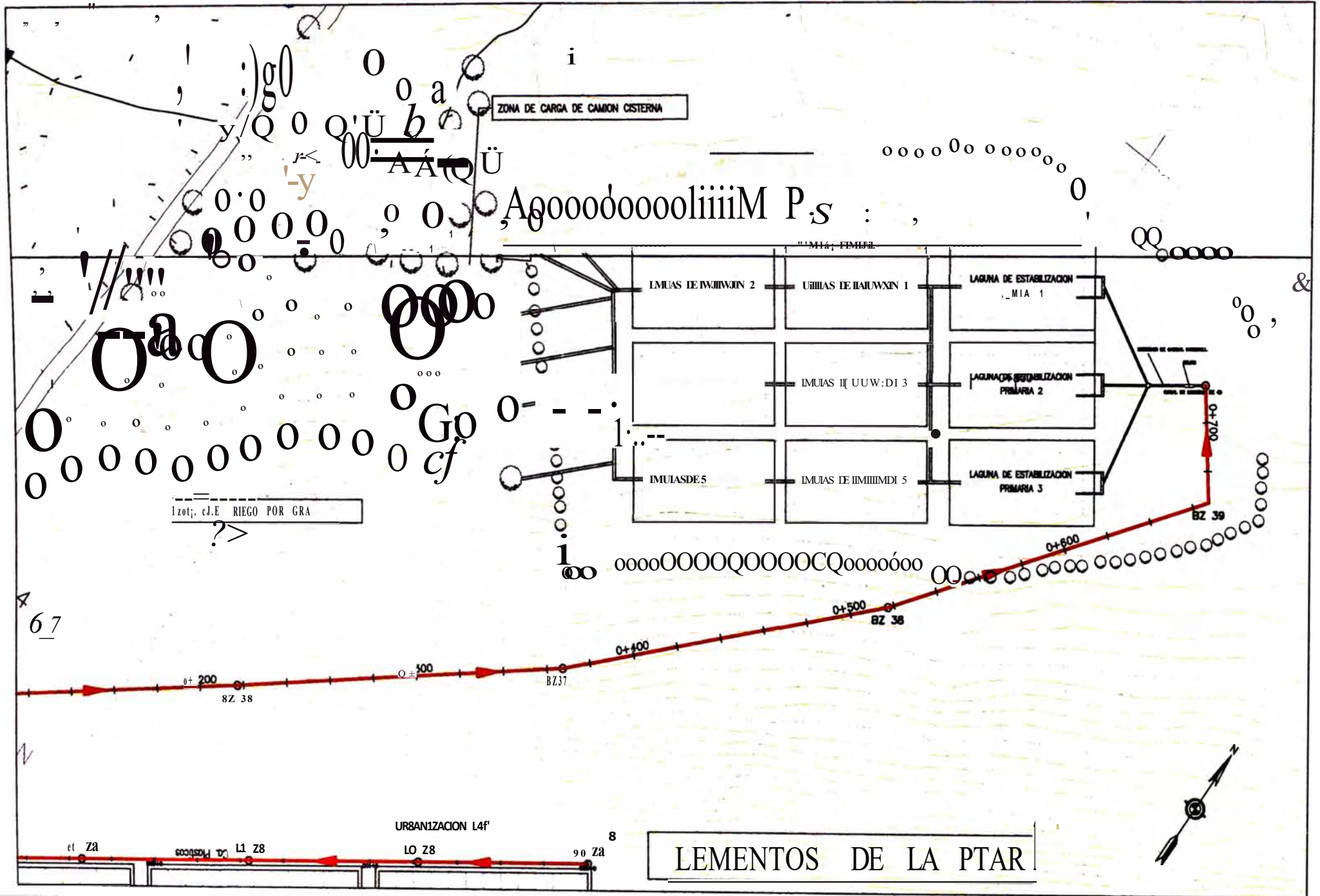
Se utilizarán especies de árboles como el Eucalipto, Ciprés y Molle.

Algunas características de los árboles planteados son las siguientes:

- El Eucalipto es de frondoso follaje, semitupido e irregular. Su tronco es tortuoso, de madera vidriosa, lisa y aromática. Sus frutos son bayas aromáticas. Se cultiva en parques como ornamental y purificador del aire. Es utilizado para formar grandes cortinas contra el viento. Es de crecimiento rápido.
- El Molle es de follaje disperso, con ramas pendulares y aromáticas. Sus hojas son perennes y resinosas. Es utilizado para el arbolado de calles y parques.
- El Ciprés es de follaje tupido con ramas levantadas en todas direcciones. Es utilizado como cerco vivo y en alineaciones de calles. Su forma piramidal lo hace muy decorativo. Su madera es olorosa y produce una resina de olor balsámico. Crece rápidamente en cualquier tipo de suelo.

Se utilizarán en la jardinería arbustos y herbáceas que crecen en la zona. Así mismo, se utilizará enredaderas de la especie Campanilla para el cerco perimétrico.

GRAFICO 10: VISTA ESQUEMATICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.



## CONCLUSIONES

- La "Urbanización " L4F" que se ha ubicado en Unipampa consiste en una unidad urbana básica y se ha diseñado buscando optimizar la cantidad de lotes b que se ha obtenido agrupando las manzanas de manera paralela y trazando calles rectas y continuas, pero también se ha complementado con la disposición de una amplia zona central adecuada para el esparcimiento y la ubicación de los servicios públicos necesarios.
- El diseño de la red de Alcantarillado debe hacerse buscando que todo el flujo se de por gravedad y que tenga las velocidades adecuadas. Estas no serán muy altas para impedir el deterioro de las tuberías por erosión, pero a su vez serán de una magnitud suficiente que evite la sedimentación y garantice mediante el flujo la autolimpieza de las tuberías. En este estudio se usaron tuberías de PVC con un rango de velocidades entre 0.6 *mis* y 3.0 *mis*.
- Además de esto deben de verificarse los parámetros hidráulicos en la interconexión entre los tramos (buzones), para así evitar efectos indeseables como saltos hidráulicos, curvas de remanso dentro del buzón, etc. También debe verificarse el funcionamiento del esquema en caso de caudales menores a los de diseño dado que la magnitud de los caudales de desagüe es ampliamente variable
- Es necesario aplicar factores de seguridad a la hora de evaluar la capacidad a la que irán las tuberías de desagüe en su funcionamiento, normalmente no es el exceso en el caudal sino la introducción incidental de residuos sólidos los que ocasionan el atoro en las tuberías.
- Cuando el diseño arroja pendientes muy pequeñas se debe considerar que será difícil controlarlas de manera precisa durante su construcción, por lo que debe aumentarse el diámetro de la tubería para garantizar que aun en casos de tramos horizontales el flujo se dé sin contratiempos.
- Los sistemas de tratamiento de las aguas residuales mediante lagunas de estabilización facultativas son los más adecuados para zonas de poca población, que cuenten con el espacio necesario y cuyos climas sean calidos.

- Para diseñar y ubicar las lagunas además de los parámetros hidráulicos y biológicos debe tomarse en cuenta la dirección del viento y chequear que no vaya hacia la población, pues podrían causar grandes molestias si la laguna por razones climáticas dejase de funcionar de manera adecuada.
- Para el funcionamiento integral de las lagunas es necesario diseñar elementos auxiliares como la cámara de rejillas, el aforador, los canales de interconexión con sus compuertas, etc. Por lo que se necesitara como mínimo un operador que controle el adecuado funcionamiento de estos y a su vez monitoree con apoyo de un laboratorio las características biológicas de manera periódica.
- Debido a la naturaleza misma de las lagunas es necesario proveerles de un cerco natural que tenga la posibilidad de absorber olores y de alguna manera camufle la planta de tratamiento de la vista de la zona de la población; además debe de tener un sistema de control de mosquitos y roedores.
- En toda estructura civil que forme parte de un proceso, es necesario que cuente con labores periódicas de control y mantenimiento a fin de evaluar su desempeño y a su vez evitar que el proceso pierda calidad o baje su rendimiento.

## RECOMENDACIONES

- Cuando se planifica la captación de agua de un río, y dado que la envergadura de este tipo de obras exige una determinada magnitud mínima en el caudal de captación, que en este caso resulta excesiva para una población pequeña como la del presente informe, es recomendable realizar un bosquejo sobre el uso del agua captada y no utilizada en la población; mas aún en una zona como Pampa Clarita donde el recurso hídrico haría propicio el inicio de proyectos agrícolas, de recreación, ganaderos, etc.
- En virtud a lo anterior este informe puede ser complementado con otros estudios como por ejemplo: proyecto de cultivo de productos agrícolas en Pampa Clarita, proyecto de un campo de recreación y esparcimiento, otros proyectos urbanos, de manera que de darse la posibilidad de desarrollo de esta zona de la costa del Perú el proyectista tenga a la mano diversos estudios específicos con la realidad encontrada en esta.
- Para el desarrollo y trazo de las urbanizaciones al momento de realizar el trazado de las calles, también debe de tenerse en mente la manera como se hará el drenaje de sus aguas residuales. Y de ser posible realizar las variaciones necesarias para garantizar que a futuro todos los colectores de desagües trabajen por gravedad.
- Toda la prevención y los factores de seguridad no nos serian muy útiles si la población no sabe hacer uso de su sistema de alcantarillado, por lo tanto es recomendable que una obra de saneamiento vaya acompañada de charlas de inducción al uso correcto de sus instalaciones domiciliarias y publicas.
- En la planificación de una urbanización el trazado de la línea de desagüe debe de realizarse tomando en cuenta los derechos de servidumbre para los otros servicios, especialmente en las intersecciones de calles o avenidas principales para que posteriormente no surjan conflictos al momento de ejecutarse los otros servicios.
- En el caso de estructuras como la planta de tratamiento seria recomendable hacer un ensayo de diseño para caudales mas exigentes, tal vez tomados de la proyección del crecimiento de mas urbanizaciones similares a la de nuestro modelo.

- En el manejo del efluente, este no necesariamente debe de ser devuelto a una fuente de agua, si no mas bien, si reúne las características biológicas mínimas recomendadas, ser usado para riego agrícola, zonas de esparcimiento, crianza de peces, etc.
- Por lo anterior, este informe puede ser complementado con estudios de sobre la calidad del efluente y la manera de mejorarlo de modo que resulte factible su uso en la agricultura, piscigranjas, etc.

## BIBLIOGRAFIA

### Libros:

- Arias GoveaJ Eduardo, "Alcantarillado y drenaje pluvial", 1995
- Aries Ingeniería E.I.R.L., "Informe final del estudio definitivo - Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Alcantarillado y Disposición Final de los Desagües en el Distrito de Cieneguilla.", 2004.
- ,Arocha Ravelo Simón. "Abastecimientos de Agua", 1980.
- Crites Ron y Thhobamoglous, "Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones", 2000.
- Gobierno Regional de Lima, " Construcción de los Sistemas de íratamiento de Aguas Residuales de los Distritos de San Luis y C.P.M. Santa Bárbara - Expediente Técnico Definitivo", 2002.
- Lopez Cualla R, "Diseño de Acueductos y Alcantarillado",
- Netcalf y Hedí Inc., "Ingeniería de Aguas Residuales", 1995.
- Romero Rojas/Jairo Alberto, "Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización", 2000.
- Vierendel, "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado",2005.

### Reglamentos:

- CAPECO, "Reglamento Nacional de Edificaciones",
- Ministerio de Vivienda y Construcción, "Norma de Saneamiento S.090", 1997.
- Ministerio de Salud, "Abastecimiento de agua para poblaciones rurales y urbano marginales"
- SEDAPAL, "Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima Metropolitana y Callao", 2004.

## Tesis:

- Alcántara Montoya, Esteban Benedicto, "Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado del Asentamiento Humano Villa Mercedes del Distrito de Chorrillos", 1992
- Gonzáles Medina, Luis Alejandro, "Alternativas Actuales en el Desarrollo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales", 2005.
- Paredes Rosadio, Víctor Domenico, "Metodología para el diseño típico de una planta de tratamiento de aguas servidas para pequeñas ciudades - ejemplo el caso de la ciudad de Huarí - Ancash.", 2005.



# ***ANEXOS***

# **ANEXO 1**

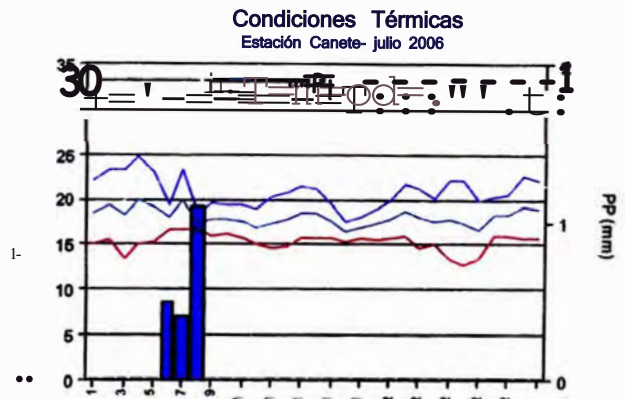
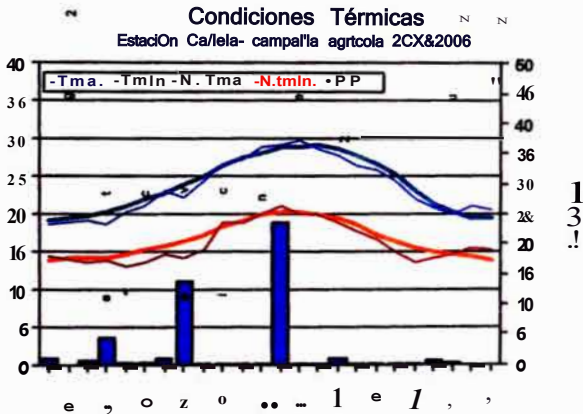
## INFORME DEL SENAMHI SOBRE LA TEMPERATURA AMBIENTAL PARA EL AÑO 2006

## SEGUIMIENTO DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLOGICAS DEL VALLE DE CAÑETE

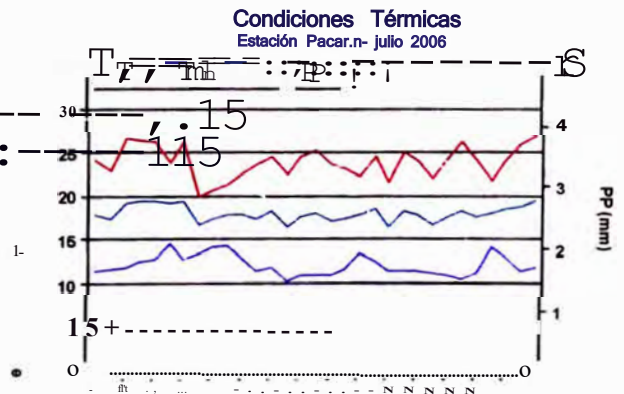
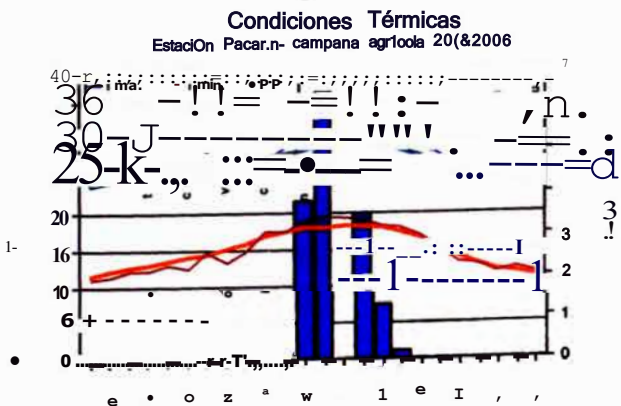
<b>Volumen03</b>	<b>N ° 14</b>	<b>16 al 31 de Julio de 2006</b>
------------------	---------------	----------------------------------

### Resumen Agrometeorológico del 16 al 31 de julio de 2006

En la provincia de Cañete durante la campaña agrícola 2005/2006 se ha sembrado 14 143 hectáreas hasta el mes de mayo, superé;ndo en 1,8 % a las siembras programadas (13 745 ha); destacando la siembra del algodónero con 4 416 ha, maíz con 3 276 ha y camote con 1 647 ha.



Las condiciones agrometeorológicas en el valle de Cañete se caracterizaron por presentar tiempo con las mismas características de la quincena anterior, es decir mayormente con tiempo húmedo y cielo nublado, sin embargo en algunos días hizo su aparición el brillo solar, inusual para la época, acumulando en la quincena 27,6 horas. Las temperaturas tanto máximas como mínimas tuvieron el mismo comportamiento de la quincena anterior, pero ligeramente sobre sus normales climáticas en 0,9 y 1,2° C, respectivamente. Los valores diarios de las máximas oscilaron entre 17,6 y 22,6° C, con una media para la quincena de 20,5° C, mientras que las mínimas diarias oscilaron entre 12,8 y 16,0° C, con una media para la quincena de 15,2° C. Estas condiciones favorecieron a los cultivos en general, principalmente a las hortalizas (colantao, espárrago etc), maíz amarillo duro y choclero, así como al cultivo de papa; sin embargo también podrían favorecer el incremento de las poblaciones de las moscas minadoras (*Liriomyza huldobresis* y *L. quadrata*), una plaga muy importante en el cultivo de papa y hortalizas. Por otra parte las temperaturas mínimas altas registradas en algunos días mayores a 14,5° C, afectaron el normal proceso de dormancia de los frutales caducifolias (vid, ciruelos, higuera etc). los que podrían provocar la prematura reactivación vegetativa de estos frutales.



Durante la quincena en la zona de Pacarán, las condiciones agrometeorológicas, se caracterizaron por presentar un comportamiento similar a la quincena anterior, es decir con tiempo ligeramente cálido, alta radiación durante el día, mientras las noches y primeras horas de la mañana con cobertura nubosa. Las temperaturas máximas se caracterizaron por presentarse muy similares a la quincena anterior y dentro de sus normales climáticas, mientras las mínimas experimentaron un ligero descenso respecto a la quincena anterior, pero estuvieron ligeramente sobre sus normales en 0,6° C. Las temperaturas máximas diarias oscilaron entre 21,5 a 26,8° C y una media para la quincena de 24,0° C, mientras las temperaturas mínimas diarias oscilaron entre 10,6° C a 14,2° C y una media para la quincena de 11,8° C. Estas condiciones vienen favoreciendo al proceso de dormancia de los frutales caducifolios como la vid, ciruelo, manzano, etc; por otra parte estas condiciones favorecieron a las hortalizas, leguminosas y al cultivo de maíz que se hallan en diferentes fases fenológicas desde crecimiento vegetativo hasta maduración; sin embargo estas condiciones vienen favoreciendo también la incidencia de plagas en el maíz, como el cogollero (podoptera frugiperda), afectando a las plantas en las fases fenológicas de crecimiento vegetativo.

Estación Aoromet.	Quincen.	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmed (°C)	HRmed (%)	H.sol (horu)	Lluvia (mm)	ETo (mm)	III
Cañete	1	21,2	15,5	18,4	81,4	24,7	2,0	30,0	0,1
	2	20,5	15,2	17,9	-	27,6	0,0	31,5	0,0
Pacarán	1	23,7	12,5	18,1	-	-	0,0	45,5	0,0
	2	24,0	11,8	17,9	-	-	0,0	52,0	0,0

### Perspectivas aaroclimáticas para el 01 al 15 de agosto de 2006

Zona de Cañete: Las condiciones agrometeorológicas se caracterizarán por presentar tiempo húmedo, con cobertura nubosa y escasa radiación solar. Las temperaturas tanto máximas como mínimas se presentarán alrededor de sus normales climáticas, con máximas medias entre 19,0 y 21,5° C y mínimas entre 14,0 y 15,0° C. Estas condiciones favorecerán a la agricultura en general, especialmente a los frutales caducifolios (vid, ciruelos etc.) en su fase de dormancia, hortalizas y cultivo de papa; sin embargo también a la incidencia de plagas, principalmente del tipo de minadores de hoja en los cultivos de papa y hortalizas.

zona de Pacarán: Las condiciones agrometeorológicas se caracterizarán por presentar tiempo cálido. Las temperaturas máximas y mínimas se presentarán alrededor de sus normales, con máximas medias entre 23,5 y 24,0° C las máximas, y entre 11,0 y 12,5° C las mínimas. Estas condiciones serán favorables para el crecimiento vegetativo del maíz, tuberosas y hortalizas, como también al proceso de dormancia de los frutales caducifolios.

<b>Dirección General de Agrometeorología</b>	Sede: Jr. Cahuide 785, 3er piso. Lima 11 Teléfono: 6141413
Responsable: Ing. Víctor Rosas Paya Aoovo :Ing. Karim Quevedo Cama	E-mail : <a href="mailto:d2a,senamhi,2ob.ue">d2a,senamhi,2ob.ue</a> Pág. Web: <a href="http://www.se11amhi.eob.oe">www.se11amhi.eob.oe</a>

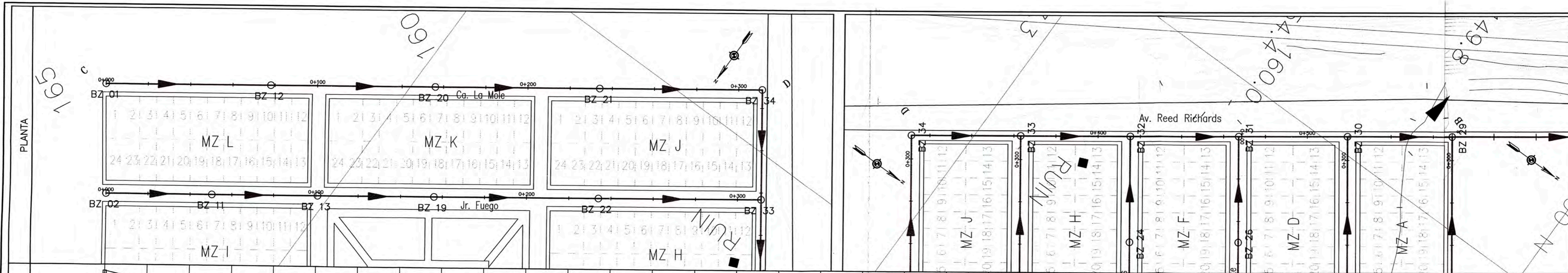
## **ANEXO 2**

**EVALUACION FISICO - QUIMICA DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES" HUASCAR"  
MEDIANTE LAGUNAS AIREADAS  
(AÑO 2005 -2006)**

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DE LA PTAR				
HUASCAR 2005 • 2006				
MES	CAUDAL TRATAMIENTO Q(Us)	DBO5(mg/L)	SST (mg/L)	CTT (NMP/100ml)
		EP-OBO	EP-SS	EP-CTT
E-05	68	426	360	2.4E+08
F	66	458	389	1.7E+08
M	69	648	743	5.0E+08
A	75	546	398	1.3E+08
M	75	557	385	1.7E+09
J	77	493	362	2.3E+07
J	70	478	380	8.0E+07
A	73	445	372	3.0E+07
S	78	541	550	2.4E+08
O	77	565	494	3.0E+07
N	77	510	477	
D	79	490	396	2.4E+08
E-06	78	<b>464</b>	433	3.0E+08
F	76	580	486	3.0E+08
M	73	368	255	3.0E+08
A	81	606	385	1.7E+08
M	75	607	605	1.1E+08
J	79	517	507	7.0E+07
J	75	646	592	2.4E+08
A	69	632	555	8.0E+07
S	68	618	608	1.3E+08
O	67	526	540	1.3E+08
<b>MAXIMO</b>	81	648	743	1.7E+09
<b>MINIMO</b>	66	368	255	2.3E+07

## **ANEXO 3**

**PLANOS DE PLANTA Y PERFIL DEL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO PROPUESTO PARA LA URBANIZACION  
"L4F" EN UNIPAMPA.**



N° BUZON	01	12	20	21	34	33	32	31	30	29					
DIAMETRO-MATERIAL	ø8" - PVC		ø8" - PVC		ø8" - PVC		ø8" - PVC		ø8" - PVC						
PENDIENTE	25.6		18.3		18.5		8.1		7.3						
DISTANCIA PARCIAL	78.0		78.0		77.20		52.0		50.0						
PROGRESIVA	+000	0+040	0+080	0+120	0+160	0+200	0+240	0+280	0+320	0+360	0+400	0+440	0+480	0+520	0+560

**LEYENDA**

- NIVEL DEL TERRENO NATURAL ———
- NIVEL DE LA RASANTE DE LA VIA ———
- TUBERIA DE LA RED DE DESAGUE ———

**PROYECTO DE SANEAMIENTO "UNIPAMPA"**  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA-CURSO DE TITULACION

**DESARROLLO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PARA LA URBANIZACION "LOS 4 FANTASTICOS"**

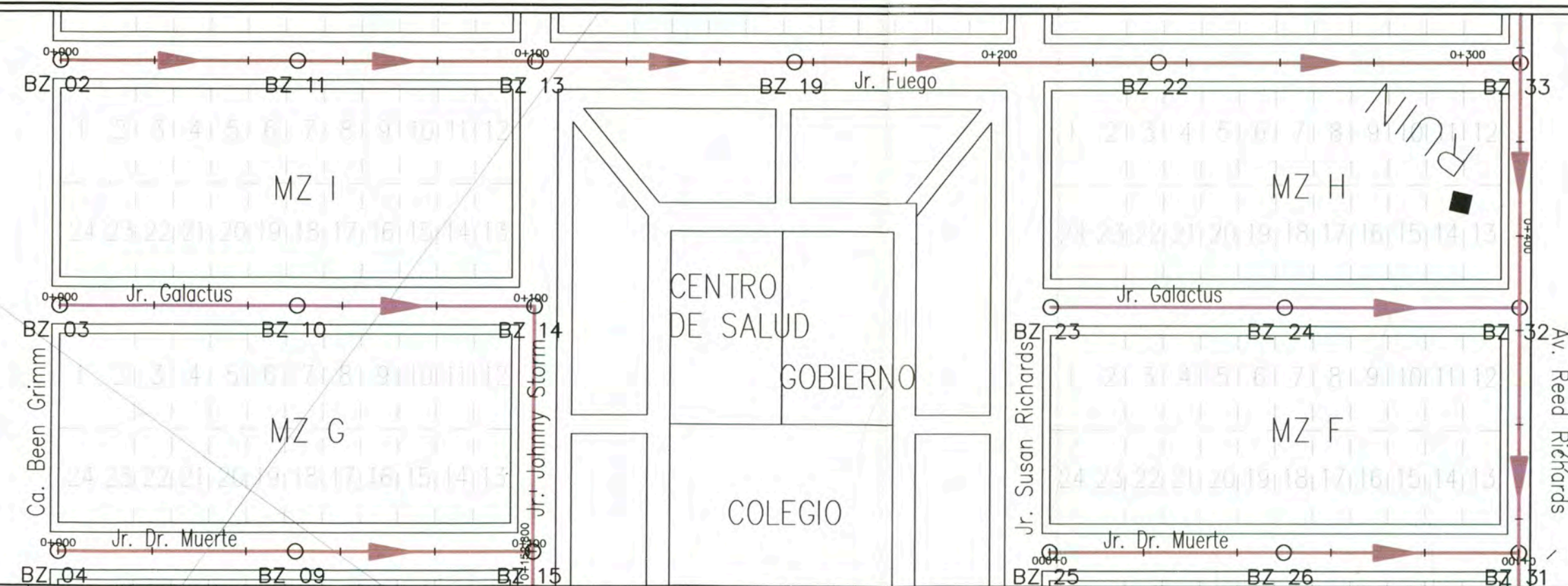
CONTRATISTA: **L4 F** TITULO: **PLANO DE PLANTA Y PERFIL COLECTOR 1** CODIGO: **AL-C1**

ESCALA PLANTA: 1:750 ESCALA PERFIL: H: 1:1000 V: 1:100 FECHA: 09/02/07



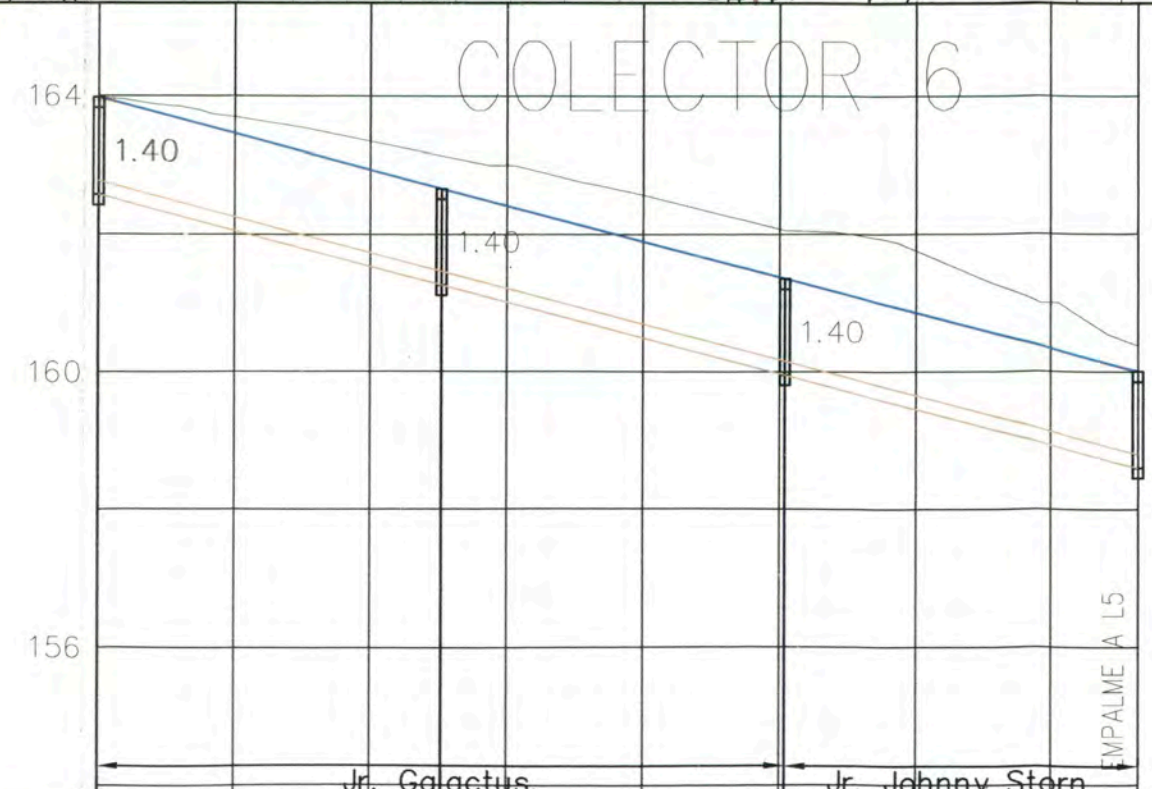
PLANTA

PERFIL



**LEYENDA**

- NIVEL DEL TERRENO NATURAL
- NIVEL DE LA RASANTE DE LA VIA
- TUBERIA DE LA RED DE DESAGUE



N° BUZON	02	11	13	19	22	33
DIAMETRO-MATERIAL	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC
PENDIENTE	23.6	23.6	23.6	23.6	25.5	
DISTANCIA PARCIAL	50.4	50.4	55.2	78	77.2	
PROGRESIVA	0+000	0+040	0+080	0+120	0+160	0+200

N° BUZON	03	10	14	15
DIAMETRO-MATERIAL	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC	
PENDIENTE	26.2	26.0	26.0	
DISTANCIA PARCIAL	50.4	50.4	52	
PROGRESIVA	0+000	0+040	0+080	0+120

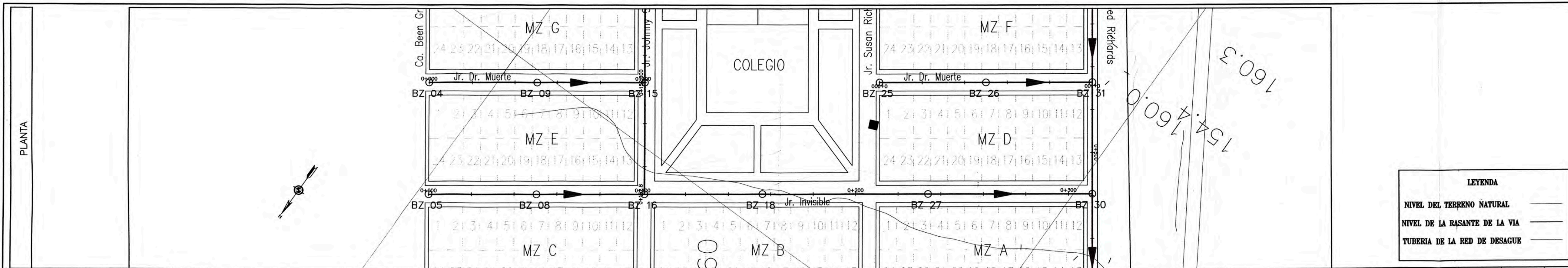
N° BUZON	23	24	32
DIAMETRO-MATERIAL	ø8" - PVC	ø8" - PVC	
PENDIENTE	21.4	35.6	
DISTANCIA PARCIAL	50.0	50.0	
PROGRESIVA	0+000	0+040	0+080

**PROYECTO DE SANEAMIENTO "UNIPAMPA"**  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA-CURSO DE TITULACION

**DESARROLLO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PARA LA URBANIZACION "LOS 4 FANTASTICOS"**

CONTRATISTA: **L4 F** TITULO: **PLANO DE PLANTA Y PERFIL COLECTORES 02, 06, 07** CODIGO: **AL-C2.C6.C7**

ESCALA PLANTA: 1:750 ESCALA PERFIL: H: 1:1000 V: 1:100 FECHA: 09/02/07

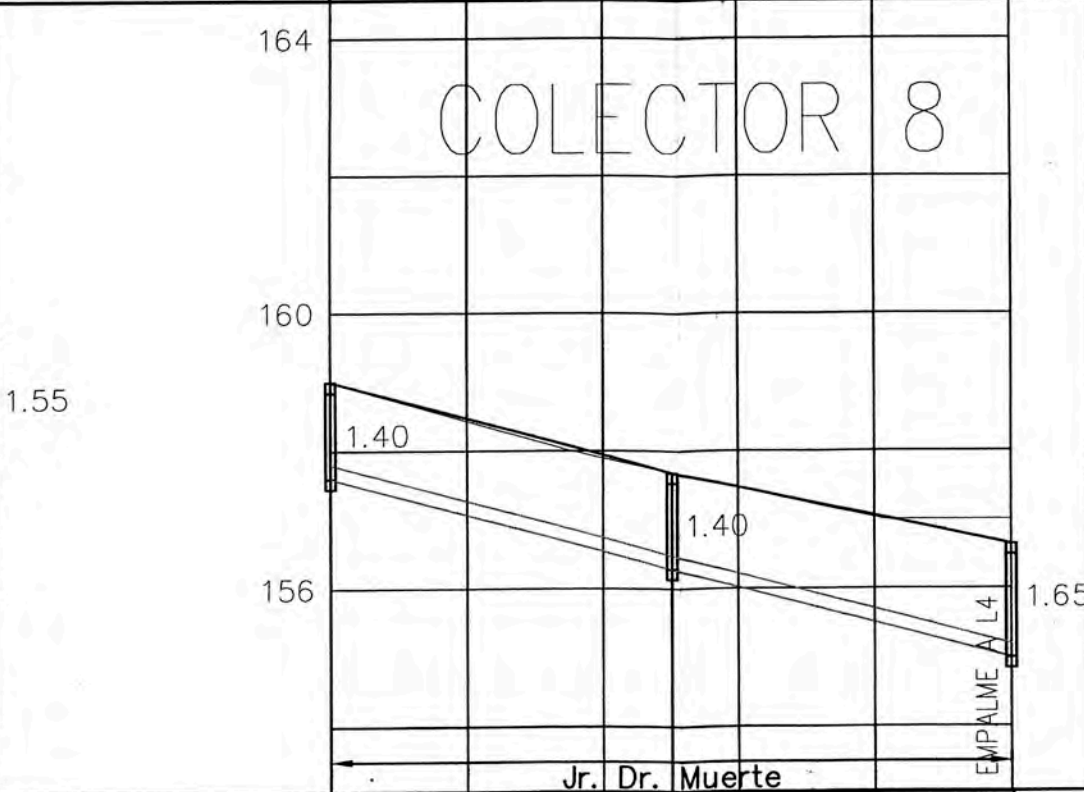
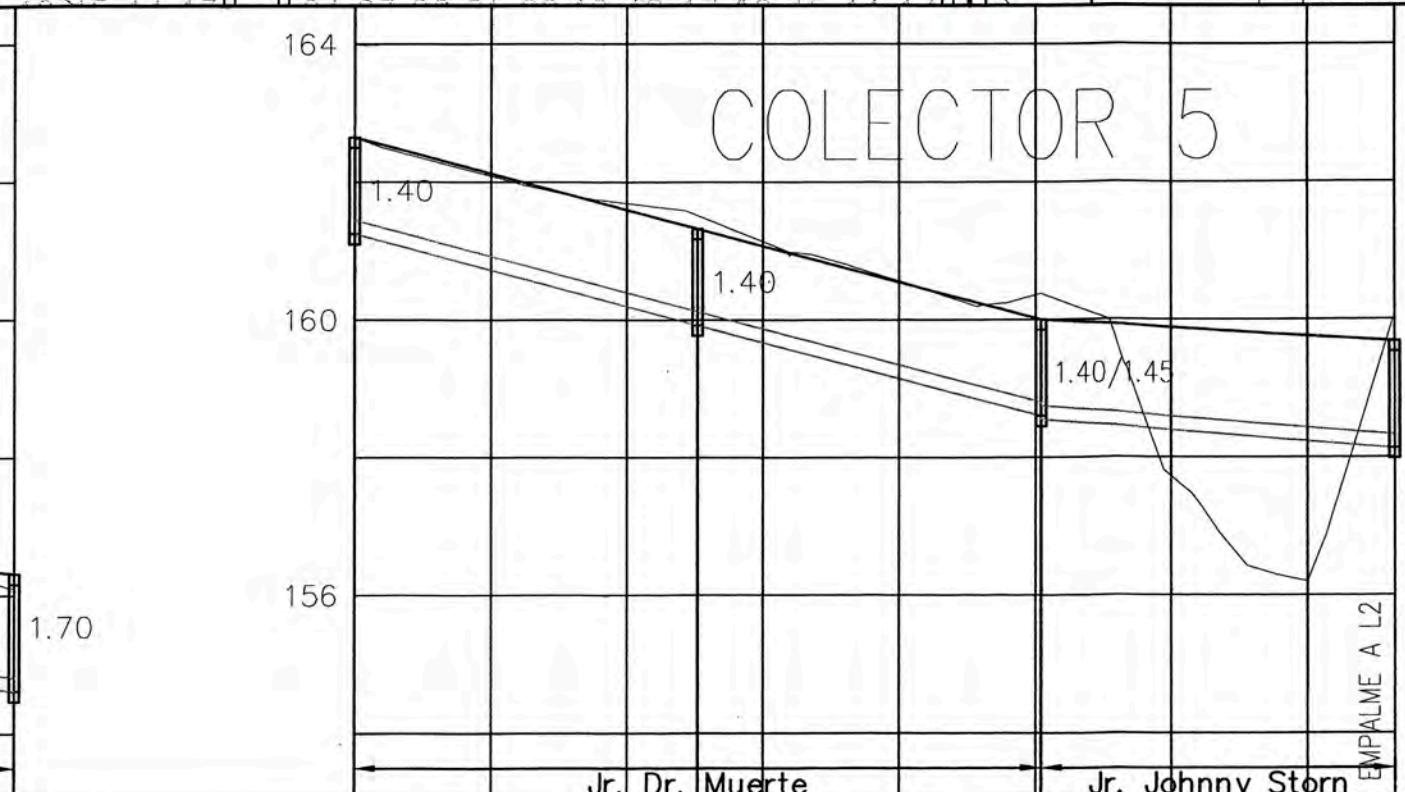
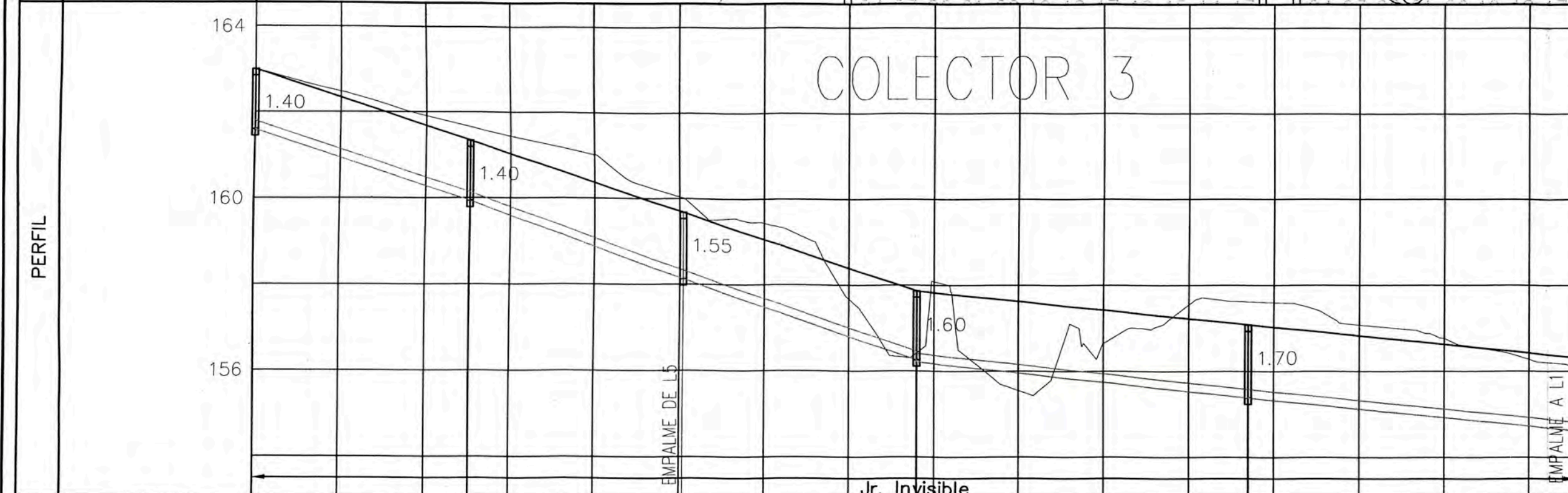


**LEYENDA**

NIVEL DEL TERRENO NATURAL ———

NIVEL DE LA RASANTE DE LA VIA ———

TUBERIA DE LA RED DE DESAGUE ———



N° BUZON	05	08	16	18	27	30
DIAMETRO-MATERIAL	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC
PENDIENTE	32.7	35.9	33.7	10.6	10.1	
DISTANCIA PARCIAL	50.4	50.4	55.2	78.0	77.2	
PROGRESIVA	0+000	0+040	0+080	0+120	0+160	0+200

N° BUZON	04	09	15	16
DIAMETRO-MATERIAL	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC
PENDIENTE	26.2	26.0	26.0	
DISTANCIA PARCIAL	50.4	50.4	52.0	
PROGRESIVA	0+000	0+040	0+080	0+120

N° BUZON	25	26	31
DIAMETRO-MATERIAL	ø8" - PVC	ø8" - PVC	ø8" - PVC
PENDIENTE	26.4	25.8	
DISTANCIA PARCIAL	50.0	50.0	
PROGRESIVA	0+000	0+040	0+080

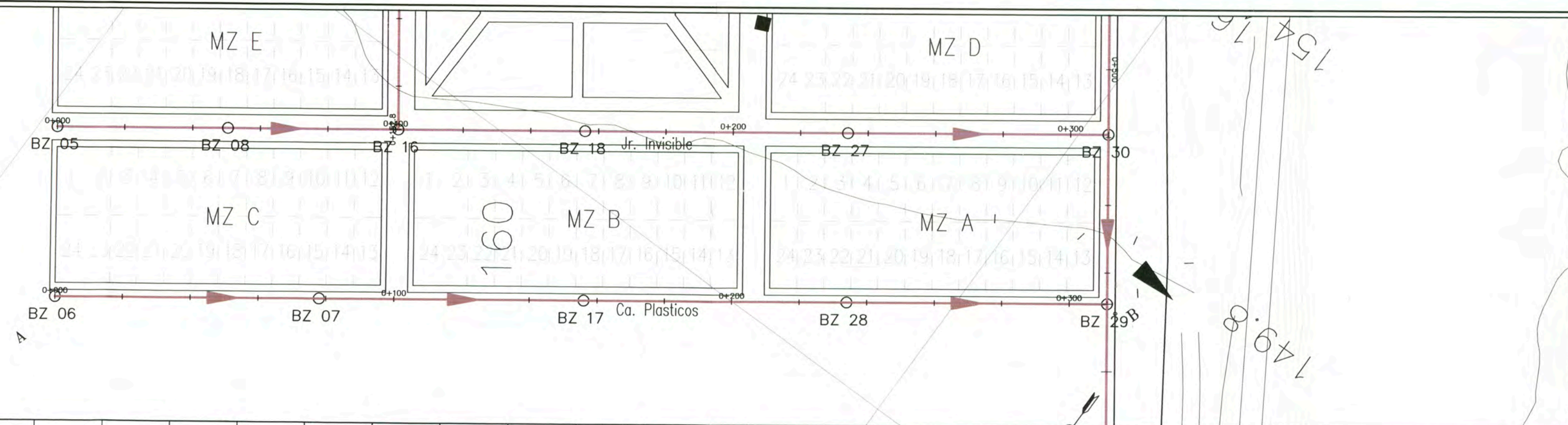
**PROYECTO DE SANEAMIENTO "UNIPAMPA"**  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA-CURSO DE TITULACION

CAPITULO: **DESARROLLO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PARA LA URBANIZACION "LOS 4 FANTASTICOS"**

CONTRATISTA: **L4 F** TITULO: **PLANO DE PLANTA Y PERFIL COLECTORES 03, 05, 08** CODIGO: **AL-**

ESCALA PLANTA: 1:750 ESCALA PERFIL: H: 1:100 V: 1:100 FECHA: 09/02/07 C3.C5.C8

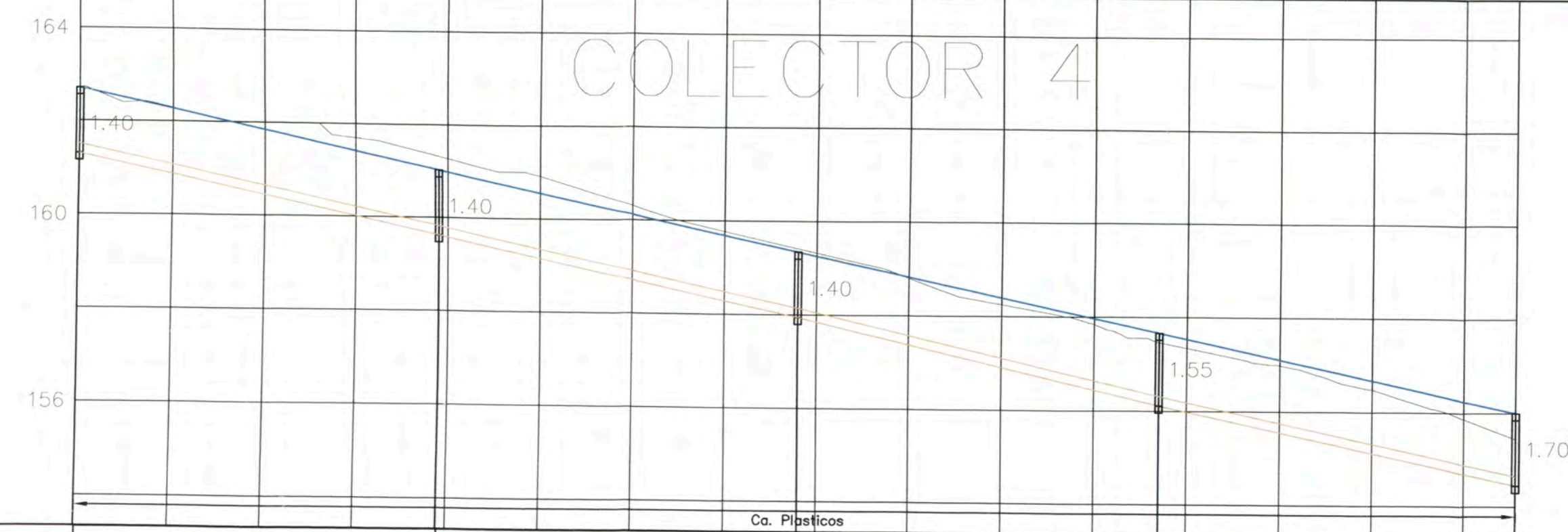
PLANTA



**LEYENDA**

- NIVEL DEL TERRENO NATURAL —
- NIVEL DE LA RASANTE DE LA VIA —
- TUBERIA DE LA RED DE DESAGUE —

PERFIL



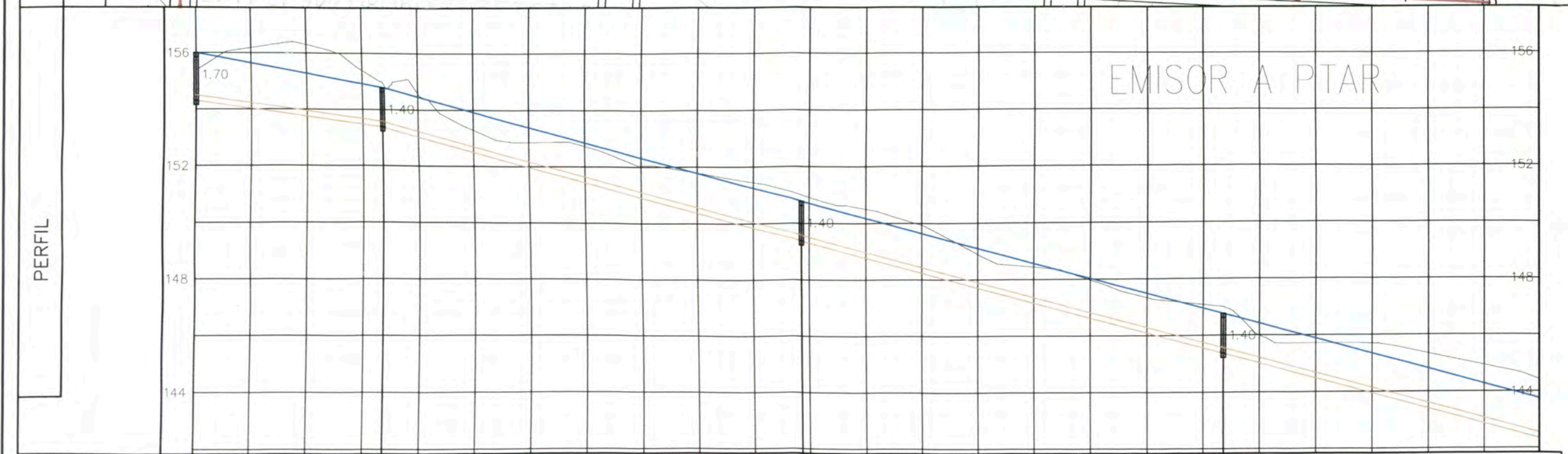
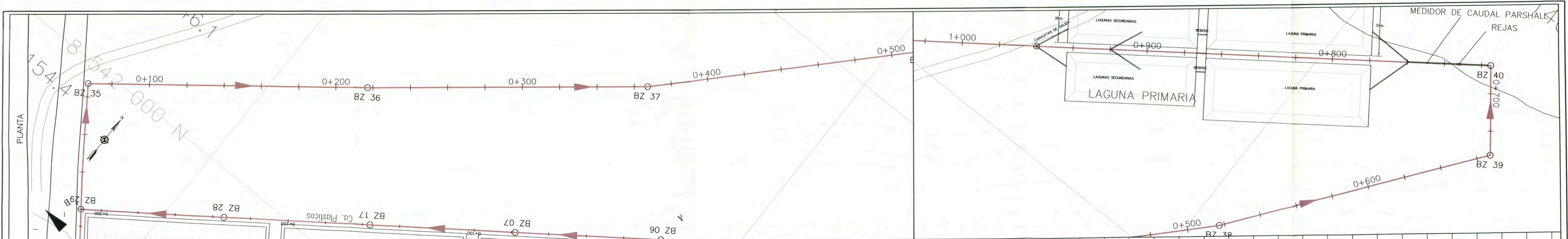
N° BUZON	06		07		17		28		29
DIAMETRO-MATERIAL	ø8" - PVC		ø8" - PVC		ø8" - PVC		ø8" - PVC		
PENDIENTE	21.5		21.5		23.6		23.4		
DISTANCIA PARCIAL	78.0		78.0		78.0		77.2		
PROGRESIVA	0+000	0+040	0+080	0+120	0+160	0+200	0+240	0+280	

**PROYECTO DE SANEAMIENTO "UNIPAMPA"**  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA-CURSO DE TITULACION

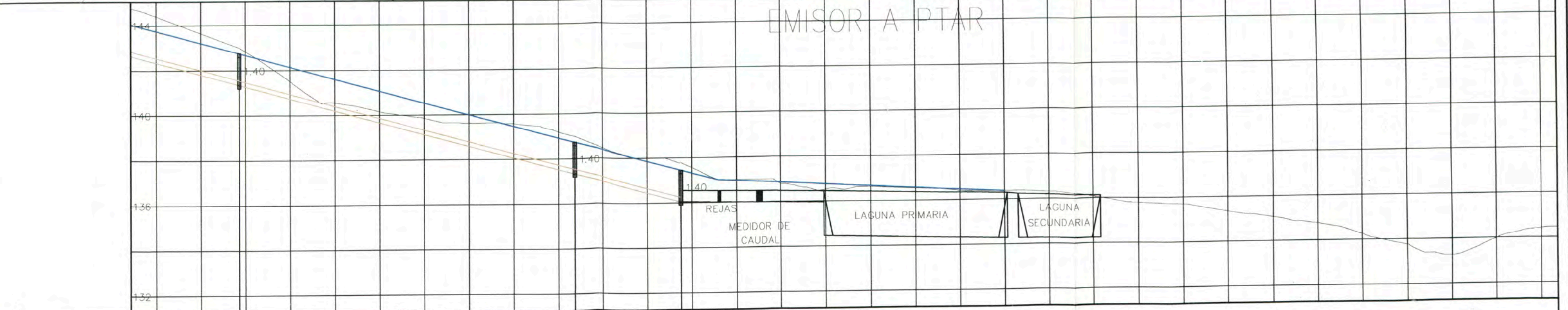
**CAPITULO:**  
 DESARROLLO DE LA RED DE ALCANTARILLADO  
 PARA LA URBANIZACION "LOS 4 FANTASTICOS"

**CONTRATISTA:** L4F **TITULO:** PLANO DE PLANTA Y PERFIL **COLECTOR 4** **CODIGO:** AL-C4

**ESCALA PLANTA:** 1:750 **ESCALA PERFIL:** H: 1:1000 V: 1:100 **FECHA:** 09/02/07



N° BUZON	29	35	36	37	38	39	40
DIAMETRO-MATERIAL	ø10" - PVC	ø10" - PVC	ø10" - PVC	ø10" - PVC	ø10" - PVC	ø10" - PVC	ø8"
PENDIENTE	13.7	26.7	26.8	26.8	26.8	26.8	
DISTANCIA PARCIAL	67.2	150	150	150	150	47.85	
PROGRESIVA	0+000	0+040	0+080	0+120	0+160	0+200	0+240



N° BUZON	38	39	40
DIAMETRO-MATERIAL	ø10" - PVC	ø10" - PVC	ø10" - PVC
PENDIENTE	26.7	26.8	26.8
DISTANCIA PARCIAL	150	47.85	
PROGRESIVA	0+520	0+560	0+600

**LEYENDA**

- NIVEL DEL TERRENO NATURAL
- NIVEL DE LA RASANTE DE LA VIA
- TUBERIA DE LA RED DE DESAGUE

**PROYECTO DE SANEAMIENTO "UNIPAMPA"**  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA-CURSO DE TITULACION

CAPITULO: **DESARROLLO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PARA LA URBANIZACION "LOS 4 FANTASTICOS"**

CONTRATISTA: **L4 F** TITULO: **PLANO DE PLANTA Y PERFIL EMISOR A PTAR** CODIGO: **AL-EM**

ESCALA PLANTA: 1:1000 ESCALA PERFIL: H: 1:150 V: 1:150 FECHA: 09/02/07