

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**“PROYECTO DE ALCANTARILLADO
PARA EL A.A.H.H. ANGAMOS - DISTRITO
DE VENTANILLA”**

TOMO I

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO SANITARIO

PRISCILA VASTI GAMONAL PAJARES

Lima - Perú

1997

Dedicatoria

A Dios, por guiar cada paso de mi vida y darme la fortaleza necesaria para seguir siempre adelante.

A mis queridos padres y
hermanos, por brindarme su
comprensión y apoyo en todo
momento.

A Alberto, por animarme
constantemente a la culminación
de esta tesis.

Mi agradecimiento

Al Ing. Roberto Paccha Huamaní, asesor y amigo; por sus conocimientos impartidos durante la elaboración de esta tesis.

INDICE

	PAG
CAPITULO I. INTRODUCCION	1
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	1
CAPITULO II. GENERALIDADES	3
2.1 UBICACIÓN GEOMETRICA, LIMITES Y EXTENSION	3
2.2 CLIMA	3
2.3 VIAS DE COMUNICACIÓN	3
2.4 ACTIVIDADES	4
2.5 SECTORIZACION	4
2.6 ESTUDIO DE SUELOS	5
2.6.1 Trabajos de Campo	5
2.6.2 Trabajos de Laboratorio	8
2.6.3 Descripción de la Estratigrafía y características más importantes	8
CAPITULO III. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	11
3.1 OBJETIVOS	11
3.2 DEFINICIONES	11
3.3 DOCUMENTACION BASICA	12
3.4 PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO	12
3.4.1 Dotación	12
3.4.2 Variaciones de Consumo	13
3.5 DESCRIPCION DEL SISTEMA	15
3.5.1 Fuentes de Abastecimiento	15
3.5.2 Línea de Impulsión Proyectada	16
3.5.3 Línea de Impulsión Existente	16
3.5.4 Reservorios	17

3.5.5 Línea de Conducción	17
3.5.6 Líneas de Aducción y Distribución	18
CAPITULO IV. EL AGUA RESIDUAL	19
4.1 INTRODUCCION	19
4.1.1 Definición	19
4.1.2 Clasificación de las Aguas Residuales	21
4.1.3 Origen de las Aguas Residuales	22
4.1.4 Métodos de Disposición de las Aguas residuales	22
4.2 COMPOSICION CUANTITATIVA	24
4.3 COMPOSICION CUALITATIVA	26
4.3.1 Características Físicas	27
4.3.2 Características Químicas	32
4.3.3 características Biológicas	41
4.4 ASPECTOS DE SALUD PUBLICA	45
CAPITULO V. SISTEMA DE ALCANTARILLADO	48
5.1 DEFINICIONES	49
5.2 TEORIAS DE HIDRAULICA DE CANALES	50
5.3 CORROSION EN TUBERIAS DE DESAGUE	52
5.3.1 Problemas de Corrosión	53
5.3.2 Química del Concreto y de los Morteros de Cemento	54
5.3.3 Transformaciones del azufre Inorgánico por Microorganismos	55
5.3.4 El Proceso de Corrosión	56
5.3.5 Control de los Sulfuros y Protección del Alcantarillado	57
5.3.5.1 Ayudas en el Diseño y acondicionamiento del desagüe	58
5.3.5.2 Protección con material resistentes a la corrosión	61
5.4 PLANEAMIENTO DE LA RED DE COLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS	63
5.4.1 Parámetros Básicos de diseño	63
5.4.2 Documentación	63
5.4.3 Período de diseño	64
5.4.4 Población de Servicio	65

5.4.5 Caudales de diseño	66
5.4.6 Consideraciones Técnicas para el diseño del Sistema de Alcantarillado	72
5.5 CONFORMACION DE LA RED COLECTORA	75
5.6 DISTRIBUCION DE CAUDALES	78
5.7 DISEÑO DE COLECTORES	79
5.7.1. Método manual	79
5.7.2. Método Computarizado - Programa SEWER	92
5.7.2.1 Predimensionamiento de la Red Matriz	94
5.7.2.2 Ingreso al Programa de Cálculo	94
5.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO	110
5.8.1 Aceptación Oficial del Sistema de Alcantarillado	110
5.8.2 Operación y mantenimiento de las Alcantarillas e instalaciones auxiliares	113
5.8.2.1 Operación	113
5.8.2.2 Medidas de seguridad en el Sistema de Alcantarillado	117
 CAPITULO VI. ESTACIONES DE BOMBEO DE DESAGUES	 118
6.1 GENERALIDADES	118
6.1.1 Criterios principales para la elección del equipo de bombeo	119
6.1.1.1 Clasificación de bombas	121
6.1.2 Criterios de diseño para estaciones de bombeo, obras civiles y equipos electromecánicos	123
6.2 CAUDALES DE DESAGUE DE LA POBLACION	125
6.3 DETERMINACION DE LAS CAPACIDADES DE BOMBAS	127
6.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA HUMEDA	132
6.5 POTENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO	133
6.6 DESCRIPCION DE LAS UNIDADES DE BOMBEO	134
6.7 REJILLAS	136

CAPITULO VII. LINEAS DE IMPULSION DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO DE DESAGUES	140
7.1 CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO	140
7.1.1 Diámetro	140
7.1.2 Coeficiente C	141
7.1.3 Velocidades	142
7.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS LINEAS DE IMPULSION	144
7.3 UBICACIÓN DE LAS LINEAS DE IMPULSION	149
CAPITULO VIII. IMPACTOS AMBIENTALES	150
8.1 INTRODUCCION	150
8.2 CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA EIA	151
8.2.1 Definición de EIA	151
8.2.2 Principios para el manejo de la EIA	152
8.3 EL PROCESO DE EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	155
8.4 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	161
8.4.1 Impactos generales, fase de Construcción	161
8.4.2 Impactos generales, fase de Operación	162
8.5 MEDIDAS DE MITIGACION	162
CAPITULO IX. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EJECUCION DE OBRA	166
9.1 DEFINICIONES	166
9.2 INSTALACION DE LINEAS DE ALCANTARILLADO	167
9.2.1 Materiales	167
9.2.2 Excavación de Zanja	169
9.2.3 Relleno y Compactación de zanja	172
9.2.4 Instalación de líneas de desagüe	174

9.2.5 Pruebas hidráulicas y de Nivelación - Alineamiento de las líneas de desagüe	179
9.3 OBRAS DE CONCRETO	181
9.3.1 Generalidades	181
9.3.2 Materiales	190
9.3.3 Almacenamiento de materiales	195
9.3.4 Tipos de Concreto	196
CAPITULO X. METRADOS, COSTOS Y PRESUPUESTOS	206
10.1 METRADO BASE	209
10.2 PRESUPUESTO	
10.3 ANALISIS DE PRECIOS	
10.4 FORMULA POLINOMICA	
CAPITULO XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	

RELACION DE CUADROS

Cuadro 2.1	Sectorización del A.H. Angamos
Cuadro 2.2	Humedades Naturales
Cuadro 4.1	Cantidad y Composición de las Aguas residuales y Demanda de Agua en viviendas
Cuadro 4.2	Composición Típica de Agua residual Doméstica
Cuadro 4.3	Estimación de los Componentes de Sólidos Totales en el Agua Residual
Cuadro 4.4	Algunas Enfermedades contagiosas del hombre, en las cuales el agua residual puede servir como hábitat de los agentes patógenos o como fuente infecciosa
Cuadro 5.1	Población por Sectores
Cuadro 5.2	Separación máxima entre cámaras de inspección
Cuadro 6.1	Clases de Bombas y sus características
Cuadro 7.1	Capacidades de bomba para velocidades mínimas en la Tubería de Impulsión
Cuadro 8.1	Recomendaciones - Etapa de Construcción

RELACION DE TABLAS

Tabla 5.1	Valores del Coeficiente n
Tabla 9.1	Especificaciones de Fabricación de Tubos de CSN
Tabla 9.2	Tipos de Buzones
Tabla 9.3	Pérdida Admisible de Agua en las Pruebas de Filtración
Tabla 9.4	Sustancias Deletéreas en la Arena
Tabla 9.5	Límites de Gradación recomendables de la Arena

RELACION DE FIGURAS

Figura 4.1	Clasificación de los Sólidos presentes en el Agua Residual de Intensidad Media
Figura 5.1	Corrosión en Tuberías de Desagüe

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Con la realización del presente estudio se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Beneficiar a toda la población del Asentamiento Humano Angamos, mediante un servicio de recolección de aguas servidas, con la finalidad de prevenir enfermedades que tienen como vía de transmisión el agua.
- Proponer una alternativa técnico-económica para la eficiente evacuación de las aguas servidas, tratando, en la medida de lo posible, de aprovechar la topografía del terreno y utilizar sistemas adecuados para la recolección y disposición del desagüe.
- Determinar los impactos ambientales que originaría la ejecución del proyecto propuesto y proponer las medidas para minimizar los impactos.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Con fecha 31 de Octubre de 1986, el Concejo Provincial del Callao, mediante Resolución de Alcaldía N° 2685-86-CPC dio lugar oficial al Asentamiento Poblacional denominado “Lotización Angamos” de tipo Urbanización Popular, con un área total de 693,020.31 m².

Mediante Carta N° 697-87/VC-8300-54000 de fecha 22 de Diciembre de 1987, la Empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SEDAPAL), otorga la Factibilidad de servicios de agua potable y alcantarillado para el A.H.M. Angamos.

Con Carta N° 364-93/PRES-SEDAPAL-32000 de fecha 5 de Mayo de 1993 se da la actualización de la Factibilidad de servicios, ya que el dictamen de factibilidad de servicios de agua potable y alcantarillado tiene vigencia de un año.

En dicha carta se menciona que para contar con el servicio de agua potable, el A.H.M. Angamos deberá proyectar su integración al Sistema de Abastecimiento del distrito de Ventanilla, elaborado por la Agencia de Cooperación Japonesa - JICA y ello se deberá contemplar la perforación y equipamiento de los pozos 7, 8 y 9 y sus respectivas líneas de impulsión, debiendo realizarse las coordinaciones con las habilitaciones que conforman el Esquema Integral de la Zona Baja de Ventanilla.

Con respecto al servicio de alcantarillado, se indica que la descarga final de los desagües será hacia el buzón existente B-473 del Emisor de 24” que pasa por la autopista a Ventanilla y que tiene descarga en la Planta de Tratamiento existente en dicho distrito.

CAPITULO II

GENERALIDADES

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA, LIMITES Y EXTENSIÓN

El Asentamiento Humano “Angamos”, se encuentra ubicado a la altura del Km. 7 de la Carretera Callao-Ventanilla, cercano con el terreno de propiedad de la refinería La Pampilla (lado Sur) y Urbanización Naval “Almirante Grau” (lado Norte), en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao.

El Asentamiento Humano “Angamos” se divide en tres sectores: Sector I, Sector II y Sector III; éste último incluye al A. H. “Hijos del Almirante Miguel Grau”. El área total es de 693,020.31 m².

2.2 CLIMA

Las condiciones climáticas de la zona en estudio son semejantes a las de Lima, con ligeros incrementos en la temperatura, oscilando ésta entre 15°C, en invierno y 29°C en verano. La zona está calificada como semiárida, con elevada humedad durante todos los meses del año. Los vientos, de variada intensidad, tienen orientación predominante N25°E. En cuanto a las precipitaciones, sólo se presentan garúas invernales cuando la saturación y humedad relativa han llegado a su máximo.

2.3 VÍAS DE COMUNICACIÓN

La accesibilidad a la zona se logra aprovechando las vías existentes tales como la Carretera Callao-Ventanilla y la Carretera Panamericana Norte.

2.4 ACTIVIDADES

Las principales actividades que se desarrollan en el Asentamiento Humano Angamos, son las siguientes:

- Vivienda
- Comercio
- Recreación
- Servicios de Salud
- Educación (inicial y primaria)
- Trabajo

2.5 SECTORIZACION

El Asentamiento Humano “Angamos”, cuenta con tres sectores, estando incluido el A. H. Hijos del Almirante Miguel Grau en el Sector III. Las áreas útiles y el número de lotes de cada sector se muestra en el Cuadro 2.1:

CUADRO 2.1
SECTORIZACIÓN DEL A. H. ANGAMOS

SECTORES	ÁREA ÚTIL	ÁREA TOTAL	Nº DE LOTES
I	115,211.59	212,417.36	1236
II	136,987.67	197,603.45	635
III	155,616.60	282,999.5	1,642
TOTAL	407,815.86	693,020.31	3,513

2.6 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos fue realizado por la Compañía GEOTEC S. R. Ltda., a través de su Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales, con el objetivo de determinar la conformación de la estratigrafía del subsuelo, para fines de excavación de zanjas para el tendido de instalaciones subterráneas de Agua Potable y Desagüe, en el Asentamiento Humano Marginal "Angamos Sectores I, II y III", incluyendo el A. H. M. "Hijos del Almirante Miguel Grau".

El Estudio de Suelos comprende:

- Trabajos de campo,
- Registro del perfil estratigráfico de cada uno de los sondeos,
- Ensayos de laboratorio,
- Informe final.

A continuación se describen los principales acápite, que se han tomado en consideración para el presente Proyecto.

2.6.1 Trabajos de Campo

Para obtener una información real de la conformación de los suelos de la zona en estudio y en relación a las inspecciones oculares, se ejecutaron un número proporcional de perforaciones en toda el área, con la finalidad de proceder al estudio directo del suelo de fundación, determinando su naturaleza, composición y características.

Se excavaron calicatas a cielo abierto, sistema que permitió diferenciar visualmente los estratos encontrados.

En el Sector I se excavaron 7 calicatas, en el Sector II, 6 calicatas, en el Sector III, 6 calicatas y en el A. H. Hijos de Grau se excavaron 5 calicatas. La profundidad máxima alcanzada fue de 3.00 metros.

De cada calicata se recuperaron muestras representativas de los suelos y rocas de acuerdo a la variación estratigráfica observada, las que fueron identificadas y llevadas al laboratorio para los ensayos y análisis correspondientes.

Napa Freática y Humedades

Se observó que en el fondo de las excavaciones, hay ausencia de napa freática.

En cuanto a humedades naturales de las muestras de suelos analizadas, éstas varían de un lugar a otro y en profundidad, como podemos apreciar en el Cuadro 2.2:

**CUADRO 2.2
HUMEDADES NATURALES**

A.H.M. ANGAMOS SECTOR I

Calicata N°	Profundidad (m)	Estrato N°	Humedad (%)
C-1	0.40	1	4.10
C-1	0.85	2	3.50
C-2	0.40	1	4.80
C-2	1.50	2	3.95
C-3	1.50	1	2.30
C-4	3.00	1	4.30

A.H.M. ANGAMOS SECTOR II

Calicata N°	Profundidad (m)	Estrato N°	Humedad (%)
C-1	0.60	1	5.00
C-2	0.40	1	5.50
C-2	2.40	2	5.80
C-3	1.50	1	5.00
C-4	3.00	1	2.10
C-5	1.20	1	2.50

A.H.M. ANGAMOS SECTOR III

Calicata N°	Profundidad (m)	Estrato N°	Humedad (%)
C-1	0.60	1	5.00
C-1	0.40	1	5.50
C-2	2.40	2	5.80
C-3	1.50	1	5.00
C-4	3.00	1	2.10

A.H.M. "HIJOS DE MIGUEL GRAU"

Calicata N°	Profundidad (m)	Estrato N°	Humedad (%)
C-1	1.20	1	0.68
C-3	0.40	1	0.72
C-3	1.20	2	0.85
C-4	0.50	1	0.70
C-5	3.00	1	5.60

De acuerdo resultados, los suelos naturales se presentan con baja humedad y sin fuerte variación.

2.6.2 Trabajos de Laboratorio

Con las muestras recuperadas de las calicatas perforadas, se efectuaron los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por mallas
- Límites de consistencia
- Peso Unitario
- Sales Solubles Totales
- Humedad natural de los suelos

2.6.3 Descripción de la Estratigrafía y Características más Importantes

Según los resultados obtenidos de las investigaciones de campo realizados en base a las excavaciones, se estableció la estratigrafía del subsuelo hasta una profundidad máxima de 3.00 metros, en el que se encontró una secuencia estratigráfica discordante y conformada hasta por tres tipos de estratos, que no necesariamente han sido depositados por orden de sus densidades.

En los cuatro sectores estudiados, se presentaron características similares de suelos y rocas descompuestas.

Los tipos de suelos encontrados fueron los siguientes:

Suelos Granulares Compactos y Suelos

El tipo de material de este estrato o depósito está conformado por un conglomerado granular de origen aluvial gravo arenoso bien graduado, con o sin plasticidad, con finos color amarillento por las arcillas componentes y alta densidad relativa, que dentro de la clasificación SUCS ha dado un GW-GP, con

muy poco porcentaje de finos que pasan la malla N° 200, lo que indica la uniformidad y la buena calidad de estos materiales.

Es necesario mencionar que los elementos constitutivos, tienen forma angular, conformados en su litología por predominancia de diorita, granodiorita y andesita.

Suelos Arenosos de Grano Fino

Es un tipo de suelo muy común superficialmente a lo largo de los sectores en estudio, especialmente en las partes altas (arenas eólicas); lo conforman arenillas de grano fino, de pésima granulometría, color gris claro y también amarillento conforme se profundizan las excavaciones. Dentro de la clasificación se identifica como un SP, cuya potencia es muy variable, conforme se puede ver en los registros de perforación.

Rocas

En las rocas encontradas en los cuatro sectores estudiados, aparecen afloraciones pétreas de consistencia inestable con alteraciones debido a la acción del intemperismo con alto grado de exfoliación ya que es posible separarlos en pequeñas láminas o fragmentos según remarcados planos denominados cruceros de forma pizarrosa, presentando una coloración de varias tonalidades: rojizo, blanco y amarillento.

Las rocas descompuestas eruptivas son efusivas e intrusivas que se han consolidado sin salir al exterior, es decir, debajo o entre capas sedimentarias y que si se encuentran en la superficie, es porque los estratos que las cubrían han sido erosionados o denudados.

Para las excavaciones en rocas descompuestas es necesario el empleo de elementos mecánicos, como uñas, palancas, barrenos u otras herramientas

análogas, ya que es posible que se presenten rocas frescas componentes del macizo diorítico.

Se realizaron las excavaciones en suelo rocoso en toda la zona de estudio, en las ubicaciones que a continuación se describen:

A. H. M. Angamos Sector I

- * Pasaje B-4 y B7

A. H. M Angamos Sector II

- * Pasaje B7
- * Calle 10 (tramo desde Avenida B hasta el final del Pasaje A10)

A. H. M. Angamos Sector III

- * Pasaje D2
- * Prolongación Av. Neptuno (tramo desde Pasaje C hasta el final de la Manzana Q6): Rocas descompuestas y frescas

A. H. M. Hijos de Grau

- * Prolongación Av. Mercurio esquina con calle 4
- * Desde la esquina de la Calle 4 y de la Calle 5 hasta el final del lote 9 Mz. P.
- * Frente a las Manzanas N' y N hasta la misma esquina del lote 9
- * Calle 10: desde el lote 15 al lote 28 afloran rocas
- * Av. Monitor Huáscar, pasando lote 14 Mz. J: Rocas descompuestas y frescas.
- * Sector del Parque, en el Pasaje 9.

Es importante mencionar que para el presente estudio hemos tomado en consideración las zonas rocosas que dificultan las excavaciones, por lo que en algunos casos hemos optado por la instalación de buzonetes en pasajes peatonales, donde no existe circulación de tránsito vehicular.

CAPITULO III

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

En el presente capítulo describimos algunas consideraciones generales en cuanto al Proyecto de Agua Potable para el A. H. Angamos, las cuales son necesarias para el planteamiento y desarrollo del presente Estudio.

3.1 OBJETIVOS

- a) Brindar a toda la población del A. H. Angamos el servicio de agua potable, dando así condiciones de bienestar y salubridad.
- b) Mejorar la calidad de vida de la población e impulsar el desarrollo económico, otorgando las condiciones mínimas necesarias para tal fin.

3.2 DEFINICIONES

Describiremos algunos de los términos utilizados en el presente capítulo

- **Reservorio:** estructura destinada a almacenar agua; puede ser enterrada, apoyada o elevada sobre el terreno dependiendo de la topografía del lugar.
- **Líneas de Aducción:** se llama así a la tubería que conduce el agua desde el/los reservorios hasta la red de distribución.
- **Red de Distribución:** es el conjunto de tuberías que conducen y distribuyen el agua a los usuarios del sistema. Sus componentes pueden identificarse como:
 - a) **Redes Matrices:** las tuberías principales que conforman circuitos cerrados para establecer un flujo uniforme del agua hacia todo el sistema.

b) Redes de relleno: tuberías complementarias, tributarias de las anteriores, que llevan el agua hasta las conexiones domiciliarias de los usuarios.

c) Accesorios: conformados por unidades de empalmes, válvulas de aislamiento, grifos contra incendio y conexiones domiciliarias; ocasionalmente, válvulas reguladoras de presión y/o controladoras de flujo.

3.3 DOCUMENTACIÓN BÁSICA

- Resolución de Alcaldía N° 2685-86-CPC de fecha 31-10-86 otorgada por el Concejo Provincial del Callao.
- Informe N° 213-03-91/Proyecto I+A del 02-12-91 de Aprobación de Balance Hidráulico para el Esquema Integral de Agua Potable, zona baja de Ventanilla.
- Informe N° 01-11-94/CONSULTORA I.C.S. de Revisión y Aprobación del proyecto de Agua Potable - A. H. Angamos Sectores I, II y III.

3.4 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

En el Proyecto de Agua Potable se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

3.4.1 Dotación

Representa la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de las actividades de un núcleo urbano, expresada en litros por habitante y por día.

De acuerdo al Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos de SEDAPAL y el Reglamento Nacional de Construcciones, las dotaciones que se emplearán en el presente Proyecto son las siguientes:

1. Asentamientos Humanos y Pueblos Jóvenes:

Dotación = 150 lts/hab/día

2. Locales Educativos:

Alumnado y Personal no residente:

Dotación = 50 lts/persona/día

3. Mercados:

Dotación = 15 lts/m²/día

3.4.2 Variaciones de Consumo

Los coeficientes de variación de consumo referidas al promedio diario anual de las demandas, empleadas en el presente estudio son:

- Máximo diario: 1.3
- Máximo horario: 2.6

Por razones topográficas en el diseño del sistema de agua potable se han considerado 2 zonas de presión bien definidas:

1) Angamos Sectores I y II

2) Angamos Sector III

Cada una de las zonas de presión tendrá su propio reservorio. La demanda de agua para cada zona de presión será la siguiente:

1) A.H. Angamos - Sectores I y II

- 1871 lotes * 150 lts/hab/día * 7hab/lote = 1 964 550 lts/día
- Mercado: 4 200 m² * 15 lts/m²/día = 63 000 lts/día
- Posta Sanitaria (1): 100 personas * 50 lts/pers/día = 5 000 lts/día

- C.E.I (2): 80 alumnos * 50 lts/persona/día * 2 = 8 000 lts/día
- Local Comunal, Cocina Fam.: 50 pers * 50 lts/pers/día = 2 500 lts/día
- TOTAL = 2 043 050 lts/día**

2) A. H. Angamos - Sector III

- 1642 lotes * 150 lts/hab/día * 7 hab/lote = 1 724 100 lts/día
- Mercado: 6 700 m² * 15 lts/m²/día = 100 500 lts/día
- Posta Médica (1): 100 personas * 50 lts/persona/día = 5 000 lts/día
- C.E.B. (2) = 300 pers * 50 lts/pers/día * 2 = 30 000 lts/día
- Local Comunal, Parroquia: 50 pers * 50 lts/pers/día = 2 500 lts/día
- TOTAL = 1 862 100 lts/día**

Con lo cual se determinan los caudales requeridos, en litros por segundo:

1) A. H. Angamos Sectores I y II

- Caudal Promedio: Qp = 23.65 lps
- Caudal Máximo Diario: Qmd = 30.75 lps
- Caudal Máximo Horario: Qmh = 61.50 lps
- Caudal de Bombeo (Qmd*24/18): Qb = 41.00 lps

2) A. H. Angamos Sector III

- Caudal Promedio: Qp = 21.55 lps
- Caudal Máximo Diario: Qmd = 28.02 lps
- Caudal Máximo Horario: Qmh = 56.03 lps
- Caudal de Bombeo (Qmd*24/18) : Qb = 37.36 lps

3.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

El A. H. Angamos está comprendido dentro del Esquema Integral para la zona baja de Ventanilla.

El Proyecto de agua potable comprende:

3.5.1 Fuentes de Abastecimiento

La fuente de agua para el área del proyecto, constituye la perforación y equipamiento de los pozos N° 7, 8 y 9, considerados en el Estudio realizado por la Agencia Internacional de Cooperación Japonesa, JICA.

En dicho Estudio se determinó que el caudal de explotación para los pozos N° 7, 8 y 9 podría ser de 38.53 lps para cada uno, pudiendo trabajar las 24 horas diarias. Sin embargo en el Proyecto se considera una explotación de 39 lps para 18 horas de trabajo diario.

El caudal de bombeo necesario para el A. H. Angamos será:

- a) Para Angamos Sectores I y II : 41.00 lps
- b) Para Angamos III : 37.36 lps

Total: $Q_b = 78.36$ lps

Dos pozos producirían 78 lps, es decir, en el presente trabajarían dos pozos y posteriormente entraría en funcionamiento el pozo N° 7.

Las características que debe tener cada pozo de acuerdo con el Estudio de JICA, son las siguientes:

- Diámetro de perforación: 550 mm (22")
- Entubado del pozo: 350 mm (14")

- Profundidad del pozo: 100 m (*)
- Longitud de la Rejilla: 30 m
- Optima abertura de la rejilla: 0.2

(*) En el Estudio de JICA (año 1981), se indica que el nivel del agua baja cada año 1 metro, por lo que se consideró dar a los pozos una profundidad de 120 metros.

Las características de los equipos de bombeo son:

- Capacidad de cada bomba: $Q = 39$ lps
- Diámetro de succión y descarga = 8"
- Longitud de la columna: 80 m.
- Tipo de bomba: Sumergible o vertical lubricada por agua

3.5.2 Línea de Impulsión Proyectada

La línea de impulsión comienza en el pozo N° 8, con 8", en una longitud de 714 m hasta el pozo N° 9, del pozo N° 9 el diámetro aumenta a 10" y en una longitud de 704 m hasta el pozo N° 7. Del pozo N° 7 el diámetro aumenta a 14" y en una longitud de 1708 m hasta la Cisterna de 1000 m³ y Estación de bombeo que está ubicada junto al pozo N° 5. En todo este recorrido las tuberías son de AC Clase A-7.5.

3.5.3 Línea de Impulsión Existente.

Desde la Estación de bombeo recolectora del agua de los pozos, ubicada junto al pozo N° 5, el agua es elevada por una tubería de impulsión de 24" hasta el Reservorio R-1 existente, ubicado en la parte alta de la Ciudad Satélite de Ventanilla.

3.5.4 Reservorios

El Proyecto de Agua Potable para el A. H. Angamos, contempla la construcción de 2 reservorios apoyados de cabecera, cada uno con una capacidad de 800 m³. El reservorio RA se encuentra ubicado en el Sector I, en la cota 95.00 m.s.n.m. y abastecerá a los Sectores I y II; y el reservorio RB se encuentra ubicado en el Sector III, en la cota 70 m.s.n.m. y abastecerá al Sector III, incluyendo al A. H. Hijos de Miguel Grau.

3.5.5 Línea de Conducción

Está comprendida desde el reservorio R-1 existente (cuya cota de fondo es 124 m.s.n.m.) a los reservorios A (ubicado en Angamos Sector I) y reservorio B (ubicado en el Sector III), con un diámetro de 14” hasta antes de la bifurcación hacia ambos reservorios. Esta línea ha sido diseñada en un Esquema Integral de Agua Potable, a fin de abastecer también a Coopemmar y Licenciados de las Fuerzas Armadas. El Esquema Integral se muestra en el Cuadro 3.1:

**CUADRO 3.1
ESQUEMA INTEGRAL DE AGUA POTABLE**

Habilitación	N° de lotes	Qp (lps)	Qmd (lps)	Qmh (lps)	Qb (lps)	Volumen Almac. (m ³)	Dot. (lt/hab/d)
Coopemmar	1 165	23.60	30.70	61.40	40.93	663.12	250
Licenciados de las F. A.	5 043	81.71	106.22	212.45	141.63	2 294.35	200
Angamos I y II	1 871	23.65	30.75	61.50	41.00	664.20	150
Angamos III	1 642	21.55	28.02	56.03	37.36	605.23	150
TOTALES	9 721	150.51	195.69	391.38	260.92	4 226.90	

3.5.6 Líneas de Aducción y Distribución

Las líneas de aducción y las correspondientes a la red de distribución son de diámetro 10", 8", 6", 4" y 3", las que han sido previstas de sus correspondientes accesorios, válvulas y grifos contra incendio tipo poste.

CAPITULO IV

EL AGUA RESIDUAL

4.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1 Definición

Las aguas residuales son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población después de haber sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las casas, locales comerciales e instituciones, junto de los provenientes de los establecimientos industriales, y las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que puedan agregarse al sistema de alcantarillado.

4.1.2 Clasificación de las Aguas Residuales

Las aguas residuales se clasifican de acuerdo a su origen y composición. Para realizar el diseño de los sistemas de disposición de aguas residuales, es decir, la recolección y el tratamiento de las mismas, debe diferenciarse entre:

- **Aguas residuales domésticas**, que provienen de viviendas, edificios públicos y otras instalaciones, incluyendo el agua utilizada para limpieza de calles y control de incendios, así como las provenientes de pequeñas industrias locales conectadas al mismo sistema de alcantarillado.
- **Aguas residuales comerciales**, que provienen de locales comerciales, como mataderos, pequeñas industrias y otras instalaciones públicas y que suelen estar conectadas a un sistema de alcantarillado común.
- **Aguas residuales industriales** de todo tipo, producidas por grandes plantas industriales.

- **Aguas residuales agrícolas**, provenientes de la cría de ganado y del procesamiento de productos animales y vegetales.
- **Aguas de infiltración**, provenientes de sistemas de drenaje, tuberías de desagües y del descenso artificial del nivel de las aguas subterráneas, así como la de infiltración de éstas hacia el sistema de alcantarillado, ya que las juntas entre las secciones de tubería que forman las alcantarillas no quedan perfectamente ajustadas. El volumen de agua subterránea que se infiltra no puede determinarse con exactitud, porque depende de la estructura del suelo, del tipo de alcantarilla que se haya construido, de las condiciones del agua subterránea, de las lluvias y de otras condiciones climatológicas.
- **Aguas de lluvia**, que incluye todas las formas de precipitación: lluvia, nieve, granizo y niebla.
- **Aguas superficiales**, provenientes de aquellos cuerpos de aguas que ingresan directamente en el sistema de alcantarillado.

Estos diferentes tipos de aguas residuales reciben en conjunto la denominación de "**aguas residuales municipales**" y están presentes en los sistemas de alcantarillado de las ciudades. Por lo tanto, las aguas residuales municipales consisten principalmente de aguas de origen doméstico y agua de infiltración; aguas de lluvia, cuyo porcentaje mayor o menor depende de las condiciones locales, y aguas residuales comerciales, industriales y agrícolas.

La extensión y naturaleza de la descomposición bacteriana de los sólidos en las aguas residuales, ha dado origen a ciertos términos que describen las condiciones o estado de las aguas residuales.

Aguas residuales frescas: Como su nombre lo indica, son las aguas residuales en su estado inicial, inmediatamente después de que se han agregado los sólidos al agua. Contienen el oxígeno disuelto presente en el agua del abastecimiento y

permanecen frescas mientras haya oxígeno suficiente para mantener la descomposición aeróbica. Tales aguas residuales son turbias, con sólidos en suspensión o flotando, de color grisáceo y tienen un olor mohoso no desagradable.

Aguas residuales sépticas: El término describe a las aguas residuales en las que se ha agotado completamente el oxígeno disuelto, de manera que han entrado en descomposición anaeróbica los sólidos con la consiguiente producción de ácido sulfhídrico y de otros gases. Estas aguas residuales se caracterizan por su color negruzco, su olor fétido y desagradable, y por tener sólidos suspendidos y flotantes de color negro.

Aguas residuales estabilizadas: Son las aguas residuales en las que los sólidos han sido descompuestos hasta sólidos relativamente inertes que no están sujetos a descomposiciones ulteriores, o que son descompuestos muy lentamente. El oxígeno disuelto está nuevamente presente por haber sido absorbido de la atmósfera; su olor es ligero o nulo, con pocos sólidos suspendidos.

4.1.3 Origen de las Aguas Residuales Domésticas

Los diversos usos que da el hombre al agua generan aguas residuales que se presentan en forma aislada o mezcladas en diferentes concentraciones.

Según Popel, las aguas residuales domésticas se originan:

◆ **en las viviendas familiares por:**

- * la preparación de alimentos, el lavado de platos, la limpieza de la casa, el lavado de la ropa e higiene personal.
- * el uso del inodoro
- * el lavado de superficies pavimentadas externas y de automóviles;

◆ **en los edificios públicos por:**

- * la limpieza del edificio, la higiene personal, la preparación de alimentos y el lavado de la vajilla en la cafetería (cuando existe)
- * el uso de baños públicos
- * el lavado de superficies pavimentadas externas y automóviles;

◆ **en los pequeños establecimientos comerciales por:**

- * la preparación de alimentos, el lavado de platos, la limpieza del local, el lavado de ropa e higiene personal
- * el uso de los inodoros
- * el lavado de superficies pavimentadas externas y automóviles.

4.1.4 Métodos de Disposición de Aguas Residuales

La disposición de las aguas residuales industriales, comerciales y domésticas puede realizarse mediante dos métodos:

- Recolección en el lugar de origen y evacuación posterior, a través de diversos medios de transporte. Las aguas residuales se recolectan en pozos, los cuales son descargados con regularidad, por ejemplo, por medio de depósitos móviles tirados por animales o vehículos motorizados, y llevadas a un lugar adecuado para su tratamiento. Este método presenta grandes desventajas: por ejemplo, se debe mantener un amplio parque vehicular, además, durante el transporte y en las operaciones de carga y descarga, se contamina la atmósfera y el suelo. Este método sólo resulta apropiado con efluentes reducidos y cuando la planta de tratamiento no está muy alejada.
- Método de transporte hidráulico, es decir, la recolección y evacuación inmediata se efectúan mediante estructuras hidráulicas (alcantarillas, canales). En este método los efluentes deben evacuarse rápidamente y a través de rutas

cortas, para evitar que se descompongan en las alcantarillas. Los efluentes recolectados son transportados hasta una planta de tratamiento de aguas residuales y sometidos a diversos procesos.

4.2 COMPOSICIÓN CUANTITATIVA

La cantidad de aguas residuales domésticas es igual al agua consumida del sistema de abastecimiento menos el agua utilizada para cocinar, beber, regar el césped y el jardín. Las heces y otros productos de desecho que se añaden a las aguas residuales llegan aproximadamente a sólo 1,4 Kg por persona al día.

La cantidad de desagüe producido puede variar grandemente, dependiendo principalmente de los siguientes factores:

- Los hábitos y condiciones socioeconómicas de la población,
- La existencia de conexiones clandestinas
- El clima
- El estado de conservación de los aparatos sanitarios,
- La presión en la red de abastecimiento.

El volumen de aguas residuales sufre variaciones horarias, diarias y anuales. Según IMHOFF, las aguas residuales se incrementan al comienzo de la semana, debido al lavado de ropa, y al final de la semana, debido a la limpieza de la casa. Los domingos y feriados, la cantidad de aguas residuales se reduce en forma notoria. En el transcurso del día también existen variaciones en la producción de aguas residuales; durante la madrugada la cantidad de aguas residuales disminuye notablemente y empieza a aumentar a partir de las 5 a.m. con un pico entre las 10 a.m. y 2 p.m. Después de estos horarios disminuye gradualmente hasta alcanzar otro pico entre las 5 p.m. y las 8 p.m.

El cuadro 4.1 muestra la cantidad y la composición de las aguas residuales que se generan en condiciones normales según POPEL, para el caso de instalaciones y actividades individuales en viviendas particulares.

CUADRO 4.1

CANTIDAD Y COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DEMANDA DE AGUA EN VIVIENDAS PARTICULARES (POR PERSONA AL DIA) SEGUN POPEL

Tipo	Cantidad en l/(p.d)		Contaminación en g/(p.d)						
	Demanda de agua	Descarga de agua	Total sólidos	Sólidos inorgánicos	Sólidos orgánicos	DBO5	Co	N	P
Comida y bebida	3	-					8	0,2	
Lavado de platos	4	4							
Lavado de ropa	20	19							
Higiene personal	10	10					7	-	
Ducha/tina	20	20							
Limpieza de la casa	3	3							
-Heces			27	4	23		17	1,5	0,6
Inodoro	20	22							
-Orina			55	15	40		5	12,2	0,8
Total	80	78	(190)	(80)*	(110)*	(54)*	37	13,9	(2,3)*

* para aguas residuales domésticas según IMHOFF

4.3 COMPOSICIÓN CUALITATIVA

Se refiere a los constituyentes físicos, químicos y biológicos que se encuentran en el agua residual. Según la cantidad de estos componentes, el agua residual se clasifica como fuerte, media o débil. El cuadro 4.2 muestra datos típicos de la composición y concentración del agua residual doméstica, los cuales pueden servir como orientación, mas no como base para un proyecto.

CUADRO 4.2

COMPOSICIÓN TÍPICA DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

Constituyente	Concentración		
	Fuerte	Media	Débil
Sólidos, en total	1200	700	350
Disueltos, en total	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Suspendidos, en total	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos sedimentables (ml/l)	20	10	5
DBO ₅	300	200	100
Carbono Orgánico Total (COT)	300	200	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1000	500	250
Nitrógeno (total como N)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo (total como P)	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
Cloruros*	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO ₃)*	200	100	50
Grasa	150	100	50

* Los valores se aumentarán con la cantidad presente en el agua de suministro.

4.3.1 Características Físicas

La característica física más importante del agua residual es su contenido total de sólidos, el cual está compuesto por materia flotante y materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución. Otras características físicas son la temperatura, el color y el olor. A continuación describimos cada una de ellas:

Sólidos Totales

Los sólidos totales del agua residual provienen del agua de abastecimiento, del uso industrial y doméstico y del agua de infiltración de pozos locales y aguas subterráneas. Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoros, fregaderos, baños, lavaderos, trituradores de basura y ablandadores de agua. En el Cuadro 4.3, se indican datos típicos sobre cantidades diarias per cápita de material sólido seco procedentes de las diversas actividades.

CUADRO 4.3
ESTIMACIÓN DE LOS COMPONENTES DE SÓLIDOS TOTALES EN EL
AGUA RESIDUAL

Componente	Peso Seco gramos/hab/día
Agua de Suministro y agua subterránea, que se supone tiene cierta dureza	12.7
Heces (sólidos 23 %)	20.5
Orina (sólidos 3.7 %)	43.3
Inodoros (incluyendo papel)	20.0
Baños, lavaderos y otras aguas domésticas de lavado	86.5
Basura del suelo	30.0
Ablandadores de agua	*
Total para el agua residual doméstica de sistema de alcantarillado separativo, excluyendo la aportación de ablandadores del agua	213.0
Residuos industriales	200.0**
Total para aguas residuales industriales y domésticas de un sistema de alcantarillado separativo	413.0
Aguas pluviales	25.0***
Total para aguas residuales industriales y domésticas de un sistema de alcantarillado unitario	438.0

* Variable

** Varía según el tipo y tamaño de las industrias

*** Varía según la estación.

El contenido total de sólidos de un agua residual se define como toda la materia que queda como residuo de evaporación a 103 - 105 °C. La materia que tenga una presión de vapor significativa a dicha temperatura se elimina durante la evaporación y no se define como sólido. Los sólidos totales, o residuo de evaporación, pueden clasificarse como sólidos suspendidos o sólidos filtrables, a base de hacer pasar un volumen conocido de líquido por un filtro. Por lo general, el filtro se elige de modo que el diámetro mínimo de los sólidos suspendidos sea aproximadamente una micra (μm); la fracción de los sólidos suspendidos incluye los sólidos sedimentables que se depositarán en el fondo de un recipiente en forma de cono (llamado cono Imhoff) durante un período de 60 minutos. Los

sólidos sedimentables son una medida aproximada de la cantidad de fango que se eliminará mediante sedimentación.

La fracción de sólidos filtrables se compone de sólidos coloidales y disueltos. La fracción coloidal consiste en partículas con un diámetro aproximado que oscila entre 10^{-3} y $1 \mu\text{m}$. Los sólidos disueltos se componen de moléculas orgánicas e inorgánicas e iones que se encuentran presentes en disolución verdadera en el agua. La fracción coloidal no puede eliminarse por sedimentación. Por lo general, se requiere una coagulación u oxidación biológica seguida de sedimentación para eliminar estas partículas de la suspensión.

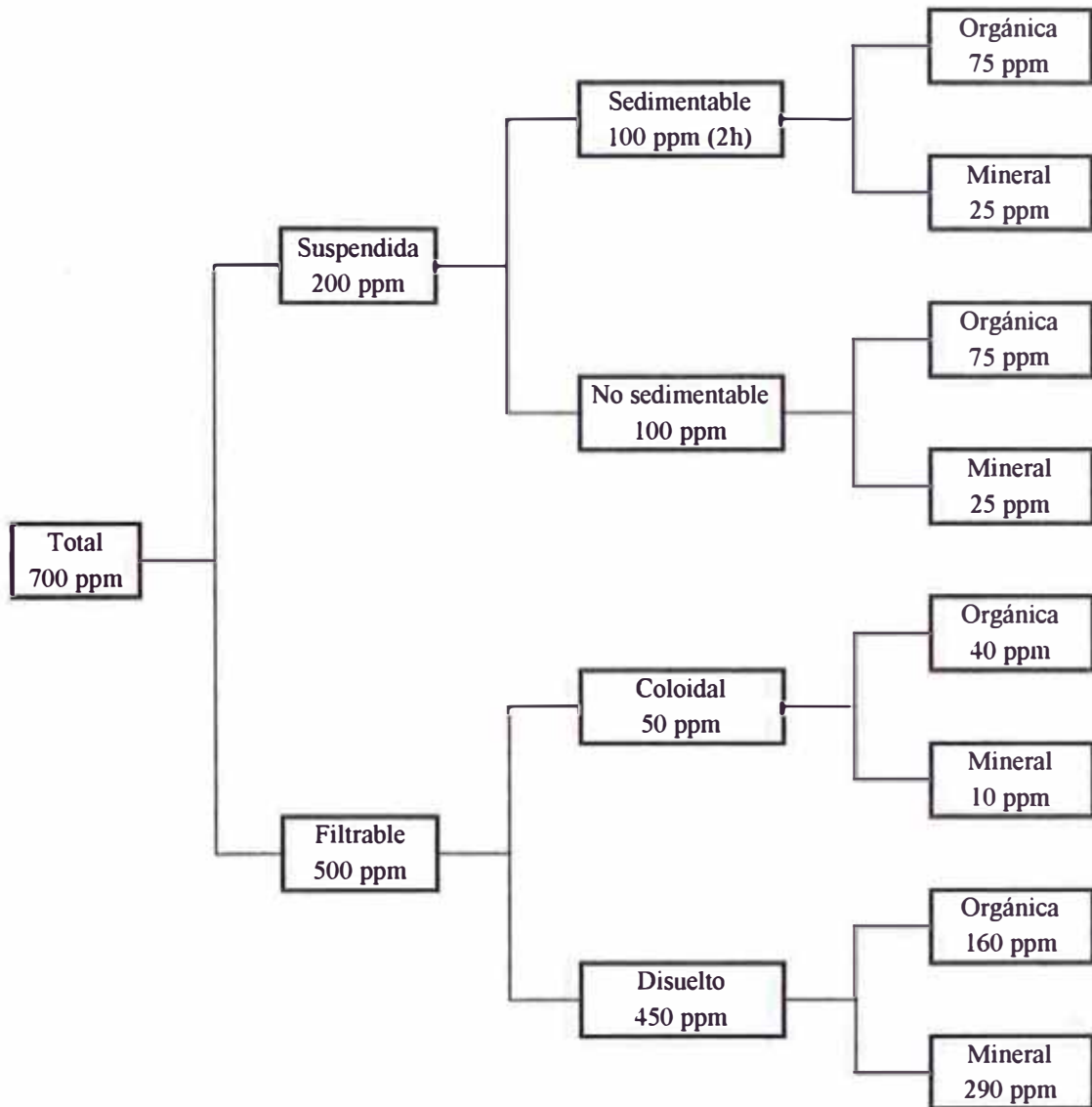
A su vez, cada una de estas clases de sólidos puede clasificarse de nuevo en base a la volatilidad a $600 \text{ }^\circ\text{C}$. La fracción orgánica se oxidará y será expulsada como gas a dicha temperatura, permaneciendo la fracción inorgánica como ceniza. Por tanto, los términos "sólidos suspendidos volátiles" y sólidos suspendidos fijos" se refieren, respectivamente, al contenido orgánico e inorgánico (mineral) de los sólidos suspendidos.

A $600 \text{ }^\circ\text{C}$, la descomposición de las sales inorgánicas se limita al carbonato de magnesio, que se descompone en óxido de magnesio y dióxido de carbono a $350 \text{ }^\circ\text{C}$.

El contenido de sólidos de un agua residual de intensidad media puede clasificarse aproximadamente como se indica en la figura 4.1

FIGURA 4.1

CLASIFICACIÓN DE LOS SÓLIDOS PRESENTES EN EL AGUA RESIDUAL DE INTENSIDAD MEDIA



Temperatura

Por lo general la temperatura del agua residual es más alta que la del suministro, debido a la adición de agua caliente procedente de las casas y de actividades industriales. Como el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas de las aguas residuales son más altas que las temperaturas locales del aire durante la mayor parte del año y sólo son más bajas durante los meses más cálidos del verano.

Según la localización geográfica, la temperatura media anual del agua residual varía de 10 °C a 21 °C, siendo pues, 15 °C un valor representativo.

Color

Históricamente, la palabra *condición* se utilizó junto con *composición* y *concentración* para describir el agua residual. La condición se refiere a la edad del agua residual se determina cuantitativamente por su color y olor.

Las aguas residuales son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión. Cuando son frescas, su color es gris y tienen un olor a moho no desagradable. Flotan en ella cantidades variables de materia: sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una comunidad. Con el transcurso del tiempo, los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias y el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero y el color cambia gradualmente del gris al negro, desarrollándose un olor ofensivo y desagradable. En esta condición se denominan aguas residuales sépticas.

Olores

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

olor más característico del agua residual séptica es el del sulfuro de hidrógeno producido por los organismos anaerobios que reducen los sulfatos a sulfitos. Las aguas residuales industriales contienen a veces compuestos olorosos, o capaces de producir olores en el proceso de tratamiento.

4.3.2 Características Químicas

Las características químicas las podemos dividir en cuatro categorías generales, que tratan de la materia orgánica, la medida del contenido orgánico, la materia inorgánica y los gases que se encuentran en el agua residual. A continuación las describimos:

Materia Orgánica

En un agua residual de intensidad media, un 75% de los sólidos suspendidos y un 40% de los sólidos filtrables son de naturaleza orgánica, tal como se muestra en la figura 4.1. proceden de los reinos animal y vegetal y de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los compuestos orgánicos están formados generalmente por una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, junto con nitrógeno en algunos casos. Otros elementos importantes tales como azufre, fósforo y hierro pueden hallarse también presentes. Los principales grupos de sustancias orgánicas hallados en el agua residual son las proteínas (40 a 60%), carbohidratos (25 a 50%) y grasas y aceites (10%). La urea principal constituyente de la orina, es otro importante compuesto orgánico del agua residual.

Junto con las proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, y la urea, el agua residual contiene pequeñas cantidades de un gran número de diferentes moléculas orgánicas sintéticas cuya estructura puede variar desde muy simples hasta sumamente compleja, tales como agentes tensoactivos, fenoles y pesticidas usados en la agricultura. Por otro lado, el número de tales compuestos aumenta año tras año al ir incrementándose la síntesis de moléculas orgánicas.

Proteínas.- Son los principales componentes del organismo animal. En las plantas se encuentran presentes en menor grado. Todos los alimentos crudos de origen vegetal y animal contienen proteínas. La cantidad presente varía desde pequeños porcentajes en frutas con mucha agua, tales como tomates, y en los tejidos grasientos de la carne, hasta elevados porcentajes carnes magras.

Las proteínas son de estructura química compleja e inestable, estando sometidas a muchas formas de descomposición. Algunas son solubles en agua y otras, en cambio, no lo son. La química de la formación de proteínas supone la combinación o formación de cadenas de un gran número de aminoácidos. Los pesos moleculares de las proteínas son muy altos, desde 20 000 a 20 millones.

Todas las proteínas contienen carbono, que es común a todas las sustancias orgánicas, así como el oxígeno e hidrógeno. Además contienen, como característica que las distingue, una proporción bastante elevada y constante de nitrógeno de alrededor del 16%. En muchos casos también son componentes el azufre, fósforo y hierro. La urea y las proteínas son las principales fuentes de nitrógeno en el agua residual; cuando este elemento se halle presente en grandes cantidades, es posible que se produzcan olores extremadamente desagradable debido a la descomposición.

Carbohidratos.- Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza e incluyen azúcares, almidones, celulosa y fibra de madera. Todos ellos se encuentran en las aguas residuales. Contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Los carbohidratos comunes contienen seis, o un múltiplo de seis, átomos carbono en una molécula, e hidrógeno y oxígeno en las proporciones en que éstos elementos se encuentran en el agua. Algunos carbohidratos, especialmente los azúcares, son solubles en agua; otros, tales como los almidones, son insolubles. Los azúcares tienen predisposición a la descomposición; con las enzimas de ciertas bacterias y los fermentos dan lugar a una fermentación seguida de producción de alcohol y dióxido de carbono. Los almidones, por su lado, son más estables pero se

transforman en azúcares por la actividad microbiana así como por los ácidos minerales diluidos. Desde el punto de vista de volumen y resistencia a la descomposición, la celulosa es el carbohidrato más importante que se encuentra en el agua residual.

Grasas animales, aceites y grasas.- Las grasas animales y los aceites son cuantitativamente el tercer componente de los alimentos. El término *grasa*, normalmente utilizado, incluye las grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes que se hallan en el agua residual. El contenido de grasa se determina mediante extracción de la muestra residual con hexano (la grasa es soluble en hexano). Otro grupo de sustancias solubles en hexano son los aceites minerales, tales como keroseno y aceites lubricantes y aceites procedentes de materiales bituminosos usados en la construcción de carreteras.

Las grasas animales y aceites son compuestos (ésteres) de alcohol o glicerol (glicerina) y ácidos grasos. Los ésteres de ácidos grasos que son líquidos a las temperaturas ordinarias se llaman aceites y los que son sólidos se llaman grasas. Son químicamente muy semejantes, estando compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno en diversas proporciones.

Las grasas y aceites acceden al agua residual como mantequilla, manteca de cerdo, margarina y grasas y aceites vegetales. Las grasas se hallan corrientemente en las carnes, germen de los cereales, semillas, nueces y ciertas frutas.

Las grasas son uno de los compuestos orgánicos más estables y no se descomponen fácilmente por las bacterias. Sin embargo, los ácidos minerales las atacan, dando como resultado la formación de glicerina y ácido graso. En presencia de álcalis, tales como el hidróxido sódico, la glicerina se libera y se forman sales alcalinas de los ácidos grasos.

Estas sales alcalinas son conocidas como jabones y, como en el caso de las grasas, son estables.

El queroseno y los aceites lubricantes y los procedentes de materiales bituminosos usados en la construcción de carreteras se derivan del petróleo y alquitrán y mantienen principalmente carbono e hidrógeno. Estos aceites llegan a veces a las alcantarillas en grandes volúmenes procedentes de tiendas, garajes y calles. En su mayoría flotan sobre el agua residual, aunque una parte de ellos es llevada al fango por los sólidos sedimentables. Incluso en mayor proporción que las grasas, aceites y jabones, los aceites minerales tienden a recubrir las superficies.

Agentes tensoactivos.- Los agentes tensoactivos son grandes moléculas orgánicas, ligeramente solubles en agua, que causan espumas en las plantas de tratamiento así como en las aguas a las que se vierten efluentes residuales. Los agentes tensoactivos tienden a acumularse en la interfase aire-agua. Durante la aireación del agua residual, estos compuestos se acumulan sobre la superficie de las burbujas de aire causando por ello una espuma muy estable.

Fenoles.- Los fenoles y otros compuestos orgánicos de los que se encuentran vestigios, son también importantes constituyentes del agua. Los fenoles causan problemas de sabor en el agua, especialmente cuando ésta está clorada. Se producen principalmente por operaciones industriales y aparecen en las aguas residuales que contienen desechos industriales.

Pesticidas y productos químicos agrícolas.- Los compuestos orgánicos que se encuentran a nivel de trazas tales como pesticidas, herbicidas y otros productos químicos usados en la agricultura, son tóxicos para gran número de formas de vida y, por tanto, pueden llegar a ser peligrosos contaminantes de las aguas superficiales. Estos productos químicos no son constituyentes comunes del agua residual sino que suelen incorporarse fundamentalmente como consecuencia de la escorrentía de parques, campos agrícolas y tierras abandonadas. Las

concentraciones de estos productos químicos pueden dar como resultados la muerte de peces, contaminación de la carne del pescado que disminuye así su valor como fuente de alimentación y el empeoramiento del suministro de agua.

Medida del Contenido Orgánico

En el transcurso de los años se han ido desarrollando una serie de ensayos para determinar el contenido orgánico de las aguas residuales.

Un método, consiste en medir la fracción volátil de los sólidos totales, pero este método está sujeto a muchos errores y casi nunca se emplea.

Los métodos de laboratorio más utilizados hoy día son el de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT). Otro ensayo más reciente es la demanda total de oxígeno (DTO). Complementando estos ensayos de laboratorio se cuenta también con el llamado demanda teórica de oxígeno (DTeO), que se determina a partir de las fórmulas químicas de la materia orgánica.

Otros métodos utilizados anteriormente fueron: 1) nitrógeno total, albuminoide, orgánico y amoniacal, y 2) oxígeno consumido.

DBO.- Es la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para estabilizar la materia orgánica biodegradable en 20 días, a una temperatura de 20 °C. Se le designa como DBO última de primera etapa o DBO₂₀.

También es común determinar la DBO₅ (DBO en 5 días). En las aguas residuales domésticas existe una cierta relación entre la DBO₅ y la DBO₂₀. Por lo tanto cuando se conoce la DBO₅, se puede calcular fácilmente la DBO₂₀.

DQO.- Representa el oxígeno requerido para la oxidación química de los constituyentes orgánicos e inorgánicos. El ensayo de la DQO se emplea para

medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. Como agente oxidante se utiliza:

* el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) o,

* el permanganato de potasio ($KMnO_4$).

El dicromato de potasio es el agente oxidante más fuerte y da como resultado una mayor demanda de oxígeno para un mismo contenido de materia orgánica.

COT.- Se aplica a pequeñas concentraciones de materia orgánica. Es una cantidad analíticamente exacta. Se determina la oxidación térmica de sustancias orgánicas, a través de la combustión a elevada temperatura y la posterior medición de la cantidad de CO_2 formado. Teóricamente, la cantidad de carbono orgánico puede variar entre aproximadamente 8% (para CCl_4) y 94% (para $C_{10}H_8$ - naftalina).

DTO.- Representa la cantidad teórica de oxígeno requerida para oxidar todas las sustancias oxidables presentes en las aguas residuales. Estas son esencialmente compuestos orgánicos, pero también sustancias inorgánicas oxidables. Cuando la DTO se determina mediante el consumo de oxígeno, su valor es igual a la cantidad del O_2 necesario para formar CO_2 , H_2O , óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre de los compuestos orgánicos, así como el correspondiente O_2 requerido para formar los óxidos de algunos compuestos inorgánicos.

DTeO.- La materia orgánica de origen animal o vegetal en las aguas residuales es, por lo general, una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Los principales grupos de estos elementos presentes en el agua residual son carbohidratos, proteínas, grasas y productos de su descomposición.

Materia Inorgánica

Varios componentes inorgánicos de las aguas residuales y naturales tienen importancia para el abastecimiento y control de la calidad del agua. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan por la formación geológica con la que el agua entra en contacto y también por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que se descargan a ella. Las aguas naturales disuelven parte de las rocas y minerales con las que están en contacto. Las aguas residuales, a excepción de algunos residuos industriales, son raramente tratadas para la eliminación de los constituyentes inorgánicos que se añaden en el ciclo de su utilización. Las concentraciones de los constituyentes inorgánicos aumentan igualmente debido al proceso natural de evaporación que elimina parte del agua superficial y deja la sustancia inorgánica en el agua. Puesto que las concentraciones de los distintos constituyentes inorgánicos pueden afectar mucho a los usos del agua, conviene examinar la naturaleza de algunos de aquéllos, especialmente los añadidos al agua superficial por el ciclo de su utilización.

PH.- La concentración del ion hidrógeno es un importante parámetro de calidad tanto de las aguas naturales como de las residuales. El intervalo de concentración idóneo para la existencia de la mayoría de la vida biológica es muy estrecho y crítico. El agua residual con una concentración adversa de ion hidrógeno es difícil de tratar por medios biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el efluente puede alterar la concentración de las aguas naturales.

La concentración del ion hidrógeno en el agua se halla íntimamente relacionada con la cuantía en que se disocian las moléculas de agua. El agua se disocia en iones hidroxilo e hidrógeno del siguiente modo:



La forma usual de expresar la concentración del ion hidrógeno es como pH, que se define como el logaritmo cambiado de signo de la concentración del ion hidrógeno:

$$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$$

Cloruros.- La concentración de cloruros es otro parámetro de calidad importante. Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contienen y que están en contacto con el agua y, en las regiones costeras, de la intrusión del agua salada. Otra fuente de cloruros es la descarga de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales en las aguas superficiales.

Las heces humanas, por ejemplo, contienen unos 6 gramos de cloruro por persona y día. La infiltración de agua subterránea en las alcantarillas contiguas a aguas saladas es también una fuente potencial de cloruros y sulfatos.

Alcalinidad.- La alcalinidad en el agua residual se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos tales como calcio, magnesio, sodio, potasio o amoníaco. De éstos, los más frecuentes son los bicarbonatos magnésico y cálcico. El agua residual es generalmente alcalina, recibiendo su alcalinidad del agua de suministro, del agua subterránea y de las materias añadidas durante el uso doméstico.

Nitrógeno.- El nitrógeno presente en el agua residual reciente se encuentra principalmente en la forma de urea y materia protéica. La descomposición por las bacterias cambia fácilmente estas formas en amoníaco. La edad del agua residual viene indicada por la cantidad relativa de amoníaco presente. En un ambiente aerobio, las bacterias pueden oxidar el nitrógeno del amoníaco a nitritos y nitratos. El predominio del nitrógeno del nitrato indica que el agua residual se ha estabilizado con respecto a la demanda de oxígeno. Sin embargo, los nitratos

pueden ser usados por las algas y otras plantas acuáticas para formar proteínas animales.

Fósforo.- Debido a los crecimientos explosivos nocivos que tienen lugar en las aguas superficiales, existe mucho interés en la actualidad en controlar la cantidad de compuestos de fósforo que entran en las aguas superficiales a través de los vertidos de aguas residuales industriales y domésticas y de las escorrentías naturales.

Las formas más frecuentes en que se encuentra el fósforo en soluciones acuosas son ortofosfato, polifosfato, y fosfato orgánico.

Azufre.- El ion sulfato se presenta naturalmente en la mayoría de los suministros de agua y también en el agua residual. El azufre es requerido en la síntesis de las proteínas y es liberado en su degradación. Los sulfatos son reducidos químicamente a sulfuros y a sulfuro de hidrógeno (H₂S) por las bacterias en condiciones anaerobias, como se muestra en las siguientes ecuaciones:



Compuestos Tóxicos.- Por su toxicidad ciertos cationes son de gran importancia en el tratamiento y vertido de las aguas residuales. El cobre, plomo, plata, cromo, arsénico y boro son tóxicos en distintos grados para los microorganismos y, por tanto, deben tenerse en consideración al proyectar una planta de tratamiento biológico.

Metales pesados.- Vestigios de muchos metales, tales como el níquel (Ni), manganeso (Mn), plomo (Pb), cromo (Cr), cadmio (Cd), cinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y mercurio (Hg) son importantes constituyentes de muchas aguas.

Gases

Los gases más frecuentemente encontrados en el agua residual sin tratar son nitrógenos (N₂), oxígeno (O₂), anhídrido carbónico (CO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), amoníaco (NH₃), y metano (CH₄). Los tres primeros son gases comunes de la atmósfera y se encuentran en todas las aguas que estén expuestas al aire. Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual.

4.3.3 Características Biológicas

Microorganismos.- Los grupos principales de organismos que se encuentran en las aguas superficiales y residuales se clasifican en protistas, plantas y animales. La categoría de protistas incluyen las bacterias, hongos, protozoos y algas. Como plantas se clasifican las de semilla, helechos, musgos y hepáticas. Como animales se clasifican los vertebrados e invertebrados. Los virus, que también se encuentran en el agua residual, se clasifican según el sujeto infectado.

A continuación describimos los microorganismos mas importantes que se encuentran en las aguas residuales:

Bacterias

Las bacterias son organismos vivos, de tamaño microscópico, que constan de una sola célula y su proceso vital, así como sus funciones son similares a los de los vegetales. Algunas bacterias son *móviles*, es decir, que son capaces de moverse libremente por su propia fuerza, y otras son *inmóviles*. las bacterias requieren, como todos los organismos vivos, alimentos, oxígeno y agua. Sólo pueden existir cuando el medio ambiente les proporciona estas necesidades. Como resultado de sus procesos vitales, las bacterias dan origen, a su vez, a productos de desecho.

Las bacterias se clasifican en dos grupos principales: bacterias parásitas y bacterias saprófitas.

1. Bacterias Parásitas

Son las que viven normalmente a expensas de otro ser vivo, llamado huésped, porque necesitan recibir el alimento ya preparado para consumirlo; generalmente no se desarrollan fuera del huésped. Las bacterias parásitas que tienen importancia en las aguas residuales, provienen por lo general del tracto digestivo de las personas y de los animales cuyas eyecciones van a parar a las aguas residuales. Entre las bacterias parásitas se incluyen ciertos tipos específicos que, durante su desarrollo en el cuerpo del huésped, producen compuestos tóxicos o venenosos que causan enfermedad al huésped. Estas bacterias se conocen como bacterias patógenas. Pueden estar presentes en las aguas residuales que reciban las deyecciones de personas afectadas por enfermedades tales como la fiebre tifoidea, la disentería, el cólera u otras infecciones intestinales.

Las aguas residuales contienen sobre todo, bacterias *Escherichia coli*, las que generalmente son inocuas y suelen estar presentes en los intestinos del hombre y de los animales de sangre caliente, agrupándose en colonias. Estas sirven como indicadores de contaminación fecal. Aproximadamente entre 10^{11} y 10^{13} bacterias coli son evacuadas en las aguas residuales diariamente por una persona.

2. Bacterias Saprófitas

Son las que se alimentan de materia orgánica muerta, descomponiendo los sólidos orgánicos para obtener el sustento necesario, y produciendo a su vez sustancias de desecho que consisten en sólidos orgánicos e inorgánicos. Por esta actividad son de suma importancia en los métodos de tratamiento de aguas residuales ideados para facilitar o acelerar la descomposición natural de

los sólidos orgánicos. Tales procesos no progresarían sin su actividad. En ausencia de vida bacteriana no tiene lugar la descomposición.

Otros Organismos Microscópicos

Además de las bacterias, se encuentran en las aguas residuales otros organismos vivos, de tamaño tan pequeño, que sin el microscopio no son visibles.. También están presentes en gran cantidad, aunque no en densidades tan grandes como las diversas especies de bacterias. Estos otros microorganismos suelen ser mayores y de estructura más compleja que las bacterias. Algunos son animales y otros vegetales. Todos provienen del suelo o de los desechos orgánicos que van a formar parte de las aguas residuales. Algunos son móviles y otros no lo son. Todos requieren alimento, oxígeno y humedad. Pueden ser aerobios, anaerobios o facultativos en lo que respecta a sus requerimientos de oxígeno. Su desarrollo es afectado por la temperatura del medio ambiente casi en el mismo grado que las bacterias. Estos organismos también actúan en la descomposición y degradación de los sólidos orgánicos en las aguas residuales. Ellos emplean a los sólidos como alimento y producen desechos cuya estructura química es más sencilla. Estos productos de desecho, a su vez, sirven frecuentemente como alimento para ciertos tipos de bacterias saprófitas. Muchas de las formas más grandes son voraces por naturaleza y predominan sobre otros organismos, especialmente sobre las bacterias.

Organismos Macroscópicos

Además de los dos grupos de organismos microscópicos que ya se han descrito, muchos organismos más grandes y más complejos toman parte en la descomposición de la materia orgánica. A éstos se les llama macroscópicos, es decir, visibles a simple vista. En éstos se incluyen algunas variedades de gusanos e insectos en diversos estados de desarrollo.

Virus

Estos microorganismos son más pequeños que los otros organismos microscópicos. Su importancia estriba, en que, como las bacterias patógenas, son las causantes de cierto número de enfermedades en el hombre. Algunos, como el virus de la hepatitis, se desarrollan en los intestinos del hombre y son arrastrados por las materias fecales hasta las aguas residuales.

4.4 ASPECTOS DE SALUD PUBLICA

Las aguas residuales que presentan efectos excepcionalmente tóxicos sobre los seres humanos y animales son aquéllas que contienen los siguientes componentes:

- solventes orgánicos
- compuestos orgánicos halogenados
- compuestos orgánicos fosforados
- sustancias con efectos cancerígenos demostrados
- sulfuro de hidrógeno
- cianuro
- fluoruro
- metales pesados, especialmente mercurio y cadmio, y compuestos de estos metales
- organismos patógenos y/o huevos de parásitos vivos.

Las aguas residuales invariablemente contienen microorganismos, especialmente bacterias que originan enfermedades intestinales, como tifoidea, paratifoidea, enteritis y disentería; también virus tales como los de la polio y la ictericia infecciosa. Además, las aguas residuales domésticas, y algunas comerciales, contienen huevos de parásitos de origen humano y animal (diferentes tipos de helmintos).

El cuadro 4.4, de acuerdo a la American Public Health Association (1965), muestra enfermedades contagiosas donde las aguas residuales sirven como fuente contaminante.

CUADRO 4. 4

ALGUNAS ENFERMEDADES CONTAGIOSAS DEL HOMBRE, EN LAS CUALES LAS AGUAS RESIDUALES PUEDEN SERVIR COMO HABITAT DE LOS AGENTES PATOGENOS O COMO FUENTE INFECCIOSA *

Enfermedad	Difusión	Organismo Infeccioso y Habitat	Forma de Transmisión
Amebiasis: enfermedad intestinal	Difundida en todo el mundo; con frecuencia en un 50% o más de la población de lugares sin instalaciones sanitarias, especialmente en regiones tropicales	Entamoeba histolytica. Organismo monocelular, eliminado en las heces humanas.	Agua, transmisión de heces frescas de mano a boca, verduras en estado de descomposición; moscas; manipulación de alimentos con las manos sucias.
Ascariasis: enfermedad intestinal	Difundida en todo el mundo; alta incidencia en las regiones tropicales húmedas, donde ataca a más del 50% de la población.	Ascaris Lumbricoides. Lombriz redonda, eliminada en las heces humanas.	Transmisión directa o indirecta de las larvas de la mano a la boca, también transmisión a través del polvo.
Cólera: infección general aguda	Original de la India y Bangladesh, de donde a veces se expande en forma epidémica; el tipo El Tor es propio del Pacífico Sur, Asia y el Cercano Oriente.	Vibriones cólera. bacterias eliminadas en las heces y los vómitos de las personas infectadas.	Transmisión especialmente a través del agua, pero también a través de alimentos contaminados; moscas; suelo.
Anquilostomiasis: infección intestinal originada por sanguijuelas.	Endémica principalmente en regiones tropicales y subtropicales de las Américas, en la región del Mar Mediterráneo y en Asia	Necator americanus y Ancylostoma duodenale: nematodos eliminados en las heces de las personas infectadas.	Las larvas, que se encuentran en tierras calientes y húmedas, penetran bajo la piel, especialmente por la de los pies.
Leptospirosis: infección general severa	Extendida en todo el mundo; enfermedad ocupacional típica de los trabajadores agrícolas que tienen contacto con tierras o aguas infectadas.	Leptospira icterohaemorrhagiae y otros, expulsados en la orina de animales infectados, especialmente reses, perros, roedores y cerdos.	Por el contacto con el agua, el lodo o el suelo contaminado por la orina de animales infectados.

Continúa...

...Continuación

Enfermedad	Difusión	Organismo Infeccioso y Habitat	Forma de Transmisión
Shigelosis: enfermedad intestinal aguda.	Todas las regiones del mundo, zonas árticas, templadas y tropicales.	Veintiseis serotipos de la clasificación Shigella: bacterias expulsadas en las heces de personas infectadas.	Mediante contacto directo a consecuencia del transporte de materia fecal a la boca, pero también a través de alimentos contaminados por acción de las moscas o el contacto con tierra contaminada.
Estrongiloidosis: enfermedad contagiosa, normalmente ubicada en el tracto intestinal.	Su difusión geográfica es igual a la de los anquilostomiasis.	Strongyloides stercoralis: lombriz expulsada por un perro o una persona, infectados.	Las larvas infecciosas que se encuentran en tierras húmedas infectadas se introducen a través de la piel, especialmente por la de las piernas.
Tétanos: enfermedad virulenta, con frecuencia mortal, provocada por la toxina del bacilo del tétanos.	Difundida en todo el mundo, pero los casos mortales se presentan principalmente en las áreas rurales de las zonas tropicales.	Clostridium tetani: bacilos propios de los animales, especialmente del caballo, expulsados hacia la tierra, donde permanecen activos por mucho tiempo.	Esporas en la tierra, en la calle, en el polvo y en las heces de personas y animales que se introducen en el organismo a través de lesiones, especialmente heridas.
Infección con tricuris: enfermedad infecciosa del intestino grueso.	Difundida en todo el mundo, especialmente en zonas de clima cálido y húmedo.	Trichuris trichiura: lombriz expulsada en las heces de personas infectadas.	Ingreso de lombrices que se encuentran en tierras infectadas.
Fiebre tifoidea: enfermedad intestinal	Muy difundida en todo el mundo: enfermedad usual en el Lejano Oriente, el Cercano Oriente, Centroamérica, Sudamérica y África.	Salmonella typhi: bacilo expulsado en las heces y la orina de personas infectadas.	La vía de transmisión, más importante está conformada por el agua y los alimentos contaminados; las verduras cultivadas en suelos infectados constituyen un factor importante en algunos países, así como las moscas.

CAPITULO V.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Un sistema de alcantarillado (o sistema de recolección) comprende:

- **tuberías:** tuberías de gravedad y/o presión
- **estructuras:** buzones, conductos, estaciones de bombeo, separadores de aceite, estanques recolectores de agua pluvial.

Las alcantarillas de las calles son utilizadas por diversos tipos de edificaciones (viviendas, fábricas, establecimientos públicos) y acarrear efluentes industriales y domésticos, agua foránea y agua pluvial.

El sistema de alcantarillado de una ciudad se conoce como sistema de alcantarillado "**público**" o "**municipal**", mientras que los que utilizan las industrias se conocen como sistemas "**industriales**" de alcantarillado.

En el sistema de alcantarillado pueden haber una o más tuberías. Los sistemas que transportan todos los efluentes (aguas residuales domésticas y agua pluvial) a través de una sola tubería (utilizando presión o no) se conoce como *sistema de alcantarillado combinado*. Cuando los efluentes se acarrear separadamente en dos o más tuberías, el sistema de alcantarillado se denomina *independiente (o separado)*. El número de tuberías depende de las diferentes calidades del efluente y de los posibles métodos de tratamiento.

El área descargada a una alcantarilla se denomina *área de drenaje* o de recolección. De acuerdo a la Norma DIN 2045, un área de drenaje es la zona limitada por cuencas o divisiones de drenaje, medida en proyección descendente sobre un plano horizontal y que descarga hacia un punto determinado a lo largo de la alcantarilla o curso receptor.

5.1 DEFINICIONES

- **Agua de Infiltración:** Es el agua que a través del subsuelo, penetra en un sistema de desagües, principalmente por las uniones de los tubos.
- **Aguas Negras Domiciliarias:** Son las aguas que provienen de la higiene personal, excretas, cocina, lavado de ropas y limpieza de residencias, oficinas y comercios.
- **Aguas Residuales Industriales:** Son las aguas de desperdicio de cualquier proceso industrial.
- **Aguas Servidas:** Son aguas de desecho provenientes de usos domésticos e industriales (Aguas negras domiciliarias y aguas residuales industriales).
- **Buzón:** Estructura de concreto de sección circular, ubicada en el encuentro de colectores, cambios de dirección, de diámetro o pendiente del colector de aguas servidas.
- **Colector:** Cloaca pública que recibe y conduce aguas servidas.
- **Colector Principal:** Sucesión de tramos de colectores que partiendo del buzón inicial del emisor, y en sentido contrario al flujo, sigue la ruta de los caudales mayores.
- **Colector Secundario:** Es el colector que arrancando en el colector principal, y en sentido contrario al flujo, sigue la ruta de los caudales mayores.
- **Descarga:** Vertimiento de las aguas servidas, crudas o tratadas en un cuerpo receptor.
- **Emisor:** Aquella parte del sistema destinada solamente a conducir las aguas servidas hasta la planta de tratamiento o sitio de descarga.

- **Gradiente:** Relación entre la diferencia de alturas y la longitud de un tramo de colector, que en el presente estudio expresaremos en metros por mil metros (o/oo).

5.2 TEORIAS DE HIDRÁULICA DE CANALES

Para el cálculo hidráulico de las tuberías de alcantarillado se emplearán las fórmulas de Ganguillet-Kutter y Manning.

Fórmula de Ganguillet-Kutter (1869)

Los ingenieros suizos E. Ganguillet y W. R. Kutter propusieron la siguiente expresión para el coeficiente de C

$$C = (23 + 0.00155/S + 1/n)/(1 + (23 + 0.00155/S)*n/(R^{1/2}))$$

Donde:

C = Coeficiente;

R = Radio Hidráulico

n = Coeficiente de rugosidad de Kutter

S = Pendiente

Para alcantarillas funcionando a plena sección o a media sección, generalmente, el valor de *n* varía de 0,012 a 0,015, siendo también influenciado por el número de uniones, esto es, por la extensión de los tubos empleados.

Esta fórmula deducida, basada en muchos experimentos y observaciones inclusive los de Darcy, Bazin, Humpreys y Abott, han sido muy empleadas en los Estados Unidos, Inglaterra y Alemania.

TABLA 5.1
VALORES DEL COEFICIENTE n

Naturaleza de las paredes	n
Mampostería de piedra bruta	0,020
Mampostería de piedras rectangulares	0,017
Mampostería de ladrillos, sin revestido	0,015
Mampostería de ladrillos, revestida	0,012
Canales de concreto, terminación ordinaria	0,014
Canales de concreto, con revestimiento liso	0,012
Canales con revestimiento muy liso	0,010
Canales de tierra en buenas condiciones	0,025
Canales de tierra con plantas acuáticas	0,035
Canales irregulares y mal conservados	0,040
Conductos de madera cepillada	0,011
Barro (vitrificado)	0,013
Tubos de acero soldado	0,011
Tubos de concreto	0,013
Tubos de fierro fundido	0,012
Tubos de asbesto cemento	0,011

Fórmula de Manning (1890)

La fórmula de Manning resultó de una simplificación de la fórmula de Ganguillet

- Kutter:

$$V = (R_H^{2/3} S^{1/2})/n$$

y el caudal es : $Q = (AR^{2/3} S^{1/2})/n$

Donde:

V = Velocidad

R_H = Radio Hidráulico

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad

Los valores del coeficiente de rugosidad son los mismos que se utilizan en la fórmula de Ganguillet - Kutter, y que se muestran en la tabla 5.1.

5.3 CORROSIÓN EN TUBERÍAS DE DESAGÜE

El concreto hecho con cemento Portland ha sido aceptado desde hace mucho tiempo como un material estructural muy económico. Sus características de resistencia y durabilidad han hecho que sea utilizado ampliamente en la industria de la construcción así como en la fabricación de tuberías de alcantarillado en diámetros entre 150 y 3600 mm.

La superficie interna de las tuberías de alcantarillado son frecuentemente afectadas por una rápida corrosión que algunas veces termina en la completa destrucción del tubo. Este proceso destructivo es conocido como "**corrosión biogénica por ácido sulfúrico**". Esta particular forma de corrosión ocurre solamente donde el desagüe y la atmósfera del colector contiene una apreciable cantidad de H_2S .

Cuando el ácido sulfídrico escapa en fase gaseosa a la atmósfera del colector, es en parte absorbido por el agua condensada en la parte interior de la tubería, para luego ser microbiológicamente oxidada por bacterias del tipo **Thiobacillus** a H_2SO_4 . Cuando el proceso corrosivo se encuentra bien establecido, prosigue rápidamente descomponiendo el cemento del concreto y dejando al agregado grueso embebido en una masa blanda.

En los últimos años se han desarrollado nuevos materiales para tuberías de alcantarillado tales como FRP (tubería de mortero reforzada con fibra de vidrio), PVC, HDPE (tubería de polietileno de alta densidad), resinas epóxicas, etc. Estos materiales pueden resistir condiciones altamente corrosivas y tienen mayor aplicación en colectores industriales.

Por otro lado la construcción de grandes colectores en metrópolis bien desarrolladas generalmente es imposible por métodos a zanja abierta, debiéndose utilizar túneles, para los cuales el concreto sigue siendo el material más adecuado y económico.

5.3.1 Problemas de Corrosión

Problemas serios de corrosión ocurren generalmente en lugares de clima cálido y en regiones áridas donde los desagües son muy concentrados y las velocidades de reacción son altas.

Los problemas de septicidad de los desagües pueden ser resueltos durante el diseño, mediante una combinación de velocidades adecuadas y de una buena ventilación.

En Japón, por ejemplo, los problemas de corrosión generalmente están asociados con las descargas de las líneas de impulsión y de los sifones invertidos, donde el desagüe se vuelve anaeróbico por el prolongado período de retención en las líneas de presión o en las cámaras húmedas de las plantas de bombeo. También existen problemas en la entrada de las plantas de tratamiento de desagües y particularmente en los espesadores de lodo, en las líneas de recirculación de los flujos secundarios, en los tanques que reciben el lodo de los tanques sépticos. En esos lugares la concentración de H₂S puede variar de algunos cientos a miles de ppm. y la corrosión de las estructuras de concreto armado puede ser muy severa.

5.3.2 Química del Concreto y de los Morteros de Cemento

El cemento Portland es fabricado por calcinamiento de una mezcla de arcillas y piedra caliza; este proceso elimina toda el agua y también el CO_2 . El clinker así formado consiste en una mezcla de silicatos de calcio, aluminatos y aluminio - ferritas con algo de cal no combinada (CaO), óxido de magnesio (MgO) y otros constituyentes menores como óxidos de potasio, sodio, titanio y trióxido de azufre. Azufre es añadido en forma de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o como plasto de París ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) para controlar la velocidad del fraguado. Los buenos cementos contienen por lo general 63% de óxido de calcio, 22% de sílica, 6% de alúmina y pequeñas concentraciones de otros constituyentes. Cuando es requerida una alta resistencia del cemento a los sulfatos la concentración de aluminato tricálcico (C_3A) debe ser menor al 5%.

El proceso de fragua del concreto o mortero consiste en la reacción química de la mezcla de cemento y agua, durante la cual los óxidos de calcio, aluminio y sílica reaccionan con el agua para formar aluminato tricálcico, silicato tricálcico, silicato dicálcico, alumino - ferrita tetracálcica y cal hidratada, además el yeso reacciona con los aluminatos para formar sulfo-aluminato cálcico. Durante la reacción se libera hidróxido de calcio que hace que el concreto recién fraguado tenga una alta alcalinidad (pH entre 11 y 12.5).

El pH del concreto fresco es reducido químicamente por intemperismo. El concreto al ser expuesto a la atmósfera sufre el proceso de carbonatación por el cual el hidróxido de calcio es convertido a carbonato de calcio (pH 10.2). en presencia de humedad parte del carbonato de calcio es convertido a bicarbonato de calcio y CO_2 con lo que el concreto se vuelve químicamente estable (pH 8.4).

Cuando el concreto entra en contacto con ácido sulfúrico o con soluciones que tienen sulfatos, se forman gradientes de concentración tanto para los iones hidrógeno como para los iones sulfato, lo que promueva la difusión de estos iones dentro de los poros donde reacciona con el cemento hidratado. En

general el concreto de cemento Portland no es resistente a condiciones ácidas con pH menor a 6 y ninguno de sus componentes cementicios puede mantenerse a pH menor a 4.

Los iones hidrógeno (H^+) reaccionan con los oxidrilos (OH^-) de la cal libre, los sulfatos precipitan como sulfo-aluminato de calcio. Los sulfatos se difunden dentro de los poros para reaccionar con el aluminato tricálcico (C_3A) para formar más sulfo-aluminato de calcio. Debido al gran volumen de las moléculas del agua de cristalización, el sulfato de calcio y el sulfo-aluminato tricálcico tienen un volumen mucho mayor que el de los compuestos de donde provienen; esta expansión del concreto crea agrietamiento y desintegración, lo que permite que el ataque prosiga en profundidad, cuando la reacción ácida aumenta y el pH se reduce, los sulfo - aluminatos tienden a descomponerse dejando como productos sulfatos de calcio y aluminio.

5.3.3 Transformaciones del Azufre Inorgánico por Microorganismos

Los compuestos inorgánicos del azufre en bajo estado de oxidación son biológicamente oxidados con oxígeno molecular a compuestos de mas alto estado de oxidación. Las bacterias autotróficas sulfo-oxidantes usan estas reacciones como su mecanismo primario para obtener la energía libre necesaria para sintetizar sus compuestos orgánicos a partir del CO_2 .

Las bacterias sulfo-oxidantes pueden ser divididas en 4 grupos:

1. Bacterias autotróficas no filamentosas de la especie *Thiobacillus*;
2. Bacterias heterotróficas, hongos y actinomicetos;
3. Bacterias Filamentosas representadas por *Beggiotoa*, *Thiothrix*, *Thioplaca*;
4. Bacterias Fotosintéticas: *Chlorobium* (verde) y *Chromatium* (púrpura).

De todas estas bacterias sólo los **Thiobacillus** (bacilos gram negativo de 2-4 μm de largo y 0.5-0.8 μm de ancho, con un flagelo polar simple) son

abundantes en el ambiente de los sistemas de alcantarillado. Aunque el principal agente precursor de la corrosión del concreto es H_2S , sólo unos pocos miembros de este grupo bacterial (T. Thioparus y T. Thiooxidans) pueden utilizar directamente H_2S como substrato. Aunque la conversión del H_2S a H_2SO_4 no está completamente entendida, existe una oxidación química intermedia a thiosulfatos, polithionatos y azufre, es entonces que las bacterias sulfo-oxidantes son capaces de utilizar para su metabolismo la energía producida de la oxidación de estos compuestos del azufre con la respectiva producción de ácido sulfúrico. Las siguientes ecuaciones tipifican las transformaciones catalizadas por los Thiobacillus:



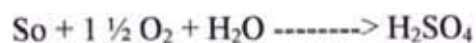
T. Thiooxidans y T. Novellus



T. thioparus



T. Thiooxidans



5.3.4 El Proceso de Corrosión

El proceso corrosivo se inicia cuando la tubería es expuesta a la atmósfera del desagüe conteniendo H_2S ; dos cambios químicos ocurren que tienden a reducir el pH de la superficie del concreto. El proceso de carbonatación que reduce el pH inicial de 12 a 8.4 y luego la fijación del H_2S como ácidos thiosulfúrico y polithiónico los cuales reducen el pH a 7.5.

Los siguientes pasos son inducidos por las bacterias autotróficas sulfuroxidantes **Thiobacillus**. Inicialmente la corona de la tubería es colonizada por thiobacilos facultativos tipo **T. Intermedius** y **T. Novellus** los cuales son capaces de crecer en ambientes de pH neutro o ligeramente alcalino. A medida que el proceso corrosivo continúa y el pH cae por debajo de 7.0, los thiobacilos **T. Thioparus** y **T. Neapolitanus** prevalecen; hasta esta etapa, la ruta de oxidación a través del thiosulfato ha sido predominante. La actividad bacteriana está limitada por el abastecimiento tanto del thiosulfato como de los otros nutrientes.

A medida que el pH sigue cayendo, la conversión química y biológica del thiosulfato a azufre (So) es más rápida, depositándose So sobre la superficie. Cuando el pH se hace menor que 5, los thiobacilos **T. Thiooxidans** y **T. Concretivorus** comienzan a crecer, causando mayor acidificación. Al bajar el pH a 3 estos thiobacilos fuertemente acidofilicos crecen vigorosamente, este bajo pH favorece la formación de azufre elemental (So) el cual es rápida y directamente oxidado a H_2SO_4 por acción del **T. Thiooxidans**. La actividad de las otras especies de thiobacilos es limitada por el bajo pH, haciéndose dominante el **T. Thiooxidans**, el pH continúa bajando hasta valores menores a 1 donde el ambiente se hace inhibitorio aún para el **T. Thiooxidans**.

5.3.5 Control de los Sulfuros y Protección del Alcantarillado

Las medidas de protección del sistema de alcantarillado contra el ataque corrosivo del H_2S caen dentro de dos categorías:

- Diseñando y acondicionando el ambiente del desagüe para evitar septicidad;
- Construyendo el sistema de alcantarillado con materiales resistentes a la corrosión o por lo menos protegiendo el concreto con recubrimientos resistentes.

5.3.5.1 Ayudas en el Diseño y Acondicionamiento del Desagüe

Los factores que determinan cuando aparecerán sulfuros en el desagüe y la velocidad de producción de estos son complejos e interrelacionados. Los principales factores que afectan la tasa de producción son:

- La velocidad de transferencia de los sulfatos, materia orgánica y nutrientes a la película biológica anaeróbica que cubre el perímetro mojado de la tubería.
- La cantidad de compuestos del azufre presentes en las aguas residuales.
- Las características y concentración de las bacterias sulfuroreductoras (SRB) presentes en la película biológica.
- Las características del desagüe tales como pH, temperatura y contenido de oxígeno disuelto.
- Acumulación de sedimentos en el fondo del tubo.
- Características hidráulicas del colector: velocidad, profundidad, periodo de retención, ventilación, turbulencia, etc.

En los últimos 25 años han sido desarrolladas una serie de ecuaciones que permiten predecir con bastante aproximación la probable concentración del H₂S en el sistema de alcantarillado tanto para líneas a presión como para conductos s gravedad. Todas estas ecuaciones incorporan la temperatura y la concentración de materia orgánica (COD o BOD) como parámetros. El uso de estas ecuaciones predictivas permiten anticipar las condiciones de generación de H₂S y así poder planear las medidas correctivas. La metodología mas comúnmente usada es la desarrollada por Pomeroy - Parkhurst, que es un método efectivo para predecir la generación de H₂S y el diseño de sistemas para el tratamiento del H₂S.

Las ecuaciones predictivas de la tasa de generación de Sulfuros en colectores a tubo lleno son las siguientes:

1. Thistlethwayte (1972) Australia

$$G_s = 32.2 * 10^{-6} V_s (DBO)^{0.8} (SO_4)^{0.4} * 1.139^{T-20}$$

2. Pomeroy (1959) USA

$$C_s = K_t ((1+0.004d)/d) * DBO * 1.07^{T-20}$$

3- Pomeroy (1977) USA

$$\theta_{sc} = M_a (DBO) 1.07^{T-20}$$

4. Boon and Lister (1975) UK

$$C_s = K_c t L_{COD} ((1+0.004d)/d) 1.07^{T-20}$$

5. Boon and Lister (1977) UK

$$\theta_{sc} = M_c (COD) 1.07^{T-20}$$

6. U.S.A. EPA (1985)

$$S_2 = S_1 + M(t) (DBOE(4/d + 1.57))$$

Donde:

- BDO = demanda bioquímica de oxígeno (mg/lt);
- COD = demanda química de oxígeno (mg/lt);
- Cs = concentración de H₂S (mg/lt);
- d = diámetro de la alcantarilla en metros (USEPA) y centímetros (Pomeroy, Boon and Lister);
- DBOE = DBO efectiva, DBO a 20 °C multiplicada por el factor 1.07^{T-20}, donde T = temperatura en °C;
- Gs = tasa de generación medida en libras de sulfito por 1000 sq.ft de viscosidad por hora;

L_{cod}	=	COD en mg/lit; usado por Boon y Lister
S	=	concentración de sulfuro, en mg/lit; usado por USEPA
T	=	temperatura en °C;
t	=	tiempo de retención (horas);
K_c, K	=	constantes en ecuaciones usadas por diferentes autores;
M_a, M_c	=	constantes en ecuaciones usadas por diferentes autores, y
\emptyset_{sc}	=	flujo de sulfuro de viscosidad en mg/m.hora ² .

En líneas de presión o en pozos húmedos de las cámaras de bombeo donde los períodos de retención son mayores a 10 minutos, generalmente se desarrollan condiciones anaeróbicas en las que se pueden generar considerables cantidades de H_2S . Cuando las bombas comienzan a operar, una alta concentración de H_2S es descargada generalmente dentro de sistemas por gravedad, produciendo una severa y rápida corrosión en las estructuras de concreto armado expuestas.

Otras medidas que previenen la formación de H_2S son:

- a) La adición de oxígeno libre en forma de aire, oxígeno puro o peróxido de hidrógeno (H_2S_2). De las tres formas de oxigenación, las dos últimas son las más eficientes. El oxígeno puro en largar líneas de presión, ha probado ser efectiva no sólo en el control del H_2S sino también en establecer películas biológicas aeróbicas que logran hacer un tratamiento parcial del desagüe.
- b) La adición de agentes químicos oxidantes que proveen a los microorganismos con un preferente receptor de hidrógeno tales como nitrato de sodio, nitrato férrico, cloruro férrico/sulfato ferroso, sulfato férrico/ácido nítrico, los cuales combinan la acción de los nitratos como agente oxidante con el sulfato férrico que precipita los sulfuros.

- c) Otras posibilidades son la ventilación (natural o forzada) la cual no es adecuada para troncales de gran longitud; neutralización de la acidez utilizando cal o el uso de bacterias que inhiben la formación de las películas biológicas.

5.3.5.2. Protección con Materiales Resistentes a la Corrosión

La construcción de redes de alcantarillado con materiales resistentes a la corrosión ofrece dos posibilidades:

- a) *Uso de materiales convencionales como el concreto, recubierto interiormente por una película protectora (coating o lining).*

El concreto es considerado a pesar de su vulnerabilidad a la corrosión, el material más barato en diámetros superiores a 300 mm. La vida de las tuberías centrifugadas de concreto armado depende de la alcalinidad del material, la cual puede ser incrementada por el uso de agregados calcáreos (dolomítico) en vez de agregados silicios. Otra forma de extender la vida del tubo es usando una capa de recubrimiento con mortero de sacrificio.

La protección del concreto usando una barrera ácido resistente, requiere de un alto grado de perfección en el acabado.

Los coatings están divididos en dos grupos:

- Termoplásticos: aplicados en caliente y curados por enfriamiento: asfaltos, polietileno.
- De reacción química por unión molecular: poliuretano, epóxicos.

En general estos recubrimientos epóxicos son muy susceptibles de deterioro durante el manipuleo y la instalación, también pueden ser dañados por los equipos de limpieza de colectores. Los lining vienen en forma de láminas de PVC, GRP (poliester reforzado con fibra de vidrio) o HDPE las cuales son

moldeadas y colocadas con anclajes mecánicos o prefabricadas en paneles para ser colocadas in-situ sobre la superficie de concreto. Los recubrimientos de PVC incrementan en 100% el costo de las tuberías de hasta 700 mm de diámetro y en 30% las tuberías de 2000 mm de diámetro.

b) *Uso de materiales resistentes a la corrosión.*

Las tuberías fabricadas con materiales resistentes a la corrosión que sean adecuadas para ser usadas en alcantarillados sin algún refuerzo adicional son pocas. Un excelente ejemplo son las tuberías de cerámica vitrificada (VCP) fabricada en diámetros de hasta 1000 mm de diámetro. El diseño estructural de las tuberías flexibles (PVC, FRP, HDPE) es mas complejo que en el caso de tuberías rígidas, pues sufren deformaciones que requieren de un adecuado recubrimiento en toda la sección transversal.

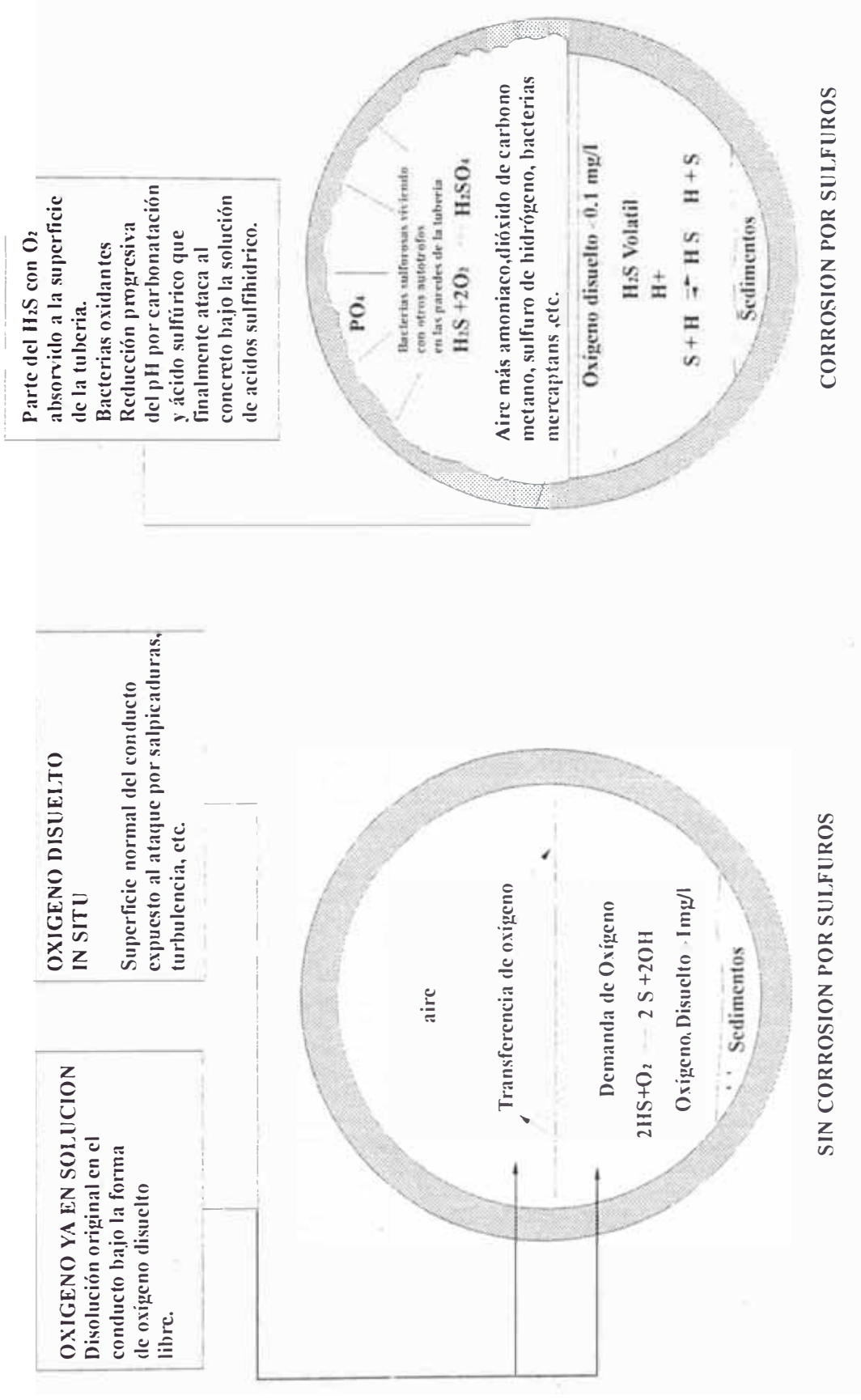


FIGURA 5.1 : EL PROBLEMA DE CORROSION POR SULFUROS.

5.4 PLANEAMIENTO DE LA RED DE COLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS

Para el planeamiento de una red de colección de aguas servidas, deben cumplirse ciertos requisitos, los cuales deben ser analizados para encontrar las condiciones técnico - económicas más favorables para los usuarios del sistema. Son los siguientes:

- ◆ Deberá diseñarse para las condiciones más desfavorables en el sistema, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño definido.
- ◆ Se tratará de servir directamente al mayor porcentaje de la población, dentro de los límites impuestos por las condiciones sociales y económicas de la localidad.
- ◆ La distribución de caudales, debe hacerse mediante hipótesis que estén acordes con la descarga real de la localidad, durante el período de diseño.
- ◆ Deberá dotarse a los colectores, de los accesorios y obras de arte necesarias con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas a tal efecto y facilitar su mantenimiento.

5.4.1 Parámetros Básicos de Diseño

5.4.1.1 Documentación

Para el diseño de la red de colectores, contamos con la siguiente documentación Básica:

- Plano topográfico del área a servir, con curvas de nivel cada metro, identificación de calles, veredas, límites urbanos y tipo de uso de los predios (vivienda, comercio, locales públicos, áreas verdes, centros deportivos, etc.).

- Datos de las áreas de cada sector que forma parte del proyecto.
- Características básicas del sistema de desagüe colindante con la zona de estudio.

5.4.1.2 Período de Diseño

Se denomina así, al horizonte en el tiempo, para el cual se dimensiona el sistema; de acuerdo con las proyecciones y perspectivas de desarrollo del área en proyecto, se definirán etapas de construcción de las obras sin perder la objetividad del conjunto.

El período de diseño se encuentra ligado tanto a las proyecciones de crecimiento de la población, como a las características del sistema.

Cuando se trata de ciudades en las cuales es posible trazar un Plan Regulador para su desarrollo, se fijan horizontes de 20 años con etapas de construcción de 10 años, definiéndose las áreas factibles de una densificación progresiva para no deprimir las condiciones de servicio en el período de transición entre etapas.

En áreas urbanas definidas (Urbanizaciones o Asentamientos Humanos en desarrollo), el horizonte de diseño está definido por el período en que alcanzará su ocupación plena, de acuerdo con las características de uso asignadas por la entidad competente. Generalmente se les considera una sola etapa de diseño.

Las estructuras e instalaciones componentes del sistema, intervienen en el período de diseño como elementos que cuentan con una vida útil o de máxima eficiencia, que deberán ser sustituidas para mantener el nivel técnico de servicio, haciéndose las previsiones para su reemplazo, preferiblemente en forma coincidente con las etapas de diseño consideradas.

Para el presente Estudio, tratándose de un Asentamiento Humano con menos de 5000 habitantes, consideraremos una sola etapa de diseño para un horizonte de 15 años.

5.4.1.3 Población de Servicio

Corresponde al número de habitantes que tendrá acceso al servicio directo de desagüe, constituyendo el parámetro básico para el diseño del sistema.

Considerando que el área en estudio pertenece a la Provincia Constitucional del Callao, hemos tomado como referencia los lineamientos que se establecen en el "Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao".

Según este reglamento, para uso de vivienda se debe considerar una densidad de 7 habitantes por vivienda, lo cual tomamos en cuenta para los cálculos de población.

En el área de estudio, la población se distribuye de la siguiente manera:

CUADRO 5.1
POBLACION POR SECTORES

SECTORES	Nº DE LOTES	POBLACIÓN (hab)
I	1 236	8 652
II	635	4 445
III	1 642	11 494
TOTAL	3 513	24 591

Nota: El A.H. "Hijos de Grau" está incluido en el A.H. Angamos Sector III

5.4.1.4. Caudales de Diseño

Un sistema sanitario se calcula para satisfacer las máximas necesidades de servicio, aún cuando éstas se presenten por periodos cortos durante el día y con incidencia representativa en ciertas épocas del año.

El volumen de desagües a evacuar está directamente ligado al uso del agua, por lo cual se describe a continuación los criterios de cálculo de diseño para agua potable.

El cálculo del caudal de diseño, involucra tres factores básicos que dependen de las características urbanas y socioeconómicas de la localidad o asentamiento humano, de las cuales se derivan sus hábitos y condiciones de uso del agua que luego será vertida al sistema cloacal.

1. Dotación

Representa la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de las actividades de un núcleo urbano, expresada en litros por habitante y por día (lt/hab/día), incluyéndose en ella los consumos correspondientes a:

a) Consumo Doméstico

Es el agua necesaria para las actividades domésticas de los pobladores, como bebida, lavado, cocina, riego de jardines y patios, lavado de autos y otros, de acuerdo con los hábitos y nivel socioeconómico de los pobladores. Esta cantidad puede variar entre 60 y 200 lt/hab/día.

En el presente trabajo, consideramos los valores normados por SEDAPAL, es decir, una dotación de agua para consumo doméstico igual a 150 litros/hab/día.

b) Consumo Comercial

El uso de agua en establecimientos comerciales está normado en el documento S.200 de ININVI, debiendo trasladarse los valores calculados a un valor medio per-cápita en el caso de grandes centros comerciales; para el comercio local disperso deberá analizarse la presencia de establecimientos vivienda - comercio, donde la dotación doméstica se vería incrementada en valores de 10 a 30 lts/hab/día, de acuerdo con la magnitud de los lotes de comercio.

c) Consumo Industrial

Para habilitaciones de tipo industrial, deberá determinarse el consumo, de acuerdo al uso del agua en el proceso industrial.

Cuando se trata de zonas exclusivas para uso industrial, el caudal necesario será considerado como una salida puntual en la red para ese fin; en el caso de industria menor dispersa en el área urbana, se calculará su incidencia en lts/hab/día.

Es preciso indicar que el área de estudio no cuenta con industrias.

d) Otros Usos:

De acuerdo con las características urbanas, la disponibilidad de agua de riego no doméstica y las condiciones climáticas del lugar, el proyectista debe sustentar la conveniencia del uso de agua potable en el riego de parques, pistas u otros usos que considere necesarios.

En localidades donde existe sistema de distribución de agua, se deben analizar las condiciones de servicio, en lo que se refiere al volumen de agua que no llega a los domicilios, el cual debe derivarse hacia fugas en la red, conexiones clandestinas u otros usos indebidos por ausencia de control de

medición. Este volumen puede ser representativo dentro del sistema, creando un déficit aparente desde el inicio del programa de ampliación del sistema; el primer indicio de estos valores es la cuantificación del caudal distribuido en relación a la población realmente servida, a partir del cual deberá adoptarse las decisiones para investigar con la mayor profundidad las acciones correctivas a tal situación.

Como dato referencial, debemos indicar que en Lima se utiliza efectivamente el 46% del agua que se produce; en las ciudades del interior del país, este rubro tiene valores que fluctúan entre el 40 y 60% de acuerdo con la antigüedad del sistema y el material y calidad de las obras.

La suma de estos componentes, conforma lo que se llama la dotación de agua expresada en litros/hab/día, la cual multiplicada por la población aportará el caudal promedio de agua requerida para satisfacer las necesidades del núcleo urbano en proyecto.

La cantidad de agua que fluye hacia los desagües, se estima en un 80% del agua distribuida, donde se considera el agua que se infiltra en los jardines, lavado de vehículos, consumos sociales y otros usos que no son vertidos al sistema cloacal.

2. Variaciones de Consumo

El uso del agua no es uniforme, presentándose variaciones diarias, mensuales o estacionales, de acuerdo con la magnitud de la población, el equipamiento urbano, la actividad básica de sus pobladores y las condiciones climáticas del área. Para el dimensionamiento del sistema de agua potable se utilizan parámetros de variación diaria y horaria, considerándose además el valor mínimo probable de consumo, con el objeto de verificar las características de funcionamiento del sistema.

a) Variación Diaria

Corresponde al consumo en el día de mayor incidencia, el cual puede ser el más caluroso o el de mayor actividad local en el año, se le denomina *consumo máximo diario* y el rango de variación depende principalmente de las condiciones climáticas de la zona y de actividades o acontecimientos específicos.

El valor del coeficiente de variación diaria puede fluctuar entre 1.2 y 2.5. En el presente estudio hemos adoptado como variación diaria, el 130% de la demanda promedio anual.

b) Variación Horaria

Se refiere a la variación de consumos durante el día, la cual se presenta con grandes fluctuaciones dependiendo de la actividad de sus pobladores, de la magnitud de la localidad y el conjunto de sus recursos productivos.

Dependiendo de las actividades básicas de la ciudad, el máximo valor puede producirse en las primeras horas de la mañana, al mediodía o en las primeras horas de la noche. Se le denomina *consumo máximo horario* y su valor puede fluctuar entre 1.8 y 5.0 veces la demanda promedio anual; los mayores valores corresponden a pequeños centros poblados donde los hábitos de uso del agua son uniformes para todos los pobladores (por ejemplo: todos inician su jornada de trabajo a la misma hora y regresan a sus casas al mismo tiempo para tomar sus alimentos); los valores menores se presentan en grandes ciudades con actividades múltiples, donde el uso del agua durante el día puede uniformizarse hasta valores cercanos a la demanda del día máximo.

Para el presente estudio utilizaremos un valor de 2.6 veces la demanda media.

c) Consumo Mínimo

Generalmente, los mínimos consumos se presentan por la noche, estimándose su valor como un porcentaje del consumo medio; éste consumo corresponde a actividades nocturnas (industria y comercio), a las cuales se deben sumar las probables pérdidas en la red y las clandestinidades. Teóricamente en poblaciones pequeñas debería ser cero, si no existiera la probabilidad de pérdidas, lo cual es improbable dada baja la calidad de los accesorios sanitarios y la constante improvisación en obras de saneamiento.

El valor genérico utilizado es de 30% del consumo promedio, como valor de verificación de funcionamiento del sistema. Como referencia, el consumo mínimo en Lima alcanza un 45% del consumo promedio, donde se involucra los consumos industriales y el gran porcentaje de fugas de las instalaciones internas.

Con los valores establecidos para dotaciones, se calcula los caudales de diseño de la red de desagües.

Otros Aportes al Sistema de Desagües

El sistema de desagües está sujeto a aportes adicionales, dada su ubicación bajo el nivel del terreno, destacándose como los más importantes los siguientes:

- ◆ **infiltración de aguas del subsuelo** en zonas donde la napa freática se encuentra sobre el nivel de instalación de las tuberías, verificándose ese ingreso a través de las juntas.

En el aporte de infiltración se debe tener en cuenta la permeabilidad del terreno, la altura de la napa de agua por encima del tubo, tipo de tubería empleada, tipo y ejecución de juntas, forma de unión de las conexiones

domiciliarias al colector y la posibilidad de inundaciones periódicas por creciente de ríos o influencia de las mareas.

Es preciso indicar, que en el Estudio de Suelos efectuado para la zona en estudio, se determina que en todas las calicatas de hasta 3 metros no se encontró napa freática. Es por este motivo que no consideramos aporte por infiltración de aguas del subsuelo.

Para los proyectos que involucren zonas con infiltración de aguas del subsuelo, como referencia podemos indicar que para la cuantificación de los caudales de aporte se pueden utilizar valores medios de 30 metros cúbicos por día y por kilómetro de tubería en terrenos de conglomerado, con la napa freática a 0.50 m por encima del nivel de instalación de la tubería.

- ◆ **Ingreso de aguas de lluvia** provenientes de los patios interiores de las viviendas y esorrentía superficial por tapas de buzón.

Estos aportes pueden ser estimados considerándose el área de patios interiores y el aporte de los techos tributarios, la intensidad de lluvias para una frecuencia determinada y el coeficiente de esorrentía de acuerdo al tipo de pavimento.

El caudal a captarse depende de la intensidad y frecuencia de lluvias en la zona del proyecto, así como de la conformación urbana y características de las viviendas, pudiendo convertirse en un valor importante para el diseño de los colectores, lo cual amerita un análisis específico para cada caso.

Estos aportes, así como los de infiltración, generalmente son determinados por unidad de longitud de tubería colectora, traduciéndose en un aporte de caudal total que es sumado a los caudales domésticos de diseño para obtener el caudal máximo de colección.

5.4.2 Consideraciones Técnicas para el diseño de las líneas de Alcantarillado

Para el presente estudio hemos tenido en consideración los aspectos técnicos, establecidos en el Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos de SEDAPAL.

5.4.2.1 Velocidades

Las tuberías se han diseñado para mantener velocidades de flujo mínimas de 0.60 m/seg para evitar la sedimentación por poca velocidad de arrastre y velocidades máximas de 3 m/seg, para evitar la erosión por velocidades excesivas.

5.4.2.2 Pendientes Mínimas

Las pendientes mínimas de diseño, de acuerdo a los diámetros, serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima de 0.60 m/seg. Sin embargo, de no conseguirse condiciones de flujo favorables debido al pequeño caudal evacuado, en los 300 m iniciales de cada colector, se debe mantener una pendiente mínima de ocho por mil (8 o/oo).

5.4.2.3 Diámetro Mínimo

El diámetro mínimo de los colectores será de 8”.

5.4.2.4 Tirante

La altura del flujo será como máximo del 75 % del diámetro. En ningún caso trabajarán a presión.

5.4.2.5 Cámaras de Inspección

Se proyectarán cámaras de inspección en

- El inicio de los tramos de arranque
- Empalmes de colectores
- Cambios de dirección
- Cambios de pendientes
- Cambios de diámetro
- Lugares donde sea necesario por razones de inspección y limpieza.

La separación máxima entre cámaras de inspección dependerá del diámetro de las tuberías, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 5.2
SEPARACION MAXIMA ENTRE CAMARAS DE INSPECCION

Diámetro	Separación
150 mm (6")	60 m
200 mm (8")	80 m
250 mm (10") a 300 mm (12")	100 m
Diámetros mayores	150 m

Las cámaras de inspección serán :

- a) Buzonetes, que se utilizarán sólo en vías peatonales, cuando la profundidad sea tal, que no permita recubrimiento de 1.00 m sobre la clave del tubo. Se emplearán sólo para colectores de 200 mm (8") de diámetro.

En el presente estudio hemos diseñado buzonetes en los pasajes en que el terreno es de tipo rocoso, según lo indica el Estudio de Suelos.

- b) Buzón Tipo I, cuando la profundidad sea tal, que permita recubrimiento mínimo de 1.00 m sobre la clave del tubo.

5.4.2.6 Cambio de Diámetro de la Línea de Desagüe

En los puntos de cambio de diámetro de las tuberías, debido a variaciones de pendiente o aumentos de caudal, las cámaras de inspección se proyectarán de manera que las tuberías coincidan ; en la clave, cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro y, en el fondo, cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.

Para tuberías menores de 400mm (16”) de diámetro ; si el diámetro inmediato aguas abajo, por mayor pendiente puede llevar el mismo caudal en menor diámetro, no se usará este menor diámetro ; debiendo emplearse el mismo del tramo aguas arriba.

5.4.2.7 Ubicación de Tuberías

- Para las calles de 20.00 m de ancho o menos se proyectará una línea de alcantarillado en el eje de la calle.
- En las calles y avenidas de más de 20.00 m de ancho, se proyectará a cada lado de la calzada la línea de alcantarillado.
- Siempre y cuando lo permita la sección transversal de las calles, la distancia entre tuberías de agua y alcantarillado medida entre los planos tangentes, será como mínimo de dos metros.

5.4.2.8 Profundidades de Enterramiento de Tuberías

Los colectores se proyectarán a una profundidad tal, que asegure satisfacer a la más desfavorable de las siguientes condiciones

- La profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes y/o proyectados, ubicados principalmente en las calles transversales a la línea del colector.

- Un recubrimiento mínimo de 1.00 m sobre la clave del colector en relación con el nivel de la calzada ; salvo vías peatonales en que el recubrimiento podrá ser menor.
- Asegurar el drenaje de todos los lotes que dan frente a la calle en la que estará ubicado el colector, considerando que por lo menos las dos terceras partes (2/3) de cada lote en profundidad, puedan descargar por gravedad, partiendo la instalación interior con 0.30 m por debajo del nivel del terreno y con una pendiente mínima de quince por mil (15 o/oo).

5.5 CONFORMACIÓN DE LA RED COLECTORA

La zona de estudio debe ser considerada como formando un todo con las áreas adyacentes, de acuerdo con los diferentes factores topográficos, demográficos y urbanísticos que puedan influir en el proyecto; por lo tanto, se debe tener en cuenta para el cálculo de los colectores, las posibles variaciones urbanísticas y de densidad demográfica dentro de la zona actualmente urbanizada y las áreas de futura ampliación, acordes con la población del proyecto que pueda incorporarse a través de los colectores, fijándoles coeficientes de gastos aparentes que obliguen a proyectar los diámetros y profundidades adecuadas para incorporar las futuras ampliaciones.

La planificación del sistema colector de desagües de áreas eriazas, debe ser coordinada desde la concepción de su conformación urbana, para minimizar costos y optimizar el funcionamiento del sistema mediante soluciones tendientes a contar con un flujo gravitatorio en su mayor extensión y en lo posible con profundidades de excavación mínimas. La solución óptima se encuentra cuando la diagonal de las manzanas sobre la línea de máxima gradiente del terreno, evitando la existencia de colectores paralelos a las curvas de nivel, que obligan a profundizar el sistema.

Otro aspecto importante en la planificación coordinada es la identificación previa de las vías donde se ubicarán los colectores principales para determinación de su dimensionamiento y estructura vial acorde con las acciones de mantenimiento del sistema.

La red general está conformada por colectores de arranque, interceptores, colectores generales y emisores, ligados todos mediante bocas de visita denominados en nuestro medio buzones.

Colector de Arranque

Son los tramos iniciales, que no necesariamente son los más alejados, ya que por razones topográficas pueden encontrarse en cualquier punto del sistema.

Las condiciones de dimensionamiento y velocidad de flujo mínimos, obligan a considerar para estos tramos una gradiente mínima para los 300 metros iniciales, de 10 o/oo para el S100 y 8 o/oo para SEDAPAL, siendo este último valor el considerado en el presente estudio.

Interceptores

Son los tramos de colector que reciben las descargas de los colectores de arranque abarcando áreas de drenaje definidas por la conformación topográfica del área del proyecto.

Generalmente las condiciones de concentración de caudal tributario de los colectores de arranque han alcanzado valores que permiten el diseño de los interceptores aplicando el criterio de la mínima velocidad de flujo admisible para propiciar la autolimpieza, con un valor de 0.60 m/s.

Colector General

Viene a ser el tramo de colector que recibe la descarga de los interceptores y las concentra en uno o más puntos donde se inician los emisores.

Buzones

Son estructuras de concreto de forma cilíndrica y diámetro variable de acuerdo al diámetro y profundidad de la tubería, los cuales se ubicarán en cada encuentro de tuberías, cambio de diámetro, material, pendiente de los colectores y lugares donde sea necesario por razones de limpieza.

5.6 DISTRIBUCION DE CAUDALES

La distribución de caudales es el aspecto más importante dentro del planeamiento de la red, ya que incide directamente en el dimensionamiento de la misma y en su comportamiento futuro.

Existen varios métodos de distribución de caudales, de acuerdo con las características del centro urbano, sus actividades básicas y sus condiciones socioeconómicas. A continuación mencionamos dichos métodos:

1. En centros urbanos con distribución uniforme y planificada en lotes familiares, centros comerciales, industriales, educativos y de servicios, puede adoptarse una distribución uniforme del caudal por área tributaria de servicio de cada tramo.
2. En poblaciones o centros urbanos existentes, con redes de colección a rediseñar, es posible identificar las unidades de uso específicas a las cuales se les asigna su consumo respectivo, agrupándose para cada tramo de servicio. Para este caso es importante identificar aquellas áreas donde las condiciones de desarrollo están claramente definidas y/o existen centros de uso puntual específico.
3. En pequeñas localidades, con tuberías de colección de diámetros sensiblemente uniformes y extensión limitada, puede utilizarse como caudal tributario, la media de descarga total por metro lineal de tubería.

Para efectos del presente estudio, utilizaremos el tercer método, para realizar la distribución de caudales.

5.7 DISEÑO DE COLECTORES

En el presente estudio emplearemos dos métodos para el cálculo hidráulico de colectores : el método manual y el método computarizado (Programa SEWER). El primer método lo usaremos para los tramos de arranque y ramales y el segundo, para los colectores principales.

5.7.1 Método Manual

Consiste en determinar el diámetro, velocidad real y tirante real, tramo por tramo, para lo cual hemos empleado un programa que se puede ejecutar en una calculadora FX-880P o incluso en una hoja de cálculo. Los datos necesarios para la ejecución del programa son : caudal, pendiente y coeficiente de rugosidad (n). Este programa utiliza las fórmulas de Ganguillet - Kutter y Manning y con los datos ingresados proporciona el diámetro (considerando la tubería trabajará a $\frac{3}{4}$ de diámetro como máximo) y además da la opción de cambiar este diámetro, si se desea, por uno mayor. Luego determina también la velocidad del flujo y el tirante.

En el presente estudio hemos separado dos áreas de drenaje bien definidas, cada una de ellas tiene un punto de descarga (cámaras de bombeo). Los cálculos realizados en ambas zonas de drenaje son los siguientes :

Area de Drenaje N° 1

Corresponde a una parte del Sector II del A.H. Angamos y está limitada por: Calle A, Pasaje 81, Avenida B y Calle 10.

Caudal Máximo de Contribución : $Q_{mc} = 8.032 \text{ lps}$

Longitud Total de Tubería : $L = 2325.20 \text{ ml}$

Caudal Unitario (Q_{mc}/L) : $Q_u = 0.00345 \text{ lps/ml}$

Area de Drenaje N° 2

Corresponde a la zona restante del A.H. Angamos, es decir el Sector I, parte del Sector II y el Sector III

Caudal Máximo de Contribución : $Q_{mc} = 85.93 \text{ lps}$

Longitud Total de Tubería : $L = 17,267.90 \text{ ml}$

Caudal Unitario (Q_{mc}/L) : $Q_u = 0.00497 \text{ lps/ml}$

A continuación se muestran los resultados del cálculo hidráulico para cada sector del A. H. Angamos.

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR I**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón		longitud S terrenc		Descarga parcial lps	Descarga acum. lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	del	al	aguas arriba	aguas abajo	m	%					D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(o/oo)	Y(mm)	aguas arriba	aguas abajo
Psje. B4	10	11	83,65	80,60	27,00	11,30	0,134	0,000	0,134	0,00497	200	0,134	0,604	120,37	5,171	82,65	79,40
Psje. B4	12	11	80,65	80,60	16,00	0,31	0,080	0,000	0,080	0,00497	200	0,080	0,254	15,63	6,541	79,65	79,40
Psje. 26	11	14	80,60	79,45	36,00	3,19	0,179	0,214	0,393	0,00497	200	0,393	0,529	31,94	11,647	79,40	78,25
Psje. 26	2	1	86,00	83,50	45,00	5,56	0,224	0,000	0,224	0,00497	200	0,224	0,541	55,56	7,865	84,80	82,30
Psje. B3	1	7	83,50	81,78	39,10	4,40	0,194	0,224	0,418	0,00497	200	0,418	0,603	43,99	11,122	82,30	80,58
Psje. B	2	8	86,00	83,85	39,10	5,50	0,194	0,000	0,194	0,00497	200	0,194	0,516	54,99	7,373	84,80	82,65
Psje. 25	8	7	83,85	81,78	45,00	4,60	0,224	0,000	0,224	0,00497	200	0,224	0,506	46,00	8,220	82,65	80,58
Psje. B3	7	14	81,78	79,45	46,00	5,07	0,229	0,642	0,871	0,00497	200	0,871	0,792	50,65	15,198	80,58	78,25
Psje. 26	14	15	79,45	79,80	45,00	-0,78	0,224	1,264	1,488	0,00497	200	1,488	0,488	8,00	30,483	78,25	77,89
Psje. B	8	15	83,85	79,80	46,00	8,80	0,229	0,194	0,423	0,00497	200	0,423	0,770	88,04	9,507	82,65	78,60
Psje. B	15	21	79,80	77,05	38,00	7,24	0,189	1,911	2,100	0,00497	200	2,100	1,054	53,68	22,763	77,89	75,85
Psje. 3	19	20	80,00	78,20	19,00	9,47	0,094	0,000	0,094	0,00497	200	0,094	0,517	105,26	4,524	79,00	77,00
Psje. 3	20	21	78,20	77,05	38,00	3,03	0,189	0,094	0,283	0,00497	200	0,283	0,470	30,26	10,113	77,00	75,85
Psje. B6	20	26	78,20	77,50	44,00	1,59	0,219	0,000	0,219	0,00497	200	0,219	0,348	15,91	10,426	77,00	76,30
Psje. 33	26	27	77,50	74,65	38,00	7,50	0,189	0,219	0,408	0,00497	200	0,408	0,721	75,00	9,705	76,30	73,45
Psje. B	21	27	77,05	74,65	50,00	4,80	0,249	2,383	2,632	0,00497	200	2,632	1,084	48,00	26,053	75,85	73,45
Psje. B	27	36	74,65	73,35	43,00	3,02	0,214	3,040	3,254	0,00497	200	3,254	0,982	30,23	32,276	73,45	72,15
Calle 4	35	36	75,00	73,35	59,00	2,80	0,293	0,000	0,293	0,00497	200	0,293	0,462	27,97	10,470	73,80	72,15
Psje. 43	41	42	73,50	71,25	16,00	14,06	0,080	0,000	0,080	0,00497	200	0,080	0,545	140,63	3,925	72,30	70,05
Psje. 43	42	43	71,25	71,36	42,00	-0,26	0,209	0,080	0,289	0,00497	200	0,289	0,302	8,33	13,826	70,05	69,70
Psje. B	36	43	73,35	71,36	39,00	5,10	0,194	3,547	3,741	0,00497	200	3,741	1,230	51,03	30,416	72,15	70,16
Psje. B6	42	48	71,25	68,75	45,00	5,56	0,224	0,000	0,224	0,00497	200	0,224	0,541	55,56	7,865	70,05	67,55
Psje. 44	48	49	68,75	68,60	42,00	0,36	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,276	8,57	11,793	67,55	67,19
Psje. B	43	49	71,36	68,60	45,00	6,13	0,224	4,030	4,254	0,00497	200	4,254	1,279	51,11	32,36	69,70	67,40
Psje. B7	47	54	76,00	73,25	61,00	4,51	0,303	0,000	0,303	0,00497	200	0,303	0,551	45,08	9,511	74,80	72,05
Psje. 5	54	55	73,25	67,60	37,50	15,07	0,186	0,303	0,489	0,00497	200	0,489	0,970	150,67	8,972	72,05	66,40
Psje. B6	48	55	68,75	67,60	39,00	2,95	0,194	0,224	0,418	0,00497	200	0,418	0,525	29,49	12,217	67,55	66,40
Psje. B6	55	63	67,60	65,85	39,00	4,49	0,194	0,907	1,101	0,00497	200	1,101	0,815	44,87	17,472	66,40	64,65
Psje. B6	63	72	65,85	65,15	43,00	1,63	0,214	1,101	1,315	0,00497	200	1,315	0,603	16,28	24,206	64,65	63,95

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR I**

Calle	Buzón		Cota tapa buzón		longitud[S] terreno	Descarga parcial	Descarga acum.	Descarga total	Caudal Unitario	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	del	al	aguas arriba	aguas abajo						D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S o/oo	Y(mm)	aguas arriba	aguas abajo
Psje. B	49	56	68,6	66,45	39,00	0,194	4,463	4,657	0,00497	200	4,657	1,301	49,74	30,043	67,19	65,25
Psje. S	55	56	67,6	66,45	42,00	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,414	27,38	8,983	66,40	65,25
Psje. S3	63	64	65,85	65,25	23,00	0,114	0,000	0,114	0,00497	200	0,114	0,338	26,09	6,846	64,65	64,05
Psje. S3	64	65	65,25	65,20	19,00	0,094	0,114	0,208	0,00497	200	0,208	0,274	8,42	11,815	64,05	63,89
Psje. B	56	65	66,45	65,20	39,00	0,194	4,866	5,060	0,00497	200	5,060	1,176	34,87	38,675	65,25	63,89
Psje. S4	61	62	77,00	69,00	37,00	0,184	0,000	0,184	0,00497	200	0,184	0,816	216,22	5,230	75,80	67,80
Psje. B7	54	62	73,25	69,00	46,00	0,229	0,000	0,229	0,00497	200	0,229	0,649	92,39	7,058	72,05	67,80
Psje. B7	62	71	69,00	68,60	36,00	0,179	0,413	0,592	0,00497	200	0,592	0,415	11,11	18,126	67,80	67,40
Psje. S5	70	70A	76,00	72,10	32,00	0,159	0,000	0,159	0,00497	200	0,159	0,639	121,88	5,583	74,80	70,90
Psje. S5	70A	71	72,10	68,60	30,00	0,149	0,159	0,308	0,00497	200	0,308	0,771	116,67	7,675	70,90	67,40
Psje. S5	71	72	68,60	65,15	37,50	0,186	0,900	1,086	0,00497	200	1,086	1,042	92,00	14,650	67,40	63,95
Psje. S5	72	72A	65,15	63,57	16,00	0,080	2,401	2,481	0,00497	200	2,481	1,371	98,75	21,312	63,95	62,37
Psje. S5	72A	73	63,57	63,50	26,00	0,129	2,481	2,610	0,00497	200	2,610	0,578	8,08	40,014	62,37	62,16
Psje. B	65	73	65,20	63,50	43,00	0,214	5,268	5,482	0,00497	200	5,482	1,267	40,23	38,839	63,89	62,16
Psje. B	73	79	63,50	61,20	40,00	0,199	8,092	8,291	0,00497	200	8,291	1,587	54,00	44,312	62,16	60,00
Psje. B7	84	77	66,40	66,05	40,00	0,199	0,000	0,199	0,00497	200	0,199	0,274	8,75	11,468	65,20	64,85
Calle 6	77	78	66,05	62,05	43,00	0,214	41,149	41,363	0,00497	200	41,363	3,000	93,02	88,920	64,85	60,85
Calle 6	78	79	62,05	61,20	36,50	0,181	41,363	41,544	0,00497	200	41,544	1,787	23,29	136,927	60,85	60,00
Calle B	79	86	61,20	59,58	40,00	0,199	49,835	50,034	0,00497	200	50,034	2,435	46,00	123,100	60,00	58,16
Psje. 63	84	85	66,40	59,70	37,50	0,186	0,000	0,186	0,00497	200	0,186	0,766	178,67	5,494	65,20	58,50
Psje. 63	85	86	59,70	59,58	42,00	0,209	0,186	0,395	0,00497	200	0,395	0,329	8,10	16,128	58,50	58,16
Psje. B7	84	91	66,40	65,90	40,00	0,199	0,000	0,199	0,00497	200	0,199	0,311	12,50	10,548	65,20	64,70
Psje. B7	91	97	65,90	62,30	43,00	0,214	0,199	0,413	0,00497	200	0,413	0,751	83,72	9,512	64,70	61,10
Psje. 7	97	98	62,30	57,50	37,50	0,186	0,413	0,599	0,00497	200	0,599	0,975	128,00	10,250	61,10	56,30
Psje. B8	85	92	59,70	58,65	44,00	0,219	0,000	0,219	0,00497	200	0,219	0,400	23,86	9,482	58,50	57,45
Psje. B8	92	98	58,65	57,50	39,00	0,194	0,219	0,413	0,00497	200	0,413	0,523	29,49	12,148	57,45	56,30
Psje. B8	92	93	58,65	58,50	42,00	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,271	8,10	11,950	57,45	57,11
Psje. B	86	93	59,58	58,50	44,00	0,219	50,429	50,648	0,00497	250	50,648	1,951	23,86	129,438	58,11	57,06
Psje. B.	93	99	58,50	58,00	39,00	0,194	50,857	51,051	0,00497	250	51,051	1,274	8,46	187,444	57,06	56,73
Psje. 7	99	98	58,00	57,50	42,00	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,308	11,90	10,968	56,80	56,30

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR I**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón		Longitud m	S terrano %	Descarga parcial lps	Descarga acum. lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	del	al	aguas arriba	aguas abajo							D (mm)	Q (lps)	V (m/s)	S (o/oo)	Y (mm)	aguas arriba	aguas abajo
Psje. A2	5	17	79,95	77,55	77,00	3,12	0,383	0,000	0,383	0,00497	200	0,383	0,521	31,17	11,574	78,75	76,35
Calle A	6	18	80,85	80,20	77,00	0,84	0,383	0,000	0,383	0,00497	200	0,383	0,330	8,44	15,741	79,65	79,00
Psje. 24	18	17	80,20	77,55	40,60	6,53	0,202	0,000	0,202	0,00497	200	0,202	0,554	65,27	7,219	79,00	76,35
Psje. 24	17	16	77,55	78,00	42,00	-1,07	0,209	0,585	0,794	0,00497	200	0,794	0,410	8,33	22,321	76,35	76,00
Psje. A	4	9	82,15	80,50	27,00	6,11	0,134	0,000	0,134	0,00497	200	0,134	0,478	61,11	6,054	80,95	79,30
Psje. A	9	16	80,50	78,00	50,00	5,00	0,249	0,134	0,383	0,00497	200	0,383	0,614	50,00	10,360	79,30	76,80
Psje. A	16	23	78,00	76,38	40,40	4,01	0,201	1,177	1,378	0,00497	200	1,378	0,661	20,30	23,481	76,00	75,18
Calle A	18	25	80,20	79,00	40,40	2,97	0,200	0,385	0,585	0,00497	200	0,585	0,582	29,70	14,286	79,00	77,80
Calle 3	25	24	79,00	77,00	30,00	6,67	0,149	0,000	0,149	0,00497	200	0,149	0,509	66,67	6,233	77,80	75,80
Calle 3	24	23	77,00	76,38	52,60	1,18	0,261	0,149	0,410	0,00497	200	0,410	0,379	11,79	15,022	75,80	75,18
Psje. A	23	29	76,38	74,05	40,40	5,77	0,201	1,787	1,988	0,00497	200	1,988	1,063	57,67	21,799	75,18	72,85
Calle A	25	31	79,00	78,10	40,40	2,23	0,200	0,585	0,785	0,00497	200	0,785	0,576	22,28	17,570	77,80	76,90
Psje 31	31	30	78,10	75,50	40,60	6,40	0,202	0,000	0,202	0,00497	200	0,202	0,550	64,04	7,251	76,90	74,30
Psje 31	30	29	75,50	74,05	42,00	3,45	0,209	0,202	0,411	0,00497	200	0,411	0,551	34,52	11,680	74,30	72,85
Psje. A	29	32	74,05	72,80	34,00	3,68	0,169	2,398	2,567	0,00497	200	2,567	0,980	36,76	27,448	72,85	71,60
Psje. A3	30	33	75,50	74,10	45,00	3,11	0,224	0,000	0,224	0,00497	200	0,224	0,442	31,11	9,006	74,30	72,90
Psje. 32	33	32	74,10	72,80	42,00	3,10	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,432	30,95	8,730	72,90	71,60
Psje. A	32	38	72,80	71,55	39,00	3,21	0,194	2,776	2,970	0,00497	200	2,970	0,975	32,05	30,442	71,60	70,35
Psje. A3	33	39	74,10	73,00	39,00	2,82	0,194	0,224	0,418	0,00497	200	0,418	0,517	28,21	12,345	72,90	71,80
Calle A	31	34	78,10	77,25	50,00	1,70	0,249	0,785	1,034	0,00497	200	1,034	0,570	17,00	21,357	76,90	76,05
Calle A	34	40	77,25	76,00	42,00	2,98	0,209	1,034	1,243	0,00497	200	1,243	0,732	29,76	20,404	76,05	74,80
Psje. 4	40	39	76,00	73,00	40,60	7,39	0,202	0,000	0,202	0,00497	200	0,202	0,578	73,89	7,013	74,80	71,80
Psje. 4	39	38	73,00	71,55	42,00	3,45	0,209	0,209	0,418	0,00497	200	0,418	0,554	34,52	11,773	71,80	70,35
Psje. A	38	44	71,55	70,15	39,00	3,59	0,194	3,799	3,993	0,00497	200	3,993	1,108	35,90	34,196	70,35	68,95
Psje. A3	39	45	73,00	71,55	39,00	3,72	0,194	0,000	0,194	0,00497	200	0,194	0,450	37,18	8,078	71,80	70,35
Psje. A3	45	52	71,55	70,50	44,00	2,39	0,219	0,194	0,413	0,00497	200	0,413	0,486	23,86	12,768	70,35	69,30
Psje. 41	45	44	71,55	70,15	42,00	3,33	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,443	33,33	8,580	70,35	68,95
Psje. A	44	51	70,15	68,50	44,00	3,75	0,219	4,202	4,421	0,00497	200	4,421	1,160	37,50	35,558	68,95	67,30
Calle A	40	46	76,00	74,30	40,00	4,25	0,199	1,243	1,442	0,00497	200	1,442	0,867	42,50	20,118	74,80	73,10
Calle A	46	53	74,30	73,70	43,00	1,40	0,214	1,442	1,656	0,00497	200	1,656	0,612	13,95	28,065	73,10	72,50
Psje. 42	53	52	73,70	70,50	40,60	7,88	0,202	1,656	1,858	0,00497	200	1,858	1,161	78,82	19,595	72,50	69,30

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR I**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón		longitud m	S %	Descarga parcial lps	Descarga acum. lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	del	al	aguas arriba	aguas abajo							D (mm)	Q (lps)	V (m/s)	S (o/oo)	Y (mm)	aguas arriba	aguas abajo
Psje. 42	52	51	70,50	68,50	42,00	4,76	0,209	2,271	2,480	0,00497	200	2,480	1,062	47,62	25,368	69,30	67,30
Psje. A	51	58	68,50	67,55	40,40	2,35	0,201	6,901	7,102	0,00497	200	7,102	1,130	23,51	50,497	67,30	66,35
Calle A	53	60	73,70	74,00	40,40	-0,74	0,201	0,000	0,201	0,00497	200	0,201	0,269	8,17	11,709	72,50	72,17
Calle A	60	68	74,00	73,30	40,40	1,73	0,201	0,201	0,402	0,00497	200	0,402	0,332	8,17	16,230	72,17	71,84
Calle A	68	76	73,30	72,45	40,00	2,12	0,199	0,402	0,601	0,00497	200	0,601	0,46	14,75	17,070	71,84	71,25
Calle S	60	59	74,00	70,35	44,0	8,30	0,219	0,000	0,219	0,00497	200	0,219	0,617	82,95	7,088	72,80	69,15
Calle S	59	58	70,35	67,55	38,60	7,25	0,192	0,219	0,411	0,00497	200	0,411	0,714	72,54	9,814	69,15	66,35
Psje. A	58	66	67,55	67,00	40,40	1,36	0,201	7,513	7,714	0,00497	200	7,714	0,952	13,61	60,544	66,35	65,80
Psje. 51	68	67	73,30	70,50	40,60	6,90	0,202	0,000	0,202	0,00497	200	0,202	0,565	68,97	7,126	72,10	69,30
Psje. 51	67	66	70,50	67,00	42,00	8,33	0,209	0,202	0,411	0,00497	200	0,411	0,749	83,33	9,501	69,30	65,80
Psje. A	66	74	67,00	66,35	43,00	1,51	0,214	8,125	8,339	0,00497	200	8,339	1,010	15,12	61,340	65,80	65,15
Psje. A3	67	75	70,50	69,85	43,00	1,51	0,214	0,000	0,214	0,00497	200	0,214	0,339	15,12	10,437	69,30	68,65
Psje. A3	75	82	69,85	67,60	39,00	5,77	0,194	0,214	0,408	0,00497	200	0,408	0,658	57,69	10,32	68,65	66,40
Psje. S2	75	74	69,85	66,35	42,000	8,33	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,609	83,33	6,928	68,65	65,15
Psje. A	74	81	66,35	64,60	39,000	4,49	0,194	8,548	8,742	0,00497	200	8,742	1,509	44,87	47,652	65,15	63,40
Psje. 6	83	82	70,50	67,60	40,60	7,14	0,202	0,000	0,202	0,00497	200	0,202	0,572	71,43	7,068	69,30	66,40
Psje. 6	88	95	65,40	62,90	45,00	5,56	0,224	0,224	0,448	0,00497	200	0,448	0,668	55,56	10,877	64,20	61,70
Psje. 6	82	81	67,60	64,60	42,00	7,14	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,578	71,43	7,182	66,40	63,40
Psje. A	81	87	64,60	63,25	39,00	3,46	0,194	8,951	9,145	0,00497	200	9,145	1,395	34,62	52,033	63,40	62,05
Psje. 61	88	87	65,40	63,25	42,00	5,12	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	1,144	51,19	4,542	64,20	62,05
Psje. A	87	94	63,25	61,80	45,00	3,22	0,224	9,354	9,578	0,00497	200	9,578	1,378	32,22	54,247	62,05	60,60
Psje. 61	96	95	65,20	62,90	40,60	5,67	0,202	0,000	0,202	0,00497	200	0,202	0,527	56,65	7,461	64,00	61,70
Psje. 61	95	94	62,90	61,80	42,00	2,62	0,209	1,230	1,439	0,00497	200	1,439	0,732	26,19	22,556	61,70	60,60
Psje. A	94	101	61,80	59,70	40,50	5,19	0,201	11,017	11,218	0,00497	200	11,218	1,708	51,85	52,095	60,60	58,50
Calle A	76	83	72,45	70,50	42,00	4,64	0,209	0,599	0,808	0,00497	200	0,808	0,751	46,43	14,973	71,25	69,30
Calle A	83	89	70,50	68,40	28,00	7,50	0,139	0,808	0,947	0,00497	200	0,947	0,931	75,00	14,412	69,30	67,20
Calle A	89	96	68,40	65,20	56,00	5,71	0,278	0,947	1,225	0,00497	200	1,225	0,915	57,14	17,355	67,20	64,00
Calle A	96	102	65,20	63,80	40,50	3,46	0,201	1,225	1,426	0,00497	200	1,426	0,804	34,57	21,020	64,00	62,60
AV. 7	102	101A	63,80	60,70	45,00	6,89	0,224	1,426	1,650	0,00497	200	1,650	1,069	68,89	19,122	62,60	59,50
AV. 7	101A	101	60,70	59,70	37,60	2,66	0,187	1,650	1,837	0,00497	200	1,837	0,792	26,60	25,259	59,50	58,50
AV. 7	101	100	59,70	58,85	42,70	1,99	0,212	13,055	13,267	0,00497	200	13,267	1,270	19,91	72,807	58,50	57,65

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR II**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón aguas arriba aguas abajo	Longitud m	S terreno %	Descarga parcial lps	Descarga acum. lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	dal	al								D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(m/Km)	Y(mm)	aguas arriba	aguas abajo
Psje. 81	126	125	54,90	40,60	3,941	0,140	0,000	0,140	0,00345	200	0,140	0,416	39,41	6,844	53,70	52,10
Psje. 81	125	124	53,30	43,00	3,023	0,148	0,140	0,288	0,00345	200	0,288	0,472	30,23	10,198	52,10	50,80
Psje. 81	124	124A	52,00	31,00	2,258	0,107	0,288	0,395	0,00345	200	0,395	0,47	22,58	12,666	50,80	50,10
Psje. 81	124A	123	51,30	32,00	1,563	0,110	0,395	0,505	0,00345	200	0,505	0,445	15,63	15,508	50,10	49,60
Psje. 81	122	123	51,40	34,50	1,739	0,120	0,000	0,120	0,00345	200	0,120	0,276	17,39	8,121	50,20	49,60
Psje. A8	123	130	50,80	43,00	4,767	0,148	0,625	0,773	0,00345	200	0,773	0,728	47,67	14,000	49,60	47,55
Psje. A8	130	140	48,75	39,50	2,785	0,134	0,773	0,907	0,00345	200	0,907	0,65	27,85	17,846	47,55	46,45
Psje. A8	140	150	47,65	39,50	3,038	0,134	0,907	1,041	0,00345	200	1,041	0,699	30,38	18,662	46,45	45,25
Psje. A8	150	162	46,45	40,00	2,875	0,138	1,041	1,179	0,00345	200	1,179	0,712	28,75	20,061	45,25	44,10
Psje. 92	161A	162	46,80	34,50	4,348	0,120	0,000	0,120	0,00345	200	0,120	0,410	43,48	6,225	45,60	44,10
Psje. 92	162	163	45,30	42,00	2,500	0,145	1,299	1,444	0,00345	200	1,444	0,721	25,00	22,845	44,10	43,05
Psje. 82	130	131	48,75	42,00	-0,476	0,145	0,000	0,145	0,00345	200	0,145	0,243	8,10	10,067	47,55	47,21
Psje. A5	125	133	53,30	44,00	4,773	0,150	0,000	0,150	0,00345	200	0,150	0,454	47,73	6,759	52,10	50,00
Psje. A5	133	144	51,20	39,00	4,872	0,136	0,150	0,286	0,00345	200	0,286	0,556	48,72	9,091	50,00	48,10
Psje. A5	144	155	49,30	62,00	1,613	0,214	0,286	0,500	0,00345	200	0,500	0,449	16,13	15,321	48,10	47,10
Psje. A5	155	167	48,30	51,00	1,961	0,176	0,500	0,676	0,00345	200	0,676	0,481	19,61	14,631	47,10	46,10
Psje. 92	168	167	50,10	40,60	6,897	0,140	0,000	0,140	0,00345	200	0,140	0,505	68,97	6,007	48,90	46,10
Psje. A6	124	131B	52,00	14,00	4,286	0,048	0,000	0,048	0,00345	200	0,048	0,310	42,86	4,080	50,80	50,20
Psje. A6	131B	132	51,40	36,00	4,861	0,124	0,048	0,172	0,00345	200	0,172	0,476	48,61	7,174	50,20	48,45
Psje. 82	133	132	51,20	42,00	3,690	0,145	0,000	0,145	0,00345	200	0,145	0,410	36,90	7,064	50,00	48,45
Psje. A6	132	143	49,65	39,00	4,231	0,136	0,317	0,453	0,00345	200	0,453	0,610	42,31	11,656	48,45	46,80
Alameda 9	144	143	49,30	42,00	3,095	0,145	0,000	0,145	0,00345	200	0,145	0,386	30,95	7,360	48,10	46,80
Alameda 9	143	142	48,00	35,00	2,114	0,120	0,598	0,718	0,00345	200	0,718	0,551	21,14	17,050	46,80	46,06
Alameda 9	142	141	47,26	44,00	0,250	0,152	0,718	0,870	0,00345	200	0,870	0,419	8,18	23,420	46,06	45,70
Psje. 82	132	132A	49,65	25,00	2,200	0,086	0,000	0,086	0,00345	200	0,086	0,293	22,00	6,247	48,45	47,90
Psje. 82	132A	131	49,10	28,00	0,536	0,097	0,086	0,183	0,00345	200	0,183	0,383	24,64	8,650	47,90	47,21
Psje. 81	131B	131A	51,40	29,00	1,897	0,100	0,000	0,100	0,00345	200	0,100	0,291	18,97	6,937	50,20	49,65
Psje. A7	131A	131	50,85	36,00	5,278	0,124	0,100	0,224	0,00345	200	0,224	0,531	52,78	7,960	49,65	47,75

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR II**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón		Longitud m	S terreno %	Descarga parcial		Descarga acum.		Descarga total		Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo	
	del	al	aguas arriba	aguas abajo			lps	lps	lps	lps	D(mm)	Q(lps)		V(m/s)	S(o/oo)	Y(mm)	aguas arriba	aguas abajo	
Psje. A7	131	141	48.95	47.15	39.00	4.615	0.136	0.552	0.688	0.00345	200	0.688	0.671	38.72	14.987	47.21	45.70		
Alameda 9	140	141	47.65	47.15	42.00	1.190	0.145	0.000	0.145	0.00345	200	0.145	0.319	17.86	8.367	46.45	45.70		
Psje. 91	150	151	46.45	45.85	42.00	1.429	0.145	0.000	0.145	0.00345	200	0.145	0.295	14.29	8.815	45.25	44.65		
Psje. A7	141	151	47.15	45.85	39.00	3.333	0.136	1.703	1.839	0.00345	200	1.839	0.795	26.92	25.200	45.70	44.65		
Psje. A7	151	163	45.85	44.25	40.00	4.000	0.138	1.984	2.122	0.00345	200	2.122	0.953	40.00	24.545	44.65	43.05		
Psje. 92	163	164	44.25	43.40	37.00	2.297	0.128	3.566	3.694	0.00345	200	3.694	0.926	22.97	36.715	43.05	42.20		
Psje. A6	143	154	48.00	46.55	39.00	3.718	0.134	0.000	0.134	0.00345	200	0.134	0.402	37.18	6.797	46.80	45.35		
Psje. A6	154	166	46.55	45.10	63.00	2.302	0.217	0.136	0.353	0.00345	200	0.353	0.457	23.02	11.962	45.35	43.90		
Psje. 92	167	166	47.30	45.10	43.00	5.116	0.148	0.816	0.964	0.00345	200	0.964	0.819	51.16	15.906	46.10	43.90		
Psje. 91	154	153	46.55	45.60	45.00	2.111	0.155	0.000	0.155	0.00345	200	0.155	0.345	21.11	8.302	45.35	44.40		
Psje. 91	153	152	45.60	45.50	25.00	0.400	0.086	0.155	0.241	0.00345	200	0.241	0.282	8.00	12.814	44.40	44.20		
Psje. 91	151	152	45.85	45.50	37.00	0.946	0.128	0.000	0.128	0.00345	200	0.128	0.269	12.16	8.636	44.65	44.20		
Psje. A12	152	164	45.50	43.40	45.00	4.667	0.155	0.369	0.524	0.00345	200	0.524	0.648	46.67	12.338	44.30	42.20		
Calle A	126	126A	54.90	53.50	40.00	3.500	0.138	0.000	0.138	0.00345	200	0.138	0.397	35.00	6.989	53.70	52.30		
Calle A	126A	145	53.50	52.00	42.00	3.571	0.145	0.138	0.283	0.00345	200	0.283	0.498	35.71	9.728	52.30	50.80		
Calle A	145	156	52.00	51.00	60.00	1.667	0.207	0.283	0.490	0.00345	200	0.490	0.451	16.67	15.060	50.80	49.80		
Calle A	156	168	51.00	50.10	60.00	1.500	0.207	0.490	0.697	0.00345	200	0.697	0.484	15.00	18.240	49.80	48.90		
Calle A	168	180	50.10	49.05	38.50	2.727	0.133	0.697	0.830	0.00345	200	0.830	0.629	27.27	17.197	48.90	47.85		
Calle 10	180	179	49.05	43.90	80.0	6.438	0.276	0.831	1.107	0.00345	200	1.107	0.925	64.38	16.084	47.85	42.70		
Calle 10	176	177	43.93	42.00	62.00	3.113	0.214	0.279	0.493	0.00345	200	0.493	0.389	27.26	13.450	42.49	40.80		
Calle 10	174	175	46.60	44.05	36.00	7.083	0.124	0.000	0.124	0.00345	200	0.124	0.491	70.83	5.643	45.40	42.85		
Calle 10	175	176	44.05	43.93	45.00	0.267	0.155	0.124	0.279	0.00345	200	0.279	0.295	8.00	13.728	42.85	42.49		
Calle 10	177	178	42.00	41.90	40.00	0.250	0.138	0.493	0.631	0.00345	200	0.631	0.537	8.75	19.773	40.80	40.45		
Calle 10	179	178	43.90	41.90	68.00	2.941	0.235	1.107	1.342	0.00345	200	1.342	0.777	33.09	20.636	42.70	40.45		
S/N	178	165	41.90	43.65	38.50	-4.545	0.133	1.973	2.106	0.00345	200	2.106	0.560	9.09	34.990	40.45	40.10		
Psje. 92	164	165	43.40	43.65	57.00	-0.439	0.197	4.218	4.415	0.00345	200	4.415	0.946	21.05	40.950	42.20	41.00		
Psje. 92	166	165	45.10	43.65	50.00	2.900	0.172	1.317	1.489	0.00345	200	1.489	0.976	58.00	18.970	43.90	41.00		
Psje. A10	165	165A	43.65	43.85	5.00	-4.000	0.017	8.020	8.037	0.00345	200	8.037	0.862	10.00	67.010	40.10	40.05		

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR II**

Ubicación	Bazón		Cota tapa bazon		longitud m	S terreno %	Descarga parcial lps	Descarga accum. lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	dal	al	aguas arriba	aguas abajo							D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(‰)	Y(mm)	aguas arriba	aguas abajo
Psje. B8	98	103	57,50	55,08	38,00	6,37	0,189	1,221	6,557	0,00497	200	1,410	0,992	63,68	18,081	56,30	53,88
Psje. B	99	104	58,00	56,35	38,00	4,34	0,189	51,051	4,531	0,00497	250	51,240	2,993	42,89	111,533	56,73	55,10
Psje. B	104	104A	56,35	55,00	32,00	4,22	0,159	51,24	4,378	0,00497	250	51,399	2,980	42,19	112,246	55,10	53,75
Psje. 71	104	103	56,35	55,08	46,00	2,76	0,229	0,000	2,989	0,00497	200	0,229	0,427	27,61	9,357	55,15	53,88
Psje. B8	103	107	55,08	53,88	32,00	3,75	0,159	1,639	3,909	0,00497	200	1,798	0,897	37,50	22,847	53,88	52,68
Calle 8	107	114	53,88	53,65	50,00	0,46	0,249	0,000	0,709	0,00497	200	0,249	0,285	8,00	13,013	52,68	52,28
Psje. B	104A	114	55,00	53,75	35,00	3,57	0,174	51,399	3,745	0,00497	250	51,573	2,431	43,43	110,74	53,75	52,23
Psje. B3	97	97A	62,30	58,40	30,00	13,00	0,149	0,000	13,149	0,00497	200	0,149	0,641	130,00	5,336	61,10	57,20
Psje. B3	97A	106	58,40	56,85	30,00	5,17	0,149	0,149	5,316	0,00497	200	0,298	0,575	51,67	9,141	57,20	55,65
Psje. B3	106	113	56,85	54,00	34,00	8,38	0,169	0,298	8,551	0,00497	200	0,467	0,780	83,82	10,072	55,65	52,80
Psje. 81	113	115	54,00	52,45	15,00	10,33	0,075	0,467	10,408	0,00497	200	0,542	0,878	103,33	10,275	52,80	51,25
Psje. B8	128	115	53,13	52,45	43,00	1,58	0,214	0,000	1,795	0,00497	200	0,214	0,345	15,81	10,329	51,93	51,25
Psje. B8	107	115	53,88	52,45	40,00	3,58	0,199	1,798	3,774	0,00497	200	1,997	0,891	35,75	24,659	52,68	51,25
Psje. 81	115	120	52,45	52,00	43,00	1,05	0,214	2,752	1,260	0,00497	200	2,966	0,658	10,47	39,981	51,25	50,80
Psje. 81	120	121	52,00	51,52	43,00	1,12	0,214	2,966	1,330	0,00497	200	3,180	0,687	11,16	40,732	50,80	50,32
Calle 8	116	117	56,90	54,00	60,00	4,83	0,298	0,000	5,132	0,00497	200	0,298	0,562	48,33	9,285	55,70	52,80
Calle 8	117	118	54,00	52,78	48,00	2,54	0,239	0,298	2,780	0,00497	200	0,537	0,538	25,42	14,234	52,80	51,58
Calle 8	118	119	52,78	53,10	57,00	-0,56	0,283	0,537	-0,278	0,00497	200	0,820	0,409	8,07	22,84	51,58	51,12
Calle 8	114	116	53,65	53,10	40,00	1,37	0,199	51,822	1,574	0,00497	250	52,021	2,050	29,00	127,167	52,23	51,07
Psje. B8	136	128	53,81	53,13	39,00	1,74	0,194	0,000	1,937	0,00497	200	0,194	0,346	17,44	9,641	52,61	51,93
Psje. 82	128	129	53,13	50,15	43,00	6,93	0,214	0,019	7,144	0,00497	200	0,233	0,700	69,30	9,886	51,93	48,95
Psje. B9	120	129	52,00	50,15	43,00	4,30	0,214	0,000	4,516	0,00497	200	0,214	0,488	43,02	8,173	50,80	48,95
Psje. 9	136	137	53,81	49,15	43,00	10,84	0,214	0,000	11,051	0,00497	200	0,214	0,672	108,37	6,589	52,61	47,95
Psje. B9	129	137	50,15	49,15	39,00	2,56	0,194	0,622	2,758	0,00497	200	0,816	0,612	25,64	17,310	48,95	47,95
Psje. B9	137	148	49,15	49,25	39,00	-0,26	0,194	1,030	-0,063	0,00497	200	1,224	0,464	8,21	27,566	47,95	47,63
Psje. B8	136	147	53,81	52,76	39,00	2,69	0,194	0,000	2,886	0,00497	200	0,194	0,402	26,92	8,710	52,61	51,56
Psje. B7	127	135	60,00	57,15	45,00	6,33	0,224	0,000	6,557	0,00497	200	0,224	0,566	63,33	7,629	58,80	55,95
Psje. 9	134	135	62,50	57,15	42,00	12,74	0,209	0,000	12,947	0,00497	200	0,209	0,706	127,38	6,276	61,30	55,95

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR II**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón		longitud m	S terreno %	Descarga parcial lps	Descarga acumulada lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota Fondo		
	del	al	agua arriba	agua abajo							D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(‰)	Y(mm)	agua arriba	agua abajo
Psje. B7	135	146	57,15	56,00	45,00	2,556	0,224	0,433	0,657	0,00497	200	0,657	0,573	25,56	15,635	55,95	54,80
Psje. B7	146	158	56,00	56,65	36,00	-1,806	0,179	0,657	0,836	0,00497	200	0,836	0,411	8,06	23,059	54,80	54,51
Psje 92	157	157A	64,00	60,10	22,00	17,727	0,109	0,000	0,109	0,00497	200	0,109	0,649	177,27	4,194	62,80	58,90
Psje 92	157A	158	60,10	56,65	38,00	9,079	0,189	0,109	0,298	0,00497	200	0,298	0,700	90,79	8,013	58,90	55,45
Psje 92	158	159	56,65	53,51	37,00	8,486	0,184	1,134	1,318	0,00497	200	1,318	0,949	59,46	17,800	54,51	52,31
Psje 92	159	160	53,51	49,40	43,00	9,558	0,214	1,318	1,532	0,00497	200	1,532	1,172	95,58	17,082	52,31	48,20
Psje. B8	159	147	53,51	52,76	43,00	1,744	0,214	0,000	0,214	0,00497	200	0,214	0,356	17,44	10,094	52,31	51,56
Psje. 93	147	148	52,76	49,25	43,00	8,163	0,214	0,408	0,622	0,00497	200	0,622	0,878	91,40	11,289	51,56	47,63
Psje. B9	148	160	49,25	49,40	43,00	-0,349	0,214	1,846	2,060	0,00497	200	2,060	0,540	8,14	35,500	47,63	47,28
Psje. 92	160	161	49,40	47,20	43,00	5,116	0,214	3,592	3,806	0,00497	200	3,806	1,023	29,77	34,966	47,28	46,00
Calle 10	169	170	61,95	57,00	55,00	9,000	0,273	0,000	0,273	0,00497	200	0,273	0,679	90,00	7,708	60,75	55,80
Calle 10	170	171	57,00	54,00	42,00	7,143	0,209	0,273	0,482	0,00497	200	0,482	0,369	71,43	3,630	55,80	52,80
Calle 10	171	172	54,00	50,90	45,00	6,889	0,224	0,482	0,706	0,00497	200	0,706	0,827	68,89	12,804	52,80	49,70
Calle 10	172	173	50,90	47,05	40,00	9,625	0,199	0,706	0,905	0,00497	200	0,905	1,000	96,25	13,302	49,70	45,85

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR III**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón		longitud m	S terreno %	Descarga parcial lps	Descarga acumulada lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	del	al	aguas arriba	aguas abajo							D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(o/oo)	Y'(mm)	aguas arriba	aguas abajo
S/N	186	189	59,40	55,10	53,00	8,11	0,263	0,000	0,263	0,00497	200	0,263	0,648	81,13	7,76	58,20	53,90
S/N	189	193	55,10	51,80	74,00	4,46	0,368	0,263	0,631	0,00497	200	0,631	0,687	44,59	13,454	53,90	50,60
Psje. B14	192	193	52,00	51,80	25,00	0,80	0,124	0,000	0,124	0,00497	200	0,124	0,230	8,00	9,383	50,80	50,60
S/N	196	197	47,80	47,30	25,00	2,00	0,124	37,360	37,484	0,00497	200	37,484	1,648	20,00	134,319	46,60	46,10
S/N	193	197	51,80	47,30	43,00	10,47	0,214	0,755	0,969	0,00497	200	0,969	1,053	104,65	13,469	50,60	46,10
Calle D1	197	198	47,30	47,00	30,00	1,00	0,149	38,453	38,602	0,00497	250	38,602	1,291	10,00	145,075	46,05	45,75
S/N	187	190	59,60	55,00	55,00	8,36	0,273	0,000	0,273	0,00497	200	0,273	0,662	83,64	7,841	58,40	53,80
S/N	190	194	55,00	52,45	60,00	4,25	0,298	0,273	0,571	0,00497	200	0,571	0,655	42,50	12,982	53,80	51,25
S/N	194	198	52,45	47,00	67,00	8,13	0,333	0,571	0,904	0,00497	200	0,904	0,944	81,34	13,832	51,25	45,80
Calle D1	198	207	47,00	42,30	60,00	7,83	0,298	39,506	39,804	0,00497	250	39,804	2,817	78,33	91,331	45,75	41,05
Psje. B12	199	207	46,80	42,30	38,00	11,84	0,189	0,000	0,189	0,00497	200	0,189	0,668	118,42	6,091	45,60	41,10
Psje. B12	207	215	42,30	41,20	42,00	2,62	0,209	39,993	40,202	0,00497	250	40,202	1,862	26,19	128,389	41,05	39,95
Calle D	212	213	45,00	43,00	28,00	7,14	0,139	0,000	0,139	0,00497	200	0,139	0,510	71,43	5,939	43,80	41,80
Calle D	213	214	43,00	42,50	38,00	1,32	0,189	0,139	0,328	0,00497	200	0,328	0,368	13,16	13,177	41,80	41,30
Calle D	214	215	42,50	41,20	53,00	2,45	0,263	0,328	0,591	0,00497	200	0,591	0,547	24,53	15,018	41,30	40,00
Calle D	215	215A	41,20	37,70	42,00	8,33	0,209	40,793	41,002	0,00497	250	41,002	2,904	83,33	91,264	39,95	36,45
Psje. B17	203	202	37,45	38,15	16,00	-4,37	0,080	0,000	0,080	0,00497	200	0,080	0,203	8,13	7,617	36,45	36,32
Psje. B17	200	201	44,20	42,50	19,00	8,95	0,094	0,000	0,094	0,00497	200	0,094	0,489	89,47	4,699	43,00	41,30
Psje. B17	201	202	42,50	38,15	40,00	10,88	0,199	0,094	0,293	0,00497	200	0,293	0,741	108,75	7,622	41,30	36,95
Psje. B11	201	201A	42,50	40,00	17,00	14,71	0,084	0,000	0,084	0,00497	200	0,084	0,563	147,06	3,995	41,30	38,80
Psje. B11	201A	209	40,00	39,10	28,00	3,21	0,139	0,085	0,224	0,00497	200	0,224	0,447	32,14	8,938	38,80	37,90
Psje. 121	208	209	42,00	39,10	34,00	8,53	0,169	0,000	0,169	0,00497	200	0,169	0,576	85,29	6,241	40,80	37,90
Psje. B10	202	210	38,15	36,70	45,00	3,22	0,224	0,373	0,597	0,00497	200	0,597	0,494	18,22	16,187	36,32	35,50
Psje. 121	209	210	39,10	36,70	40,00	6,00	0,199	0,393	0,592	0,00497	200	0,592	0,747	60,00	12,176	37,90	35,50
Psje. B10	210	216	36,70	35,00	42,20	4,03	0,210	1,189	1,399	0,00497	200	1,399	0,843	40,28	20,085	35,50	33,80
Calle D	215A	216	37,70	35,00	42,00	6,43	0,209	41,002	41,211	0,00497	250	41,211	2,641	64,29	98,596	36,45	33,75
Calle D	216	217	35,00	29,75	40,00	13,13	0,199	42,610	42,809	0,00497	250	42,809	3,470	131,25	82,378	33,75	28,50
Av. M. Grau	204	217	33,50	29,75	67,00	5,60	0,333	0,000	0,333	0,00497	200	0,333	0,779	55,97	8,032	32,30	28,55

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR III**

Calle	Bozón		Cota tapa bazon		longitud m	S terreno %	Descarga parcial lps	Descarga acumulada lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	del	al	Ext sup.	Ext inf.							D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(o/oo)	Y(mm)	Ext. sup.	Ext. inf.
S/N	318	309	27,65	28,32	57,00	-1,18	0,283	0,000	0,283	0,00497	200	0,283	0,297	8,07	13,793	26,65	26,19
S/N	297	309	33,46	28,32	57,00	9,02	0,283	0,000	0,283	0,00497	200	0,283	0,311	9,23	13,363	32,26	27,00
Psje. Alianza	319	308	24,95	24,36	50,00	1,18	0,249	0,000	0,249	0,00497	200	0,249	0,327	11,80	11,966	23,75	23,16
Psje. Alianza	308	310	23,36	24,00	30,00	-2,13	0,149	0,253	0,402	0,00497	200	0,402	0,379	12,00	14,821	23,16	22,80
Psje. Alianza	298	310	30,00	24,00	57,00	10,53	0,283	0,000	0,283	0,00497	200	0,283	0,725	105,26	7,557	28,80	22,80
Av. W. Bendezu	309	310	28,32	24,00	36,00	12,00	0,179	0,566	0,745	0,00497	200	0,745	0,937	94,17	12,202	26,19	22,80
Av. W. Bendezu	310	311	24,00	21,43	38,00	6,76	0,189	1,430	1,619	0,00497	200	1,619	1,056	67,63	19,034	22,80	20,23
Calle E	320	321	20,58	20,32	38,00	0,68	0,189	0,000	0,189	0,00497	200	0,189	0,264	8,16	11,379	19,38	19,07
Calle E	311	321	21,43	20,32	40,40	2,75	0,201	0,000	0,201	0,00497	200	0,201	0,415	28,71	8,703	20,23	19,07
Psje. 166	321	323	20,32	18,38	23,00	8,43	0,114	0,389	0,503	0,00497	200	0,503	0,793	82,17	10,478	19,07	17,18
Psje. 166	323	324	18,32	16,44	42,00	4,48	0,209	0,503	0,712	0,00497	200	0,712	0,721	46,19	14,123	17,18	15,24
Psje. 167	322A	322	18,43	16,22	50,00	4,42	0,249	0,000	0,249	0,00497	200	0,249	0,519	44,20	7,712	17,23	15,02
Psje. D2	334	322	20,15	16,22	42,10	9,33	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,634	93,35	6,747	18,95	15,02
Psje. D2	322	324	16,22	16,44	40,00	-0,55	0,199	0,418	0,617	0,00497	200	0,617	0,375	8,00	19,984	15,02	14,70
Psje. D2	324	312	16,44	16,53	40,40	-0,22	0,201	1,329	1,530	0,00497	200	1,530	0,495	8,17	30,731	14,70	14,37
Calle E	299	311	22,20	21,43	39,40	1,95	0,196	0,000	0,196	0,00497	200	0,196	0,361	19,54	9,433	21,00	20,23
Av. W. Bendezu	311	312	21,43	16,53	65,00	7,54	0,323	1,815	2,138	0,00497	200	2,138	1,193	75,38	21,172	20,23	15,33
Prol. Av. Marcunio	250	251	29,92	29,55	21,00	1,76	0,104	0,000	0,104	0,00497	200	0,104	0,287	17,62	7,188	28,72	28,35
Prol. Av. Marcunio	251	264	29,55	28,55	35,00	2,86	0,174	0,104	0,278	0,00497	200	0,278	0,458	28,57	10,164	28,35	27,35
Prol. Av. Marcunio	264	274	28,55	26,08	40,00	6,18	0,199	0,278	0,477	0,00497	200	0,477	0,706	61,75	10,928	27,35	24,88
Psje. 147	273	274	28,53	26,08	25,00	9,80	0,124	0,000	0,124	0,00497	200	0,124	0,549	98,00	5,232	27,33	24,88
Psje. 147	274	275	26,08	24,83	20,00	6,25	0,099	0,601	0,700	0,00497	200	0,700	0,797	62,50	13,057	24,88	23,63
Psje. D2	275	283	24,83	23,37	37,00	3,95	0,184	0,701	0,885	0,00497	200	0,885	0,729	39,46	16,243	23,63	22,17
Psje. D2	283	283A	23,37	18,70	56,00	8,34	0,278	0,885	1,163	0,00497	200	1,163	1,028	83,39	15,486	22,17	17,50
Psje. D2	283A	301	18,70	17,30	25,00	5,60	0,124	1,163	1,287	0,00497	200	1,287	0,923	56,00	17,851	17,50	16,10
Psje. 156	299	300	22,20	19,02	29,00	10,97	0,144	0,000	0,144	0,00497	200	0,144	0,598	109,66	5,464	21,00	17,82
Psje. C2	292	300	23,35	19,02	41,00	10,56	0,204	0,000	0,204	0,00497	200	0,204	0,651	103,17	6,518	22,05	17,82
Psje. 156	300	301	19,02	17,30	36,00	4,78	0,179	0,348	0,527	0,00497	200	0,527	0,666	47,78	12,162	17,82	16,10
Psje. D2	301	312	17,30	16,53	39,40	1,95	0,196	1,814	2,010	0,00497	200	2,010	0,730	19,54	28,409	16,10	15,33
Av. W. Bendezu	312	313	16,53	15,60	42,70	2,18	0,212	5,677	5,889	0,00497	200	5,889	0,735	8,20	60,027	14,37	14,02

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR III**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón		longitud m	S terreno %	Descarga parcial lps	Descarga acumulada lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla					Cota de Fondo	
	del	al	Ext. sup.	Ext. inf.							D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(o/oo)	Y(mm)	Ext. sup.	Ext. inf.
Calle D	266	284	24,55	21,25	78,00	4,23	0,388	0,000	0,388	0,00497	200	0,388	0,582	42,31	10,839	23,35	20,05
Calle D	284	284A	21,25	17,51	61,00	6,13	0,303	0,388	0,691	0,00497	200	0,691	0,582	61,31	10,839	20,05	16,31
Calle D	284A	313	17,51	15,60	61,00	3,13	0,303	0,696	0,999	0,00497	200	0,999	0,698	31,31	18,170	16,31	14,40
Calle D	313	313A	15,60	14,50	60,00	1,83	0,298	6,889	7,187	0,00497	200	7,187	0,892	12,00	60,300	14,02	13,30
Calle D	313A	335	14,50	13,90	62,50	0,96	0,311	7,187	7,498	0,00497	200	7,498	0,833	9,60	65,341	13,30	12,70
Prol. Av. Neptuno	334	335	20,15	13,90	42,70	14,64	0,212	0,000	0,212	0,00497	200	0,212	0,744	146,37	6,117	18,95	12,70
Prol. Av. Neptuno	335	336	13,90	13,00	42,70	2,11	0,212	7,716	7,928	0,00497	200	7,928	1,122	21,08	54,887	12,70	11,80
Psje. D	267	276	24,17	22,03	40,90	5,23	0,203	0,000	0,203	0,00497	200	0,203	0,514	52,32	7,618	22,97	20,83
Psje. 145	276	277	22,03	21,92	42,00	0,26	0,209	0,203	0,412	0,00497	200	0,412	0,333	8,10	16,453	20,83	20,49
Psje. C2	268	277	23,8	21,92	40,90	4,60	0,203	0,000	0,203	0,00497	200	0,203	0,511	51,59	7,643	22,60	20,49
Psje. C2	277	286	21,92	20,25	38,00	4,39	0,189	0,615	0,804	0,00497	200	0,804	0,698	37,89	15,672	20,49	19,05
Psje. D	276	285	22,03	19,81	38,00	5,84	0,189	0,000	0,189	0,00497	200	0,189	0,522	58,42	7,181	20,83	18,61
Psje. 15	286	285	20,25	19,81	42,00	1,05	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,296	10,48	11,249	19,05	18,61
Psje. 154	294	293	18,60	18,45	42,00	0,36	0,209	0,398	0,607	0,00497	200	0,607	0,271	8,10	11,950	17,40	17,06
Psje. D	285	293	19,81	18,45	39,00	3,49	0,194	0,000	0,194	0,00497	200	0,194	0,647	39,74	13,414	18,61	17,06
Psje. C2	286	294	20,25	18,60	39,00	-0,38	0,194	0,804	0,998	0,00497	200	0,998	0,775	42,31	16,912	19,05	17,40
Psje. D	293	302	18,45	16,85	43,00	3,72	0,214	0,801	1,015	0,00497	200	1,015	0,712	32,79	18,109	17,06	15,65
Psje. 156	302	303	16,85	16,60	42,00	0,60	0,209	1,015	1,224	0,00497	200	1,224	0,462	8,10	27,656	15,65	15,31
Psje. C2	294	303	18,60	16,60	43,00	4,65	0,214	0,998	1,212	0,00497	200	1,212	0,862	48,60	17,943	17,40	15,31
Psje. 156	303	304	16,60	16,35	39,50	0,63	0,196	2,436	2,632	0,00497	200	2,632	0,58	8,10	40,155	15,31	14,99
Calle 15	286	287	20,25	19,90	39,50	0,89	0,196	0,000	0,196	0,00497	200	0,196	0,274	8,86	11,353	19,05	18,70
Alameda C	269	287	23,48	19,90	78,90	4,54	0,392	0,000	0,392	0,00497	200	0,392	0,598	45,37	10,714	22,28	18,70
Calle 15	287	288	19,90	19,50	40,00	1,00	0,199	0,588	0,787	0,00497	200	0,787	0,436	10,00	21,279	18,70	18,30
Psje. B15	270	278	23,15	21,32	40,90	4,47	0,203	0,000	0,203	0,00497	200	0,203	0,487	44,74	7,902	21,95	20,12
Psje. B15	278	288	21,32	19,50	38,00	4,79	0,189	0,203	0,392	0,00497	200	0,392	0,609	47,89	10,579	20,12	18,30
Psje. 144	278	279	21,32	20,23	41,00	2,66	0,204	0,000	0,204	0,00497	200	0,204	0,407	26,59	8,943	20,12	19,03
Psje. B14	271	279	22,50	20,23	40,90	5,55	0,203	0,000	0,203	0,00497	200	0,203	0,648	55,50	10,402	21,30	19,03
Psje. B14	279	289	20,23	18,75	38,00	3,89	0,189	0,611	0,800	0,00497	200	0,800	0,704	38,95	15,534	19,03	17,55
Psje. 15	288	289	19,50	18,75	41,00	1,83	0,204	1,179	1,383	0,00497	200	1,383	0,638	18,29	24,116	18,30	17,55
Psje. B14	289	296	18,75	16,95	39,00	4,62	0,194	2,183	2,377	0,00497	200	2,377	1,037	46,15	25,044	17,55	15,75

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR III**

Ubicación	Buzón		Cota terreno		longitud m	S terreno %	Descarga parcial lps	Descarga acumulada lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla				Cota de Fondo		
	del	al	Ext. sup.	Ext. inf.							D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(o/oo)	Y(mm)	Ext. sup.	Ext. inf.
Psje. 15	288	295	19,50	17,90	39,00	4,10	0,194	0,000	0,194	0,00497	200	0,194	0,466	41,03	7,894	18,30	16,70
Psje. 153	295	296	17,90	16,95	41,00	2,32	0,204	0,000	0,204	0,00497	200	0,204	0,388	23,17	9,236	16,70	15,75
Alameda C	287	287A	19,90	18,00	40,00	4,75	0,199	0,000	0,199	0,00497	200	0,199	0,494	47,50	7,72	18,70	16,80
Alameda C	287A	304	18,00	16,35	42,00	3,93	0,209	0,199	0,408	0,00497	200	0,408	0,594	43,10	11,049	16,80	14,99
Psje. 155	304	305	16,35	16,25	40,00	0,25	0,199	3,040	3,239	0,00497	200	3,239	0,614	8,00	44,641	14,99	14,67
Psje. B15	295	305	17,90	16,25	43,00	3,84	0,214	0,194	0,408	0,00497	200	0,408	0,571	38,37	11,355	16,70	15,05
Psje. 155	305	306	16,25	16,00	41,00	0,61	0,204	3,647	3,851	0,00497	200	3,851	0,647	8,05	45,599	14,67	14,34
Psje. B14	296	306	16,95	16,00	43,00	2,21	0,214	2,581	2,795	0,00497	200	2,795	0,841	22,09	32,351	15,75	14,80
Psje. D	302	314	16,85	15,60	40,40	3,09	0,201	0,000	0,201	0,00497	200	0,201	0,426	30,94	8,553	15,65	14,40
Psje. D	314	325	15,60	14,35	40,40	3,09	0,201	0,200	0,401	0,00497	200	0,401	0,260	30,94	4,043	14,40	13,15
Psje. D	325	330	14,35	13,42	43,00	2,16	0,214	0,400	0,614	0,00497	200	0,614	0,529	21,63	15,752	13,15	12,22
Psje. D	330	336	13,42	13,00	39,10	1,07	0,194	0,614	0,808	0,00497	200	0,808	0,440	10,74	21,86	12,22	11,80
Pro. Av. Neptuno	336	337	13,00	11,85	42,00	2,74	0,209	8,754	8,963	0,00497	200	8,963	1,275	27,38	54,663	11,80	10,65
S/N	330	331	13,42	12,55	42,00	2,07	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,376	20,71	9,589	12,22	11,35
Psje. 163	325	326	14,35	13,91	42,00	1,05	0,209	0,000	0,209	0,00497	200	0,209	0,296	10,48	11,249	13,15	12,71
Psje. C3	326	331	13,91	12,55	43,00	3,16	0,214	0,000	0,214	0,00497	200	0,214	0,438	31,63	8,782	12,71	11,35
Psje. C3	331	337	12,55	11,85	39,10	1,79	0,194	0,423	0,617	0,00497	200	0,617	0,496	17,90	16,510	11,35	10,65
Psje. 163	326	327	13,91	13,42	39,50	1,24	0,196	0,209	0,405	0,00497	200	0,405	0,384	12,41	14,756	12,71	12,22
Psje. 163	327	328	13,42	13,55	40,00	-0,33	0,199	0,405	0,604	0,00497	200	0,604	0,372	8,00	19,783	12,22	11,90
Pro. Av. Neptuno	337	338	11,85	11,20	39,50	1,65	0,196	9,580	9,776	0,00497	200	9,776	1,689	16,46	47,634	10,65	10,00
Psje. C	327	327A	13,42	12,00	40,00	3,55	0,199	0,000	0,199	0,00497	200	0,199	0,446	35,50	8,263	12,22	10,80
Psje. C	327A	338	12,00	11,20	42,10	1,90	0,209	0,199	0,408	0,00497	200	0,408	0,447	19,00	13,394	10,80	10,00
Pro. Av. Neptuno	338	339	11,20	11,00	40,00	0,50	0,199	10,184	10,383	0,00497	200	10,383	0,853	8,00	81,58	10,00	9,68
Av. W. Bendezi	314	315	15,60	15,05	78,00	0,71	0,388	0,000	0,388	0,00497	200	0,388	0,327	8,08	16,000	14,40	13,77
Av. W. Bendezi	315	316	15,05	14,91	77,00	0,18	0,383	0,388	0,771	0,00497	200	0,771	0,402	8,05	22,191	13,77	13,15
Psje. B14	306	316	16,00	14,91	40,40	2,70	0,201	6,646	6,847	0,00497	200	6,847	0,966	15,59	55,002	14,34	13,71
Av. B	317	333	15,03	14,00	71,00	1,45	0,353	0,000	0,353	0,00497	200	0,353	0,389	14,51	13,331	13,83	12,80
Av. B	333	341	14,00	11,65	56,00	4,20	0,278	0,353	0,631	0,00497	200	0,631	0,672	41,96	13,648	12,80	10,45
Pro. Av. Neptuno	341	340	11,65	11,43	42,70	0,52	0,212	0,631	0,843	0,00497	200	0,843	0,415	8,20	23,056	10,45	10,10
Pro. Av. Neptuno	340	339	11,43	11,00	41,00	1,05	0,204	1,037	1,241	0,00497	200	1,241	0,504	10,24	26,313	10,10	9,68

**CALCULO HIDRAULICO PARA REDES DE ALCANTARILLADO
SECTOR III**

Ubicación	Buzón		Cota tapa buzón		longitud m	S terreno %	Descarga parcial lps	Descarga acumulada lps	Descarga total lps	Caudal Unitario lps/m	Alcantarilla					Cota de Fondo	
	del	al	Ext. sup.	Ext. inf.							D(mm)	Q(lps)	V(m/s)	S(o/oo)	Y(mm)	Ext. sup.	Ext. inf.
Psje. B16	339	342	11,00	12,08	39,10	-2,76	0,194	12,624	12,818	0,00497	200	12,818	0,606	2,81	126,220	9,68	9,57
Psje. B16	328	342	13,55	12,08	43,00	3,42	0,214	0,000	0,214	0,00497	200	0,214	1,647	41,40	59,652	12,35	10,57
Psje. 154	342	343	12,08	12,2	8,00	-1,50	0,04	13,032	13,072	0,00497	200	13,072	0,68	3,75	129,500	9,57	9,54
Calle 7	188	191	65,14	59,06	50,00	12,16	0,249	0,000	0,249	0,00497	200	0,249	0,733	121,60	6,884	63,94	57,86
Calle 7	191	195	59,06	50,85	60,00	13,68	0,298	0,249	0,547	0,00497	200	0,547	0,971	136,83	9,671	57,86	49,65
Calle 7	195	220	50,85	46,62	48,00	8,81	0,239	0,547	0,786	0,00497	200	0,786	0,93	88,13	12,709	49,65	45,42
Calle 7	220	229	46,62	41,52	49,00	10,41	0,244	0,786	1,030	0,00497	200	1,030	1,070	104,08	13,88	45,42	40,32
Calle 7	229	233	41,52	37,00	49,00	9,22	0,244	1,030	1,274	0,00497	200	1,274	1,094	92,24	15,787	40,32	35,80
Calle 7	233	242	37,00	32,70	49,00	8,78	0,244	1,274	1,518	0,00497	200	1,518	1,134	87,76	17,355	35,80	31,50
Pro. Av. Mercurio	228	232	41,80	37,10	40,00	11,75	0,199	0,000	0,199	0,00497	200	0,199	0,676	117,50	6,251	40,60	35,90
Pro. Av. Mercurio	232	241	37,10	33,15	48,00	8,23	0,239	0,199	0,438	0,00497	200	0,438	0,760	82,29	9,817	35,90	31,95
Calle 8	241	242	33,15	32,70	44,20	1,02	0,220	0,438	0,658	0,00497	200	0,658	0,416	10,18	19,458	31,95	31,50
Calle 8	242	243	32,70	31,35	42,80	3,15	0,213	2,176	2,389	0,00497	200	2,389	0,909	31,54	27,51	31,50	30,15
Calle 5	212	221	45,00	41,00	30,00	13,33	0,149	0,000	0,149	0,00497	200	0,149	0,647	133,33	5,305	43,80	39,80
Calle 5	221	230	41,00	37,75	40,00	8,13	0,199	0,149	0,348	0,00497	200	0,348	0,706	81,25	8,842	39,80	36,55
Calle 5	230	230	38,40	37,75	77,00	0,84	0,383	0,000	0,383	0,00497	200	0,383	0,33	8,44	15,741	37,20	36,55
Calle 5	230	234	37,75	34,65	42,80	7,24	0,213	0,731	0,944	0,00497	200	0,944	0,891	72,43	13,84	36,55	33,45
Calle 5	234	243	34,65	31,35	56,00	5,89	0,278	0,854	1,132	0,00497	200	1,132	0,903	58,93	16,597	33,45	30,15
Calle 5	243	243A	31,35	28,65	50,00	5,40	0,249	3,521	3,770	0,00497	200	3,770	1,258	54,00	30,115	30,15	27,45
Calle 5	243A	254	28,65	26,05	42,00	6,19	0,209	3,770	3,979	0,00497	200	3,979	1,341	61,90	29,907	27,45	24,85
Calle 6	234	235	34,65	34,10	77,00	0,71	0,383	0,000	0,383	0,00497	200	0,383	0,328	7,14	16,113	33,45	32,90
Calle 3	235	244	34,10	30,55	60,00	5,92	0,298	0,383	0,681	0,00497	200	0,681	0,770	59,17	13,109	32,90	29,35
Calle 3	244	245	30,55	27,90	60,00	4,42	0,298	0,681	0,979	0,00497	200	0,979	0,782	44,17	16,589	29,35	26,70
Calle 3	245	256	27,90	25,60	40,00	5,75	0,199	0,979	1,178	0,00497	200	1,178	0,907	57,50	17,012	26,70	24,40

5.7.2 Método Computarizado - Programa SEWER

El SEWER, es un programa escrito en lenguaje BASIC para ejecutarlo en microcomputadoras compatibles con la IBM PC. SEWER optimiza el diseño de una red de desagüe para una condición determinada de topografía, flujos y diámetros de tubería, minimizando las profundidades de excavación, a partir de una profundidad mínima condicionada por el usuario. Permite también determinar las velocidades de escurrimiento mínimo y máximo y calcular las condiciones hidráulicas de trabajo para éstos casos.

La red de desagües, se caracteriza por tener tramos de tuberías individuales y nudos (buzones). Los tramos de tuberías se caracterizan porque permiten la unión entre nudos y los nudos (buzones) se caracterizan porque cumplen doble función:

1. Como nudo de Entrada (o de Demanda): al acumular los aportes de desagüe de los usuarios que se realiza a través de los tramos de tubería y
2. Como nudo de Salida (o de Oferta): cuando se refiere a un buzón final por el cual se dispone la totalidad de los desagües de una red.

La información requerida para ejecutar el programa SEWER es la descripción de los elementos de la red de desagües, tales como: longitud de tuberías, diámetros, nudos de demanda, elevación del terreno, condiciones o parámetros de diseño y la información que describa la geometría de la red.

Los resultados del programa incluyen los flujos, velocidades, pendientes hidráulicas y las profundidades de excavación de los tramos de tuberías. El programa asume una pendiente lineal del terreno entre nudos, por lo que si hubieran depresiones o elevaciones entre nudos, es conveniente considerar adicionalmente nudos intermedios en esos puntos.

El SEWER calcula la mínima y máxima pendiente permisible, basándose en la mínima y máxima velocidad permisible que el usuario proporciona. La pendiente hidráulica de trabajo calculada por el SEWER se encuentra entre estos dos valores y es la que corresponde a aquella que permita escurrir el flujo de desagüe propuesto por el proyectista, en función de los parámetros de diseño considerados.

La pendiente hidráulica de los tramos de tuberías, corresponde asimismo a aquella que minimiza la profundidad de excavación manteniendo un mínimo de profundidad en todos los nudos.

Como los costos son función tanto del diámetro de la tubería como de la profundidad de excavación, escogeremos para los tramos iniciales, diámetros mínimos y los iremos incrementando a medida que sean necesarios para el proyecto.

Es importante mencionar que para el diseño de colectores, hemos considerado las normas que establece SEDAPAL en el Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. Asimismo, para facilitar el cálculo, hemos empleado el Programa SEWER solamente para el diseño de colectores principales.

Para el cálculo de redes, en el Programa SEWER, se identifican dos elementos básicos cuyas denominaciones e información son:

Nudos: Representados por los buzones. Deberá consignarse el caudal de ingreso y la cota del terreno; los nudos deben ser numerados correlativamente. Debemos tener en cuenta que el programa analiza un sistema ramificado, por lo tanto, cuando se requiere de un buzón de arranque desde otro de mayor profundidad. Habrá que numerar dos veces el mismo buzón para iniciar el ramal respectivo.

Tramos: Un tramo es el segmento de tubería que une dos buzones. Los datos requeridos son el diámetro, longitud, sentido del flujo y coeficiente de Manning.

Una vez definida la conformación de la red colectora, se procede al cálculo de los caudales de ingreso en cada nudo, definición de la dirección del flujo y el dimensionamiento de los tramos.

5.7.2.1 Predimensionamiento de la Red Matriz

Una vez conocido el caudal que debe conducir cada tubería, se procede a calcular el diámetro de cada tramo, de acuerdo con la gradiente y la velocidad mínima permisible tomando en cuenta que los colectores de desagüe deberán funcionar con un tirante máximo del 75 % del diámetro de la tubería.

El diámetro mínimo considerado en el presente estudio es de 200 mm (8") para tramos iniciales.

5.7.2.2 Ingreso al Programa de Cálculo

Después de haber realizado el planeamiento del sistema y predimensionamiento de la red, deberá ordenarse los datos para iniciar la simulación de funcionamiento de la red, el balance de caudales y la determinación de profundidad de los colectores, tramos críticos y condiciones hidráulicas de funcionamiento del sistema.

Se requieren tres ingresos específicos discriminados de la siguiente forma:

Tuberías: Los datos necesarios son:

- Número del tramo
- re los cuales se encuentra
- del tramo en metros

- Diámetro de la tubería en milímetros
- Coeficiente de Manning asignado
- Mínima cobertura del tubo.

Nudos: Se ingresará la siguiente información:

- Número del nudo
- ingreso en el nudo
- Elevación del terreno en el nudo (cota)

Nudos Fijos: Se refiere a aquellos nudos donde se inicia la descarga final, ya sea el curso receptor o el ingreso a una estación de tratamiento.

- Número del nudo
- Cota de la clave del tubo.

Como información de base para el proceso de cálculo, deberá especificarse los datos siguientes:

- Nombre del proyecto
- Factor de aplicación de caudal
- Velocidad mínima de escurrimiento (0.60 m/s)
- Velocidad máxima de acuerdo al tipo de tubería
- Máxima altura de cobertura del colector.

Deberá verificarse que el número de Nudos sea igual al número de tramos menos uno.

Con la información así resumida, se inicia el programa de cómputo.

Después de ejecutar el programa, se podrán visualizar los resultados, verificando si éstos exceden los parámetros adoptados. En caso que el tirante resulte mayor al 75 % del diámetro, se podrá incrementar el diámetro y ejecutar nuevamente el programa.

Siendo que el Programa SEWER está escrito en idioma Inglés, a continuación se muestran las pautas para la ejecución del programa traducidas al Español.

MENU 1

C Crear un nuevo archivo

L Listar archivos existentes en el Drive deseado y recuperar el seleccionado

D Visualización de archivos existentes en el Drive

Q Salir del Programa SEWER

MENU 2

S Grabar el archivo

C Colocar nombre al archivo creado

E Borrar archivo

T Chequear las demandas totales

R Ejecutar el programa

U Ingresar al Menú 2.1

F Cambiar los flujos en los nudos

D Ubicar y grabar el archivo

L Retornar al Menú 1

MENU 2.1

P Ingresar al Menú 2.2

E Ingresar costos de tubería y excavación de zanja

L Retornar a costos iniciales para corregirlos

MENU 2.2

1. Ingreso de datos
2. Costo de c/u de los tramos de tubería
3. Ordena los costos por cada diámetro de tubería
4. Ordena los costos por cada diámetro de tubería para un rango dado
5. Longitud total por cada diámetro de tubería con su respectivo costo
6. Longitud total por cada diámetro de tubería con su respectivo costo para un rango dado
7. Ordenar toda la información en forma ascendente

MENU 3

- R** Visualizar resultados
- W** Imprimir resultados con número de página
- P** Imprimir resultados sin número de página
- S** Retornar al ingreso de datos
- N** Retornar al Menú 1
- D** Visualizar Costos de Excavación
- C** Imprimir Costos de Excavación
- Q** Salir del programa

INGRESO DE DATOS

Parte Superior (Vertical)

1. Título de la RED
2. N° de tramos de tuberías
3. N° de nudos
4. Factor de corrección de caudal
5. Velocidad mínima de escurrimiento
6. Velocidad máxima de escurrimiento
7. Profundidad máxima en el buzón de salida

Parte Inferior (Horizontal)

1. N° de tramo
2. N° de buzón aguas arriba
3. N° de buzón aguas abajo
4. Longitud de tubería (en metros)
5. Diámetro de tubería (en mm)
6. Coeficiente de Manning
7. Mínimo recubrimiento sobre la clave del tubo

M E N U 1

- [C] .. Create new file
- [L] .. Load existing file
- [D] .. Display Files
- [Q] .. Quit Sewer program
- [Esc] .. Back to same file

ENTER Selection :

M E N U 2

[S].. Save (TESIS) [R].. Run (Simulate)
[C].. Copy to another Filename [U].. Utilities(Print data/cost)
[E].. Erase file [F].. Change node flows
[T].. Check Total Demand [D].. Display Files
[L].. Load or Create another file or Quit SEWER program

[ESC].. Resume Editing

ENTER Selection :

Note: Cost data NOT in memory

M E N U 2.1

[P] .. Print or Sort Data

[E] .. Edit or Create Unit Cost data

[L] .. Load/reload Unit Cost data

[ESC] .. RETURN

ENTER SELECTION :

M E N U 2.2 : PRINTING

- 1 - ENTIRE FILE
- 2 - PIPE DATA with COST
- 3 - SORTed by pipe SIZE with COST
- 4 - SORTed by pipe SIZE / NUMBER RANGE with COST
- 5 - SUMMARY by pipe SIZE with COST
- 6 - SUMMARY by pipe SIZE / NUMBER RANGE with COST
- 7 - ARRANGE w/o printing (PIPE & NODE numbers) in ascending order

[ESC] to EXIT

ENTER Selection :

SEWER Menu 3

R - Review output

W - Output to PRINTER (with page #)

P - Output to PRINTER (without page #)

S - BACK to SAME DATA

N - New DATA

D - Display EXCAVATION Cost

C - Print EXCAVATION Cost

Q - QUIT Sewer Program

ENTER SELECTION :

1 : Total= 92

SEWER File : TESIS

LINK No.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	MANNINGS COEF	MIN COVER DEPTH (M)
1	3	13	60	200	.013	1
2	13	22	64	200	.013	1
3	22	28	50	200	.013	1
4	28	37	52	200	.013	1
5	37	50	60	200	.013	1
6	50	57	60	200	.013	1
7	57	69	60	200	.013	1
8	69	80	61	200	.013	1
9	80	90	63	200	.013	1
10	90	100	60	200	.013	1
11	100	108	68	200	.013	1
12	112	111	43	200	.013	1
13	111	110	51	200	.013	1
14	110	109	30	200	.013	1
15	109	108	8	200	.013	1

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

16 : Total= 92

SEWER File : TESIS

LINK No.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	MANNINGS COEF	MIN COVER DEPTH (M)
16	108	105	36	200	.013	1
17	105	116	30	200	.013	1
18	119	118	60	200	.013	1
19	118	117	48	200	.013	1
20	117	116	57	200	.013	1
21	116	121	40.4	250	.013	1
22	121	139	43.1	250	.013	1
23	139	138	39	250	.013	1
24	138	149	44	250	.013	1
25	149	161	36	300	.013	1
26	161	173	38.5	300	.013	1
27	169	170	55	200	.013	1
28	170	171	42	200	.013	1
29	171	172	45	200	.013	1
30	172	173	40	200	.013	1

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

31 : Total= 92

SEWER File : TESIS

LINK No.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	MANNINGS COEF	MIN COVER DEPTH (M)
31	173	181	64	300	.013	1
32	181	182	47	300	.013	1
33	182	183	76	300	.013	1
34	183	184	70	300	.013	1
35	184	185	75	300	.013	1
36	185	205	25	300	.013	1
37	345	206	48	200	.013	1
38	205	218	80	300	.013	1
39	206	219	80	200	.013	1
40	218	239	80	300	.013	1
41	219	240	80	200	.013	1
42	239	248	80	300	.013	1
43	240	249	80	200	.013	1
44	248	262	80	300	.013	1
45	249	263	80	200	.013	1

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

46 : Total= 92

SEWER File : TESIS

LINK No.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	MANNINGS COEF	MIN COVER DEPTH (M)
46	263	262	48	200	.013	1
47	262	261	44	300	.013	1
48	261	282	54	300	.013	1
49	282	291	42	300	.013	1
50	291	290	50	300	.013	1
51	204	217	67	200	.013	1
52	217	227	43	250	.013	1
53	227	238	60	250	.013	1
54	238	247	56	250	.013	1
55	247	259	50	250	.013	1
56	259	260	39	250	.013	1
57	260	281	62	250	.013	1
58	281	280	40	250	.013	1
59	222	223	25	200	.013	1
60	223	224	30	200	.013	1

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

61 : Total= 92

SEWER File : TESIS

LINK No.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	MANNINGS COEF	MIN COVER DEPTH (M)
61	224	225	57	200	.013	1
62	225	226	55	200	.013	1
63	226	227	53	200	.013	1
64	236	237	60	200	.013	1
65	237	246	72	200	.013	1
66	246	258	45	200	.013	1
67	252	253	38	200	.013	1
68	253	254	68	200	.013	1
69	254	255	55	200	.013	1
70	256	255	6	200	.013	1
71	346	256	56	200	.013	1
72	257	258	60	200	.013	1
73	258	272	42.8	200	.013	1
74	255	269	42.8	200	.013	1
75	265	266	42	200	.013	1

[I]-Insert [+] -Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

76 : Total= 92

SEWER File : TESIS

LINK No.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	MANNINGS COEF	MIN COVER DEPTH (M)
76	266	267	42.7	200	.013	1
77	267	268	42	200	.013	1
78	268	269	39.5	200	.013	1
79	269	270	40	200	.013	1
80	270	271	41	200	.013	1
81	271	272	42.7	200	.013	1
82	272	280	38	200	.013	1
83	280	290	40	250	.013	1
84	290	307	60	350	.013	1
85	307	317	60	350	.013	1
86	317	316	42.7	350	.013	1
87	314	315	78	200	.013	1
88	315	316	77	200	.013	1
89	316	329	40.4	350	.013	1
90	329	332	43	350	.013	1

[I]-Insert [+] -Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

91 : Total= 92

SEWER File : TESIS

LINK No.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	MANNINGS COEF	MIN COVER DEPTH (M)
91	332	343	33	350	.013	1
92	343	344	8	350	.013	1

[I]-Insert [+] -Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

1 : Total= 93 SEWER File : TESIS

NODE No.	FIX	FLOW (LPS)	ELEV (M)
3			83.35
13		.62	80
22		.249	76.9
28		.259	75
37		.298	72.28
50		.298	69.45
57		.298	66.75
69		.303	64.8
80		.313	62.55
90		.298	60.8
100		13.605	58.85
112			58.95
111			57
110		.928	56.3
109		.04	56.2

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

16 : Total= 93 SEWER File : TESIS

NODE No.	FIX	FLOW (LPS)	ELEV (M)
108		.179	56.05
105		.149	54.25
119			56.9
118			54
117		.83	52.78
116		52.221	53.1
121		3.394	51.52
139		.194	49.85
138		.219	48.25
149		.179	46.95
161		3.997	47.2
169		.273	61.95
170		.209	57
171		.209	54
172		.199	50.9

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

31 : Total= 93

SEWER File : TESIS

NODE No.	FIX	FLOW (LPS)	ELEV (M)
173		11.788	47.05
181		.234	43
182		.378	40
183		.348	38
184		.373	35
185		.124	34.1
345			32.25
205		.398	32.25
206			31.75
218		.398	28.29
219			28.85
239		.398	25.97
240			26.75
248		.398	24.39
249			25.45

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

46 : Total= 93

SEWER File : TESIS

NODE No.	FIX	FLOW (LPS)	ELEV (M)
263			24.16
262		2.289	22.48
261		.268	21.72
282		.209	20.27
291		.249	18.64
204		.333	33.5
217		43.023	29.75
227		.298	29
238		.278	25.92
247		.249	24.26
259		.194	22.75
260		.308	21.73
281		.199	20.26
222			39.9
223			40.04

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

61 : Total= 93 SEWER File : TESIS

NODE No.	FIX	FLOW (LPS)	ELEV (M)
224			40.2
225		.83	36
226		.473	29.85
236		.298	30.5
237		.358	25
246		.224	24
252			27.85
253			27.23
254		4.782	26.05
256		1.208	25.6
346		.278	29.5
257		.298	29.5
258		.213	22.55
255		.213	25.5
265			26.5

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

76 : Total= 93 SEWER File : TESIS

NODE No.	FIX	FLOW (LPS)	ELEV (M)
266			24.55
267			24.17
268			23.8
269		1.029	23.48
270		.204	23.15
271		.212	22.5
272		.189	20.6
280		.199	19.35
290		.298	17.62
307		.298	16.44
317		.212	15.02
314			15.6
315			15.05
316		7.82	14.91
329		.214	14.17

[I]-Insert [+]-Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

91 : Total= 93

SEWER File : TESIS

NODE No.	FIX	FLOW (LPS)	ELEV (M)
332		.164	12.92
343		13.17	12.2
344			12.3

[I]-Insert [+] -Add [S]-Search [HOME]-First PgUp/Dn -Review
[ESC]-Menu [D]-Delete [C]-Copy [END] -Last Tab -Next Window

SEWER File : TESIS

OUTFALL NODE

NODE No.	CROWN ELEV.
344	5

[ESC] - MENU TAB -Next Window

T I T L E	COLECTOR PRINCIPAL
NO. OF PIPES	92
NO. OF NODES	93
PEAK FACTOR	1
MIN SCOUR VELOCITY (mps)	.6
MAX VELOCITY (mps)	3
MAX COVER DEPTH (m)	6
SEWER OUTFALL NODE	93
CROWN ELEV. OF OUTFALL NODE (m)	5
TOT SYSTEM LENGTH (m)	4719.6
AVE WEIGHTED DIAMETER (mm)	234.9691
AVE WEIGHTED EXC. DEPTH (m)	1.489461
AVE WEIGHTED EXC. AREA (sq.m)	.3465891

LINK NO.	FROM Node	TO Node	PEAK FLOW (L/S)	LENGTH (M)	DIA (MM)	WATER DEPTH (MM)	VEL (MPS)	PIPE SLOPE %	MIN SLOPE %	MAX SLOPE %	GROUND SLOPE %
1	3	13	0.00	60	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	5.58
2	13	22	0.62	64	200	13.14	0.70	4.84	3.06	314.03	4.84
3	22	28	0.87	50	200	16.31	0.72	3.80	2.28	232.99	3.80
4	28	37	1.13	52	200	17.11	0.87	5.23	1.82	185.11	5.23
5	37	50	1.43	60	200	19.60	0.90	4.72	1.49	150.67	4.72
6	50	57	1.72	60	200	21.70	0.94	4.50	1.27	127.62	4.50
7	57	69	2.02	60	200	25.32	0.88	3.25	1.11	110.92	3.25
8	69	80	2.33	61	200	26.26	0.95	3.69	0.98	98.21	3.69
9	80	90	2.64	63	200	29.89	0.90	2.78	0.89	87.97	2.78
10	90	100	2.94	60	200	30.31	0.98	3.25	0.81	80.08	3.25
11	100	108	16.54	68	200	67.94	1.76	4.12	0.29	18.37	4.12
12	112	111	0.00	43	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	4.53
13	111	110	0.00	51	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	1.37
14	110	109	0.93	30	200	19.26	0.60	2.15	2.15	219.82	0.33
15	109	108	0.97	8	200	19.82	0.60	2.08	2.08	211.94	1.88
16	108	105	17.69	36	200	73.87	1.68	3.44	0.33	17.39	5.00
17	105	116	17.84	30	200	72.07	1.75	3.83	0.33	17.27	3.83
18	119	118	0.00	60	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	4.83
19	118	117	0.00	48	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	2.54
20	117	116	0.83	57	200	17.85	0.60	2.37	2.37	242.76	-0.56
21	116	121	70.89	40	250	193.41	1.74	1.59	1.59	6.29	3.91
22	121	139	74.28	43	250	176.80	2.00	2.17	1.75	6.10	3.87
23	139	138	74.48	39	250	142.22	2.58	4.10	1.76	6.09	4.10
24	138	149	74.70	44	250	158.66	2.27	2.95	1.77	6.08	2.95
25	149	161	74.87	36	300	232.10	1.28	0.67	0.67	6.16	-0.69
26	161	173	78.87	39	300	232.10	1.34	0.75	0.75	5.93	0.39
27	169	170	0.27	55	200	7.74	0.68	9.00	6.26	648.07	9.00
28	170	171	0.48	42	200	10.65	0.75	7.14	3.81	392.17	7.14
29	171	172	0.69	45	200	12.73	0.82	6.89	2.78	285.39	6.89
30	172	173	0.89	40	200	13.25	1.00	9.63	2.23	228.31	9.63
31	173	181	91.55	64	300	133.88	3.00	5.32	1.01	5.32	6.33
32	181	182	91.78	47	300	134.13	3.00	5.31	1.01	5.31	6.38
33	182	183	92.16	76	300	165.30	2.31	2.63	1.02	5.30	2.63
34	183	184	92.51	70	300	143.25	2.78	4.29	1.03	5.28	4.29

LINK NO.	FROM Node	TO Node	PEAK FLOW (L/S)	LENGTH (M)	DIA (MM)	WATER DEPTH (MM)	VEL (MPS)	PIPE SLOPE %	MIN SLOPE %	MAX SLOPE %	GROUND SLOPE %
35	184	185	92.88	75	300	217.76	1.69	1.20	1.03	5.27	1.20
36	185	205	93.01	25	300	135.50	3.00	5.26	1.04	5.26	7.40
37	345	206	0.00	48	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	1.04
38	205	218	93.40	80	300	138.21	2.94	4.95	1.05	5.25	4.95
39	206	219	0.00	80	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	3.62
40	218	239	93.80	80	300	162.20	2.41	2.90	1.06	5.23	2.90
41	219	240	0.00	80	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	2.63
42	239	248	94.20	80	300	183.74	2.08	1.97	1.06	5.21	1.97
43	240	249	0.00	80	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	1.62
44	248	262	94.60	80	300	173.24	2.24	2.39	1.07	5.20	2.39
45	249	263	0.00	80	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	1.61
46	263	262	0.00	48	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	3.50
47	262	261	96.89	44	300	196.07	1.98	1.73	1.13	5.11	1.73
48	261	282	97.16	54	300	169.77	2.35	2.69	1.13	5.10	2.69
49	282	291	97.36	42	300	151.95	2.71	3.88	1.14	5.10	3.88
50	291	290	97.61	50	300	186.13	2.12	2.04	1.14	5.09	2.04
51	204	217	0.33	67	200	9.49	0.61	5.60	5.26	543.84	5.60
52	217	227	43.36	43	250	132.61	1.64	1.74	0.60	9.02	1.74
53	227	238	44.96	60	250	99.48	2.47	5.13	0.64	8.77	5.13
54	238	247	45.24	56	250	116.33	2.02	2.96	0.65	8.73	2.96
55	247	259	45.48	50	250	116.08	2.04	3.02	0.66	8.70	3.02
56	259	260	45.68	39	250	121.29	1.93	2.62	0.66	8.67	2.62
57	260	281	45.99	62	250	125.32	1.87	2.37	0.67	8.62	2.37
58	281	280	46.19	40	250	127.19	1.84	2.27	0.68	8.60	2.27
59	222	223	0.00	25	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	-0.56
60	223	224	0.00	30	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	-0.53
61	224	225	0.00	57	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	7.37
62	225	226	0.83	55	200	12.38	1.03	11.18	2.37	242.76	11.18
63	226	227	1.30	53	200	24.28	0.60	1.61	1.61	163.22	1.60
64	236	237	0.30	60	200	8.02	0.70	9.17	5.80	600.07	9.17
65	237	246	0.66	72	200	15.22	0.60	2.91	2.91	298.68	1.39
66	246	258	0.88	45	200	18.57	0.60	2.26	2.26	230.50	3.22
67	252	253	0.00	38	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	1.63
68	253	254	0.00	68	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	1.74
69	254	255	4.78	55	200	51.60	0.74	1.00	0.55	52.46	1.00
70	256	255	1.49	6	200	25.64	0.63	1.67	1.44	145.30	1.67
71	346	256	0.28	56	200	8.28	0.63	6.96	6.16	638.13	6.96
72	257	258	0.30	60	200	7.60	0.76	11.58	5.80	600.07	11.58
73	258	272	1.39	43	200	21.55	0.76	3.02	1.52	154.01	4.56
74	255	269	6.48	43	200	40.76	1.41	4.72	0.43	40.39	4.72
75	265	266	0.00	42	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	4.64
76	266	267	0.00	43	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.89
77	267	268	0.00	42	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.88
78	268	269	0.00	40	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.81
79	269	270	7.51	40	200	68.45	0.79	0.82	0.39	35.60	0.82
80	270	271	7.71	41	200	58.55	1.01	1.59	0.38	34.81	1.59
81	271	272	7.93	43	200	45.70	1.47	4.45	0.37	34.01	4.45

LINK NO.	FROM Node	TO Node	PEAK FLOW (L/S)	LENGTH (M)	DIA (MM)	WATER DEPTH (MM)	VEL (MPS)	PIPE SLOPE %	MIN SLOPE %	MAX SLOPE %	GROUND SLOPE %
82	272	280	9.51	38	200	54.06	1.39	3.29	0.33	29.15	3.29
83	280	290	55.89	40	250	117.85	2.46	4.32	0.99	7.45	4.32
84	290	307	153.80	60	350	226.54	2.33	1.97	1.25	3.76	1.97
85	307	317	154.10	60	350	213.04	2.51	2.37	1.25	3.75	2.37
86	317	316	154.31	43	350	270.78	1.93	1.26	1.26	3.75	0.26
87	314	315	0.00	78	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.71
88	315	316	0.00	77	200	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.18
89	316	329	162.13	40	350	270.78	2.03	1.39	1.39	3.63	1.83
90	329	332	162.35	43	350	221.61	2.53	2.34	1.39	3.63	2.91
91	332	343	162.51	33	350	227.04	2.46	2.18	1.39	3.63	2.18
92	343	344	175.68	8	350	270.79	2.20	1.63	1.63	3.46	-1.25

LINK NO.	GROUND ELEV		CROWN ELEV		INVERT ELEV		EXCAVATION DEPTH	
	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)
1	83.35	80.00	79.05	79.00	78.85	78.80	4.50	1.20
2	80.00	76.90	79.00	75.90	78.80	75.70	1.20	1.20
3	76.90	75.00	75.90	74.00	75.70	73.80	1.20	1.20
4	75.00	72.28	74.00	71.28	73.80	71.08	1.20	1.20
5	72.28	69.45	71.28	68.45	71.08	68.25	1.20	1.20
6	69.45	66.75	68.45	65.75	68.25	65.55	1.20	1.20
7	66.75	64.80	65.75	63.80	65.55	63.60	1.20	1.20
8	64.80	62.55	63.80	61.55	63.60	61.35	1.20	1.20
9	62.55	60.80	61.55	59.80	61.35	59.60	1.20	1.20
10	60.80	58.85	59.80	57.85	59.60	57.65	1.20	1.20
11	58.85	56.05	57.85	55.05	57.65	54.85	1.20	1.20
12	58.95	57.00	56.03	56.00	55.83	55.80	3.12	1.20
13	57.00	56.30	55.34	55.30	55.14	55.10	1.86	1.20
14	56.30	56.20	55.30	54.65	55.10	54.45	1.20	1.75
15	56.20	56.05	54.65	54.49	54.45	54.29	1.75	1.76
16	56.05	54.25	54.49	53.25	54.29	53.05	1.76	1.20
17	54.25	53.10	53.25	52.10	53.05	51.90	1.20	1.20
18	56.90	54.00	53.05	53.00	52.85	52.80	4.05	1.20
19	54.00	52.78	51.82	51.78	51.62	51.58	2.38	1.20
20	52.78	53.10	51.78	50.43	51.58	50.23	1.20	2.87
21	53.10	51.52	50.43	49.78	50.18	49.53	2.92	1.99
22	51.52	49.85	49.78	48.85	49.53	48.60	1.99	1.25
23	49.85	48.25	48.85	47.25	48.60	47.00	1.25	1.25
24	48.25	46.95	47.25	45.95	47.00	45.70	1.25	1.25
25	46.95	47.20	45.95	45.71	45.65	45.41	1.30	1.79
26	47.20	47.05	45.71	45.42	45.41	45.12	1.79	1.93
27	61.95	57.00	60.95	56.00	60.75	55.80	1.20	1.20
28	57.00	54.00	56.00	53.00	55.80	52.80	1.20	1.20
29	54.00	50.90	53.00	49.90	52.80	49.70	1.20	1.20
30	50.90	47.05	49.90	46.05	49.70	45.85	1.20	1.20

LINK NO.	GROUND ELEV		CROWN ELEV		INVERT ELEV		EXCAVATION DEPTH	
	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)
31	47.05	43.00	45.41	42.00	45.11	41.70	1.94	1.30
32	43.00	40.00	41.50	39.00	41.20	38.70	1.80	1.30
33	40.00	38.00	39.00	37.00	38.70	36.70	1.30	1.30
34	38.00	35.00	37.00	34.00	36.70	33.70	1.30	1.30
35	35.00	34.10	34.00	33.10	33.70	32.80	1.30	1.30
36	34.10	32.25	32.57	31.25	32.27	30.95	1.83	1.30
37	32.25	31.75	30.79	30.75	30.59	30.55	1.66	1.20
38	32.25	28.29	31.25	27.29	30.95	26.99	1.30	1.30
39	31.75	28.85	27.91	27.85	27.71	27.65	4.04	1.20
40	28.29	25.97	27.29	24.97	26.99	24.67	1.30	1.30
41	28.85	26.75	25.81	25.75	25.61	25.55	3.24	1.20
42	25.97	24.39	24.97	23.39	24.67	23.09	1.30	1.30
43	26.75	25.45	24.51	24.45	24.31	24.25	2.44	1.20
44	24.39	22.48	23.39	21.48	23.09	21.18	1.30	1.30
45	25.45	24.16	23.22	23.16	23.02	22.96	2.43	1.20
46	24.16	22.48	21.52	21.48	21.32	21.28	2.84	1.20
47	22.48	21.72	21.48	20.72	21.18	20.42	1.30	1.30
48	21.72	20.27	20.72	19.27	20.42	18.97	1.30	1.30
49	20.27	18.64	19.27	17.64	18.97	17.34	1.30	1.30
50	18.64	17.62	17.64	16.62	17.34	16.32	1.30	1.30
51	33.50	29.75	32.50	28.75	32.30	28.55	1.20	1.20
52	29.75	29.00	28.75	28.00	28.50	27.75	1.25	1.25
53	29.00	25.92	28.00	24.92	27.75	24.67	1.25	1.25
54	25.92	24.26	24.92	23.26	24.67	23.01	1.25	1.25
55	24.26	22.75	23.26	21.75	23.01	21.50	1.25	1.25
56	22.75	21.73	21.75	20.73	21.50	20.48	1.25	1.25
57	21.73	20.26	20.73	19.26	20.48	19.01	1.25	1.25
58	20.26	19.35	19.26	18.35	19.01	18.10	1.25	1.25
59	39.90	40.04	38.90	38.88	38.70	38.68	1.20	1.36
60	40.04	40.20	38.88	38.86	38.68	38.66	1.36	1.54
61	40.20	36.00	35.05	35.00	34.85	34.80	5.35	1.20
62	36.00	29.85	35.00	28.85	34.80	28.65	1.20	1.20
63	29.85	29.00	28.85	28.00	28.65	27.80	1.20	1.20
64	30.50	25.00	29.50	24.00	29.30	23.80	1.20	1.20
65	25.00	24.00	24.00	21.91	23.80	21.71	1.20	2.29
66	24.00	22.55	21.91	20.89	21.71	20.69	2.29	1.86
67	27.85	27.23	26.26	26.23	26.06	26.03	1.79	1.20
68	27.23	26.05	25.10	25.05	24.90	24.85	2.33	1.20
69	26.05	25.50	25.05	24.50	24.85	24.30	1.20	1.20
70	25.50	25.50	24.60	24.50	24.40	24.30	1.20	1.20
71	29.50	25.60	28.50	24.60	28.30	24.40	1.20	1.20
72	29.50	22.55	28.50	21.55	28.30	21.35	1.20	1.20
73	22.55	20.60	20.89	19.60	20.69	19.40	1.86	1.20
74	25.50	23.48	24.50	22.48	24.30	22.28	1.20	1.20
75	26.50	24.55	23.58	23.55	23.38	23.35	3.12	1.20
76	24.55	24.17	23.20	23.17	23.00	22.97	1.55	1.20
77	24.17	23.80	22.83	22.80	22.63	22.60	1.54	1.20

LINK NO.	GROUND ELEV		CROWN ELEV		INVERT ELEV		EXCAVATION DEPTH	
	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)
78	23.80	23.48	22.51	22.48	22.31	22.28	1.49	1.20
79	23.48	23.15	22.48	22.15	22.28	21.95	1.20	1.20
80	23.15	22.50	22.15	21.50	21.95	21.30	1.20	1.20
81	22.50	20.60	21.50	19.60	21.30	19.40	1.20	1.20
82	20.60	19.35	19.60	18.35	19.40	18.15	1.20	1.20
83	19.35	17.62	18.35	16.62	18.10	16.37	1.25	1.25
84	17.62	16.44	16.62	15.44	16.27	15.09	1.35	1.35
85	16.44	15.02	15.44	14.02	15.09	13.67	1.35	1.35
86	15.02	14.91	14.02	13.48	13.67	13.13	1.35	1.78
87	15.60	15.05	14.11	14.05	13.91	13.85	1.69	1.20
88	15.05	14.91	13.97	13.91	13.77	13.71	1.28	1.20
89	14.91	14.17	13.48	12.92	13.13	12.57	1.78	1.60
90	14.17	12.92	12.92	11.92	12.57	11.57	1.60	1.35
91	12.92	12.20	11.92	11.20	11.57	10.85	1.35	1.35
92	12.20	12.30	11.20	11.07	10.85	10.72	1.35	1.58

NODE NO.	INPUT (LPS)	GROUND ELEV (M)	EXCAVATION DEPTH (M)	DISTANCE HIGH INVERT TO LOW INVERT (M)
3	0.00	83.35	4.50	0.00
13	0.62	80.00	1.20	0.00
22	0.25	76.90	1.20	0.00
28	0.26	75.00	1.20	0.00
37	0.30	72.28	1.20	0.00
50	0.30	69.45	1.20	0.00
57	0.30	66.75	1.20	0.00
69	0.30	64.80	1.20	0.00
80	0.31	62.55	1.20	0.00
90	0.30	60.80	1.20	0.00
100	13.60	58.85	1.20	0.00
112	0.00	58.95	3.12	0.00
111	0.00	57.00	1.86	0.66
110	0.93	56.30	1.20	0.00
109	0.04	56.20	1.75	0.00
108	0.18	56.05	1.76	0.56
105	0.15	54.25	1.20	0.00
119	0.00	56.90	4.05	0.00
118	0.00	54.00	2.38	1.18
117	0.83	52.78	1.20	0.00
116	52.22	53.10	2.92	1.72
121	3.39	51.52	1.99	0.00
139	0.19	49.85	1.25	0.00
138	0.22	48.25	1.25	0.00
149	0.18	46.95	1.30	0.05
161	4.00	47.20	1.79	0.00
167	0.27	61.95	1.20	0.00

LINK NO.	GROUND ELEV		CROWN ELEV		INVERT ELEV		EXCAVATION DEPTH	
	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)
170		0.21	57.00		1.20		0.00	
171		0.21	54.00		1.20		0.00	
172		0.20	50.90		1.20		0.00	
173		11.79	47.05		1.94		0.74	
181		0.23	43.00		1.80		0.50	
182		0.38	40.00		1.30		0.00	
183		0.35	38.00		1.30		0.00	
184		0.37	35.00		1.30		0.00	
185		0.12	34.10		1.83		0.53	
345		0.00	32.25		1.66		0.00	
205		0.40	32.25		1.30		0.00	
206		0.00	31.75		4.04		2.84	
218		0.40	28.29		1.30		0.00	
219		0.00	28.85		3.24		2.04	
239		0.40	25.97		1.30		0.00	
240		0.00	26.75		2.44		1.24	
248		0.40	24.39		1.30		0.00	
249		0.00	25.45		2.43		1.23	
263		0.00	24.16		2.84		1.64	
262		2.29	22.48		1.30		0.10	
261		0.27	21.72		1.30		0.00	
282		0.21	20.27		1.30		0.00	
291		0.25	18.64		1.30		0.00	
204		0.33	33.50		1.20		0.00	
217		43.02	29.75		1.25		0.05	
227		0.30	29.00		1.25		0.05	
238		0.28	25.92		1.25		0.00	
247		0.25	24.26		1.25		0.00	
259		0.19	22.75		1.25		0.00	
260		0.31	21.73		1.25		0.00	
281		0.20	20.26		1.25		0.00	
222		0.00	39.90		1.20		0.00	
223		0.00	40.04		1.36		0.00	
224		0.00	40.20		5.35		3.81	
225		0.83	36.00		1.20		0.00	
226		0.47	29.85		1.20		0.00	
236		0.30	30.50		1.20		0.00	
237		0.36	25.00		1.20		0.00	
246		0.22	24.00		2.29		0.00	
252		0.00	27.85		1.79		0.00	
253		0.00	27.23		2.33		1.13	
254		4.78	26.05		1.20		0.00	
256		1.21	25.60		1.20		0.00	
346		0.28	29.50		1.20		0.00	
257		0.30	29.50		1.20		0.00	
258		0.21	22.55		1.86		0.66	
255		0.21	25.50		1.20		0.00	

LINK NO.	GROUND ELEV.		CROWN ELEV.		INVERT ELEV.		EXCAVATION DEPTH	
	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)	UPSTRM (M)	DNSTRM (M)
265		0.00	26.50		3.12		0.00	
266		0.00	24.55		1.55		0.35	
267		0.00	24.17		1.54		0.34	
268		0.00	23.80		1.49		0.29	
269		1.03	23.48		1.20		0.00	
270		0.20	23.15		1.20		0.00	
271		0.21	22.50		1.20		0.00	
272		0.19	20.60		1.20		0.00	
280		0.20	19.35		1.25		0.05	
290		0.30	17.62		1.35		0.10	
307		0.30	16.44		1.35		0.00	
317		0.21	15.02		1.35		0.00	
314		0.00	15.60		1.69		0.00	
315		0.00	15.05		1.28		0.08	
316		7.82	14.91		1.78		0.58	
329		0.21	14.17		1.60		0.00	
332		0.16	12.92		1.35		0.00	
343		13.17	12.20		1.35		0.00	
344		-175.68	12.30		1.58		0.00	

5.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO

La operación de un sistema de alcantarillado comienza con la aceptación oficial de las estructuras terminadas.

Esto es muy importante y en consecuencia aparece estipulado en todos los contratos entre las autoridades responsables y los contratistas encargados de la construcción. La aceptación oficial queda registrada mediante un acta que firman ambas partes. Allí se registran los siguientes puntos :

- La condición exacta de las estructuras en el momento de la aceptación oficial,
- la culminación del trabajo de construcción,
- el paso de la responsabilidad a la autoridad encargada de operar el sistema.

Las personas que deben participar en el acto de aceptación oficial, son, además del responsable de la operación (que representa a la entidad administradora o financiera), el gerente de obras, el contratista encargado de la construcción y, en caso de proyectos importantes, también el proyectista.

Generalmente, la construcción se aprueba por fases ; lo cual es necesario porque algunas secciones se recubren con tierra y no son visibles en el momento de la aceptación final. Por lo tanto, debe distinguirse entre aceptación parcial y aceptación final.

5.8.1 Aceptación Oficial del Sistema de Alcantarillado

Las aceptaciones parciales consisten de una o más aprobaciones durante todo el período de construcción del sistema de alcantarillado. Su propósito es asegurarse de que el planeamiento y la construcción coincidan. Se deberá inspeccionar lo siguiente

- las estructuras que no sean fácilmente accesibles en el momento de la aceptación final,
- la ejecución del trabajo de construcción.

Para las aceptaciones de progreso parcial, durante el curso de la construcción deberá inspeccionarse lo siguiente

- la profundidad de la excavación, la pendiente y el lecho,
- dimensiones de los cimientos (+ base) y de todas las otras estructuras,
- la disposición de las tuberías, la correcta ubicación de las bocas de entrada, bocas de inspección, reboses de aguas pluviales (de ser el caso), canales de drenaje y el nivel de entrada y salida del agua en las diferentes alcantarillas que componen la estructura,
- la correcta ejecución (en lo que respecta a la calidad del trabajo de construcción) del moldeado del concreto, del enladrillado y del enyesado, así como la construcción de canaletas.
- la hermeticidad de las tuberías (mediante pruebas hidráulicas a zanja abierta y zanja tapada).

Se deben llevar registros de todas las aceptaciones realizadas durante la construcción, los mismos que se mostrarán al realizar la aceptación final.

La aceptación final comprende también la aceptación de las actividades de operación e implica una inspección cualitativa y cuantitativa.

La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas con las dimensiones reales

- dimensión longitudinal y transversal de las alcantarillas,
- número y ubicación de las estructuras.

La inspección cualitativa incluye la inspección de las pendientes, del enlucido, etc. comparando los materiales y procedimientos de ejecución utilizados con las normas oficiales y con los planos.

Se examinan cuidadosamente las alcantarillas accesibles a fin de determinar si existen grietas en la superficie interna de las paredes y en la solera.

Se verifica que el tendido esté alineado y tenga la pendiente adecuada mediante una nivelación precisa en el exterior.

El enlucido de cemento se revisa en forma visual, golpeándolo ligeramente con un martillo pequeño ; pueden permitirse grietas capilares de un ancho máximo de 0.2 mm, el sonido debe ser continuo y profundo.

Antes de poner en funcionamiento las alcantarillas, deben ser limpiadas, eliminando los desperdicios y los residuos de concreto y yeso.

La inspección de las estaciones de bombeo incluye

- la casa de máquinas, en lo que respecta a dimensiones, calidad del trabajo, impermeabilidad del depósito colector ;
- las instalaciones (bombas, tuberías, accesorios) ;
- los dispositivos mecánicos, hidromecánicos, de alta tecnología, etc. ;
- los controles automáticos.

La comisión de aceptación considerará todas las aceptaciones parciales. Deberá decidir respecto a los posibles defectos y si éstos habrán de ser considerados en las deducciones financieras.

Si los defectos representan un riesgo para la operación del sistema de alcantarillado, deberán reemplazarse las partes afectadas o repararse las fallas.

La comisión de aceptación elaborará un informe y decidirá sobre el inicio de la operación.

5.8.2 Operación y Mantenimiento de las alcantarillas e instalaciones auxiliares

La organización de la operación y el mantenimiento de las alcantarillas debe estar a cargo de la autoridad responsable. La magnitud y composición de dicha organización dependen del nivel de desarrollo y de los problemas específicos.

Los departamentos involucrados en la operación del sistema de alcantarillado deben asegurarse de que su personal ya se haya informado durante el período de construcción, respecto a sus futuras responsabilidades. Todo el trabajo de mantenimiento debe desarrollarse siguiendo cronogramas anuales y mensuales fijos.

5.8.2.1 Operación

Para operar sin dificultades un sistema de alcantarillado, es necesario el siguiente trabajo de mantenimiento

- inspección de alcantarillas,
- limpieza de alcantarillas,
- reparaciones de las estructuras e instalaciones,
- operación de las estaciones de bombeo.

La inspección de las alcantarillas debe ser considerada como una de las tareas de mantenimiento más importantes. A través de ésta área se puede obtener información respecto al estado de las alcantarillas y de sus instalaciones auxiliares, así como respecto a la calidad de las aguas residuales. Por lo tanto,

ayuda a asegurar que las aguas residuales fluyan libremente y a prevenir situaciones perjudiciales, tales como interrupción del flujo, alteraciones en el tránsito vial o daños causados por la calidad de las aguas residuales.

La inspección de alcantarillas se lleva a cabo externa e internamente.

Las inspecciones externas se realizan cada mes o cada tres meses, según las condiciones locales, y están a cargo, por lo general, de una cuadrilla de tres hombres. Esta cuadrilla se encarga de detectar cualquier cambio inusual que indique una alteración en el flujo de las aguas residuales. En la medida de lo posible, cada cuadrilla debe estar integrada siempre por las mismas personas, pues es más probable que detecten alteraciones en el sistema gracias a su experiencia.

Cada alcantarilla se inspecciona internamente a intervalos fijos, entre una y cuatro veces al año, según su importancia y sus condiciones de operación ; los trabajadores inspeccionan las alcantarillas accesibles y señalan si existen daños, sólidos depositados en el fondo o infiltraciones o fugas anormales. En base a este informe, las alcantarillas podrán luego ser limpiadas, lavadas, reparadas, etc. las alcantarillas inaccesibles se inspeccionan utilizando espejos, luces o cámaras de televisión especiales.

Las aguas residuales se controlan en lo que respecta a su cantidad y calidad. La cantidad de aguas residuales se mide para obtener información respecto a la capacidad efectiva de descarga de las alcantarillas. La calidad de las aguas residuales se verifica mediante un análisis. Si bien se conoce la calidad para condiciones normales de operación, podrían producirse fluctuaciones debido a la introducción de residuos poco comunes o tóxicos, que pueden ejercer un efecto dañino sobre la alcantarilla y la planta de tratamiento.

Las actividades de limpieza y lavado de las alcantarillas se determinan en base al tipo de construcción de las mismas.

Un sistema de alcantarillado bien planeado y construido, normalmente no requiere limpieza ni lavado ; esto es particularmente cierto en sistemas combinados de alcantarillado. En tales sistemas las alcantarillas inaccesibles necesitarían ser limpiadas una vez al año.

Las alcantarillas pueden limpiarse utilizando :

- un equipo manual en las alcantarillas accesibles,
- un equipo automático (mecánico o hidromecánico) en las alcantarillas inaccesibles.

Para limpiar las alcantarillas manualmente, se utilizan palas, azadones, etc. el lodo recolectado de esta manera se acarrea hasta el buzón de inspección en pequeñas carretillas especiales y de allí se saca de las alcantarillas.

Las alcantarillas inaccesibles se limpian mecánicamente. Por lo general, se utilizan las llamadas máquinas de baldes o dispositivos de lavado a chorro de alta presión.

Las reparaciones de las alcantarillas pueden dividirse en :

- reparaciones preventivas o de cronograma regular, y
- reemplazos.

Las reparaciones de cronograma regular se llevan a cabo según el cronograma existente. Estas reparaciones son generalmente de naturaleza preventiva, una reparación real es aquella cuya necesidad responde a circunstancias inesperadas. Los fondos disponibles para reparaciones y mantenimiento deben ser usados en forma económica y racional. Debe puntualizarse que los supuestos ahorros en el trabajo de mantenimiento pueden acabar significando la necesidad de reemplazos más costosos.

La operación de las estaciones de bombeo debe llevarse a cabo de acuerdo con las necesidades. Deben elaborarse cronogramas de operación anuales, trimestrales o mensuales, de tal manera que los administradores de la estación de bombeo puedan cumplirlos en forma detallada.

5.8.2.2 Medidas de Seguridad en el Sistema de Alcantarillado

Durante la construcción y la operación, se deben tomar estrictas medidas para proteger a los trabajadores frente a posibles accidentes, enfermedades, asfixias, envenenamiento, explosiones, descargas eléctricas, etc. Con este mismo propósito, se deben organizar cursos de capacitación, conferencias, charlas, etc., que ayuden a los trabajadores a aprender la forma de protegerse ellos mismos. Sin embargo, tal cosa presupone que exista el suficiente personal y las instalaciones de seguridad necesaria para permitir que se observen estos requerimientos.

Es esencial aplicar regularmente controles de salud para los trabajadores, así como adoptar las medidas preventivas adecuadas cuando se tiene que trabajar con sustancias tóxicas.

CAPITULO VI

ESTACIONES DE BOMBEO DE DESAGÜES

6.1 GENERALIDADES

La utilización de cámaras de bombeo para la conducción de las aguas servidas, se hace necesaria cuando el terreno del área de drenaje, no tiene una adecuada topografía para conducir las aguas servidas por gravedad hasta el punto de descarga.

La necesidad de contar con una estación de bombeo al igual que su tamaño y ubicación deberán determinarse en base a las condiciones generales técnicas y económicas, recordando que los contaminantes sólidos también deben ser bombeados conjuntamente con el agua residual.

Las principales razones por las que se utiliza el bombeo de desagües son:

- Descargas más bajas que el colector público en edificios.
- Terrenos con bajas pendientes, con líneas largas.
- Cruce de partes elevadas.
- Descarga de Emisores en cotas más bajas que la del cuerpo receptor o planta de tratamiento.
- En las Plantas de tratamiento; en la entrada, salida o recolección.

Para la ubicación de las estaciones de bombeo debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Área servida
- Area circundante
- Área de Crecimiento
- Topografía

- Posibilidad de inundaciones
- Actividad Sísmica
- Geología del subsuelo
- Aguas Subterráneas
- Profundidad de colectores
- Reboses y By-pass
- Utilidad de las aguas servidas
- Conexiones eléctricas
- Facilidad de expropiación de terrenos.

Las partes más importantes de una estación de bombeo son:

- Accesorios y dispositivos para el acondicionamiento del desagüe antes del bombeo, como: cámara de rejillas, desarenadores y trituradores.
- Caseta de los equipos (bombas y motores).
- Pozo de Recolección (cámara húmeda).
- Tubería de Succión, descarga o impulsión
- Edificación y apariencia externa.

6.1.1 Criterios Principales para la elección del equipo de bombeo

- Por lo general, el equipo de bombeo sumergido no se presta para alterar su rango de parámetros de trabajo. El motor y el rango de operación no pueden adaptarse a alteraciones imprevistas del trabajo o ampliaciones planificadas de antemano. En todos los casos que sea necesario satisfacer nuevas condiciones de trabajo será indispensable reemplazar el equipo. El equipo sumergido de bombeo constituye una unidad manufacturada por el mismo fabricante.
- La operación del equipo sumergido es sencilla y, en condiciones difíciles de trabajo, se requiere un operario confiable para evitar roturas del equipo. Sin embargo, el mantenimiento y la reparación del mencionado equipo requieren

suma pericia y almacenamiento de accesorios de repuesto que puedan cubrir el mantenimiento regular y las reparaciones, incluyendo roturas.

- Las bombas centrífugas convencionales (horizontales o verticales) requieren manejo más profesional, aunque la reparación y el mantenimiento preventivo son sencillos y en la mayoría de los casos, a excepción del impulsor, pueden ser reparados en cualquier taller ordinario.

- En las bombas convencionales se puede reemplazar el impulsor y obtener de esta manera elasticidad del rango de operación, sin que sea necesario reemplazar el equipo.

En tales casos, se decidirá si sustituir el motor por otro de diferente tamaño o de diferente fabricación. La flexibilidad de las condiciones de trabajo de las bombas puede ser obtenida a muy bajo costo, en comparación a los costos de las bombas sumergidas.

Dichas ventajas permiten mejor explotación del equipo, siendo su vida útil más larga.

- En las bombas convencionales, los rangos operacionales amplios (grandes capacidades y grandes caudales) tienen vasto cubrimiento por los fabricantes mientras que en el equipo sumergido los caudales y la capacidad son más limitados.

Para la elección del equipo de bombeo de grandes caudales, las estaciones pueden ser planificadas con varias unidades grandes y eficientes, en vez de aumentar el número de unidades sumergidas las cuales son, generalmente, de tamaño limitado.

- Al elegir fabricante de equipo, es recomendable que éste tenga agente confiable y profesional que opera un centro de servicios. Ello permite obtener buenos servicios de mantenimiento (incluyendo roturas) sin necesidad de almacenar grandes cantidades de accesorios de repuesto.

A veces es preferible optar por la elección de un productor nacional y no uno extranjero, aún si el primero está limitado en su capacidad de cubrir todos los aspectos del trabajo eficientemente. En tal caso habrá que adecuar la planificación a las existencias de equipo del fabricante nacional.

- El régimen de operación en las estaciones de bombeo de aguas servidas está dictado por los caudales de aguas servidas que varían durante el día y la noche según las horas de flujo mínimo y máximo y está influenciado por el crecimiento del número de habitantes y las pautas de conducta a lo largo de un período determinado.

Para poder enfrentar estas oscilaciones, es recomendable que por lo menos una de las unidades de bombeo esté equipada con un sistema de velocidad variable (controlador de velocidad CV) para operar la estación de un modo continuo y dentro de un régimen operacional óptimo. Este tipo de sistema flexible requiere un sistema de comando adecuado y operarios responsables y capacitados para esta clase de operación.

6.1.1.1 Clasificación de Bombas

Las bombas se clasifican según las consideraciones generales diferentes :

1. La que toma en consideración las características del movimiento de líquidos.
2. La que se basa en el tipo de aplicación específica para las cuales se ha diseñado la bomba.

Hay tres clases de bombas en uso común en el presente, cuyos términos se aplican a la mecánica del movimiento del líquido : las centrífugas, las rotativas y las reciprocantes ; cada una de ellas tiene diferentes tipos, los cuales se muestran a continuación

CLASES

TIPOS

CENTRIFUGAS

VOLUTA
DIFUSOR
TURBINA REGENERATIVA
TURBINA VERTICAL
FLUJO MIXTO
FLUJO AXIAL

ROTATORIAS :

ENGRANAJES
ALABES
LEVA Y PISTON
TORNILLO
LOBULOS
BLOQUE DE VAIVEN

RECIPROCANTES

DIAFRAGMAS
ROTATORIA - PISTON
ACCION DIRECTA
• SIMPLES
• DUPLEX
• TRIPLEX
• CUADRUPLES
POTENCIA

Las características generales para cada clase de bomba, se muestran en el siguiente cuadro

CUADRO 6.1

CLASES DE BOMBAS Y SUS CARACTERISTICAS

CLASE	CENTRIFUGA		ROTATORIA	RECIPROCANTE		
TIPO	VOLUTA Y DIFUSOR	FLUJO AXIAL	TORNILLO Y ENGRANAJE	VAPOR DE SUCCION DIRECTA	DOBLE ACCION	TRIPLEX
DESCARGA	CONTINUO	CONTINUO	CONTINUO	PULSANTE	PULSANTE	PULSANTE
MAXIMA ELEVACION NORMA DE SUCCION EN MTS.	4,50	4,50	6,60	6,60	6,60	6,60
TIPO DE LIQUIDOS QUE MANEJAN	LIMPIOS, CLAROS SUCIO ADHESIVO LIQUIDOS CON ALTO CONTENIDO DE SOLIDOS		VISCOSOS NO ABRASIVOS	LIMPIOS Y CLAROS		
VARIACION CON LA PRESION	BAJA A ALTA		MEDIA			
CAPACIDAD HABITUAL	PEQUEÑA A LA MAYOR OBTENIBLE		PEQUEÑA A MEDIA	PEQUEÑA A LA MAXIMA QUE SE PRODUCE		

6.1.2 Criterios de diseño para las Estaciones de Bombeo, obras Civiles y Equipos Electromecánicos

- ◆ La elección óptima de las características de la estación, desde el punto de vista de la ingeniería, depende de diversos factores, a saber :
 - Elección del tipo de equipos para el bombeo.
 - Ubicación de la estación de bombeo (área urbana o área abierta) como factor de impacto ambiental (olores, ruido, posibilidad de rebosamiento de aguas crudas, transporte y desalojo de sólidos, etc.)
 - Construcción de estación nueva o rehabilitación de una estación existente y su adaptación a las nuevas condiciones de trabajo (este trabajo determina a veces el tipo de equipo). El cálculo debe ser tanto económico como ingenieril, con máxima compatibilidad entre sí.

- ◆ La elección del equipo electromecánico depende de varios factores, a saber :
 - Adecuación del rango óptimo de operación del equipo de bombeo desde el punto de vista hidráulico como criterio básico (capacidad, carga, eficiencia, rangos de la curva de trabajo del equipo).
 - Elección del equipo de acuerdo a los rangos de operación siendo los que determinarán el pedido al fabricante de los diversos tipos de bombas (como bombas sumergidas o bombas secas que serán, en todo caso, bombas centrífugas).

6.2 CAUDALES DE DESAGUE DE LA POBLACION

La topografía del terreno obliga a dividir el área de estudio en dos zonas bien definidas, cada una con un punto de descarga, es decir dos áreas de drenaje, cuyos caudales de contribución al desagüe son los siguientes

Area de Drenaje N° 1

Corresponde a una parte del sector II del A.H. Angamos y está limitada por: Calle A, Pasaje 81, Avenida B y Calle 10. Sus caudales de aporte al desagüe son :

Caudal Promedio : $Q_p = 3.09 \text{ lps}$

Caudal Máximo de Contribución : $Q_{mc} = 8.032 \text{ lps}$

Caudal Mínimo de Contribución : $Q_{minc} = 30\% Q_{mc} = 2.41 \text{ lps}$

Area de Drenaje N° 2

Corresponde a la zona restante del A.H. Angamos, es decir, el Sector I, parte del Sector II y el Sector III. Sus caudales de aporte al desagüe son :

Caudal Promedio : $Q_p = 41.31 \text{ lps}$

Caudal Máximo de Contribución : $Q_{mc} = 85.93 \text{ lps}$

Caudal Mínimo de Contribución : $Q_{minc} = 30\% Q_{mc} = 25.78 \text{ lps}$

Otros Aportes :

Además, el área de drenaje N° 2 recibe otros aportes al desagüe, como son : el caudal de rebose de los dos reservorios (RA y RB) con un total de 78.31 lps y el caudal evacuado de la Estación de Bombeo N° 1 hacia el buzón 173, que son

11.47 lps ; siendo el caudal de diseño para la Estación de Bombeo N° 2 **175.71 lps.**, que es el caudal que recibiría en las condiciones más desfavorables.

6.3 DETERMINACION DE LAS CAPACIDADES DE BOMBAS

Utilizaremos el Método Matemático para determinar el volumen útil de la cámara húmeda y el caudal de bombeo para las dos estaciones de bombeo

Estación de Bombeo N° 1

$$Q_{mc} = KQ = 8.032 \text{ lps}$$

$$Q_{minc} = Q = 30\% Q_{mc}$$

$$Q_{minc} = 2.41 \text{ lps}$$

$$Q_b = K_1Q$$

Determinamos el valor de K :

$$KQ = 8.032$$

$$K * 2.41 = 8.032$$

$$K = 3.33$$

Considerando que los tiempos de retención deben estar en un rango de 5 a 30 minutos, para evitar septicidad y malos olores en la cámara húmeda, asumimos los siguientes tiempos de retención :

Tiempo máximo de retención : $t_1 = 30$ minutos

Tiempo mínimo de retención : $t = 10$ minutos

$$a = t_1/t$$

$$a = 3$$

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$(a-K^2)^2 > 4(K-a)K(K-1)(1+a)$$

Reemplazando valores y resolviendo tenemos :

$$65.43 > 40.97 \quad (\text{Se cumple la condición})$$

Resolvemos la siguiente ecuación de segundo grado para obtener el valor de K_1

$$K_1^2(K-a) + K_1(a-K^2) + K(K-1)(1+a) = 0$$

$$0.33 K_1^2 - 8.09 K_1 + 31.04 = 0$$

$$K_1' = 19.75$$

$$K_1'' = 4.76$$

Escogemos el menor valor de K_1 , para obtener una cámara de bombeo más económica.

El caudal de bombeo será :

$$Q_b = K_1 Q = 4.76 * 2.41$$

$$Q_b = 11.47 \text{ lps}$$

El volumen útil de la cámara húmeda se obtiene con la siguiente fórmula

$$V_u = (t.K.Q.(K_1 - 1))/(K_1 - 1 + K)$$

$$V_u = 2.55 \text{ m}^3$$

Verificamos los periodos de retención

Periodo Mínimo de Retención

$$P_{min. r} = T_{min. ll} + T_{min. v}$$

Donde :

$T_{min. ll}$ = tiempo mínimo de llenado

$T_{min. v}$ = tiempo mínimo de vaciado

Además :

$$T_{min. ll} = V_{\text{útil}}/Q_{mc}$$

$$T_{min. v} = V_{\text{útil}}/(Q_b - Q_{min.c})$$

Donde :

Q_{mc} = Caudal Máximo de Contribución

$Q_{min. c}$ = Caudal Mínimo de Contribución

Q_b = Caudal de Bombeo

Reemplazando valores y resolviendo tenemos :

$T_{min. ll} = 5.30$ minutos

$T_{min. v} = 4.70$ minutos

$P_{min. r} = 10$ minutos

Periodo Máximo de Retención

$P_{max. r} = T_{max. ll} + T_{max. v}$

Donde :

$T_{max. ll}$ = tiempo máximo de llenado

$T_{max. v}$ = tiempo máximo de vaceado

Además :

$T_{max. ll} = V_{\text{útil}}/Q_{min.c}$

$T_{max. v} = V_{\text{útil}}/(Q_b - Q_{mc})$

Reemplazando valores y resolviendo tenemos :

$T_{max. ll} = 17.63$ minutos

$T_{max. v} = 12.36$ minutos

Entonces :

$P_{max. r} = 30$ minutos

Estación de Bombeo N° 2

$$Q_{mc} = KQ = 175.71 \text{ lps}$$

$$Q_{minc} = 30 \% Q_{mc}$$

$$Q_{minc} = 52.71 \text{ lps}$$

$$Q_b = K_1 Q$$

Determinamos el valor de K :

$$KQ = 175.71$$

$$K * Q = 175.71$$

$$\mathbf{K = 3.33}$$

Asumimos :

Tiempo máximo de retención : $t_1 = 30$ minutos

Tiempo mínimo de retención : $t = 10$ minutos

$$a = t_1/t$$

$$\mathbf{a = 3}$$

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$(a-K^2)^2 > 4(K-a)K(K-1)(1+a)$$

Reemplazando valores y resolviendo tenemos

$$65.43 > 40.97 \quad (\text{Se cumple la condición})$$

Resolvemos la siguiente ecuación de segundo grado para obtener el valor de K_1

$$K_1^2(K-a) + K_1(a-K^2) + K(K-1)(1+a) = 0$$

$$0.33 K_1^2 - 8.09 K_1 + 31.04 = 0$$

$$K_1' = 19.75$$

$$\mathbf{K_1'' = 4.76}$$

Escogemos el menor valor de K_1 , para obtener una cámara de bombeo más económica.

El caudal de bombeo será

$$Q_b = K_1 Q$$

$$Q_b = 250.90 \text{ lps}$$

El volumen útil de la cámara húmeda se obtiene con la siguiente fórmula

$$V_u = (t.K.Q.(K_1 - 1))/(K_1 - 1 + K)$$

$$V_u = 55.85 \text{ m}^3$$

Verificamos los periodos máximos y mínimos de retención

Periodo Mínimo de Retención

$$P_{\text{min. r}} = T_{\text{min. ll}} + T_{\text{min. v}}$$

Reemplazando valores y resolviendo tenemos :

$$T_{\text{min. ll}} = 5.30 \text{ minutos}$$

$$T_{\text{min. v}} = 4.70 \text{ minutos}$$

$$P_{\text{min. r}} = 10 \text{ minutos}$$

Periodo Máximo de Retención

$$P_{\text{max. r}} = T_{\text{max. ll}} + T_{\text{max. v}}$$

Reemplazando valores y resolviendo tenemos :

$$T_{\text{max. ll}} = 17.66 \text{ minutos}$$

$$T_{\text{max. v}} = 12.38 \text{ minutos}$$

$$P_{\text{max. r}} = 30 \text{ minutos}$$

6.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA HUMEDA

Las dimensiones para cada una de las cámaras de bombeo son :

Estación de Bombeo N° 1

Adoptamos una cámara húmeda de forma cilíndrica. Con el fin de minimizar depósitos de sólidos, el fondo de la cámara tendrá una pendiente de 30 %. (ver plano IS-18).

Siendo el volumen útil de 2.55 m³, las dimensiones serán:

Diámetro : D = 2.60 m

Altura útil : Hu = 0.50 m

Estación de Bombeo N° 2

Adoptamos una cámara húmeda de forma rectangular (vista en planta) y una cámara seca donde se colocará el equipo de bombeo. El fondo de la cámara húmeda tendrá una pendiente de 45° en una de las paredes laterales.(ver plano IS-19)

Para un volumen útil de 55.85 m³, las dimensiones de la cámara húmeda serán las siguientes:

Largo : L = 10.15 m

Altura Util : Hu = 2.45 m

Ancho : a = 2.65 m

6.5 POTENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

Estación de Bombeo N° 1

La potencia requerida por la bomba, dependiendo del caudal de bombeo y la altura dinámica total es :

$$P = \frac{Q * Hd * p.e.}{76 * n}$$

Donde : P = Potencia de la bomba (HP)

Q = Caudal de bombeo (lps)

Hd = Altura dinámica total (m)

p.e = peso específico

n = eficiencia motor-bomba

Reemplazando datos en la fórmula tendremos :

$$P = \frac{11.47 * 14.27 * 1.04}{76 * 0.70}$$

$$P = 3.20 \text{ HP}$$

Estación de Bombeo N° 2

$$P = \frac{Q * Hd * p.e.}{76 * n}$$

$$P = \frac{62.80 * 23.08 * 1.04}{76 * 0.70}$$

$$P = 28.33 \text{ HP}$$

6.6 DESCRIPCION DE LAS UNIDADES DE BOMBEO

Habiendo determinado previamente la altura dinámica total (los cálculos se han realizado en el capítulo VII por efectos de orden) y el caudal de bombeo, es posible determinar el modelo de bomba a utilizar, tratando en la medida de lo posible encontrar la bomba más económica y con la mayor eficiencia.

Estación de Bombeo N° 1

$$H_{DT} = 14.27 \text{ m}$$

$$Q_b = 11.47 \text{ lps}$$

Con estos dos datos se eligen dos bombas Hidrostral Modelo C3K-L o similar, una trabaja y una es de reserva, ambas con las siguientes características técnicas

Q_b	=	12 lps
H_{DT}	=	15 m
V	=	3480 rpm
\varnothing Impulsor	=	156.5 mm
\varnothing Succión	=	4"
\varnothing Descarga	=	3"
n	=	65 %
Potencia	=	7.50 HP

Estación de Bombeo N° 2

En este caso tenemos un caudal de bombeo de 250.90 lps, por lo cual trabajarán cuatro bombas y una será de reserva. Para una altura dinámica total (H_{DT}) de 23.52 m, elegimos el modelo de las bombas : F6K-M Hidrostral o similar.

Características Técnicas

Q _b	=	65 lps
H _{DT}	=	30 m
V	=	1750 rpm
Ø Impulsor	=	318 mm
Ø Succión	=	8"
Ø Descarga	=	6"
n	=	70%
Potencia	=	35 HP

6.7 Rejillas

El material sólido que es acarreado por las aguas residuales son susceptibles de perturbar el funcionamiento del equipo de bombeo ; por tal razón se hace necesaria la instalación de rejillas, que tienen la función de retener dicho material.

Las rejillas pueden clasificarse en 2 categorías

- Rejas sencillas de limpieza manual
- Rejas mecanizadas de acondicionamiento mecanizado.

Las velocidades que se deben emplear para el diseño de la rejilla varían entre 0.60 y 1.20 m/s, con lo cual se asegura que, con un mínimo flujo y por consiguiente máxima deposición de sólidos, se tendrá una adecuada autolimpieza.

La inclinación de las barras depende del tipo de limpieza. Cuando la limpieza se realiza manualmente, las barras pueden tener un ángulo de 30 a 45 grados con respecto a la horizontal, y en las instalaciones mecanizadas, el ángulo puede variar entre 60 y 90 grados con la horizontal, dependiendo del equipo empleado.

Rejillas de la Estación de Bombeo N° 1

Previo al ingreso del desagüe a la Estación de Bombeo N° 1 se ha dispuesto un buzón de 1.50 m de diámetro provisto en su interior de rejillas de fierro fundido liso de 3/8" de diámetro, las cuales tendrán un ángulo de inclinación de 45°.

Rejillas de la Estación de Bombeo N° 2

Las rejas diseñadas son del tipo mediano, formando un ángulo de 45° con la horizontal para facilitar el raspado manual.

Las barras son de fierro fundido liso, de sección circular con un diámetro de 1/2" y una longitud de 1.35 m, estando espaciadas a 1 1/2".

Para el caudal mínimo se tiene una velocidad de 0.567 m/s, con lo cual se minimiza la deposición de sólidos.

A continuación se detalla el cálculo para el dimensionamiento de las rejas

Los caudales de diseño para la estación de bombeo y sus tirantes respectivos (considerando una pendiente de 17.5 o/oo y un diámetro de 14") son :

$$\text{Caudal Máximo} \quad Q_{mc} = 175.50 \text{ lps}, \quad Y = 256.93 \text{ mm}$$

$$\text{Caudal Promedio :} \quad Q_p = 67.50 \text{ lps}, \quad Y = 141.85 \text{ mm}$$

$$\text{Caudal Mínimo :} \quad Q_{min} = 52.72 \text{ lps}, \quad Y = 124.18 \text{ mm}$$

Adoptamos rejas de sección circular de diámetro 1/2"(t) y con un espaciamiento de 1 1/2" (a). La relación de vacíos será :

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

$$E = 0.75$$

Se determina el área útil asumiendo que para el caudal máximo se tendrá una velocidad de 0.60 m/s.

$$A_u = Q/V$$

$$A_u = 0.1755/0.60$$

$$A_u = 0.2925 \text{ m}^2$$

Calculamos el área total de la sección transversal (incluyendo las barras)

$$S = A_u/E$$

$$S = 0.2925/0.75$$

$$S = 0.39 \text{ m}^2$$

Asumiendo un ancho para la cámara de rejillas de 1 m, determinamos el tirante máximo de agua

$$Y = S/b$$

$$Y = 0.39 \text{ m}$$

Verificamos la velocidad de escurrimiento en la cámara de rejillas

Q (m/s)	Y (m)	S = b*Y (m ²)	Au = S*E (m ²)	V = Q/Au (m/s)
0.1755	0.257	0.257	0.193	0.910
0.0675	0.142	0.142	0.106	0.637
0.0527	0.124	0.124	0.093	0.567

Según el cuadro se puede observar que en todos los casos se tienen velocidades óptimas y que la velocidad que se obtiene para un caudal mínimo es de 0.567 m/s, que consideramos, es una velocidad adecuada que evita la sedimentación.

Previamente al cálculo de la pérdida de carga, determinamos el valor de u (eficiencia * velocidad máxima)

$$u = e * V$$

$$u = 0.75 * 0.91 = 0.68 \text{ m/s}$$

Pérdida de carga en rejilla limpia :

$$hf = 1.43 \frac{(V^2 - u^2)}{2g}$$

$$2g$$

$$hf = 1.43 \frac{(0.91^2 - 0.68^2)}{19.62}$$

$$19.62$$

$$\mathbf{hf = 0.026 \text{ m}}$$

Pérdida de carga en reja sucia :

Considerando que el 50 % de la superficie esté obstruida :

$$V = 2 * 0.91 = 1.82 \text{ m/s}$$

$$h_f = 1.43 \frac{(1.82^2 - 0.68^2)}{19.62}$$

$$\mathbf{h_f = 0.207 \text{ m}}$$

Con estos resultados podemos decir que la altura de la cámara de rejas será tal que considere el tirante máximo de: 0.39 m más la pérdida de carga (0.207 m) y además se debe considerar un espacio libre, que para el presente estudio hemos considerado de 0.35 m. Entonces la altura total será :

$$H = 0.39 + 0.207 + 0.35$$

$$H = 0.95$$

Considerando que la altura de la cámara de rejas es 0.95 m y el ángulo que forman con la horizontal es de 45°, la longitud de las barras será :

$$L = 1.35 \text{ m}$$

El número de barras será

$$n = [b/(a+b)] + 1$$

$$n = 22 \text{ barras}$$

CAPITULO VII

LINEAS DE IMPULSION DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO DE DESAGUES

7.1 CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO

Se deberán tener consideraciones especiales para el diseño de la línea de impulsión, por lo cual se tendrán en cuenta las características de los equipos de bombeo, las variaciones de caudal, las características de las tuberías, sus coeficientes de fricción y las velocidades de arrastre de los sedimentos.

En cuanto al material de tubería, los más recomendados son : asbesto - cemento, fierro fundido o plástico. Para el presente estudio emplearemos tubería de asbesto - cemento.

Siendo que la línea de impulsión, a diferencia del resto del sistema, trabaja a presión, se seleccionará la clase de tubería de acuerdo a las presiones de trabajo.

Para obtener los mejores resultados en el funcionamiento de una línea de impulsión al más bajo costo, se deben tener en cuenta los siguientes criterios de diseño :

7.1.1 Diámetro

En teoría el diámetro más económico de una tubería de impulsión se debería elegir en base al precio de la energía que supone el bombeo más los costes anuales correspondientes al equipo de bombeo y tubería. Conforme a la práctica, el problema se resuelve eligiendo una tubería en la cual la velocidad sea la adecuada para evitar deposición de sólidos con caudal mínimo si es posible, y un equipo de bombeo capaz de bombear los caudales deseados a las alturas de elevación requeridas por la tubería.

La mayor dificultad aparece en el caso de tuberías largas. En este caso, lo mejor que se puede hacer es elegir, en primer lugar, el tamaño más económico de tubería con velocidades de flujo adecuadas para el intervalo total de caudales actuales y futuros. A continuación se seleccionan diversas bombas. Al llegar a este punto, puede resultar que convenga una tubería mayor para reducir las pérdidas por rozamiento de manera que se pueda hacer una selección más adecuada de las bombas. Cuando sea grande la diferencia entre los caudales de proyecto presente y futuro, puede convenir montar en principio una tubería menor e instalar más adelante una segunda.

Para el cálculo del diámetro económico se puede utilizar la fórmula de BRESSE :

$$D = K(X/24)^{1/4} (Qb)^{1/2}$$

Donde :

$$K = 0.70 - 1.60$$

$$D = \text{Diámetro económico (m)}$$

$$Qb = \text{Caudal de bombeo de desagüe (m}^3\text{/s)}$$

$$X = \text{N}^\circ \text{ de horas de bombeo}$$

Las tuberías de impulsión tendrán por lo general un diámetro de 20 o más centímetros. En algunos casos se puede utilizar tuberías de 15 cm y 10 cm para pequeñas estaciones de bombas y tuberías de impulsión cortas.

7.1.2 Coeficiente C

Se recomienda utilizar los siguientes valores de C en la fórmulas de Hazen - Williams al calcular las pérdidas por rozamiento de las tuberías de impulsión para condiciones de proyecto

C = 100 para tubería sin revestir de fierro fundido ;

C = 120 para tubería de fierro fundido revestida de cemento, de hormigón armado, tubería de presión de fibrocemento y diversos tipos de tubería de plástico

C = 110 para tubería de acero, de 50 cm o más, con un revestimiento de mortero o bituminoso ;

C = 140 para tubería de asbesto - cemento.

7.1.3 Velocidades

En las estaciones de tipo medio o pequeño que sirven sólo parte de una zona de tratamiento, donde el caudal puede bombearse intermitentemente a cualquier valor hasta el máximo, las velocidades deseables en la tubería de impulsión son de 1 a 1.5 m/s. Los caudales de bomba requeridos para mantener velocidades de 0.6 y 1 m/s en las tuberías de impulsión de 15, 20 y 25 cm se indican en la tabla 7.1. Los sólidos no se depositarán a una velocidad de 0.6 m/s, pero sí lo harán los que permanezcan en el agua residual que quede en la conducción cuando la bomba se detenga. Se recomienda una velocidad de 1 m/s para asegurar el arrastre de los sólidos depositados.

TABLA 7.1

**CAPACIDADES DE BOMBA PARA VELOCIDADES MINIMAS EN
LA TUBERIA DE IMPULSION**

Diámetro de la tubería de impulsión (cm)	Capacidad de la bomba (lps)	
	V = 0.6 m/s	V = 1 m/s
15	10,62	17,70
20	18,83	31,40
25	29,45	49,10

En las estaciones pequeñas de dos bombas, deberá ser posible el que ambas funcionen al mismo tiempo, aún cuando sólo una sea necesaria para las

condiciones de proyecto. Si los caudales fueran demasiado pequeños para garantizar en las condiciones de proyecto una velocidad de 1 m/s, se podrán elegir bombas que, funcionando ambas, den lugar a una velocidad mínima de 1 m/s.

Las estaciones grandes pueden tener tres o cuatro bombas, todas del mismo tamaño, una de las cuales será de repuesto. Pueden seleccionarse velocidades de aproximadamente 1 y 1.5 m/s para el flujo de las tuberías de las estaciones de tres bombas con una y dos bombas en funcionamiento y velocidades de aproximadamente 0.7, 1.2 y 1.65 m/s para la estación de cuatro bombas con una, dos y tres bombas en funcionamiento. Estas velocidades permiten una ligera reducción en las capacidades de la bomba debido a las mayores pérdidas por rozamiento cuando aumentan los caudales.

7.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS LINEAS DE IMPULSION

Realizaremos los cálculos para las dos estaciones de bombeo : Estación de Bombeo N° 1 (ubicada en el Sector II) y Estación de Bombeo N° 2 (ubicada en el Sector III).

Línea de Impulsión de la Estación de Bombeo N° 1

Determinaremos el diámetro económico empleando la fórmula de BRESSE :

$$D = K(X/24)^{1/4} (Qb)^{1/2}$$

Tenemos :

$$K = 1.3 \text{ (asumido)}$$

$$X = 18 \text{ horas de bombeo}$$

$$Qb = 11.47 \text{ lps}$$

Por lo tanto :

$$D = 1.3 (18/24)^{1/4} (11.47)^{1/2}$$

$$D = 0.13 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad D = 6''$$

Para obtener el diámetro más económico, analizaremos tres alternativas y verificaremos las velocidades, mediante la siguiente fórmula simplificada :

$$V = 1.974 Qb/D^2$$

Donde :

$$V = \text{Velocidad (m/s)}$$

$$Qb = \text{Caudal de bombeo (lps)}$$

D = Diámetro (pulg)

Para los diferentes diámetros se tiene :

$$D = 4'' \quad V = 1.41 \text{ m/s}$$

$$D = 6'' \quad V = 0.63 \text{ m/s}$$

$$D = 8'' \quad V = 0.35 \text{ m/s}$$

Según los resultados y considerando las recomendaciones de Metcalf y Eddy para estaciones pequeñas, escogemos el diámetro de 4'' por proporcionar una adecuada velocidad de flujo.

Seguidamente se calcula la altura dinámica total (H_{DT}) :

$$H_{DT} = H_g + h_f + P_s$$

Donde :

H_g = Altura geométrica (m)

h_f = pérdida de carga local (m)

P_s = Presión de salida (m)

La pérdida de carga local la calculamos mediante la fórmula de Hazen y Williams :

$$h_f = 1741 * (L/D^{4.87}) * (Q/C)^{1.85}$$

Donde :

L = longitud total (m)

D = Diámetro económico (pulg)

Q = Caudal de bombeo (lps)

C = Coeficiente

Por lo tanto :

$$hf = 1741 * (202/4^{4.87}) * (11.47/140)^{1.85}$$

$$hf = 4.02 \text{ m}$$

Debido a que las aguas residuales contienen alguna fracción de sólidos y grasas, pudiendo ocurrir una acumulación en las paredes y por consiguiente se puede esperar un aumento en la rugosidad, consideraremos un aumento en la pérdida de carga del 20 % (recomendado por Flanigan y Cadmik).

Así tendremos : **hf = 4.82 m**

Entonces, la altura dinámica total será :

$$H_{DT} = 7.45 + 4.82 + 2.00$$

$$\mathbf{H_{DT} = 14.27 \text{ m}}$$

Resumiendo

$$D = 4''$$

$$V = 1.41 \text{ m/s}$$

$$L = 202 \text{ m}$$

$$H_{DT} = 14.27 \text{ m}$$

Línea de Impulsión de la Estación de Bombeo N° 2

Determinaremos el diámetro económico empleando la fórmula de BRESSE :

$$\mathbf{D = K(X/24)^{1/4} (Qb)^{1/2}}$$

Tenemos :

$$K = 1.3 \text{ (asumido)}$$

$$X = 18 \text{ horas de bombeo}$$

$$Q_b = 250.90 \text{ lps}$$

Por lo tanto

$$D = 1.3 (18/24)^{1/4} (250.90)^{1/2}$$

$$D = 0.43 \text{ m} \Rightarrow D = 18''$$

Para obtener el diámetro más económico, analizaremos tres alternativas y verificaremos las velocidades, mediante la fórmula simplificada :

$$V = 1.974 Q_b/D^2$$

Para los diferentes diámetros se tiene

$$D = 16'' \quad V = 1.93 \text{ m/s}$$

$$D = 18'' \quad V = 1.53 \text{ m/s}$$

$$D = 20'' \quad V = 1.24 \text{ m/s}$$

Según los resultados y considerando las recomendaciones de Metcalf y Eddy para estaciones grandes, escogemos el diámetro de 16'' por proporcionar una adecuada velocidad de flujo.

Previamente al cálculo de la altura dinámica total (H_{DT}), determinamos la pérdida de carga local mediante la fórmula de Hazen y Williams

$$hf = 1741 * (L/D^{4.87}) * (Q/C)^{1.85}$$

Reemplazando datos :

$$hf = 1741 * (724.50/16^{4.87}) * (250.90/140)^{1.85}$$

$$hf = 5.08 \text{ m}$$

Considerando un aumento en la pérdida de carga del 20 %, tendremos :

$$\mathbf{hf = 6.10 m}$$

Entonces, la altura dinámica total será :

$$\mathbf{H_{DT} = H_g + hf + P_s}$$

$$H_{DT} = 14.98 + 6.10 + 2.00$$

$$\mathbf{H_{DT} = 23.08m}$$

Resumiendo

$$D = 16''$$

$$V = 1.93 \text{ m/s}$$

$$L = 724.5 \text{ m}$$

$$H_{DT} = 23.08 \text{ m}$$

7.3 UBICACIÓN DE LAS LINEAS DE IMPULSION

Línea de Impulsión de la Estación de Bombeo N° 1

Se encuentra ubicada a lo largo de la Calle 92 (Sector II), desde la cámara de bombeo N° 1 hasta la intersección de la Avenida B, donde quiebra (mediante 2 codos de 45° cada uno) y llega finalmente al buzón proyectado 173 donde descarga para luego discurrir por gravedad hacia la cámara de Bombeo N° 2, ubicada en el Sector III.

Tiene una longitud total de 202.00 metros y una profundidad de enterramiento de 1.00 m.

Línea de Impulsión de la Estación de Bombeo N° 2

Tiene su punto inicial en la cámara de bombeo N° 2, en el Psje. B16 hasta la intersección con el Jr. Neptuno, donde tiene su mayor recorrido, hasta llegar al buzón proyectado N° 1 donde luego discurre por gravedad hasta llegar al buzón existente 473, correspondiente al colector de 24" que pasa por la autopista Ventanilla. Tiene una longitud Total de 724.50 m

CAPITULO VIII

IMPACTOS AMBIENTALES

8.1 INTRODUCCION

Al final de la década del 60, en los países industrializados, y también en algunos países en desarrollo, la creciente concientización del público por la rápida degradación ambiental y los problemas sociales consecuentes conllevó a los pobladores a demandar una mejor calidad ambiental y a exigir que los factores ambientales fuesen expresamente considerados por los gobiernos en la aprobación de programas de inversión y proyectos de desarrollo, tales como la construcción de una central hidroeléctrica, o un sistema de agua y alcantarillado. Es así que cada programa de inversión o proyecto de desarrollo debe ir acompañado de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

La EIA es un instrumento formal que ha contribuido a cambiar la mentalidad de los políticos ambientales pues precisamente asegura el desarrollo sostenido y evita errores que serían costosos de corregir.

En el presente capítulo no se realizará la Evaluación de Impacto Ambiental, debido a la complejidad del mismo, que bien podría ser motivo de otro estudio. Sin embargo, daremos los alcances básicos para realizar una EIA y determinaremos los impactos positivos y negativos generados por la ejecución del proyecto propuesto, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación. Asimismo, daremos las medidas de mitigación para los impactos negativos y finalmente hemos elaborado un cuadro en el que se muestran las recomendaciones para la etapa de Construcción, que bien podría tomar en cuenta la entidad responsable de la ejecución.

8.2 CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA E.I.A.

8.2.1 Definición de EIA

La Evaluación de Impacto Ambiental es un estudio formal para predecir las consecuencias o efectos en el medio ambiente de proyectos de desarrollo.

La EIA se concentra en problemas, conflictos o limitaciones de recursos naturales que podrían afectar la ejecución del proyecto. Examina los impactos del proyecto sobre la población, su territorio, sus medios de vida, o sobre otros proyectos aledaños. Además de predecir problemas potenciales, la EIA identifica las medidas para minimizar los problemas y sugiere cómo adaptar el proyecto al ambiente propuesto.

El objetivo de la EIA es asegurar que los problemas potenciales se hayan señalado y previsto al inicio de la fase de planificación del diseño del proyecto. Para este fin, los resultados de la evaluación deben comunicarse a los diferentes grupos responsables de la toma de decisiones del proyecto propuesto : a los proyectistas e inversionistas, legisladores, planificadores y políticos.

La EIA es una fase importante para la decisión final del proyecto propuesto. Es una ayuda para quienes toman decisiones y contribuye al logro de los resultados del proyecto

- ◆ Un proyecto que ha sido diseñado tomando en cuenta sus condiciones locales tiene mayores probabilidades de complementarse dentro del tiempo y presupuesto requeridos y de evitar dificultades durante su ejecución.
- ◆ Un proyecto que conserva los recursos naturales que utiliza será sustentado por ese ambiente indefinidamente.
- ◆ Un proyecto que alcanza sus objetivos sin dañar su ambiente recaba crédito y reconocimiento a quienes lo han propuesto.

En resumen, una Evaluación de Impacto Ambiental

- ◆ Predice los impactos ambientales del proyecto,
- ◆ Encuentra la forma de reducir impactos inaceptables y adapta el proyecto a las condiciones locales,
- ◆ Presenta condiciones y opciones a quienes toman decisiones.

8.2.2. Principios para el Manejo de la EIA

1. Atención a los focos principales

Es importante que la Evaluación del Impacto Ambiental no trate de cubrir demasiados tópicos con excesivo detalle.

En el estado inicial, el alcance de la EIA deberá limitarse solamente a los impactos ambientales más serios y de mayor posibilidad. Los resultados de la EIA deben ser fácilmente accesibles y de uso inmediato para quienes toman decisiones y para los planificadores del proyecto.

Cuando se sugieren las medidas de prevención, es importante centrarse nuevamente sólo en el estudio de problemas que ofrecen solución.

Para comunicar las conclusiones, las EIA deben incluir un resumen de la información relevante de acuerdo a las necesidades de cada grupo involucrado en la toma de decisiones. Los datos que sustentan la información debe proveerse separadamente.

2. Involucrar a las personas y grupos pertinentes

Así como es importante no perder el tiempo y esfuerzos en temas irrelevantes, es imprescindible ser selectivo cuando se involucra personas en el proceso de la EIA. Generalmente, se requieren tres tipos de participantes para una EIA :

- ◆ Aquellos que van a administrar y ejecutar el proceso de EIA (usualmente un coordinador y un equipo de expertos)
- ◆ Aquellos que puedan contribuir con ideas, hechos, o puntos de vista ; incluye a científicos, economistas, ingenieros, responsables de la toma de decisiones y representantes de grupos interesados o afectados.
- ◆ Aquellos que pueden autorizar, controlar o alterar el proyecto, estos es, a los responsables de la toma de decisiones, incluyendo al proyectista, agencia financiera o inversionista, autoridades competentes, legisladores y políticos.

3. Relacionar la Información con las decisiones del proyecto

La EIA debe organizarse de tal manera que apoye directamente las diversas decisiones que se toman durante el proyecto. Debe iniciarse con suficiente anticipación para proveer información que mejore el diseño básico y debe avanzar paralelamente con las etapas de planificación del proyecto. En una secuencia típica

- ◆ Cuando el proyectista y el inversionista abordan el concepto del proyecto y consideran posibles factores ambientales
- ◆ Cuando el proyectista está buscando la ubicación del proyecto y rutas de acceso, las consideraciones ambientales ayudan en el proceso de selección
- ◆ Cuando los ingenieros están creando el diseño del proyecto, la EIA identifica normas y reglamentos para cumplir con los requisitos del diseño
- ◆ Cuando se solicita la autorización del proyecto, se presenta el informe de la EIA y se da a conocer al público
- ◆ Cuando el proyectista implementa el proyecto, se ejecutan las medidas de monitoreo y prevención consideradas en la EIA.

4. Presentar opciones claras para la minimización de impactos y para una adecuada administración ambiental

Para ayudar a quienes toman decisiones, la EIA debe diseñarse de tal forma que presente opciones claras para la planificación e implementación del proyecto y debe incluir los posibles resultados de cada opción. Por ejemplo, para mitigar los impactos adversos la EIA puede proponer

- ◆ Tecnologías para controlar la contaminación
- ◆ Reducir, tratar o disponer residuos
- ◆ Concesiones o compensaciones para los grupos afectados

Para posibilitar la compatibilidad ambiental del proyecto, la EIA puede sugerir :

- ◆ Varios lugares de ubicación
- ◆ Cambios en el diseño y operación del proyecto
- ◆ Limitaciones a su tamaño inicial y crecimiento
- ◆ Identificar programas que incrementen los recursos locales y la calidad del ambiente

Para asegurar que la implementación del proyecto preserve el ambiente, la EIA puede prescribir

- ◆ Monitorear programas o supervisar los impactos en forma periódica
- ◆ Planes de contingencia para las medidas de control

La participación de la comunidad en decisiones posteriores.

5. Proveer información que pueda ser utilizada por quienes toman decisiones.

El objetivo de la EIA es asegurar que los problemas ambientales sean previstos e identificados por quienes toman decisiones. Para lograrlo, los responsables de la toma de decisiones deben comprender a cabalidad las conclusiones de la EIA.

- ◆ Se debe establecer brevemente los hechos y predicciones sobre los impactos, comentar sobre la credibilidad de esta información y resumir las consecuencias de cada una de las opciones propuestas
- ◆ Escribir con la terminología y vocabulario que emplean quienes toman decisiones y la comunidad afectada por el proyecto.
- ◆ Presentar los resultados más importantes en un documento conciso, respaldado por material de apoyo en forma separada cuando sea necesaria
- ◆ Hacer que el documento sea fácil de leer y usar, incluyendo ilustraciones donde sea posible.

8.3 EL PROCESO DE EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

A pesar de su importancia para el éxito del proyecto, el proceso completo de EIA no es necesario para todo tipo de proyecto de desarrollo. Para un proyecto de gran envergadura, una EIA puede consumir considerables recursos y expertos.

Antes de proceder a una EIA completa se deben aplicar dos niveles de evaluación : el sondeo ambiental y la evaluación preliminar. Cuando estos dos niveles son un requisito legal, el proyectista generalmente realiza la evaluación y somete los resultados a la agencia competente. La agencia puede decidir que

- ◆ no hay motivo de preocupación, o

- ◆ la evaluación debe continuar a su nivel siguiente.

Sondeo Ambiental

El sondeo ambiental es el primer y más simple nivel de evaluación del proyecto. El sondeo determina el tipo de proyecto que de acuerdo a experiencias anteriores no causa problemas ambientales serios. Este ejercicio puede tomar varias modalidades :

- ◆ Evaluación de criterios simples tales como ubicación o tamaño
- ◆ Comparación del proyecto con listas de proyectos típicos que raramente necesitan una EIA (ej. colegios) o que definitivamente requieren una EIA (ej. minas de carbón)
- ◆ Estimación de impactos generales (ej. necesidad de incrementar infraestructura) y comparación de estos impactos con límites permisibles establecidos
- ◆ Realización de análisis complejos utilizando datos disponibles

Evaluación Preliminar

Si el sondeo ambiental no descarta un proyecto, se procede a la Evaluación Preliminar. Esto involucra considerable investigación y un conjunto de expertos para :

- ◆ Determinar los impactos claves del proyecto sobre el ambiente local
- ◆ Describir en términos generales y predecir la extensión de los impactos
- ◆ Evaluar brevemente su importancia a quienes toman decisiones

Organización

Si la autoridad competente después de revisar la evaluación preliminar estima que es necesario realizar una EIA completa, el siguiente paso del proyectista es organizar un estudio de EIA. Esto implica :

- ◆ Designar y dar instrucciones a un coordinador independiente y al equipo de expertos.
- ◆ Identificar a las personas claves que tomarán decisiones respecto a la planificación, financiamiento, autorización y control del proyecto a fin de caracterizar la audiencia de la EIA
- ◆ Investigar las leyes y normas que afectarán estas decisiones
- ◆ Establecer contactos con cada uno del grupo de toma de decisiones
- ◆ Determinar cuándo y dónde se comunicarán los resultados de la EIA.

Alcance

La primera tarea del equipo de EIA es determinar el alcance de la EIA. El objetivo del alcance es determinar que el estudio examine todos los temas de importancia para la toma de decisiones. Se deberá seleccionar los impactos principales.

El Estudio de EIA

El estudio de EIA en sí empieza luego de determinar el alcance del proyecto. En forma concreta, el estudio de EIA intenta responder cinco preguntas :

1. Qué sucederá como resultado del proyecto
2. Cuáles serán las consecuencias de los impactos ?

3. Son importantes los impactos ?
4. Qué se puede hacer para atenuar los impactos
5. Cómo se debe informar a quienes toman decisiones sobre lo que se necesita hacer ?

Identificación

La respuesta a la primera pregunta ha sido parcialmente considerada en términos generales. Si se ha hecho una evaluación preliminar se habrán revisado los efectos del proyecto, de igual modo el alcance habrá centrado el estudio en los puntos más importantes para quienes toman decisiones. Entonces, considerando estos resultados, el estudio de EIA identificará formalmente los impactos que deberán ser evaluados detalladamente.

Predicción

El siguiente paso llamado predicción, contesta a la segunda pregunta. La predicción caracteriza científicamente la causa y efecto de los impactos y de sus consecuencias secundarias y sinérgicas sobre el ambiente y la comunidad local. La predicción hace el seguimiento de un impacto considerando un solo parámetro ambiental y sus efectos en varios campos. La predicción se basa en técnicas y datos físicos, biológicos, socioeconómicos y antropológicos.

Evaluación

La tercera pregunta de la EIA - Son importantes los impactos?- se responde en la etapa de evaluación, así llamada porque predice los impactos adversos y determina si son significativos como para justificar medidas de control. Los criterios para determinar si los cambios son significativos o no , se basan en la :

- ◆ Comparación de leyes, normas o reglamentos establecidos

- ◆ Consultas con quienes toman las decisiones
- ◆ Referencia a criterios preestablecidos, tales como especies en peligro de extinción y lugares protegidos
- ◆ Consistencia con los objetivos de la política del gobierno
- ◆ Aceptación por parte de las comunidades locales o el público en general

Medidas para minimizar los impactos

Si la respuesta a la pregunta es “Si, los impactos son importantes”, se procede a contestar la cuarta pregunta - Qué se puede hacer para minimizar los impactos ?. En esta fase se debe analizar formalmente las medidas de control. Se propondrá una gama de medidas para prevenir, reducir, remediar o compensar cada uno de los impactos adversos “evaluados” como significativos.

Documentación

La última fase de EIA es la de Documentación y conclusiones. La EIA puede alcanzar su propósito sólo si sus resultados se comunican apropiadamente a quienes toman decisiones.

Para que los responsables de la toma de decisiones puedan analizar con mayor detalle determinados temas, el informe debe registrar el proceso de la EIA y los criterios utilizados. Un informe típico de EIA contiene :

- ◆ Un resumen informativo de los resultados de la EIA
- ◆ Las principales consideraciones ambientales y de recursos naturales que necesitan aclaración y mayor especificación
- ◆ Los impactos del proyecto sobre el ambiente (comparándolo con las condiciones del ambiente sin el proyecto) y cómo se realizó la identificación y predicción de los impactos

- ◆ La discusión de opciones sobre medidas de control en relación a los impactos adversos, adaptación al proyecto a las condiciones del ambiente y un resumen de las negociaciones para predecir las alternativas.
- ◆ Un listado de los vacíos e incertidumbres en la información
- ◆ Un resumen de la EIA para el público en general

Todo esto debe presentarse en un documento conciso, fácil de leer y que contenga un apéndice de referencias bibliográficas. Este documento breve se denomina usualmente “Declaración del Impacto Ambiental”.

8.4 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

En la actualidad, el A.H. Angamos, Sectores I, II y III no cuenta con el servicio de alcantarillado, gran parte de la población dispone de letrinas ; sin embargo, hay una parte de la población que no dispone de ningún tipo de servicio.

A continuación describiremos los impactos generales, en la fase de construcción y en la fase de operación que originaría la ejecución del presente proyecto.

8.4.1 Impactos Generales, fase de Construcción

Todas las obras que conforman el sistema de alcantarillado sanitario, como son las de instalación de tuberías para redes secundarias y tuberías de impulsión y la construcción de las estaciones de las 2 bombeo, ocasionarán impacto urbano adverso debido a las excavaciones y posterior relleno de zanjas. Estas actividades conllevan el transporte de tuberías, materiales de construcción y manejo, material sobrante de la excavación, causando ruido, polvo, interferencia con el tráfico automotor y peatonal principalmente. En resumen, los impactos pueden ser

- El incremento del tráfico por transporte de materiales de construcción, equipos, tuberías, personal de la obra afectará el transporte urbano
- Se producirá un importante incremento en la generación de empleo de profesionales, mano de obra calificada y no calificada principalmente.
- El mantenimiento inadecuado de equipo pesado y de transporte podría ocasionar contaminación del suelo.

- Las obras de líneas de alcantarillado podrían causar accidentes de trabajo por causa de las emanaciones de los gases de descomposición anaeróbica por mal uso de la población.

8.4.2 Impactos Generales, fase de operación

Los impactos generados en la fase de operación del sistema de alcantarillado son en su mayoría positivos, ya que se obtienen beneficios económicos que se fundamentan en los siguientes aspectos :

- Incremento en la facturación por la conexión de nuevos usuarios del servicio de alcantarillado, que en el mejor de los casos se podría obtener una cobertura del 100 %.
- Saneamiento básico ambiental del A.H. Angamos por la eliminación de las aguas servidas y por consiguiente, mejoramiento en la calidad de vida.
- Disminución de la morbilidad y mortalidad por causa de enfermedades de origen hídrico.

Los impactos negativos en la fase de operación serían :

- En horas de funcionamiento de las estaciones de bombeo, se producirán ruidos y/o vertimientos por causas de contingencias.

8.5 MEDIDAS DE MITIGACION

A continuación se hace un recuento de los impactos negativos que originaría la ejecución del proyecto y las posibles medidas de mitigación.

- La calidad del suelo puede verse afectada debido al mal manejo de los aceites usados de la maquinaria a utilizar durante las obras o a la mala disposición del material sobrante de excavación. Estos efectos son completamente mitigables con un adecuado mantenimiento de la maquinaria y de la disposición de

aceites usados y con la delimitación de una área adecuada para escombrera o botadero del material sobrante.

- Habrá material proveniente de excavaciones que deberá manejarse y transportarse hasta los sitios definidos como botaderos; este manejo producirá impactos sobre el medio por suspensión de material particulado a la atmósfera (polvo) y afectación a la salud de habitantes y trabajadores del proyecto; ruido provocado por la maquinaria y producción de emisiones a la atmósfera de los gases provenientes de la combustión de motores; estos impactos pueden mitigarse mediante las siguientes medidas correctivas
 - * Humedecer el área de movimiento de material en sectores densamente poblados.
 - * Uso de mascarillas, protectores de oídos y anteojos y otros implementos de seguridad.
 - * Mantenimiento correcto de la maquinaria
 - * Uso de silenciadores en la maquinaria
 - * Uso de toldos en los volquetes para evitar el polvo.
- Habrá afectación de las vías del área de influencia por aumento de tráfico pesado y consecuente afectación al tráfico vehicular y peatonal. Estos efectos pueden minimizarse parcialmente mediante una señalización adecuada en los frentes de obra, desvíos adecuados del tráfico y desvíos para peatones.

En el cuadro 8.1 se muestran, en resumen, las recomendaciones para la etapa de construcción.

CUADRO 8.1

RECOMENDACIONES ETAPA DE CONSTRUCCION

Señalizaciones en frentes de obra y cruces con vías	Utilizar la señalización adecuada en los frentes de obra y cruces con vías: * Señales de peligro * Señales preventivas * Señales prohibitivas * Señales informativas
Desvíos del tráfico en cruces con vías	Para evitar accidentes en cruces del proyecto con vías se recomienda: * Señalizaciones de desvíos hasta volver a la vía original * Tener una persona que indique la dirección del desvío
Maquinaria mantenimiento	* Adecuada disposición de aceites usados de la maquinaria * Mantenimiento periódico de la maquinaria y los vehículos * Adecuada disposición de filtros de aceite y gasolina
Seguridad Personal	Seguir todas las medidas de seguridad industrial para prevención de accidentes, como: * Uso de implementos adecuados según el tipo de trabajo * Guantes * Cascos * Vestidos para trabajo * Botas para trabajo * Anteojos protectores * Mascarillas para evitar polvo * Protectores auditivos
Transporte de material	* Mantenimiento adecuado de volquetes * Utilizar toldos en los volquetes para evitar dispersión del material por el viento * Humedecer sitios de trabajo en sectores poblados.

CAPITULO IX

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE OBRA

9.1 DEFINICIONES

Características Técnicas

Es la particularidad o peculiaridad que distingue un equipo, maquinaria o material de otros semejantes.

Cama de Apoyo

Es el material que tiene por finalidad brindar soporte en forma uniforme, al área sobre la que descansa la estructura.

Constructor

Es el Contratista o Compañía Constructora, que ejecuta las obras de un determinado proyecto.

Empresa

Es el servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), representado por sus inspectores y/o funcionarios.

Especificaciones Técnicas

Son los requisitos técnicos definidos.

Entibado

Es un tablestacado discontinuo, que se requiere para contener el deslizamiento de terrenos de relativa inestabilidad y/o que estén afectos a vibraciones, que puedan originar deslizamientos.

ITINTEC

Es el Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas encargado de revisar, evaluar y aprobar las Normas Técnicas Nacionales.

Líneas de Agua Potable

Comprende a las líneas de impulsión, conducción, redes secundarias, conexiones domiciliarias ; con todos sus elementos que la constituyen tales como : tuberías, válvulas, grifos contra incendio, accesorios, cámaras especiales, cajas de registro de medidor, etc.

Líneas de Desagüe

Comprende a los emisores, colectores primarios, redes secundarias, conexiones domiciliarias ; con todos sus elementos que la constituyen tales como : tuberías, buzones, cámaras especiales, cajas de registro, etc.

Lote de Material

Es la parte de una partida de un material específico.

Niple

Es un tubo que no cuenta con su longitud completa de fabricación.

Normas Técnicas

Es el documento Técnico y científico que establece reglas o normas, a fin de mantener un ordenamiento de un campo determinado y que ha sido aprobado por Organismos Nacionales competentes.

Partida de Material

Es el número total de piezas de un material específico que interviene en la obra, generalmente dado en unidades de longitud, volumen, peso o piezas.

Sello de Unión

Son los elementos usados como empaques, para hacer estancos los puntos o uniones (anillos de jebe, empaquetaduras, pegamentos, etc.)

Tablestacado

Es el apuntalamiento ordenado y continuo que se requiere para contener los deslizamientos de materiales que pudieran producirse como consecuencia de su inestabilidad, debido a su falta de cohesión y/o presencia de agua en su interior.

9.2 INSTALACION DE LINEAS DE ALCANTARILLADO

9.2.1 Materiales

Tubería de Concreto

Será de concreto simple normalizado (sin refuerzo metálico), de sección circular del tipo espiga y campana para unión con anillo de jebe, fabricados por centrifugación o giro compresión, deberá cumplir la Norma ITINTEC N° 339.009.

Todos los tubos llevarán marcado en lugar y forma perfectamente visibles, las indicaciones siguientes:

- Marca del fabricante
- Fecha de fabricación y número de lote
- Diámetro nominal del tubo.

En la fabricación se empleará cemento Portland tipo I, arena de río o cantera, de granos limpio y finas, deberá cumplir con la designación ASTM C-33.

Cada lote de tubos deberá estar acompañado de certificado por la entidad competente, de haber cumplido satisfactoriamente las siguientes pruebas:

- Prueba de resistencia a la rotura
- Prueba de presión hidrostática
- Prueba de impermeabilidad.

Deberá cumplir con las especificaciones de fabricación y pruebas del Ministerio de Vivienda y Construcción y la Empresa de Saneamiento de Lima (SEDAPAL).

TABLA 9.1
ESPECIFICACIONES DE FABRICACION DE TUBOS DE CSN

Diámetro nominal(pulg)	Longitud mínima(mm)	Peso unitario (Kg/tubo)
6"	1.10	50
8"	1.50	100
10"	1.50	125
12"	1.70	185

Material Selecto

Es el material utilizado en el recubrimiento total de las estructuras y que debe cumplir con las siguientes características

Físicas : Debe estar libre de desperdicios orgánicos o material compresible o destructible, el mismo que no debe tener piedras o fragmentos de piedras mayores a ¾" de diámetro, debiendo además contar con una humedad óptima y densidad correspondiente.

El material será una combinación de arena, limo y arcilla bien graduada, del cual no más del 30 % quedará retenida en la malla No 4 y no menor del 55 % ni más del 85 % será arena que pase la malla N° 4 y sea retenida en la malla N° 200.

Químicas : Que no sea agresiva a la estructura construida o instalada en contacto con ella.

Material Seleccionado

Es el material utilizado en el relleno de las capas superiores que no tenga contacto con las estructuras debiendo reunir las mismas características físicas que el material selecto, con la sola excepción de que puede tener piedras hasta de 6" de diámetro en un porcentaje máximo de 30 %.

9.2.2 Excavación de zanja

Generalidades

La excavación en corte abierto será hecha a mano o con equipo mecánico, a trazos, anchos y profundidades necesarias para la construcción, de acuerdo a los planos replanteados en obra y/o presentes Especificaciones.

Por la naturaleza del terreno , en algunos casos será necesario el tablestacado, entibamiento y/o pañeteo de las paredes, a fin de que éstas no cedan.

Las excavaciones no deben efectuarse con demasiada anticipación a la construcción o instalación de las estructuras, para evitar derrumbes, accidentes y problemas de tránsito.

Despeje

Como condición preliminar, todo el sitio de la excavación en corte abierto, será primero despejado de todas las obstrucciones existentes.

Sobre - excavaciones

Las sobre - excavaciones se pueden producir en dos casos:

- a) Autorizada: Cuando los materiales encontrados, excavados a profundidades determinadas, no son las apropiadas tales como: terrenos sin compactar o terreno con material orgánico objetable, basura u otros materiales fangosos.
- b) No autorizada: Cuando el Constructor por negligencia, ha excavado más allá y más abajo de las líneas y gradientes determinadas.

En ambos casos, el Constructor está obligado a llenar todo el espacio de la sobre - excavación con concreto $F'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ u otro material debidamente acomodado y/o compactado, tal como sea ordenado por la Empresa.

Remoción de Agua

En todo momento, durante el período de excavación hasta su terminación e inspección final y aceptación, se proveerá de medios y equipos amplios mediante el cual se pueda extraer prontamente toda el agua que entre en cualquier excavación u otras partes de la obra. No se permitirá que suba el agua o se ponga en contacto con la estructura, hasta que el concreto y/o mortero haya obtenido fragua satisfactoria y, de ninguna manera antes de 12 horas de haber colocado el concreto y/o mortero. el agua bombeada o drenada de la obra, será eliminada de una manera adecuada, sin daño a las propiedades adyacentes, pavimentos, veredas u otra obra en construcción.

El agua no será descargada en las calles, sin la adecuada protección de la superficie al punto de descarga. Uno de los puntos de descarga, podrá ser el sistema de desagües, para lo cual, el Constructor deberá contar previamente con la autorización de la Empresa y coordinar con sus áreas operativas.

Todos los daños causados por la extracción de agua de las obras, serán prontamente reparadas por el Constructor.

Clasificación del Terreno

Para los efectos de la ejecución de obras de saneamiento para la Empresa, los terrenos a excavar, se han clasificado en tres tipos:

a) Terreno Normal

Conformado por materiales sueltos tales como: arena, limo, arena limosa, gravillas, etc. y terrenos consolidados tales como: hormigón compacto, afirmado o mezcla de ellos, etc., los cuales pueden ser excavados sin dificultad a pulso y/o con equipo mecánico.

b) Terreno Semirocoso

El constituido por terreno normal, mezclado con bolonería de diámetros de 8” hasta (*) y/o con roca fragmentada de volúmenes 4 dm³ hasta (**) dm³ y, que para su extracción no se requiera el empleo de equipos de rotura y/o explosivos.

c) Terreno Rocoso

Conformado por roca descompuesta, y/o roca fija, y/o bolonería mayores de (*) de diámetro, en que necesariamente se requiera para su extracción, la utilización de equipos de rotura y/o explosivos.

(*) 20” = Cuando la extracción se realiza con mano de obra, a pulso.

30” = Cuando la extracción se realiza con cargador frontal o equipo similar.

(**) 66 dm³ = Cuando la extracción se realiza a pulso.

230 dm³ = La extracción se realiza con cargador frontal

9.2.3 Relleno y Compactación de zanjas

Generalidades

Se tomarán las previsiones necesarias para la consolidación del relleno, que protegerá las estructuras enterradas.

Para efectuar un relleno compactado, previamente el Constructor deberá contar con la autorización de la Empresa.

El relleno podrá realizarse con el material de la excavación, siempre que cumpla con las características establecidas en las definiciones del “Material Selecto” y/o “Material Seleccionado”.

Si el material de la excavación no fuera el apropiado, se reemplazará por “Material de Préstamo”, previamente aprobado por la Empresa, con relación a características y procedencia.

Compactación del Primer y Segundo Relleno

El primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la estructura (tubería), hasta 0.30 m por encima de la clave del tubo, será de material selecto. Este relleno, se colocará en capas de 0.15 m de espesor terminado, desde la cama de apoyo compactándolo íntegramente con pisones manuales de peso aprobado, teniendo cuidado de no dañar la estructura.

El segundo relleno compactado, entre el primer relleno y la sub-base, se harán por capas no mayores de 0.15 m de espesor, compactándolo con vibroapisonadores, planchas y/o rodillos vibratorios. No se permitirá el uso de pisones u otra herramienta manual.

El porcentaje de compactación para el primer y segundo relleno, no será menor del 95 % de la máxima densidad seca del proctor modificado ASTM D 698 AASHTO T 180. De no alcanzar el porcentaje establecido, el Constructor

deberá hacer las correcciones del caso, debiendo efectuar nuevos ensayos hasta conseguir la compactación deseada.

En el caso de zonas de trabajo donde existan pavimentos y/o veredas, el segundo relleno estará comprendido entre el primer relleno hasta el nivel superior del terreno.

Compactación de Bases y Sub - Bases

Las normas para la compactación de la base y sub - base, se encuentran contempladas en el acápite 7.4.4 de la Norma Técnica ITINTEC N° 339-16 que dice:

“El material seleccionado para la base y sub - base se colocará en capas de 0.10 metros procediéndose a la compactación, utilizando planchas vibratorias, rodillos vibratorios o algún equipo que permita alcanzar la densidad especificada. No se permitirá el uso de pisones u otra herramienta manual.

El porcentaje de compactación no será menor al 100 % de la máxima densidad seca del Proctor modificado (AASHTO-T-180), para las bases y sub - bases.

En todos los casos, la humedad del material seleccionado y compactado, estará comprendido en el rango de +’ 1 % de la humedad óptima del proctor modificado”.

El material seleccionado para la base y sub - base necesariamente será de afirmado apropiado.

9.2.4 Instalación de Colectores de Desagüe

Transporte y Descarga

Durante el transporte y el acarreo de la tubería desde la fábrica hasta la puesta a pie de obra, deberá tenerse el mayor cuidado evitándose los golpes y trepidaciones, siguiendo las instrucciones y recomendaciones de los fabricantes.

Para la descarga de la tubería en obra en diámetros menores de poco peso, deberá usarse cuerdas y tablones, cuidando de no golpear los tubos al rodarlos y deslizarlos durante la bajada. Para diámetros mayores, es recomendable el empleo de equipo mecánico con izamiento.

Los tubos que se descargan al borde de zanjas, deberán ubicarse al lado opuesto del desmonte excavado y, quedarán protegidos de tránsito y del equipo pesado.

Cuando los tubos requieren previamente ser almacenados en la caseta de obra, deberán ser apilados en forma conveniente y en terreno nivelado, colocando cuñas de madera para evitar desplazamientos laterales. Sus correspondientes anillos de jebe y/o empaquetaduras, deberán conservarse limpios en un sitio cerrado, ventilado y bajo sombra.

Refine y Nivelación

Para proceder a instalar las líneas de desagüe, previamente las zanjas excavadas deberán estar refinadas y niveladas.

El refine consiste en el perfilamiento tanto de las paredes como del fondo, teniendo especial cuidado en que no queden protuberancias rocosas que hagan contacto con el cuerpo del tubo.

La nivelación se efectuará en el fondo de la zanja, con el tipo de cama de apoyo aprobada por la Empresa.

Cama de Apoyo

De acuerdo al tipo de tubería a instalarse, los materiales de la cama de apoyo que deberá colocarse en el fondo de la zanja serán

a) *En Terrenos Normales y Semirocosos*

Será específicamente de arena gruesa o gravillas, que cumpla con las características exigidas como material selecto a excepción de su granulometría. Tendrán un espesor no menor de 0.10 m, debidamente compactada o acomodada (en caso de gravilla), medida desde la parte baja del cuerpo del tubo ; siempre y cuando cumpla también con la condición de espaciamiento de 0.05 m que debe existir entre la pared exterior de la unión del tubo y el fondo de la zanja excavada.

b) *En Terreno Rocoso*

Será del mismo material y condición del inciso a, pero con un espesor no menor de 0.15 m.

Bajada a Zanja

Antes de proceder a su instalación, deberá verificarse su buen estado, conjuntamente con sus correspondientes uniones y anillos de jebe.

Durante el proceso de instalación, todas las líneas deberán permanecer limpias en su interior.

Los extremos opuestos de las líneas serán sellados temporalmente con tapones, hasta cuando se reinicie la jornada de trabajo, con el fin de evitar el ingreso de elementos extraños a ella.

Para la correcta colocación de las líneas de desagüe, se utilizarán procedimientos adecuados, con sus correspondientes herramientas.

Nivelación y Alineamiento

La instalación de un tramo (entre 2 buzones) se empezará por su parte extrema inferior, teniendo cuidado que la campana de la tubería quede dirección aguas arriba.

El alineamiento se efectuará colocando cordeles en la parte superior y al costado de la tubería. Los puntos de nivel serán colocados con instrumentos topográficos (nivel).

Niplería

Todo el tramo será instalado con tubos completos a excepción del ingreso y salida del buzón en donde se colocarán niples de 0.60 m. como máximo, anclados convenientemente al buzón.

Profundidad de la Línea de Desagüe

En todo tramo de arranque, el recubrimiento del relleno será de 1.00 m. como mínimo, medido desde la clave del tubo al nivel del pavimento. Sólo en caso de pasajes peatonales y/o calles angostas hasta de 3.00 m de ancho, en donde no exista circulación de tránsito vehicular, se permitirá un recubrimiento mínimo de 0.60 m.

En cualquier otro punto del tramo, el recubrimiento será igual o mayor a 1.00 m. Tales profundidades serán determinados por las pendientes de diseño del tramo o, por las interferencias de los servicios existentes.

Cambio de Diámetro de la Línea de Desagüe

En los puntos de cambio de diámetro de la línea, en los ingresos y salidas del buzón, se harán coincidir las tuberías; en la clave, cuando el cambio sea de

menor a mayor diámetro y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.

Buzones

Los buzones podrán ser prefabricados de concreto, o de concreto vaciado en sitio.

De acuerdo al diámetro de la tubería, sobre la que se coloca al buzón, éstos se clasifican en tres tipos:

**TABLA 9.2
TIPOS DE BUZONES**

Tipo	Profundidad (m)	ø interior del buzón (m)	ø de la tubería (mm)
I	Hasta 3.00	1.2	Hasta 600 (24")
	De 3.01 a más	1.5	Hasta 600 (24")
II	Hasta 3.00	1.2	De 650 a 1200 (26" a 48")
	De 3.01 a más	1.5	De 650 a 1200 (26" a 48")
III	Todos	1.5	De 1300 a mayor (52")

Las demás características, de cada uno de los tipos de buzón referidos, están detallados en

Para tuberías de mayor diámetro o situaciones especiales, se desarrollarán diseños apropiados de buzones o cámaras de reunión.

Toda tubería de desagües que drene caudales significativos, con fuerte velocidad y tenga gran caída a un buzón requerirá de un diseño de caída especial.

En los buzones tipo II y III, no se permitirá la dirección de flujo de desagüe en ángulo menor de 90°.

No está permitida la descarga directa, de la conexión domiciliaria de desagüe a ningún buzón.

Los buzones serán construidos sin escalinas, sus tapas de registro deberán ir al centro del techo.

Para su construcción se utilizará obligatoriamente mezcladora y vibrador. El encofrado interno y externo será de preferencia metálico. Sus paredes interiores serán de superficie lisa o tarrajada con mortero 1:3.

Las canaletas irán revestidas con mortero 1:2.

Las tapas de buzones, además de ser normalizadas, deberán cumplir las siguientes condiciones: resistencia a la abrasión (desgaste por fricción), facilidad de operación y no propicia al robo.

En el caso de que las paredes del buzón se construya por secciones, éstas se harán en forma conjunta unidas con mortero 1:3, debiendo quedar estancas. Cuando se requiera utilizar tuberías de concreto normalizado para formar los cuerpos de los buzones, el Constructor, a su opción, podrá utilizar empaquetaduras de jebe debiendo ir siempre acompañado con mortero 1:3 en el acabado final de las juntas.

Para condiciones especiales de terreno, que requiera buzón de diseño especial, este previamente deberá ser aprobado por la Empresa.

Buzonetes

La utilización de los buzonetes, se limitará hasta un metro de profundidad máxima desde el nivel del pavimento hasta la cota de fondo de la canaleta, permitiéndose sólo en pasajes peatonales y/o calles angostas hasta de 3.00 m de ancho en donde no exista circulación de tránsito vehicular.

Las características del buzonete se detallan en el plano IS-10, indicándose dimensiones, resistencia de concreto, anclajes y otros detalles.

9.2.5 Pruebas Hidráulicas y de Nivelación - Alineamiento de las Líneas de Desagüe

Generalidades

La finalidad de las pruebas en obra, es la de verificar que todas las partes de la línea de desagüe hayan quedado correctamente instaladas, listas para prestar servicios.

Tanto el proceso de prueba como sus resultados, serán dirigidos y verificados por la Empresa con asistencia del Constructor, debiendo éste último proporcionar el personal, material, aparatos de prueba, medición y cualquier otro elemento que se requiera en esta prueba.

Pruebas de Nivelación y Alineamiento

Las pruebas se efectuarán empleando instrumentos topográficos de preferencia nivel.

Se consideran pruebas satisfactorias de nivelación de un tramo cuando

- a) Para pendiente superior a 10 o/oo, el error máximo permisible no será mayor que la suma algebraica ± 10 mm medido entre 2 o más puntos.
- b) Para pendiente menor a 10 o/oo, el error máximo permisible no será mayor que la suma algebraica de \pm la pendiente, medida entre 2 o más puntos.

Pruebas Hidráulicas

No se autorizará realizar la prueba hidráulica con relleno compactado, mientras que el tramo de desagüe no haya cumplido satisfactoriamente la prueba a zanja abierta.

Se realizará la prueba de filtración, descrita a continuación :

Prueba de Filtración

Se procederá llenando de agua limpia el tramo por el buzón aguas arriba a una altura mínima de 0.30 m bajo el nivel del terreno y convenientemente taponado en el buzón aguas abajo. El tramo permanecerá con agua, 12 horas como mínimo para poder realizar la prueba.

Para las pruebas a zanja abierta, el tramo deberá estar libre sin ningún relleno, con sus uniones totalmente descubiertas ; asimismo, no deben ejecutarse los anclajes de los buzones hasta después de realizada la prueba.

La prueba tendrá una duración mínima de 10 minutos, y la cantidad de pérdida de agua no sobrepasará lo establecido en la tabla 9.3.

TABLA 9.3
Pérdida Admisible de Agua en las Pruebas de Filtración

Diámetro del tubo (mm)	Filtración Admisible (cm ³ /min/ml)
200	25
250	32
300	38
350	44
400	50
450	57
500	67
600	76

Reparación de Fugas

Cuando se presenten fugas por rajadura y/o humedecimiento total en el cuerpo del tubo de desagüe, serán de inmediato cambiados por el Constructor, no permitiéndose bajo ningún motivo, resanes o colocación de dados de

concreto ; efectuándose la prueba hidráulica hasta obtener resultados satisfactorios y sea recepcionado por la Empresa.

9.3 OBRAS DE CONCRETO

9.3.1 Generalidades

- Las presentes especificaciones, se complementan con el Nuevo Reglamento Nacional de Construcciones, ITINTEC.
- El concreto para todas las partes de la obra, debe ser de la calidad especificada en los planos, capaz de ser colocado sin segregación excesiva y al endurecerse, debe desarrollar todas las características requeridas en éstas especificaciones.
- El concreto deberá estar constituido de Cemento Portland tipo Y, agregados y agua; la armadura deberá ser colocada de tal manera que el acero y el concreto endurecido trabajen conjuntamente.
- Para obtener un concreto uniforme, los agregados finos y gruesos deberán ser uniformes en granulometría.
- La relación agua - cemento, debe establecerse en función de ellos.

Esfuerzo:

- El esfuerzo de compresión especificado del concreto f_c para cada porción de la estructura indicada en los planos, estará basado en la fuerza de compresión alcanzada a los 28 días.
- Esta información deberá incluir como mínimo la demostración de la conformidad de cada mezcla, con las especificación y resultados de testigos rotos en compresión, de acuerdo a las Normas Técnicas Nacionales Itintec, en

cantidad suficiente para demostrar que está alcanzando la resistencia mínima especificada.

- La dosificación de los materiales será por peso.

Mezclado:

- El mezclado en obra será efectuado en máquinas mezcladoras, que deberán tener características especificadas por el fabricante, para lo cual deberá portar una placa en la que se indique su capacidad de operación y las revoluciones por minuto recomendadas. Deberá estar equipada con: una tolva de carga, tanque para agua y medidor de agua; deberá ser capaz de mezclar plenamente los agregados, cemento y el agua hasta alcanzar una consistencia uniforme en tiempo especificado y de descarga sin segregación.
- Una vez aprobada la máquina por la Empresa, deberá mantenerse en perfectas condiciones de operación y usarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- La tanda de agregados y cemento deberá ser colocado en el tambor de la mezcladora, cuando en éste se encuentre ya parte del agua de la mezcla. El resto del agua, podrá colocarse gradualmente en un plazo que no exceda el 25 % del tiempo total del mezclado.
- Deberá asegurarse que exista controles adecuados para impedir terminar el mezclado antes del tiempo especificado o añadir agua adicional, una vez que el total especificado ha sido incorporado.
- El total de la tanda deberá ser descargado antes de introducir una nueva tanda.
- Cada tanda de 1.5 metros cúbicos o menos, será mezclado en no menos de 1.5 minutos. El tiempo de mezclado será aumentado en 15 segundos por cada 2/4 de metro cúbico adicional.

- La mezcladora deberá mantenerse limpia. Las paletas interiores del tambor, deberán ser reemplazadas cuando hayan perdido 10 % de su profundidad.

Conducción y Transporte:

- El transporte del concreto debe ser rápido, de modo que no seque o pierda su plasticidad.
- El transporte debe ser uniforme y que no hayan atrasos en su colocación
- No debe ocurrir pérdida de materiales especialmente de cemento, el equipo debe ser estanco y su diseño debe asegurar las transferencias del concreto sin derrame.
- La capacidad de transporte debe estar coordinada con la cantidad de concreto a colocar, debe ser suficiente para impedir la ocurrencia de puntas frías.
- El concreto será depositado tan cerca como sea posible de su posición final, nunca deberá ser depositado en grandes cantidades en un solo punto.

Pruebas:

- La Empresa supervisará las pruebas necesarias de los materiales y agregados de los diseños propuestos de mezcla y del concreto resultante, para verificar el cumplimiento con los requisitos técnicos de las especificaciones de la obra.
- Estas pruebas incluirán lo siguiente:
 - a) Pruebas de los materiales que se emplearán en la obra, para verificar su cumplimiento con las especificaciones.
 - b) Pruebas de resistencia del concreto, de acuerdo con los procedimientos siguientes:

- ◆ Obtener muestras de concreto de acuerdo con las especificaciones ASIM C 172. Método para muestrear concreto fresco.
 - ◆ Preparar series de nueve (9) testigos, en base a las muestras obtenidas de acuerdo con las especificaciones ASIM C 3, método para preparar y curar testigos de concreto para pruebas a la compresión y flexión en el campo y, curarlas bajo las condiciones normales de humedad y temperatura de acuerdo con el método indicado del ASIM.
- Las pruebas de campo serán de:

Slump (Asentamiento)

Esta prueba debe efectuarse con frecuencia durante el proceso del llenado del concreto; una prueba cada hora es lo mínimo recomendable.

El asentamiento viene expresado por el ensayo en el cono de Abrams, dando mezclas:

Secas	0 a 2"
Plásticas	3" a 4"
Húmedas	4"

Testigos Cilíndricos

Estos se elaborarán siempre en parejas

El número de parejas a obtenerse para cada calidad de concreto debe ser como mínimo:

- ◆ Una pareja por día de llenado
- ◆ Una pareja por cada 80 m³ de concreto colocado.
- ◆ Una pareja por cada 500 m³ de concreto colocado.

- ◆ En caso de estructuras hidráulicas se utilizarán como mínimo 2 parejas.

Probar tres (3) testigos a los siete días, tres (3) a los catorce y tres (3) a los veintiocho días en condición húmeda, de acuerdo con la especificación ASIM C 39, método para probar cilindros moldeados de concreto para resistencia a la compresión.

El resultado de la prueba, será el promedio de la resistencia de los tres testigos obtenidos en el mismo día, excepto si uno de los testigos en la prueba manifiesta que ha habido fallas en el muestreo, moldes o prueba, éste podrá ser rechazado y se promediará los dos testigos restantes.

Si hubiese más de un testigo que evidencie cualquiera de los defectos indicados, la prueba total será descartada.

Se efectuará una prueba de resistencia a la compresión por cada 50 m³ o fracción de cada diseño de mezcla de concreto vaciado en un día; en ningún caso deberá presentarse un diseño de mezcla con menos de cinco pruebas.

- La Empresa determinará la frecuencia requerida para verificar lo siguiente:
 - ◆ Control de las operaciones de mezclado del concreto,
 - ◆ Revisión de los informes de fabricantes, de cada remisión de cemento y acero de refuerzo,
 - ◆ Moldeo y prueba de cilindros de reserva a los siete (7) días, conforme sea necesario.
- El Constructor tendrá a su cargo las siguientes responsabilidades:
 - ◆ Obtener y entregar a la Empresa, sin costo alguno, muestras representativas preliminares de los materiales que se propone emplear para su aprobación.

- ◆ Presentar a la Empresa el diseño de mezcla de concreto que propone emplear y hacer una solicitud escrita para su aprobación.
 - ◆ Suministrar la mano de obra necesaria para obtener y manipular las muestras en la obra.
 - ◆ Indicar a la Empresa, con suficiente anticipación, las operaciones que va a efectuar para permitir la determinación de pruebas de calidad y para la asignación de personal.
 - ◆ Promover y mantener, para el empleo de la Empresa, facilidades adecuadas para el almacenamiento seguro y el curado correcto, de los cilindros de prueba de concreto en la obra durante las primeras 24 horas, según se requiera en las especificaciones ASTM C 31.
 - ◆ Llevar un registro de cada testigo fabricado, en el que constará la fecha de elaboración (inclusive la hora), la clase de concreto (indicando el lugar específico), edad al momento de la prueba, resultado y número de la misma.
- De acuerdo con las normas ACI 318 504 (c), se considerará satisfactoria la resistencia del concreto, si el promedio de 3 pruebas de resistencia consecutivas de testigos (curados en el laboratorio), que representan la resistencia específica del concreto, es igual o mayor que la resistencia especificada, o si no más del 10 % de los testigos tienen valores menores a la resistencia especificada.
 - Si en opinión de la Empresa, el número de pruebas es inadecuado para evaluar la resistencia del concreto, podrá solicitar un sistema diferente para obtener el número de testigos necesarios para una buena evaluación del concreto.

- Las pruebas serán efectuadas por un laboratorio independiente de la organización del Constructor y aprobado por la Empresa. El Constructor, incluirá el costo total de las pruebas en su presupuesto.
- En la eventualidad que no se obtenga la resistencia especificada, la Empresa podrá ordenar que se efectúe pruebas de carga, de acuerdo con el Reglamento Nacional de Construcciones. De no considerarse satisfactorios los resultados de estas pruebas, se podrá ordenar la demolición parcial o total de la zona afectada.
- El costo de las pruebas de cargas de la demolición y reconstrucción de la estructura, será de cuenta exclusiva del Constructor, quien no podrá justificar demora en la entrega de la obra por estas causas.

Encofrados

- Los encofrados se usarán donde sea necesario para confinar el concreto, darle forma de acuerdo a las dimensiones requeridas y deberán estar de acuerdo a las normas ACI 347-68.
- Los encofrados deberán tener buena resistencia para soportar con seguridad el peso, la presión lateral del concreto y las cargas de construcción.
- Deberán tener buena rigidez para asegurar que las secciones y alineamiento del concreto terminado se mantenga dentro de tolerancias admisibles.
- Las juntas deberán ser herméticas, de manera que no ocurra la filtración del mortero.
- Deberán ser arriostradas contra deflexiones laterales.
- El diseño e ingeniería de encofrado, así como su construcción, es responsabilidad del Constructor.

- La deformación máxima entre elementos de soportes debe ser menor de 1/24” de luz entre los miembros estructurales.
- Los tirantes de los encofrados deben ser hechos de tal manera que los terminales puedan ser removidos sin causar astilladuras en las capas de concreto, después que las ligaduras hayan sido removidas.

Desencofrado

- Inmediatamente después de quitar las formas, la superficie de concreto deberá ser examinada cuidadosamente y cualquier irregularidad deberá ser tratada como lo ordene la Empresa.
- Las formas deberán retirarse de manera que se asegure la completa indeformabilidad de la estructura.
- En general, las formas no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido suficientemente como para soportar con seguridad su propio peso y los pesos superpuestos que puedan colocarse sobre el. Las formas no deberán quitarse sin el permiso de la Empresa; en cualquier caso, éstas deberán dejarse en su sitio, por lo menos el tiempo contado desde la fecha del vaciado del concreto, según como a continuación se especifica:

Muros y zapatas	24 horas
Columnas y costados de vigas	24 horas
Fondo de vigas	21 días
Aligerados, losas y escaleras	7 días

- Cuando se haya aumentado la resistencia del concreto por diseño de Mezclas o Aditivos, los tiempos de desencofrado podrán ser menores, previa aprobación de la Empresa.

Tolerancias

- A menos que especifique otro modo la Empresa, el encofrado deberá ser construido de tal modo que las superficies del concreto, estén de acuerdo a los límites de variación indicados en la siguiente relación de tolerancias admisibles:
 - a) La variación en las dimensiones de la sección transversal de las losas, muros, columnas y estructuras similares serán de: 6 mm + 1.2 cm.
 - b) Zapatas:
 - ◆ Las variaciones en dimensiones en planta serán: 6 mm + 5 cm.
 - ◆ La excentricidad o desplazamiento: 2 % del ancho de la zapata en la dirección del desplazamiento, pero no mayor de 5 cm.
 - ◆ La reducción en el espesor: 5 % del espesor especificado.
 - c) Variaciones de la vertical en las superficies de columnas y otras estructuras similares:
 - ◆ Hasta una altura de 3 m: 6 mm
 - ◆ Hasta una altura de 6 m: 1 cm.
 - ◆ Hasta una altura de 12 m: 2 cm.
 - d) Variaciones en niveles o gradientes, indicadas en los planos, para piso, techos, vigas, bruñas y estructuras similares:
 - ◆ En cualquier nave o en 6 m máximo: 6 mm
 - ◆ En 12 m o más: aprox. 10 mm
 - e) Variaciones en los tamaños y ubicaciones de mangas, pasos, aberturas en paredes y similares: 6 mm.

f) Variaciones en gradadas:

* Pasos: aprox. 6 mm.

* Contrapasos: aprox. 3 mm.

9.3.2 Materiales

Cemento

El cemento a usarse será Portland, que cumpla con las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC, y de acuerdo a la calidad del terreno y obra que se va a ejecutar.

Agregados

Los agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en las Normas ASTM-C-33. Estos pueden ser: agregado fino (arena) y agregado grueso (piedra partida, grava).

a) Agregado Fino

Debe ser de arena natural, limpia, silicosa, lavada, de granos duros, fuertes, resistentes, lustrosos, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrenos, partículas suaves o escamosas, pizarras, álcalis y materiales orgánicos (con tamaño máximo de partículas de 3/16”), y cumplir las normas establecidas en las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC.

Los porcentajes de sustancias deletéreas en la arena, no excederán los valores que se muestran en la tabla 9.4:

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada y al probarse por medio de mallas standard, deberá cumplir con los límites de gradación recomendable, señalada en el R.N.C. (ver tabla 9.5)

TABLA 9.4
SUSTANCIAS DELETEREAS EN LA ARENA

Material	Porcentaje Permisible por Peso
Material que pasa la malla N° 200 (Designación ASTM-C-17).	3
Lutita (Designación ASTM-C-123). Densidad especificada de líquido denso 1.95	1
Arcilla (Designación ASTM-C-142)	1
Total de otras sustancias deletéreas (tales como álcalis, mica, granos cubiertos de otros materiales, partícula blanda o escamosa y turba).	1
Total de todos los materiales deletéreos	5

TABLA 9.5
LIMITES DE GRADACION RECOMENDABLES DE LA ARENA

Malla	% que pasa
3/8"	100
4	95 a 100
8	80 a 100
16	50 a 85
30	25 a 60
50	10 a 30
100	2 a 10

El módulo de fineza de la arena estará en los valores de 2.50 a 2.90.

b) Agregado Grueso.

El agregado grueso deberá ser grava o piedra chancada; estará limpia de polvo, materia orgánica o barro, y no debe contener piedra desintegrada, mica o cal libre.

La gradación estará de acuerdo a las Normas ASTM-C-33 que aparece en la siguiente tabla:

El agua para la preparación del concreto será fresca, limpia, libre de materias orgánicas, álcalis, ácidos y sales.

Las impurezas excesivas en el agua pueden interferir, no sólo en la fragua inicial del cemento, afectando la resistencia del concreto, si no provocar manchas en su superficie y originar corrosión en la armadura. No debe usarse agua de acequia, ni de mar, estancadas o pantanosas.

Acero

El acero está especificado en los planos en base a su carga de fluencia $F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$, debiéndose satisfacer las condiciones referidas en las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC y en cuanto a la malla de acero soldada, con las Normas ASTM-A-185.

a) Enderezamiento y Redoblado

Las barras no deberán enderezarse ni volverse a doblar, en forma tal que el material sea dañado.

No se usarán las barras con ondulaciones o dobleces, no mostradas en los planos, ni tampoco las que tengan fisuras o roturas.

El calentamiento del acero se permitirá solamente cuando la operación sea aprobada por la Empresa o Proyectista.

b) Colocación del Refuerzo

La colocación de la armadura, será efectuada en estricto acuerdo con los planos y con una tolerancia no mayor de 1 cm. Se asegurará contra cualquier desplazamiento por medio de amarres de alambre, ubicadas en las intersecciones.

c) Empalmes

Estos pueden ser soldados; si los extremos no se sueldan, el refuerzo habrá que traslaparse 30 diámetros en barras corrugadas.

Se debe tener en cuenta el siguiente cuadro:

Empalmes por Traslaparse	Elementos a Compresión	Elementos a Flexo compresión
3/8"	30	35
1/2"	40	45
5/8"	50	55
3/4"	60	70
1"	75	120
1 1/8"	85	155
1 1/4"	95	200
1 3/8"	105	245

Soldadura

Se utilizará el tipo de soldadura recomendada por el fabricante de acero, y que cumpla con las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC.

Deberá usarse electrodos de bajo contenido de hidrógeno, ya que estos permiten soldar a temperaturas muy bajas.

Es conveniente efectuar la soldadura formando cordones sucesivos, utilizando electrodos de 1/8" de diámetro con un amperaje de 90 A.

Después de cada cordón, deberá limpiarse completamente la escoria.

La malla soldada será soportada del mismo modo que las barras de refuerzo.

Los traslapes de la malla soldada, serán como mínimo tres cocadas o 30cm., el que sea mayor.

e) Tolerancia

Las tolerancias de fabricación y colocación para acero de refuerzo serán las siguientes:

1. Las varillas utilizadas para el refuerzo de concreto, cumplirán los siguientes requisitos para tolerancias de fabricación:

◆ Longitud de corte	2.5 cm
◆ Estribos, espirales y soportes	1.2 cm
◆ Dobleces	1.2 cm

2. Las varillas serán colocadas para las siguientes tolerancias:

◆ Cobertura de concreto a las superficies	6 mm
◆ Espaciamiento mínimo entre varillas	6 mm
◆ Miembros de 20 cm de profundidad o menos	6 cm
◆ Miembros de más de 20 cm pero inferior a 5 cm	

de profundidad 1.2 cm

◆ Miembros de más de 60 cm de prof. : 2.5 cm

3. Las varillas pueden moverse de acuerdo a sus diámetros (para evitar interferencias con otras varillas de refuerzo de acero, conduit o materiales empotrados); si excediese dicha tolerancia, deberá solicitarse la aprobación de la Empresa.

Aditivos

Sólo se podrán emplear aditivos aprobados por la Empresa. En cualquier caso, queda expresamente prohibido el uso de aditivos que contengan cloruro o nitratos.

Para aquellos aditivos que se suministran en forma de suspensiones o soluciones inestables, deben proveerse equipos de mezclado adecuados, para asegurar una distribución uniforme de los componentes. Los aditivos deben protegerse de temperaturas extremas, que puedan modificar sus características.

En todo caso, los aditivos a emplearse deberán estar comprendidos dentro de las Especificaciones Técnicas ASTM correspondientes.

9.3.3 Almacenamiento de Materiales

- El cemento debe almacenarse y manipularse de manera que siempre esté protegido de la humedad o sea posible su utilización según el orden de llegada a la obra. La inspección o identificación debe poder efectuarse fácilmente.
- No debe usarse cemento que esté aterronado, compactado o deteriorado de alguna forma.

- El almacenaje del material fino se efectuará de tal manera, evitando su segregación y contaminación con otros materiales o con otro tamaño de agregados. La arena será considerada apta, si cumple con las especificaciones.
- El agregado grueso se almacenará por separado, en igual condición que el agregado fino.
- Las varillas de acero se almacenarán fuera del contacto con el suelo, en un lugar seco y preferentemente cubiertos, se mantendrán libres de tierra, suciedad, aceite o grasa. Antes de su colocación en la estructura, el refuerzo metálico deberá limpiarse de escamas de laminado, óxido y cualquier capa que pueda reducir su adherencia.
- Cuando haya demora en el vaciado del concreto, el refuerzo metálico se reinspeccionará y se volverá a limpiar cuando sea necesario.

9.3.4 Tipos de Concreto

Concreto Ciclópeo

- Dicho concreto se usará en los cimientos corridos, sobrecimientos, muros y gradas. Se apoyarán directamente sobre el terreno.
- El concreto ciclópeo consta de cemento y agregados, dosificados en tal forma que se obtenga a los 28 días una resistencia mínima a la compresión de 100 Kg/cm² (en probetas normales de 6”*12”). Se tomarán muestras de acuerdo a las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC. Se agregará piedra en un volumen que no exceda el 30 % y con un tamaño máximo de 0.15 m de diámetro.
- El cemento a utilizarse será Portland Tipo I.
- El concreto podrá vaciarse directamente a la zanja sin encofrado, siempre que lo permita la estabilidad del talud.

- Se humedecerán las zanjas antes de llenar los cimientos y no se colocarán las piedras, sin antes haber vaciado una capa de concreto de por lo menos 10 cm de espesor. Todas las piedras deberán quedar completamente rodeadas por la mezcla.
- La profundidad mínima de los cimientos, indicada en los planos respectivos, se medirá a partir del terreno natural.
- En caso de tener que cortar el terreno natural, para conseguir el nivel de plataforma indicado en los planos correspondientes, la profundidad mínima de los cimientos se considera a partir de este último nivel.
- En los sobrecimientos las dimensiones serán de acuerdo a lo indicado en los planos de estructuras.
- Normalmente el sobrecimiento tendrá 30 cm como mínimo de altura, pero en casos especiales ésta será variable según indiquen los planos de niveles de piso terminado.
- En sobrecimientos mayores de 15 cm de ancho, podrá usarse hasta el 25 % de piedra con un diámetro máximo de 7.5 cm.
- Para las bases y gradas se usará el concreto en la proporción 1.2 de cemento y agregado.

Concreto Armado

- El concreto armado consta de cemento, agregados y armadura de fierro, dosificados en tal forma que se obtenga a los 28 días, una resistencia mínima a la compresión de 140-175-210-280 Kg/cm² (en probetas normales de 6"*12"). Las muestras serán tomadas de acuerdo a las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC.

- El concreto se colocará en capas de 60 cm de espesor como máximo, cada capa debe colocarse cuando la inferior está aún plástica, permitiendo la penetración del vibrado ; para concreto masivo se emplea capas de 35 a 45 cm de espesor.
- En caso de premezclado, el tiempo de transporte desde la fábrica a la obra será como máximo 2 horas.
- A fin de lograr un conjunto monolítico, es importante que cada capa de concreto sea colocada, mientras que la capa inferior esté en un estado plástico y las dos capas sean vibradas en conjunto.
- En caso de que una sección no pueda ser llenada en una sola operación, se ubicarán juntas de construcción de acuerdo a lo indicado en los planos o de acuerdo a las presentes especificaciones, siempre y cuando sean aprobadas por la Empresa.
- La colocación del concreto en elementos soportados, no debe ser comenzada hasta que el concreto previamente puesto (con 2 horas de anticipación) en columna y paredes ya no esté plástico.
- El concreto debe ser depositado, tan pronto como sea posible, en su posición final para evitar la segregación debido al deslizamiento o al remanejo.
- El concreto no se depositará directamente en el terreno, debiéndose preparar solados de concreto antes de la colocación de la armadura.
- Toda la consolidación del concreto se efectuará por vibración.
- El concreto debe ser trabajado a la máxima densidad posible, debiéndose evitar las formaciones de bolsas de aire (incluido de agregados gruesos y de grumos), contra la superficie de los encofrados y de los materiales empotrados en el concreto.

- La vibración deberá realizarse por medio de vibradores, accionados eléctricamente o neumáticamente.
- Los vibradores por inmersión de diámetro inferior a 10 cm tendrán una frecuencia mínima de 7000 vibraciones por minuto, y superior a 10 cm una frecuencia mínima de 6000 vibraciones por minuto.
- En la vibración de cada estrato de concreto fresco, el vibrador debe operar en posición vertical. La inmersión del vibrador será tal, que permita penetrar y vibrar el espesor total del estrato y penetrar en la capa inferior del concreto fresco, pero se tendrá especial cuidado para evitar que la vibración pueda afectar el concreto que ya está en proceso de fraguado.
- No se podrá iniciar el vaciado de una nueva capa, antes que la inferior haya sido completamente vibrada.
- La duración de la vibración estará limitada al mínimo necesario, para producir la consolidación satisfactoria sin causar segregación.
- La sobre-vibración o el uso de vibradores para desplazar concreto dentro de los encofrados, no estará permitido. Los vibradores serán insertados y retirados en varios puntos, a distancias variables de 45 a 70 cm. En cada inmersión, la duración será lo suficiente para consolidar el concreto, pero no tan larga que cause la segregación, generalmente la duración estará entre los 5 y 15 segundos de tiempo.
- Se mantendrá un vibrador de repuesto en la obra, durante todas las operaciones de concreto.
- El llenado de cada uno de los pisos deberá ser realizado en forma continua. Si por causa de fuerza mayor se necesitase hacer algunas juntas de construcción éstas serán aprobadas por la Empresa. En términos generales, ellas deben estar ubicadas cerca del centro de la luz, en losas y vigas, salvo en el caso de que

una viga intercepte a otra en ese punto, la junta será desplazada lateralmente a una distancia igual al doble del ancho de la viga principal.

- Las juntas en las paredes, placas y columnas, estarán ubicadas en la parte inferior a la losa o viga, o en la parte superior de la zapata o de la losa.
- Las vigas serán llenadas al mismo tiempo que las losas. Las juntas serán perpendiculares a la armadura principal.
- Toda la armadura de refuerzo será continua a través de la junta, se proveerán llaves o dientes y barras inclinadas adicionales a lo largo de la junta, de acuerdo a los indicado por la Empresa.
- Las llaves longitudinales tendrán una profundidad mínima de 4 cm y se proveerán en todas las juntas entre paredes y losas o zapatas.
- La superficie del concreto en todas las juntas, se limpiará retirándose la lechada superficial.
- Cuando se requiera, y previa autorización de la Empresa, la adherencia podrá obtenerse por uno de los métodos siguientes
 - a) El uso de un adhesivo epóxico.
 - b) El uso de un retardador, que no provoque el fraguado del mortero superficial. El mortero será retirado en su integridad, dentro de las 24 horas siguientes después de colocar el concreto, para producir una superficie de concreto limpio de agregado expuesto.

El refuerzo y otros metales embebidos en el concreto (excepto barras de trabazón), no deben ser continuados a través de cualquier junta de expansión.

Los rompeaguas, se usarán en las paredes de los tanques donde sea necesario por motivos de llenado, previa autorización de la Empresa.

Todos los manguitos, anclajes, tuberías, etc. que deban dejarse en el concreto, serán colocados y fijados firmemente en su posición definitiva antes de iniciarse el llenado del mismo.

La ubicación de todos estos elementos se harán de acuerdo a lo indicado en los planos pertinentes y, dentro de las limitaciones fijadas por los detalles estructurales adjuntos.

Todas las tuberías y otros insertos huecos serán rellenos con papel u otro material fácilmente removible antes de iniciarse el llenado.

El curado del concreto, debe iniciarse tan pronto como sea posible, sin causar maltrato a la superficie del concreto ; esto ocurrirá de 1 a 3 horas, después de la colocación en climas calurosos y secos, de ½ a 5 horas en climas templados y 4 ½ a 7 horas en climas fríos.

El tiempo de curado debe ser el máximo posible, como mínimo debe ser de 7 días, excepto cuando se emplee concreto hecho con cemento de alta resistencia inicial, en cuyo caso el curado será de 3 días como mínimo.

Los métodos de curado son

1. **Previsión de Agua :**

Se logra regando el concreto o manteniéndolo cubierto con lonas permanentemente húmedas o formando arrocetas ; el concreto no debe secarse.

Cubrir el concreto con tierra o paja manteniéndolas húmedas.

2. Retención del Agua :

Se logra aplicando membranas impermeables, inicialmente líquidas a la superficie del concreto como son

- Cobertura con papel impermeable
- Dejar los encofrados colocados
- Esparcir cloruro de calcio sobre el concreto.

3. Aquellos que implican la aplicación de calor artificial, mientras que el concreto se mantiene en condición húmeda.

- Cuando el vapor es a baja presión
- Cuando el vapor es a alta presión.

Las pérdidas de humedad de las superficies puestas contra las formas de madera o de metal expuestas al calor por el sol, deberán de ser minimizadas por medio del mantenimiento de la humedad.

- Durante el curado, el concreto será protegido de perturbaciones por daños mecánicos, tales como esfuerzos producidos por cargas, choques pesados y vibración excesiva.
- Cuando existen condiciones tales, que produzcan duda acerca de la seguridad de la estructura o parte de ella, o cuando el promedio de probetas ensayadas correspondientes a determinada parte de la estructura de resistencia inferior a la especificada, se harán ensayos de carga en cualquier porción de la estructura.
- De ser necesaria la prueba, estará dirigida por un Ingeniero especializado.

- El ensayo de carga, no deberá hacerse hasta que la porción de la estructura que se someterá a carga, cumpla 56 días de constituida, a menos que la Empresa acuerde que el ensayo sea realizado antes, pero nunca antes de los 28 días.
- Cuando no sea ensayada toda la estructura, se seleccionará para el ensayo de carga, la porción de la estructura que se considera que dará el mínimo margen de seguridad.
- Previamente a la aplicación de la carga de ensayo, será aplicada una carga equivalente a la carga muerta de servicio de esa porción y deberá permanecer en el lugar, hasta después que se haya tomado una decisión con relación a la aceptabilidad de la estructura.
- La carga de ensayo, no deberá aplicarse hasta que los miembros de estructura hayan soportado la carga muerta de servicio (peso propio) por lo menos 48 horas.
- Inmediatamente antes de la aplicación de la carga de ensayo a los miembros que trabajan a flexión (incluyendo vigas, losas y construcciones de pisos y techos), se harán las lecturas iniciales necesarias para las medidas de las deflexiones (y esfuerzos, si ellos se consideran necesarios) causados por la aplicación de la carga de ensayo.
- Los miembros que hayan sido seleccionados para ser cargados, serán sometidos a una carga de ensayos superpuesta equivalente a 0.3 veces la carga muerta de servicio, más 1.7 veces la carga viva de servicio (carga de ensayo $0.3D + 1.7L$).
- La carga de ensayo será aplicada a la estructura sin choques ni trepidaciones, y será proporcionada por un material de tal naturaleza, que permita colocarla y retirarla fácilmente y que sea lo suficientemente

flexible como para que sea capaz de seguir la deformación del elemento de prueba.

- La carga de ensayo deberá dejarse en la posición colocada durante 24 horas, tiempo durante el cual serán realizadas las lecturas de las deflexiones. Luego será removida la carga de ensayo y se realizarán lecturas adicionales de las deflexiones durante las 24 horas posteriores a la remoción de la carga.

- Si la estructura o porción, muestra señales de falla de acuerdo a los siguientes criterios, será desechada o se harán los cambios necesarios que garanticen sus resistencias para el tipo de carga para la que fue diseñada.
 - * Si la deflexión máxima “d” de una viga de concreto reforzada, techo o piso exceda de $L^2/20,000$ t, la recuperación de la deflexión, dentro de las 24 horas después de remover la carga de ensayo, será por lo menos el 75 % de la deflexión máxima.

 - * Si la máxima deflexión “d” es menor de $L^2/20,000$ t., el requerimiento de recuperación de la deflexión puede dejarse de tomar en cuenta.

 - * En la determinación de la deflexión límite para un voladizo “L”, será tomado como dos veces la distancia media desde el soporte al extremo, y la deflexión se corregirá por movimiento del soporte.

- La parte de la construcción que no ha llegado a recuperar el 75 % de la deflexión, puede ser ensayada. El segundo ensayo de carga, no será realizado hasta 72 horas después que sea removida la carga de ensayo de la primera prueba.

- La estructura no mostrará evidencia de falla durante el reensayo y la recuperación de la deflexión, producida por el segundo ensayo de carga, será por lo menos del 75 %.

CAPITULO X

METRADOS COSTOS Y PRESUPUESTOS

CONSIDERACIONES GENERALES

- El análisis de cada partida considera la Mano de Obra, Maquinaria, Equipo y Materiales necesarios para la completa y correcta terminación de la Obra.
- Los costos de Mano de Obra, son los que rigen para las obras de Construcción Civil, e incluyen sus Beneficios Sociales de Ley y Bonificaciones que corresponden para este tipo de obra.
- Los Costos de Materiales, son los cotizados al Precio del Mercado, incluyendo el flete - transporte hasta pie de obra.
- En los Análisis de las Partidas de Suministro, se incluye el porcentaje de rotura y desperdicios de los materiales que intervienen en ellas.
- Los análisis de las Partidas de Excavación, contemplan los taludes de sus paredes para cada tipo de terreno.
- En los Análisis de las Partidas de Eliminación de desmonte, se ha considerado su porcentaje de esponjamiento, los que varían conforme al tipo de terreno o material a transportar.

CONSIDERACIONES ESPECIFICAS PARA OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES

- **Campamento.-** Consideran los elementos para un Campamento Central, además con depósito específico de almacenamiento de materiales, maquinarias, herramientas, guardianía, etc. El análisis se refiere a los gastos de instalación y desinstalación de cercos, caseta de residencia, inspección y guardianía, almacenes, servicios higiénicos, etc. ; gastos para el correcto almacenamiento de materiales, herramientas y equipos, gastos para el

restablecimiento original de los terrenos del campamento después de la culminación de la obra, etc.

- **Cartel.-** Considera los gastos de construcción e instalación del Cartel, el que se ubicará en zona visible conforme lo determine la inspección.
- **Trazos, Niveles y Replanteo Preliminar y durante Obra.-** Los trabajos necesarios para la ubicación de Estructuras e Instalaciones existentes y/o proyectadas, colocación de B.M. auxiliares de referencia y otras, para el trazo de los trabajos a ejecutar, etc.

CONSIDERACIONES ESPECIFICAS PARA LINEAS DE ALCANTARIILLADO

Movimiento de Tierras

- **Excavación.-** La remoción y extracción de tierras, en los distintos tipos de terrenos y profundidades para los diferentes diámetros de tuberías a instalar, considerando la demora por las dificultades que se presenten al cruzar servicios existentes incluye también la excavación, que se requiere para la colocación de la cama de apoyo de la tubería.
- **Refine y Nivelación.-** El mejoramiento de salientes de las paredes y fondo de zanjas.
- **Relleno Compactado de Zanjas.-** El relleno compactado de toda la zanja, considera la preparación de la cama de apoyo, de espesor acorde con el tipo de terreno (en donde se colocará la tubería), con material selecto (arena o gravilla); un recubrimiento inicial sobre la clave de la tubería con material selecto, y el resto de la zanja con material seleccionado, según Especificaciones Técnicas de SEDAPAL.
- **Eliminación de Desmante.-** La carga al vehículo, su transporte y descarga en el (los) lugar (es) permitido (s) para la acumulación del material sobrante,

generado por las construcciones e instalaciones y que no han sido utilizados. También considera el regreso del vehículo a su puesto de origen.

- **Retiro y Acomodo de Desmante.-** Se presenta en los casos que el Desmante se pueda depositar en lugares adyacentes a la “zona de trabajo”, sin necesidad de utilizar vehículos para su transporte.

El Retiro y acomodo comprende la ida y vuelta del equipo de trabajo que lo efectúa. Este equipo podrá ser íntegramente a pulso y/o maquinaria de arrastre o empuje, tipo cargador o Tractor.

- **Rotura de Pavimentos.-** Considera la rotura de los diferentes tipos de Pavimentos a lo largo de la excavación a realizar, según Especificaciones Técnicas. También incluye la Eliminación de Escombros.
- **Reposición de Pavimentos.-** Comprende la reposición de los diferentes tipos de Pavimentos, según Especificaciones Técnicas.

10.1 METRADO BASE

METRADO BASE DE LA RED GENERAL DE ALCANTARILLADO

OBRA: PROYECTO DE ALCANTARILLADO
 PROPIETARIO: AA. HH. ANGAMOS. SECTORES I, II Y III
 PROVINCIA: CALLAO
 DISTRITO: VENTANILLA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
1.00	TRABAJOS PROVISIONALES		
1.01	Campamento Prvisional para la obra tipo C	Glb.	1,00
1.02	Cartel de Identificación 3.60 x 2.40 m	Und.	8,00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
2.01	Trazo y Replanteo	Km	19,60
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
	Excavación de zanja a máquina TN. D=8"-10"		
3.01	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	16086,30
3.02	Hasta 2.00 m de profundidad	MI.	903,00
3.03	Hasta 3.00 m de profundidad	MI.	38,50
3.04	Hasta 4.00 m de profundidad	MI.	8,00
	Excavación de zanja a máquina TN. D=12"-14"		
3.05	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	834,00
3.06	Hasta 2.00 m de profundidad	MI.	361,60
3.07	Hasta 3.00 m de profundidad	MI.	33,00
	Excavación de zanja T.Rocoso. D=8"-10"		
3.08	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	1336,70
3.09	Refine y Nivelación de Zanja TN D=8"-10"	MI.	17035,80
3.10	Refine y Nivelación de Zanja TN D=12"-14"	MI.	1228,60
3.11	Refine y Nivelación de Zanja T. Rocoso D=8"-10"	MI.	1336,70
	Relleno y Compactación de zanja TN. D=8"-10"		
3.12	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	16086,30
3.13	Hasta 2.00 m de profundidad	MI.	903,00
3.14	Hasta 3.00 m de profundidad	MI.	38,50
3.15	Hasta 4.00 m de profundidad	MI.	8,00
	Relleno y Compactación de zanja TN. D=12"-14"		
3.16	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	834,00
3.17	Hasta 2.00 m de profundidad	MI.	361,60
3.18	Hasta 3.00 m de profundidad	MI.	33,00
	Relleno y Compactación de zanja T.Rocoso. D=8"-10"		
3.19	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	1336,70
3.20	Elim. desmonte c/c.f. TN. D=8"-10" para toda prof.	MI.	17035,80
3.21	Elim. desmonte c/c.f. TN. D=12"-14" para toda prof.	MI.	1228,60
3.22	Elim. desm. c/c.f. T. Rocoso D=8"-10" hasta 1.50 m prof.	MI.	1336,70

METRADO BASE DE LA RED GENERAL DE ALCANTARILLADO

OBRA: PROYECTO DE ALCANTARILLADO
 PROPIETARIO: AA. HH. ANGAMOS. SECTORES I, II Y III
 PROVINCIA: CALLAO
 DISTRITO: VENTANILLA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
4.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS		
4.01	Tubería C.S.N. unión flexible de 8" (200 mm)	MI.	17331,00
4.02	Tubería C.S.N. unión flexible de 10" (250 mm)	MI.	1041,50
4.03	Tubería C.S.N. unión flexible de 12" (300 mm)	MI.	941,50
4.04	Tubería C.S.N. unión flexible de 14" (350 mm)	MI.	287,10
4.05	Instalación tubería C.S.N. UF 8" i/prueba hidráulica.	MI.	17331,00
4.06	Instalación tubería C.S.N. UF 10" i/prueba hidráulica.	MI.	1041,50
4.07	Instalación tubería C.S.N. UF 12" i/prueba hidráulica.	MI.	941,50
4.08	Instalación tubería C.S.N. UF 14" i/prueba hidráulica.	MI.	287,10
5.00	PRUEBA HIDRAULICA		
5.01	Prueba Hidráulica + escorrentia para tub. 8" a z. tapada	MI.	17331,00
5.02	Prueba Hidráulica + escorrentia para tub. 10" a z. tapada	MI.	1041,50
5.03	Prueba Hidráulica + escorrentia para tub. 12" a z. tapada	MI.	941,50
5.04	Prueba Hidráulica + escorrentia para tub. 14" a z. tapada	MI.	287,10
6.00	BUZONES		
6.01	Buzón Tipo I en TN. hasta 1.50 m. de profundidad	Und.	313,00
6.02	Buzón Tipo I en TN. hasta 2.00 m. de profundidad	Und.	23,00
6.04	Buzón Tipo I en TN. hasta 3.00 m. de profundidad	Und.	19,00
7.00	Buzón Tipo I en TN. hasta 4.00 m. de profundidad	Und.	2,00
7.01	BUZONETES		
	Buzonete T-roca s/exp. c/carg. +volq. hasta 1.00m prof.	Und.	5,00

**METRADO BASE DE LA LINEA DE IMPULSION DE DESAGUES No 1
(SECTOR II)**

OBRA: PROYECTO DE ALCANTARILLADO
 PROPIETARIO: AA. HH. ANGAMOS. SECTORES I, II Y III
 PROVINCIA: CALLAO
 DISTRITO: VENTANILLA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
1.00	<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>		
1.01	Trazo y Replanteo	Km	0,202
2.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>		
2.01	Excavación de zanja a máquina TN. D= 4"-6" H= 1.50 m	MI	202,00
2.02	Refine y Nivelación de Zanja TN. D=4"-6"	MI	202,00
2.03	Relleno y Compactación de Zanja TN. D=4"-6"	MI	202,00
2.04	Eliminación de Desmonte c/c.f. TN. D=4"-6"	MI	202,00
3.00	<u>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</u>		
3.01	Tubería AC. 4"	MI	202,00
3.02	Instalación de tubería AC. 4" i/prucba hidráulica	MI	202,00
4.00	<u>ACCESORIOS</u>		
4.01	Codo F.Fdo. Mzz-105 D=4"	Un.	4,00
4.02	Instalación Accesorios de F.Fdo. D=4"	Un.	4,00
5.00	<u>VALVULAS</u>		
5.01	Sum. e instalacion de Valvula de purga F.Fdo. D=3"	Un.	1,00
5.02	Sum. e instalacion de Valvula de aire F Fdo D = 2"	Un	1,00

**METRADO BASE DE LA LINEA DE IMPULSION DE DESAGUES No 2
(SECTOR III)**

OBRA: PROYECTO DE ALCANTARILLADO
 PROPIETARIO: AA. HH. ANGAMOS. SECTORES I, II Y III
 PROVINCIA: CALLAO
 DISTRITO: VENTANILLA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
1.00	<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>		
1.01	Trazo y Replanteo		1049,50
2.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>		
2.01	Excavación de zanja a máquina TN. D= 16"-18" H= 1.50 m	MI.	681,50
2.02	Excav. de zanja a máq. T. Rocoso D= 16"-18" H= 1.50 m	MI.	368,00
2.03	Refine y Nivelación de Zanja TN. D=16"-18"	MI.	681,50
2.04	Refine y Nivelación de Zanja T.Rocoso D=16"-18"	MI.	368,00
2.05	Relleno y Compactación de Zanja TN. D=16"-18"	MI.	681,50
2.06	Relleno y Compactación de Zanja T. Rocoso D=16"-18"	MI.	368,00
2.07	Eliminación de Desmonte c/c.f. TN. D=16"-18"	MI.	681,50
2.08	Eliminación de Desmonte c/c.f. T. Rocoso D=16"-18"	MI.	368,00
3.00	<u>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</u>		
3.01	Tubería AC. 16" A-10 incl.elem. unión + 2% desperd.	MI.	724,50
3.02	Tubería C.S.N. unión flexible 16"	MI.	104,00
3.03	Tubería C.S.N. unión flexible 18"	MI.	221,00
3.04	Instalación de tubería AC. 16" i/prueba hidráulica	MI.	724,50
3.05	Instalación tubería CSN UF 16" i/prueba hidráulica	MI.	104,00
3.06	Instalación tubería CSN UF 18" i/prueba hidráulica	MI.	221,00
4.00	<u>ACCESORIOS</u>		
4.01	Codo F.Fdo. Mzz-105 D=16"	Un.	7,00
4.02	Instalación Accesorios de F.Fdo. D=16"	Un.	7,00
5.00	<u>VALVULAS</u>		
5.01	Válvula de purga F.Fdo. D= 4"	Un.	1,00
5.02	Válvula de aire F.Fdo. D = 3"	Un	1,00
6.00	<u>VARIOS</u>		
6.01	Buzones Tipo I en TN. hasta 1.50 m. de profundidad	Un.	4,00
6.02	Rotura y Reposición de vereda Concreto 175	M2	20,00
6.03	Rotura y Reposición de Pistas de Asfalto	M2	330,00
6.04	Empalme a buzón existente	Un	1,00

10.2 PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

OBRA: PROYECTO DE ALCANTARILLADO
 PROPIETARIO: AA. HH. ANGAMOS. SECTORES I, II Y III
 PROVINCIA: CALLAO
 DISTRITO: VENTANILLA

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.UNIT.	PARCIAL	SUBTOTAL
1.00	TRABAJOS PROVISIONALES					
1.01	Campamento Prvisional para la obra tipo C	Glb.	1	1249,28	1249,28	
1.02	Cartel de Identificación 3.60 x 2.40 m	Und.	8	525,70	4205,60	5454,88
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
2.01	Trazo y Replanteo	Km	19,60	402,56	7890,176	7890,176
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
	Excavación de zanja a máquina TN. D=8"-10"					
3.01	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	16086,30	5,07	81557,541	
3.02	Hasta 2.00 m de profundidad	MI.	903,00	7,59	6853,77	
3.03	Hasta 3.00 m de profundidad	MI.	38,50	12,09	465,465	
3.04	Hasta 4.00 m de profundidad	MI.	8,00	19,67	157,36	
	Excavación de zanja a máquina TN. D=12"-14"					
3.05	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	834,00	6,22	5187,48	
3.06	Hasta 2.00 m de profundidad	MI.	361,60	8,96	3239,94	
3.07	Hasta 3.00 m de profundidad	MI.	33,00	13,87	457,71	
	Excavación de zanja T.Rocoso. D=8"-10"					
3.08	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	1336,70	119,68	159976,26	
3.09	Refine y Nivelación de Zanja TN D=8"-10"	MI.	17035,80	1,53	26064,77	
3.10	Refine y Nivelación de Zanja TN D=12"-14"	MI.	1228,60	1,99	2444,91	
3.11	Refine y Nivelación de Zanja T. Rocoso D=8"-10"	MI.	1336,70	4,59	6135,45	
	Relleno y Compactación de zanja TN. D=8"-10"					
3.12	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	16086,30	12,21	196413,72	
3.13	Hasta 2.00 m de profundidad	MI.	903,00	17,83	16100,49	
3.14	Hasta 3.00 m de profundidad	MI.	38,50	28,08	1081,08	
3.15	Hasta 4.00 m de profundidad	MI.	8,00	39,73	317,84	
	Relleno y Compactación de zanja TN. D=12"-14"					
3.16	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	834,00	14,68	12243,12	
3.17	Hasta 2.00 m de profundidad	MI.	361,60	20,92	7564,672	
3.18	Hasta 3.00 m de profundidad	MI.	33,00	32,10	1059,30	
	Relleno y Compactación de zanja T.Roc. D=8"-10"					
3.19	Hasta 1.50 m de profundidad	MI.	1336,70	29,78	39806,93	
3.20	Elim. desmonte c/c.f. TN. D=8"-10" para toda prof.	MI.	17035,80	1,57	26746,21	
3.21	Elim. desmonte c/c.f. TN. D=12"-14" para toda prof.	MI.	1228,60	2,67	3280,36	
3.22	Elim. desm. c/c.f. T. Rocoso D=8"-10" hasta 1.50 m p	MI.	1336,70	9,17	12257,54	609411,92

PRESUPUESTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

OBRA: PROYECTO DE ALCANTARILLADO
 PROPIETARIO: AA. HH. ANGAMOS. SECTORES I, II Y III
 PROVINCIA: CALLAO
 DISTRITO: VENTANILLA

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.UNIT.	PARCIAL	SUBTOTAL
4.00	SUMINISTRO E INST. DE TUBERIAS					
4.01	Tubería C.S.N. unión flexible de 8" (200 mm)	MI.	17331,00	11,28	195493,68	
4.02	Tubería C.S.N. unión flexible de 10" (250 mm)	MI.	1041,50	15,27	15903,71	
4.03	Tubería C.S.N. unión flexible de 12" (300 mm)	MI.	941,50	25,43	23942,35	
4.04	Tubería C.S.N. unión flexible de 14" (350 mm)	MI.	287,10	38,23	10975,83	
4.05	Instalación tub. C.S.N. UF 8" i/prueba hidráulica.	MI.	17331,00	6,09	105545,79	
4.06	Instalación tub. C.S.N. UF 10" i/prueba hidráulica.	MI.	1041,50	8,66	9019,39	
4.07	Instalación tub. C.S.N. UF 12" i/prueba hidráulica.	MI.	941,50	13,36	12578,44	
4.08	Instalación tub. C.S.N. UF 14" i/prueba hidráulica.	MI.	287,10	15,24	4375,40	377834,59
5.00	PRUEBA HIDRAULICA					
5.01	Prueba Hidr. + escorrentia para tub. 8" a z. tapada	MI.	17331,00	1,43	24783,33	
5.02	Prueba Hidr. + escorrentia para tub. 10" a z. tapada	MI.	1041,50	1,77	1843,46	
5.03	Prueba Hidr. + escorrentia para tub. 12" a z. tapada	MI.	941,50	2,58	2429,07	
5.04	Prueba Hidr. + escorrentia para tub. 14" a z. tapada	MI.	287,10	3,13	898,62	29954,48
6.00	BUZONES					
6.01	Buzón Tipo I en TN. hasta 1.50 m. de prof.	Und.	313,00	1331,5	416759,50	
6.02	Buzón Tipo I en TN. hasta 2.00 m. de prof.	Und.	23,00	1558,13	35836,99	
6.03	Buzón Tipo I en TN. hasta 3.00 m. de prof.	Und.	19,00	1941,32	36885,08	
6.04	Buzón Tipo I en TN. hasta 4.00 m. de prof.	Und.	2,00	3054,51	6109,02	495590,59
7.00	BUZONETES					
7.01	Buzonete T-roca s/exp. c/carg.+volq. h=1.00m prof.	Und.	5,00	708,26	3541,30	3541,30

COSTO DIRECTO	1529677,93
GASTOS GENERALES (15 %)	229451,69
UTILIDADES (10 %)	152967,79
SUB TOTAL	1912097,41
IGV (18%)	344177,53
TOTAL PRESUPUESTO	S/. 2256274,94

PRESUPUESTO DE LA LINEA DE IMPULSION No 1

OBRA: PROYECTO DE ALCANTARILLADO
 PROPIETARIO: AA. HH. ANGAMOS, SECTORES I, II Y III
 PROVINCIA: CALLAO
 DISTRITO: VENTANILLA

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.UNIT.	PARCIAL	SUBTOTAL
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.01	Trazo y replanteo	Km	0.202	402.56	81.32	81.32
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.01	Excavación de zanja a máquina TN. D= 4"-6" H= 1.50 m	Ml	202.00	4.31	870.62	
2.02	Refine y Nivelación de Zanja TN. D=4"-6"	Ml	202.00	1.16	234.32	
2.03	Relleno y Compactación de Zanja TN. D=4"-6"	Ml	202.00	10.72	2165.44	
2.04	Eliminación de Desmonte c/c.f. TN D=4"-6"	Ml	202.00	0.84	169.68	3440.08
3.00	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS					
3.01	Tubería AC. 4"	Ml	202.00	16.57	3347.14	
3.02	Instalación de tubería AC. 4" i/prueba hidráulica	Ml	202.00	2.22	448.44	3795.58
4.00	ACCESORIOS					
4.01	Codo F.Fdo. Mzz-105 D=4"	Un.	4	118.88	475.52	
4.02	Instalación Accesorios de F.Fdo. D=4"	Un.	4	27.81	111.24	586.76
5.00	VALVULAS					
5.01	Sum. e instalacion de Valvula de purga F.Fdo. D=3"	Un.	1	1511.94	1511.94	
5.02	Sum. e instalacion de Valvula de aire F.Fdo D= 2"	Un.	1	522.39	522.39	2034.33

COSTO DIRECTO	9938.05
GASTOS GENERALES (15 %)	1490.71
UTILIDADES (10 %)	993.80
SUB TOTAL	<u>12422.56</u>
IGV (18%)	2236.06
TOTAL PRESUPUESTO	S/. <u>14658.62</u>

PRESUPUESTO DE LA LINEA DE IMPULSION No 2

OBRA: PROYECTO DE ALCANTARILLADO
 PROPIETARIO: AA. HH. ANGAMOS. SECTORES I, II Y III
 PROVINCIA: CALLAO
 DISTRITO: VENTANILLA

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.UNIT.	PARCIAL	SUBTOTAL
1.00	<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>					
1.01	Trazo y Replanteo	Km	1.05	402.56	422.69	422.69
2.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					
2.01	Excavación de zanja a máquina TN. D= 16"-18" H= 1.50 m	Ml.	681.50	6.9	4702.35	
2.02	Excav. de zanja a máq. T. Rocoso D= 16"-18" H= 1.50 m	Ml.	368.00	194.03	71403.04	
2.03	Refine y Nivelación de Zanja TN. D=16"-18"	Ml.	681.50	2.36	1608.34	
2.04	Refine y Nivelación de Zanja T. Rocoso D=16"-18"	Ml.	368.00	7.08	2605.44	
2.05	Relleno y Compactación de Zanja TN. D=16"-18"	Ml.	681.50	15.53	10583.70	
2.06	Relleno y Compactación de Zanja T. Rocoso D=16"-18"	Ml.	368.00	40.12	14764.16	
2.07	Eliminación de Desmonte c/c.f. TN. D=16"-18"	Ml.	681.50	3.65	2487.48	
2.08	Eliminación de Desmonte c/c.f. T. Rocoso D=16"-18"	Ml.	368.00	14.37	5288.16	113442.66
3.00	<u>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</u>					
3.01	Tubería AC. 16" A-10 incl.elem. unión + 2% desperd.	Ml.	724.50	179.97	130388.27	
3.02	Tubería C.S.N. unión flexible 16"	Ml.	104.00	46.55	4841.20	
3.03	Tubería C.S.N. unión flexible 18"	Ml.	221.00	56.05	12387.05	
3.04	Instalación de tubería AC. 16" i/prueba hidráulica	Ml.	724.50	14.04	10171.98	
3.05	Instalación tubería CSN UF 16" i/prueba hidráulica	Ml.	104.00	24.07	2503.28	
3.06	Instalación tubería CSN UF 18" i/prueba hidráulica	Ml.	221.00	30.35	6707.35	166999.13
4.00	<u>ACCESORIOS</u>					
4.01	Codo F.Fdo. Mzz-105 D=16"	Un.	7	1291.1	9037.49	
4.02	Instalación Accesorios de F.Fdo. D=16"	Un.	7	123.34	866.88	9904.37
5.00	<u>VALVULAS</u>					
5.01	Válvula de purga F.Fdo. D= 4"	Un.	1	2769.6	2769.55	
5.02	Válvula de aire F.Fdo. D= 3"	Un.	1	1326.8	1326.77	4096.32
6.00	<u>VARIOS</u>					
6.01	Euzones Tipo I en TN. hasta 1.50 m. de profundidad	Un.	4	1331.5	5326.00	
6.02	Rotura y Reposición de vereda Concreto 175	M2	20	59.78	1195.60	
6.03	Rotura y Reposición de Pistas de Asfalto	M2	330	32.04	10573.20	
6.04	Empalme a buzón existente	Un.	1	301.92	301.92	17396.72

COSTO DIRECTO	312761.88
GASTOS GENERALES (15 %)	46914.28
UTILIDADES (10 %)	31276.19
SUB TOTAL	390952.35
IGV (18%)	70371.42
TOTAL PRESUPUESTO	S/. 461323.78

RESUMEN DE PRESUPUESTO

COMPONENTE	PARCIAL
1.00 RED GENERAL DE ALCANTARILLADO	1.527.736,61
2.00 ESTACION DE BOMBEO No 1	178.452,18
3.00 ESTACION DE BOMBEO No 2	609.721,66
4.00 LINEA DE IMPULSION DE DESAGUES No 1	9.938,05
5.00 LINEA DE IMPULSION DE DESAGUES No 2	312.761,88

COSTO DIRECTO	2.638.610,38
GASTOS GENERALES (15 %)	395.791,56
UTILIDADES (10 %)	<u>263.861,04</u>
SUB TOTAL	3.298.262,98
I.G.V (18 %)	<u>593.687,34</u>
MONTO TOTAL PRESUPUESTO	<u>3.891.950,31</u>

10.3 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA: Campamento provisional para la obra

UNIDAD: Glb

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,800	8,18
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	8,000	60,56
47	MO: Peon incluye leyes sociales	Hh	6,58	16,000	105,28
37	Herramientas compl.	%	178,34	2,000	356,68
2	Alambre negro # 8	Kg	1,95	4,500	8,78
43	Campamento: caseta area techada c/s	M2	40,00	18,000	720,00
21	Cemento Portland I (en fca.) S-Pub	Bl	9,66	0,900	8,69
39	Estera 2x3 mts.	Und	22,88	9,000	205,92
32	Flete-transporte local	Kg	0,03	38,250	1,15
38	Hormigón	M3	21,19	0,360	7,63
43	Madera nacional p/ encofrado-carp.	P2	1,60	72,000	115,20
MANO DE OBRA :		178,34			
MAQ-HERRAM. :		3,57			
MATERIALES :		1067,4			
				TOTAL PARTIDA S/.	1249,28

PARTIDA: Cartel de identificación de la obra 3.60 x 2.40 m**UNIDAD: Und.**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,600	6,13
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	8,45	18,000	152,10
47	MO: Peon incluye leyes sociales	Hh	6,85	15,000	102,75
37	Herramientas compl.	%	260,98	2,000	521,96
21	Cemento Portland I (en fca.) S-Pub	Bl	9,66	0,900	8,69
2	Clavosde fierro	Kg	1,95	1,000	1,95
32	Flete-transporte local	Kg	0,03	38,250	1,15
38	Hormigón	M3	21,19	0,360	7,63
43	Madera nacional p/ encofrado-carp.	P2	1,6	70,000	112,00
2	Perno incl. tuerca 3/4" x 6"	Und	4,07	9,000	36,63
54	Pintura esmalte sintetico	Gal	37,5	0,432	16,20
45	Triplay de espesor 6 mm	M2	8,71	8,640	75,25
MANO DE OBRA :		260,98			
MAQ-HERRAM. :		5,22			
MATERIALES :		259,5			
			TOTAL PARTIDA S/.		525,70

PARTIDA: Trazo y Replanteo Inicial del Proyecto, para lineas-redes
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,667	6,82
47	MO: Topógrafo incluye leyes sociales	Hh	10,22	6.667	68136,74
47	MO: Peon incluye leyes sociales	Hh	6,85	20,000	137,00
37	Jalon	Hr	0,69	13.333	9199,77
37	Mira topográfica	Hr	1,38	6.667	9200,46
30	Nivel Topográfico	Hr	6,1	6.667	40668,70
30	Teodolito	Hr	5,51	6.667	36735,17
37	Herramientas compl.	%	211,96	2,000	423,92
30	Cal de obra (en fca.)	Bl	9,98	7,000	69,86
32	Flete adicional	Kg	0,05	4,590	0,23
32	Flete-transporte local	Kg	0,03	214,590	6,44
3	FO Construcción: en fca. costo prom.	Kg	1,03	4,500	4,64
54	Pintura esmalte sintético	Gal	37,5	0,250	9,38
MANO DE OBRA :		211,96			
MAQ-HERRAM. :		100,05			
MATERIALES :		90,55	TOTAL PARTIDA S/.		402,56

PARTIDA: Excavación a maq. T.N. p tub/ 8"-10" hasta 1.50 m prof.
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,007	0,07
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	0,071	0,54
47	MO: Operador de maquinaria-equipos	Hh	8,45	0,071	0,60
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,142	0,97
49	Cargador Retro-excav. de 63 HP	Hm	40,16	0,071	2,85
37	Herramientas complem.	%	2,18	2,000	4,36
MANO DE OBRA :		2,18			
MAQ-HERRAM. :		2,89			
MATERIALES :		0,00	TOTAL PARTIDA S/.		5,07

PARTIDA: Excavación a maq. T.N. p tub/ 12"-14" hasta 1.50 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,009	0,09
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	0,087	0,66
47	MO: Operador de maqui naria-equip	Hh	8,45	0,087	0,74
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,173	1,19
49	Cargador Retro-excav. de 62 HP	Hm	40,16	0,087	3,49
37	Herramientas complem.	%	2,68	2,000	5,36
MANO DE OBRA :		2,68			
MAQ-HERRAM. :		3,54			
MATERIALES :		0,00			
				TOTAL PARTIDA S/.	6,22

PARTIDA: Excavación a maq. T.N. p tub/ 8"-10" hasta 2.00 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,011	0,11
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	0,11	0,80
47	MO: Operador de maqui naria-equip	Hh	8,45	0,106	0,90
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,212	1,45
49	Cargador Retro-excav. de 62 HP	Hm	40,16	0,106	4,26
37	Herramientas complem.	%	3,26	2,000	6,52
MANO DE OBRA :		3,26			
MAQ-HERRAM. :		4,33			
MATERIALES :		0,00			
				TOTAL PARTIDA S/.	7,59

PARTIDA: Excavación a maq. T.N. p tub/ 12"-14" hasta 2.00 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,013	0,13
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	0,125	0,95
47	MO: Operador de maquina-equipos	Hh	8,45	0,125	1,06
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,251	1,72
49	Cargador Retro-excav. de 62 HP	Hm	40,16	0,125	5,02
37	Herramientas complem.	%	3,86	2,000	7,72
MANO DE OBRA :		3,86			
MAQ-HERRAM. :		5,10			
MATERIALES :		0,00			
				TOTAL PARTIDA S/.	8,96

PARTIDA: Excavación a maq. T.N. p tub/ 8"-10" hasta 3.00 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,017	0,17
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	0,169	1,28
47	MO: Operador de maquina-equipos	Hh	8,45	0,169	1,43
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,339	2,32
49	Cargador Retro-excav. de 62 HP	Hm	40,16	0,169	6,79
37	Herramientas complem.	%	5,20	2,000	10,40
MANO DE OBRA :		5,20			
MAQ-HERRAM. :		6,89			
MATERIALES :		0,00			
				TOTAL PARTIDA S/.	12,09

PARTIDA: Excavación a maq. T.N. p tub/ 12"-14" hasta 3.00 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,019	0,19
47	MO: Oficial incl. leyes sociales	Hh	7,57	0,194	1,47
47	MO: Operador de maquinaria-equipos	Hh	8,45	0,194	1,64
47	MO: Peón incl. leyes sociales	Hh	6,85	0,389	2,66
49	Cargador Retro-excav. de 62 HP	Hm	40,16	0,194	7,79
37	Herramientas complem.	%	5,96	2,000	11,92
MANO DE OBRA :		5,96			
MAQ-HERRAM. :		7,91			
MATERIALES :		0,00			
TOTAL PARTIDA S/.					13,87

PARTIDA: Excavación a maq. T.N. p tub/ 8"-10" hasta 4.00 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,028	0,29
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	0,275	2,08
47	MO: Operador de maquinaria-equipos	Hh	8,45	0,275	2,32
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,551	3,77
49	Cargador Retro-excav. de 62 HP	Hm	40,16	0,275	11,04
37	Herramientas complem.	%	8,46	2,000	16,92
MANO DE OBRA :		8,46			
MAQ-HERRAM. :		11,21			
MATERIALES :		0,00			
TOTAL PARTIDA S/.					19,67

PARTIDA: Excavación (s/explo) T.Rocoso p tub/ 8"-10" hasta 1.50 m prof.**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	RECIO UNITARI	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,110	1,12
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	2.195	16616,15
47	MO: Operador de maquina-equipo	Hh	8,45	1.097	9269,65
47	MO: Operario incluye leyes sociales	Hh	8,45	2.195	18547,75
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	4,390	30,07
49	Compresora neumatica 250-330 pcm	Hm	22,90	1.097	25121,30
49	Martillo neumático de 25 a 29 Kg	Hm	5,71	2.195	12533,45
49	Mart: Barreno para perforación	Hm	2,23	2.195	4894,85
37	Herramientas complem.	%	75,63	2,000	151,26
MANO DE OBRA :		75,63			
MAQ-HERRAM. :		44,05			
MATERIALES :		0,00			
				TOTAL PARTIDA S/.	119,68

PARTIDA: Refine y nivelación de zanja TN p/tub 8"-10"**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,002	0,02
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,216	1,48
37	Herramientas complem.	%	1,50	2,000	3,00
MANO DE OBRA :		1,50			
MAQ-HERRAM. :		0,03			
MATERIALES :		0,00			
				TOTAL PARTIDA S/.	1,53

PARTIDA: Refine y nivelación de zanja TN p/tub 12"-14"**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,003	0,03
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,281	1,92
37	Herramientas complem.	%	1,95	2,000	3,90
MANO DE OBRA :		1,95			
MAQ-HERRAM. :		0,04			
MATERIALES :		0,00	TOTAL PARTIDA S/.		1,99

PARTIDA: Refine y nivelación de zanja T. Rocoso p/tub 8"-10"**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,006	0,06
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,648	4,44
37	Herramientas complem.	%	4,50	2,000	9,00
MANO DE OBRA :		2,25			
MAQ-HERRAM. :		0,05			
MATERIALES :		0,00	TOTAL PARTIDA S/.		2,30

PARTIDA: Relleno y Compact. de zanja T.N p/tub 8"-10" hasta 1.50 m prof**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,027	0,28
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,043	0,36
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	1,353	9268,05
48	Compactadora vibradora de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,043	0,11
37	Herramientas complem.	%	9,91	2,000	19,82
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,089	1,51
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,054	0,48
MANO DE OBRA :		9,91			
MAQ-HERRAM. :		0,31			
MATERIALES :		1,99	TOTAL PARTIDA S/.		12,21

PARTIDA: Relleno y Compact. de zanja T.N p/tub 12"-14" hasta 1.50 m prof
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,031	0,32
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,050	0,42
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	1,567	10,73
48	Compactadora vibradora de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,050	0,13
37	Herramientas complem.	%	11,47	2,000	22,94
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,135	2,29
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,063	0,56
MANO DE OBRA :		11,47			
MAQ-HERRAM. :		0,36			
MATERIALES :		2,85	TOTAL PARTIDA S/.		14,68

PARTIDA: Relleno y Compact. de zanja T.N p/tub 8"-10" hasta 2.00 m prof
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,041	0,42
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,066	0,56
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	2,063	14,13
48	Compactadora vibradora de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,066	0,17
37	Herramientas complem.	%	15,11	2,000	30,22
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,089	1,51
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,083	0,74
MANO DE OBRA :		15,11			
MAQ-HERRAM. :		0,47			
MATERIALES :		2,25	TOTAL PARTIDA S/.		17,83

PARTIDA: Relleno y Compact. de zanja T.N p/tub 12"-14" hasta 2.00 m prof
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,047	0,48
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,075	0,63
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	2,358	16,15
48	Compactadora vibradora de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,075	0,19
37	Herramientas complem.	%	17,26	2,000	34,52
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,135	2,29
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,094	0,83
MANO DE OBRA :		17,26			
MAQ-HERRAM. :		0,54			
MATERIALES :		3,12			
				TOTAL PARTIDA S/.	20,92

PARTIDA: Relleno y Compact. de zanja T.N p/tub 8"-10" hasta 3.00 m prof
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,067	0,68
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,108	0,91
47	MO: Pcón incluye leyes sociales	Hh	6,85	3,361	23,02
48	Compactadora vibradora de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,108	0,27
37	Herramientas complem.	%	24,61	2,000	49,22
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,089	1,51
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,135	1,20
MANO DE OBRA :		24,61			
MAQ-HERRAM. :		0,76			
MATERIALES :		2,71			
				TOTAL PARTIDA S/.	28,08

PARTIDA: Relleno y Compact. de zanja T.N p/tub 12"-14" hasta 3.00 m prof.
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,075	0,77
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,121	1,02
47	MO: Pcón incluye leyes sociales	Hh	6,85	3,770	25,82
48	Compactadora vibradora de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,121	0,31
37	Herramientas complem.	%	27,61	2,000	55,22
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,135	2,29
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,151	1,34
MANO DE OBRA :		27,61			
MAQ-HERRAM. :		0,86			
MATERIALES :		3,63		TOTAL PARTIDA S/.	32,10

PARTIDA: Relleno y Compact. de zanja T.N p/tub 8"-10" hasta 4.00 m prof.
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,096	0,98
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,154	1,30
47	MO: Pcón incluye leyes sociales	Hh	6,85	4,802	32,89
48	Compactadora vibradora de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,154	0,39
37	Herramientas complem.	%	35,17	2,000	70,34
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,089	1,51
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,221	1,96
MANO DE OBRA :		35,17			
MAQ-HERRAM. :		1,09			
MATERIALES :		3,47		TOTAL PARTIDA S/.	39,73

PARTIDA: Relleno y Compact. de zanja T.Roc. p/tub 8"-10" hasta 1.50 m prof.
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,034	0,35
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,054	0,46
47	MO: Pcón incluyc leyes sociales	Hh	6,85	2,366	16,21
48	Compactadora vibradora de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,054	0,14
37	Herramientas complem.	%	17,02	2,000	34,04
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,545	9,24
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,051	0,45
4	Material seleccionado dc prestamo	M3	8,50	0,305	2,59
MANO DE OBRA :		17,02			
MAQ-HERRAM. :		0,48			
MATERIALES :		12,28		TOTAL PARTIDA S/.	29,78

PARTIDA: Eliminación desmonte c/c.f. T.N. p/tub 8"-10" para toda prof.
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,001	0,01
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,028	0,24
47	MO: Pcón incluyc leyes sociales	Hh	6,85	0,009	0,06
48	Camión volquete 6 M3	Hm	41,58	0,024	1,00
49	Cargador frontal c/II de 1.5-1.75 yd3	Hm	50,98	0,005	0,25
37	Herramientas complem.	%	0,31	2,000	0,62
MANO DE OBRA :		0,31			
MAQ-HERRAM. :		1,26			
MATERIALES :		0,00		TOTAL PARTIDA S/.	1,57

PARTIDA: Eliminación desmonte c/c.f. T.N. p/tub 12"-14" para toda prof
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,001	0,01
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,050	0,42
47	MO: Pcón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,017	0,12
48	Camión volquete 6 M3	Hm	41,58	0,041	1,70
49	Cargador frontal c/ll de 1.5-1.75 yd3	Hm	50,98	0,008	0,41
37	Herramientas complem.	%	0,55	2,000	1,10
MANO DE OBRA :		0,55			
MAQ-HERRAM. :		2,12			
MATERIALES :		0,00	TOTAL PARTIDA S/.		2,67

PARTIDA: Eliminación desmonte c/c.f. T.Roc. p/tub 8"-10" hasta 1.50 m prof.
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,003	0,03
47	Operador de maquinaria equipo	Hh	8,45	0,169	1,43
47	MO: Pcón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,056	0,38
48	Camión volquete 6 M3	Hm	41,58	0,141	5,86
49	Cargador frontal c/ll de 1.5-1.75 yd3	Hm	50,98	0,028	1,43
37	Herramientas complem.	%	1,84	2,000	3,68
MANO DE OBRA :		1,84			
MAQ-HERRAM. :		7,33			
MATERIALES :		0,00	TOTAL PARTIDA S/.		9,17

PARTIDA: Tubería C.S.N. unión flexible 8" (200 mm)

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
69	CONCRETO: Tubería CSN-UF 8" (200 mm)	MI	9,00	1,030	9,27
32	Flete-transporte local	Kg	0,03	67,000	2,01
MANO DE OBRA :		0,00			
MAQ-HERRAM. :		0,00			
MATERIALES :		11,28			
TOTAL PARTIDA S/.					11,28

PARTIDA: Tubería C.S.N. unión flexible 10" (250 mm)

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
69	CONCRETO: Tubería CSN-UF 10" (250 mm)	MI	12,00	1,030	12,36
32	Flete-transporte local	Kg	0,03	97,000	2,91
MANO DE OBRA :		0,00			
MAQ-HERRAM. :		0,00			
MATERIALES :		15,27			
TOTAL PARTIDA S/.					15,27

PARTIDA: Tubería C.S.N. unión flexible 12" (300 mm)

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
69	CONCRETO: Tubería CSN-UF 12" (300 mm)	MI	20,00	1,030	20,60
32	Flete-transporte local	Kg	0,03	161,000	4,83
MANO DE OBRA :		0,00			
MAQ-HERRAM. :		0,00			
MATERIALES :		25,43			
TOTAL PARTIDA S/.					25,43

PARTIDA: Tubería C.S.N. unión flexible 14" (350 mm)

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
69	CONCRETO: Tubería CSN-UF 14" (350 mm)	MI	31,00	1,030	31,93
32	Flete-transporte local	Kg	0,03	210,000	6,30
MANO DE OBRA :		0,00			
MAQ-HERRAM. :		0,00			
MATERIALES :		38,23			
TOTAL PARTIDA S/.					38,23

PARTIDA: Prueba hidraul + escorrentia de tub 8" (200 mm) a zanja tapada**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,006	0,06
47	MO: Operario incluye leyes sociales	Hh	8,45	0,055	0,46
47	MO: Pcón incluyc leyes sociales	Hh	6,85	0,055	0,38
37	Herramientascomplem.	%	0,90	2,000	1,80
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,057	0,51
MANO DE OBRA :		0,90			
MAQ-HERRAM. :		0,02			
MATERIALES :		0,51		TOTAL PARTIDA S/.	1,43

PARTIDA: Prueba hidraul + escorrentia de tub 10" (250 mm) a zanja tapada**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,006	0,06
47	MO: Operario incluye leyes sociales	Hh	8,45	0,061	0,52
47	MO: Pcón incluyc leyes sociales	Hh	6,85	0,061	0,42
37	Herramientascomplem.	%	1,00	2,000	2,00
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,084	0,75
MANO DE OBRA :		1,00			
MAQ-HERRAM. :		0,02			
MATERIALES :		0,75		TOTAL PARTIDA S/.	1,77

PARTIDA: Prueba hidraul + escorrentia de tub 12" (300 mm) a zanja tapada**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,007	0,07
47	MO: Operario incluye leyes sociales	Hh	8,45	0,068	0,57
47	MO: Pcón incluyc leyes sociales	Hh	6,85	0,113	0,77
37	Herramientascomplem.	%	1,41	2,000	2,82
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,128	1,14
MANO DE OBRA :		1,41			
MAQ-HERRAM. :		0,03			
MATERIALES :		1,14		TOTAL PARTIDA S/.	2,58

PARTIDA: Instalación tubería C.S.N. unión flexible 8" (200 mm) i/prueba hid.**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,015	0,15
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,75	0,111	0,86
47	MO: Opcrario incluyc leyes sociales	Hh	8,45	0,148	1,25
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,426	2,92
37	Herramientascomplem.	%	5,16	2,000	10,32
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,094	0,83
MANO DE OBRA :		5,16			
MAQ-HERRAM. :		0,10			
MATERIALES :		0,83			
				TOTAL PARTIDA S/.	6,09

PARTIDA: Instalación tubería C.S.N. unión flexible 10" (250 mm) i/prueba hid.**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,017	0,17
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,75	0,133	1,03
47	MO: Opcrario incluyc leyes sociales	Hh	8,45	0,174	1,47
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	0,701	4,80
37	Herramientascomplem.	%	7,49	2,000	14,98
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,115	1,02
MANO DE OBRA :		7,49			
MAQ-HERRAM. :		0,15			
MATERIALES :		1,02			
				TOTAL PARTIDA S/.	8,66

PARTIDA: Instalación tubería C.S.N. unión flexible 12" (300 mm) i/prueba hid.**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,020	0,20
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	0,157	1,19
47	MO: Oprador de maquinaria-equipos	Hh	8,45	0,157	1,33
47	MO: Operario incluye leyes sociales	Hh	8,45	0,202	1,71
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	1,032	7,07
37	Tecler-trípode incluye cadena para 5 ton.	Hr	2,44	0,157	0,38
37	Herramientas completas	%	11,5	2,000	23,00
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,141	1,25
MANO DE OBRA :		11,5			
MAQ-HERRAM. :		0,61			
MATERIALES :		1,25	TOTAL PARTIDA S/.		13,36

PARTIDA: Instalación tubería C.S.N. unión flexible 14" (350 mm) i/prueba hid.**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,023	0,24
47	MO: Oficial incluye leyes sociales	Hh	7,57	0,178	1,35
47	MO: Oprador de maquinaria-equipos	Hh	8,45	0,178	1,50
47	MO: Operario incluye leyes sociales	Hh	8,45	0,228	1,93
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	1,168	8,00
37	Tecler-trípode incluye cadena para 5 ton.	Hr	2,44	0,178	0,43
37	Herramientas completas	%	13,02	2,000	26,04
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,172	1,53
MANO DE OBRA :		13,02			
MAQ-HERRAM. :		0,69			
MATERIALES :		1,53	TOTAL PARTIDA S/.		15,24

PARTIDA: Prueba hidraul + escorrentia de tub 14" (350 mm) a zanja tapada
UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,008	0,08
47	MO: Operario incluye leyes sociales	Hh	8,45	0,075	0,63
47	MO: Pcón incluy leyes sociales	Hh	6,85	0,125	0,86
37	Herramientas complem.	%	1,57	2,000	3,14
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,173	1,53
MANO DE OBRA :		1,57			
MAQ-HERRAM. :		0,03			
MATERIALES :		1,53	TOTAL PARTIDA S/.		3,13

PARTIDA: Buzón I T.N. c/carg. + volquete hasta 1.50 m prof.**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	1,583	16,18
47	MO: Oficial incl. leyes s.	Hh	7,57	7,745	58,63
47	Operador de maq.-equipo	Hh	8,45	3,714	31,38
47	MO: Opcrario incluyc leyes sociales	Hh	8,45	15,536	131,28
47	MO: Peón incl. leyes soc.	Hh	6,85	59,211	405,60
48	Camión volquete 6 M3	Hm	41,58	0,467	19,42
48	Camioneta pick up de 1 ton 4 x 2	Hm	10,37	0,500	5,19
49	Cargador frontal c/ll de 1.5-1.75 yd3	Hm	50,98	0,093	4,74
37	Cizalla para corte fierro	Hr	1,96	0,722	1,42
48	Compactadora vib. de plancha 4 HP		2,53	0,122	0,31
48	Encofrado metalico p/constr. buzón - sim.	M2	2	10,500	21,00
48	Mezcladora tambor de 11 p3	Hm	6,43	1,334	8,58
49	Vibrador de concreto 3/4" - 2"	Hm	1,89	1,201	2,27
37	Herramientas complem.	%	643,07	2,000	1286,14
2	Alambre negro # 8	Kg	1,95	0,884	1,72
2	Alambre negro # 16	Kg	1,95	0,950	1,85
4	Arena fina	M3	15,85	0,024	0,38
4	Arena gruesa	M3	16,95	1,188	20,14
21	Cemento Portland I (en fca.) S-Pub	B1	9,66	20,430	197,35
2	Clavos dc fierro	Kg	1,95	0,782	1,52
32	Flete adicional	Kg	0,05	19,950	1,00
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,726	6,44
32	Flete transporte local	Kg	0,03	1013,239	30,40
3	FO construccion: en fca.	Kg	1,03	19,950	20,55
43	Madera adicional p/ encofrado-carp	P2	1,60	27,234	43,57
50	Marco Fo Fdo diametro interior = 0.60 m	Und	114,00	1,000	114,00
5	Piedra partida de 1/2" - 3/4"	M3	47,46	2,094	99,38
31	Tapa concreto armado perfil FF 0.60 m/Bz	Und	74,34	1,000	74,34
MANO DE OBRA :		643,07			
MAQ-HERRAM. :		74,79			
MATERIALES :		612,64			
			TOTAL PARTIDA S/.	1330,50	

PARTIDA: Buzón I T.N. c/carg. + volquete hasta 2.00 m prof.**UNIDAD: MI**

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	1,906	19,48
47	MO: Oficial incl. leyes s.	Hh	7,57	8,278	62,66
47	Operador de maq.-equipo	Hh	8,45	4,456	37,65
47	MO: Opcrario incluye leyes sociales	Hh	8,45	17,819	150,57
47	MO: Peón incl. leyes soc.	Hh	6,85	76,217	522,09
48	Camión volquete 6 M3	Hm	41,58	0,584	24,28
48	Camioneta pick up de 1 ton 4 x 2	Hm	10,37	0,500	5,19
49	Cargador frontal c/ll de 1.5-1.75 yd3	Hm	50,98	0,116	5,91
37	Cizalla para corte fierro	Hr	1,96	0,722	1,42
48	Compactadora vib. de plancha 4 HP		2,53	0,191	0,48
48	Encofrado metalico p/constr. buzón - sim.	M2	2	14,000	28,00
48	Mezclad. tambor 11 p3	Hm	6,43	1,601	10,29
49	Vibrador de concreto 3/4" - 2"	Hm	1,89	1,468	2,77
37	Herramientas complcm.	%	792,45	2,000	1584,90
2	Alambre negro # 8	Kg	1,95	0,844	1,65
2	Alambre negro # 16	Kg	1,95	0,950	1,85
4	Arena fina	M3	15,85	0,024	0,38
4	Arena gruesa	M3	16,95	1,384	23,46
21	Cemento Portland I (en fca.) S-Pub	Bl	9,66	23,913	231,00
2	Clavos de fierro	Kg	1,95	0,782	1,52
32	Flete adicional	Kg	0,05	19,950	1,00
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,875	7,76
32	Flete transporte local	Kg	0,03	1161,479	34,84
3	FO construcc: en fca.	Kg	1,03	19,950	20,55
43	Madera adicional p/ encofrado-carp	P2	1,60	27,234	43,57
50	Marco Fo Fdo diametro interior = 0.60 m	Und	114,00	1,000	114,00
5	Piedra partida dc 1/2" - 3/4"	M3	47,46	2,434	115,52
31	Tapa concreto armado perfil FF 0.60 m/Bz	Und	74,34	1,000	74,34
MANO DE OBRA :		792,45			
MAQ-HERRAM. :		94,19			
MATERIALES :		671,49	TOTAL PARTIDA S/.		1558,13

PARTIDA: Buzón I T.N. c/carg. + volquete hasta 3.00 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	2,462	25,16
47	MO: Oficial incl. leyes soc	Hh	7,57	9,211	69,73
47	Operador de maq.-equipo	Hh	8,45	5,743	48,53
47	MO: Opcrario incluyc leyes sociales	Hh	8,45	22,252	188,03
47	MO: Peón incl. leyes soc.	Hh	6,85	103,111	706,31
48	Camión volquete 6 M3	Hm	41,58	0,818	34,01
48	Camioneta pick up de 1 ton 4 x 2	Hm	10,37	0,500	5,19
49	Cargador frontal c/ll de 1.5-1.75 yd3	Hm	50,98	0,162	8,26
37	Cizalla para corte fierro	Hr	1,96	0,722	1,42
48	Compactadora vib. de plancha 4 HP		2,53	0,265	0,67
48	Encofrado metalico p/constr. buzón - sim.	M2	2,00	21,000	42,00
48	Mezclad. tambor 11 p3	Hm	6,43	2,068	13,30
49	Vibrador de concreto 3/4" - 2"	Hm	1,89	1,935	3,66
37	Herramientas complcm.	%	1037,76	2,000	2075,52
2	Alambre negro # 8	Kg	1,95	0,884	1,72
2	Alambre negro # 16	Kg	1,95	0,950	1,85
4	Arena fina	M3	15,85	0,024	0,38
4	Arena gruesa	M3	16,95	1,727	29,27
21	Cemento Portland I (en fca.) S-Plub	Bl	9,66	30,022	290,01
2	Clavos de fierro	Kg	1,95	0,782	1,52
32	Flete adicional	Kg	0,05	19,950	1,00
32	Agua + transporte	M3	8,87	1,092	9,69
32	Flete transporte local	Kg	0,03	1420,899	42,63
3	FO construcc: en fca.	Kg	1,03	19,950	20,55
43	Madera adicional p/ encofrado-carp	P2	1,60	27,234	43,57
50	Marco Fo Fdo diametro interior = 0.60 m	Und	114,00	1,000	114,00
5	Piedra partida dc 1/2" - 3/4"	M3	47,46	3,029	143,76
31	Tapa concreto armado perfil FF 0.60 m/Bz	Und	74,34	1,000	74,34
MANO DE OBRA :		1037,76			
MAQ-HERRAM. :		129,27			
MATERIALES :		774,29			
			TOTAL PARTIDA S/.	1941,32	

PARTIDA: Buzón I T.N. c/carg. + volquete hasta 4.00 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	3,993	40,81
47	MO: Oficial incl. leyes soc	Hh	7,57	13,397	101,42
47	Operador de maq.-equipo	Hh	8,45	9,341	78,93
47	MO: Opcrario incluyc leyes sociales	Hh	8,45	35,189	297,35
47	MO: Peón incluye leyes sociales	Hh	6,85	174,336	1194,20
48	Camión volquete 6 M3	Hm	41,58	1,557	64,74
48	Camioneta pick up de 1 ton 4 x 2	Hm	10,37	0,500	5,19
49	Cargador fron c/ll de 1.5-1.75 yd3	Hm	50,98	0,313	15,96
37	Cizalla para corte fierro	Hr	1,96	1,482	2,90
48	Compactadora vib. de plancha 4 HP		2,53	0,419	1,06
48	Encofrado metalico p/constr. buzón - sim.	M2	2	36,100	72,20
48	Mezclad. tambor 11 p3	Hm	6,43	3,334	21,44
49	Vibrador de concreto 3/4" - 2"	Hm	1,89	3,201	6,05
37	Herramientas complem.	%	1712,71	2,000	3425,42
2	Alambre negro # 8	Kg	1,95	1,014	1,98
2	Alambre negro # 16	Kg	1,95	1,950	3,80
4	Arena fina	M3	15,85	0,035	0,55
4	Arena gruesa	M3	16,95	2,760	46,78
21	Cemento Portland I (en fca.) S-Pub	Bl	9,66	48,238	465,98
2	Clavos dc fierro	Kg	1,95	0,957	1,87
32	Flete adicional	Kg	0,05	40,950	2,05
32	Agua + transporte	M3	8,87	1,731	15,35
32	Flete transporte local	Kg	0,03	2216,045	66,48
3	FO construcc: en fca.	Kg	1,03	40,950	42,18
43	Madera adicional p/ encofrado-carp	P2	1,60	33,147	53,04
50	Marco Fo Fdo diametro interior = 0.60 m	Und	114,00	1,000	114,00
5	Piedra partida de 1/2" - 3/4"	M3	47,46	4,838	229,61
31	Tapa concreto armado perfil FF 0.60 m/Bz	Und	74,34	1,000	74,34
MANO DE OBRA :			1712,71		
MAQ-HERRAM. :			223,79		
MATERIALES :			1118,01		
				TOTAL PARTIDA S/.	3054,51

PARTIDA: Buzonete T.Rocoso c/carg. + volquete hasta 1.00 m prof.

UNIDAD: MI

IU	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNIT.	PROPORCION	PARCIAL
47	MO: Capataz incluye leyes sociales	Hh	10,22	0,578	5,91
47	MO: Oficial incl. leyes s.	Hh	7,57	6,413	48,55
47	Operador de maq.-equipo	Hh	8,45	2,981	25,19
47	MO: Oprario incluyc leyes sociales	Hh	8,45	8,066	68,16
47	MO: Peón incl. leyes soc.	Hh	6,85	18,421	126,18
48	Camión volquete 6 M3	Hm	41,58	0,140	5,82
48	Camioneta pick up de 1 ton 4 x 2	Hm	10,37	0,500	5,19
49	Cargador fron c/ll de 1.5-1.75 yd3	Hm	50,98	0,028	1,43
37	Cizalla para corte fierro	Hr	1,96	0,304	0,60
48	Compactadora vib. de plancha 4 HP	Hm	2,53	0,018	0,05
49	Compresora neumática 250-330 pcm	Hm	22,9	1,293	29,61
48	Encofrado metalico p/constr. buzón - sim.	M2	2	1,400	2,80
49	Martillo neumático dc 25 a 29 Kg	Hm	5,71	2,585	14,76
49	Mart: Cíncel para corte-demolición	Est	2,23	2,585	5,76
48	Mezclad. tambor 1 l p3	Hm	6,43	0,533	3,43
49	Vibrador de concreto 3/4" - 2"	Hm	1,89	0,466	0,88
37	Herramientas complem.	%	273,99	2,000	547,98
2	Alambre negro # 8	Kg	1,95	0,468	0,91
2	Alambre negro # 16	Kg	1,95	0,400	0,78
4	Arena fina	M3	15,85	0,007	0,11
4	Arena gruesa	M3	16,95	0,446	7,56
21	Cemento Portland I (en fca.) S-Pub	Bl	9,66	7,588	73,30
2	Clavos de fierro	Kg	1,95	0,434	0,85
32	Flete adicional	Kg	0,05	8,400	0,42
32	Agua + transporte	M3	8,87	0,279	2,47
32	Flete transporte local	Kg	0,03	455,869	13,68
3	FO construcc: en fca.	Kg	1,03	8,400	8,65
43	Madera adicional p/ encofrado-carp	P2	1,60	15,054	24,09
50	Marco Fo Fdo diametro interior = 0.60 m	Und	114,00	1,000	114,00
5	Piedra partida de 1/2" - 3/4"	M3	47,46	0,786	37,30
31	Tapa concreto armado perfil FF 0.60 m/Bz	Und	74,34	1,000	74,34
MANO DE OBRA :		273,99			
MAQ-HERRAM. :		75,81			
MATERIALES :		358,46			
				TOTAL PARTIDA S/.	708,26

10.4 FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE AUTOMATICO

OBRA: ALCANTARILLADO DEL A.A.H.H. ANGAMOS

UBICACION:

Distrito	Ventanilla
Provincia	Callao
Depto.	Lima

$$K = 0,432 \frac{J_r}{J_o} + 0,112 \frac{T_r}{T_o} + 0,129 \frac{CMF_r}{CMF_o} + 0,106 \frac{E_r}{E_o} + 0,015 \frac{D_r}{D_o} + 0,053 \frac{F_r}{F_o} + 0,153 \frac{GU_r}{GU_o}$$

donde:

K = Coeficiente de reajuste automático de Precios

r = Índice Unificado de precios a la fecha de reajuste

o = Índice Unificado de precios a la fecha del Precio Base (Mayo 97)

Simbolo	Concepto	Código CREPCO	Participación %	Coef. de Incidencia
J	Mano de Obra	47	100%	0,432
T	Tubería de concreto simple	69	100%	0,112
CMF	Cemento Portland Tipo I	21	70,54%	0,129
	Madera nacional para enc.	43	7,75%	
	Marco Fierro Fundido	50	21,71%	
E	Maquinaria y Equipo Nacional	48	28,3%	0,106
	Maquinaria y Equipo Importado	49	63,2%	
	Herramientas	37	8,5%	
D	Tapa de concreto	31	100%	0,015
F	Flete terrestre	32	100%	0,053
GU	Indice de Precios al consumidor	39	100%	0,153

CAPITULO XI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Por razones topográficas, el sistema de alcantarillado del Asentamiento Humano Angamos se ha dividido en dos áreas de drenaje, cada una con un punto de descarga. El área de drenaje N° 1 corresponde a una parte del Sector II y está limitada por : Calle A, Pasaje 81, Avenida B y Calle 10 . El área de drenaje N° 2 corresponde a la zona restante del A.H. Angamos, es decir el Sector I, parte del Sector II y el Sector III.
2. El área de drenaje N° 1 (ubicada en el Sector I) descarga sus desagües en la Estación de Bombeo N° 1, la que a su vez impulsa las aguas servidas al Buzón proyectado 173. El área de drenaje N° 2 (ubicada en el Sector III), descarga sus desagües en la Estación de Bombeo N° 2 para ser llevados a través de la línea de impulsión hasta el buzón proyectado N° 1 donde luego discurre por gravedad hasta llegar al buzón existente 473.
3. El diseño de las redes de alcantarillado se ha realizado mediante el Cálculo Computarizado SEWER y también empleando la forma manual de cálculo hidráulico ; ambos basados en el Método del Caudal Unitario. El primero se ha empleado para el diseño de los colectores principales y el segundo para los colectores secundarios, con la finalidad de facilitar los cálculos.
4. Para el diseño de las estaciones de bombeo se ha empleado el Método Matemático y se ha considerado el equipo de bombeo, por lo que la Estación de Bombeo N° 1 ($Q_b = 8.032$ lps) será de tipo buzón y la Estación de Bombeo N° 2 ($Q_b = 250.90$ lps), tendrá forma rectangular.
5. Siendo que algunas zonas del A.H. Angamos son rocosas, se ha considerado conveniente colocar buzonetes, con la finalidad de minimizar costos. Se instalarán solamente en calles angostas donde no existe tránsito vehicular. Para ubicar tales zonas se ha tenido en cuenta el Estudio de Suelos.

6. Para el cálculo hidráulico de las tuberías de alcantarillado, se ha aplicado la fórmula de Ganguillet - Kutter y el coeficiente de rugosidad de Manning.
7. Las aguas residuales evacuadas mediante el sistema de alcantarillado proyectado serán predominantemente de origen doméstico, probablemente de concentración media, las cuales serán tratadas en las lagunas de oxidación existentes de Ventanilla.
8. Con la finalidad de minimizar los impactos negativos que pudieran producirse durante las etapas de ejecución y operación del proyecto, se recomienda poner en práctica las acciones indicadas en Capítulo 8.

BIBLIOGRAFIA

1. AROCHA R., Simón. Cloacas y Drenaje en Teoría y Diseño. 19 Edición 1983.
2. AZEVEDO Netto y Acosta Alvarez. Manual de Hidráulica. Sexta Edición, Editorial Hasla. México 1975.
3. CASTILLO Rodolfo. Fórmulas Polinómicas de Reajuste Automático en Obras de Construcción. CAPECO, Lima 1990.
4. CAPECO. Reglamento Nacional de Construcciones. 8^{va} Edición. Lima, Enero 1992.
5. FAIR, Geyes y Okun. Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. 1^{ra} Edición. Editorial Limusa .México 1988.
6. GTZ. Módulos de Formación y Perfeccionamiento del Personal de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. CEPIS/ OPS/ OMS. Lima Noviembre , 1989.
7. GTZ. Manual de Disposición de Aguas Residuales . CEPIS, Tomo I.
8. METCALF Eddy . Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales. 1^{ra} Edición, Editorial Labor. Barcelona. Mayo 1977.
9. NORIEGA, RUDDY. Corrosión Biogénica en Sistemas de Alcantarillado.
10. RIVAS Mijares, Gustavo. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado 3^{ra}. Edición, 1983.
11. ROCHA, Arturo. Hidráulica de Tuberías y Canales. Vol. II. UNI/FIC. Lima, 1987.
12. SEDAPAL. Nuevo Reglamento de Elaboración de Proyectos.
13. SEDAPAL. Especificaciones Técnicas de Ejecución de Obras. Lima, Mayo 1986.