

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EXPEDIENTE TÉCNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL  
CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA-NUEVO IMPERIAL-CAÑETE  
DISEÑO DE REDES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**SANTIAGO MAICKEL ESPICHAN LARA**

**Lima – Perú**

**2010**

## INDICE

RESUMEN.....	3
LISTA DE CUADROS.....	4
LISTA DE GRAFICOS.....	5
LISTA DE SIMBOLOS Y DE SIGLAS.....	7
INTRODUCCION.....	10

### **CAPITULO I. GENERALIDADES**

1.1 DATOS PRELIMINARES.....	12
1.1.1 ANTECEDENTES.....	12
1.1.2 JUSTIFICACION.....	12
1.1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	12
1.1.4 ASPECTO SOCIOECONOMICO.....	13
1.1.5 ASPECTO URBANO.....	15
1.1.6 NECESIDADES O REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	15
1.1.7 ESTUDIO DEL MERCADO.....	16

### **CAPITULO II. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

2.1 ALCANTARILLADO.....	20
2.1.1 CLASIFICACION DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	20
2.1.2 CLASIFICACION DE UNA RED DE ALCANTARILLADO.....	21
2.2 ALCANTARILLADO SANITARIO.....	25
2.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	25
2.2.2 TIPO DE TUBERIA.....	26
2.2.3 PENDIENTE DE LA TUBERIA.....	27
2.2.4 VELOCIDAD DE FLUJO.....	28
2.2.5 BUZONES DE INSPECCION, TIPOS.....	29
2.2.6 EMISOR.....	35
2.2.7 SISTEMA DE DISPOSICION FINAL.....	36

### **CAPITULO III. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

3.1 PENDIENTES MINIMAS Y MAXIMAS.....	38
3.2 VELOCIDADES MINIMAS Y MAXIMAS.....	39
3.3 CALIDAD Y DIAMETRO DE LA TUBERIA.....	40
3.4 CALCULO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO.....	41

### **CAPITULO IV. CONEXIONES DOMICILIARIAS**

4.1 CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGÜE.....	93
4.1.1 COMPONENTES.....	94
4.1.2 SISTEMAS DE INSTALACION.....	95

<b>CONCLUSIONES</b> .....	97
---------------------------	----

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	98
------------------------------	----

<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	99
---------------------------	----

<b>ANEXOS</b> .....	101
---------------------	-----

## RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia corresponde al “Expediente Técnico del Sistema de Alcantarillado del Centro Poblado Menor la Florida”, el Centro Poblado Menor La Florida se encuentra en el distrito de Nuevo Imperial, provincia de Cañete, departamento de Lima, en lo que corresponde al diseño de redes y conexiones domiciliarias de aguas residuales se tiene como base el estudio de factibilidad viabilizado, estudio preliminar que se realizó con el apoyo que proporcionó la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería al consejo distrital de Nuevo imperial.

La red está diseñada para una población futura de 4269 habitantes y un periodo de 20 años, con el cual el sistema debe funcionar eficientemente.

Todo el sistema de recolección de aguas residuales se unirá en la parte baja de la ciudad, para derivar las aguas servidas al emisor final, el mismo que evacuará aguas abajo, a una planta de tratamiento (Laguna de oxidación). El presente proyecto no define la ubicación final de la posible laguna porque deben solucionar problemas de litigio con los dueños de los terrenos del área prevista para su construcción. La ubicación definitiva de la planta será definida de acuerdo a las coordinaciones que realicen las autoridades competentes del distrito de Nuevo Imperial con los propietarios involucrados.

Para el cálculo de las dimensiones de la red se empleó el programa sewercad, este software determina velocidades medias, tirantes normales de agua, relaciones tirantes/diámetro y determina en base a un análisis de flujo gradualmente variado tirantes en el inicio y salida de las tuberías, apoyándonos a visualizar curvas de remanso para el control del desbordamiento del flujo en los buzones aguas abajo, en los cálculos se obtuvo en base a los datos de diseño velocidades que se encuentran dentro de los límites permisibles, excepto en algunos tramos de arranque de las tuberías.

## LISTA DE CUADROS

CUADRO Nº	DESCRIPCION	PÁGINA
1.1	Enfermedades que afectan al C.P. La Florida	14
1.2	Zonificación del Centro Poblado	15
1.3	Análisis de demanda de alcantarillado	17
1.4	Balance oferta-demanda	19
2.1	Separación Máxima en cámaras de inspección	30
2.2	Dimensiones de cajas de registro	32
3.1	Pendientes mínimas de colectores	38
3.2	Velocidad máxima	39
3.3	Aporte de infiltración por longitud de tubería	46
3.4	Datos de población (Nuevo Imperial-Cañete-Lima)	50
3.5	Cálculo de la tasa de crecimiento con el método aritmético	50
3.6	Cálculo de la tasa de crecimiento con el método interés simple	51
3.7	Cálculo de la tasa de crecimiento con el método geométrico	51
3.8	Cuadro comparativo de los métodos mencionados	52
3.9	Cuadro resumen utilizando las dotaciones según el tipo de uso para el cálculo del caudal máximo horario	59
3.10	Cuadro resumen utilizando las dotaciones de agua para edificaciones destinadas al alojamiento de animales y dotación de agua para mataderos públicos para el cálculo del caudal máximo horario	59
3.11	Áreas contribuyentes por tramo (bz-1-3 hasta bz-15-40) y cálculo del caudal de aporte	62
3.12	Áreas contribuyentes por tramo (bz-49-19 hasta bz-103-90) y cálculo del caudal de aporte	63
3.13	Áreas contribuyentes por tramo (bz-102-92 hasta bz-118-120) y cálculo del caudal de aporte	64
3.14	Cuadro de Resultados en la red	82
3.15	Cuadro de resultados en el emisor	92

## LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO N°	DESCRIPCION	PÁGINA
1.1	Balance oferta-demanda	19
2.1	Esquema de un alcantarillado perpendicular sin interceptor	22
2.2	Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor	22
2.3	Alcantarillado tipo zonal	23
2.4	Alcantarillado en abanico	24
2.5	Sistema tipo radial	24
2.6	Sistema en bayoneta	25
2.7	Sección típica de buzonetas	32
2.8	Buzón tipo I (para tuberías de $\varnothing$ hasta 600 mm)	34
2.9	Buzón tipo II (para tuberías $\varnothing$ de 650mm a 1200mm)	34
2.10	Buzón tipo III (para tuberías de $\varnothing$ mayores a 1300 mm)	35
3.1	Tubería parcialmente lleno	48
3.2	Curva S de crecimiento vegetativo	50
3.3	Curva obtenida con el método aritmético	53
3.4	Curva obtenida con el método geométrico	53
3.5	Curva obtenida con el método de interés simple	53
3.6	Comparación gráfica de los resultados obtenidos por los tres métodos	54
3.7	Trazo de la red analizado en el programa	66
3.8	Ubicación de componentes en el programa	67
3.9	Trazado de tuberías empleando la barra de prototipos	67
3.10	Ingreso de datos al programa a través de ventanas de diálogo	68
3.11	Selección de la opción tabular	69
3.12	Ingreso de datos al programa a través de tablas	69
3.13	Ingreso de cargas al programa	70
3.14	Selección de la opción (Pattern load- base flow & Pattern)	71
3.15	Creando la alternativa de infiltración	71
3.16	Ingreso de datos en la alternativa de Infiltración	72

<b>GRAFICO N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PÁGINA</b>
3.17	Creación de escenarios para el cálculo de la carga de infiltración	72
3.18	Selección de la alternativa de infiltración e influjo en escenarios	73
3.19	Ejecución del programa en escenarios	73
3.20	Procedimiento para el cálculo	74
3.21	Ventana de resultados	75
3.22	Tabla de resultados	75
3.23	Trazo de la red emisora con el programa	85
3.24	Adición de cargas al programa	86
3.25	Creación de la alternativa infiltración	87
3.26	Creación del escenario para el cálculo del caudal de Infiltración	87
3.27	Ventana de rango de parámetros para verificar el diseño	88
3.28	Ventana de ejecución del programa	88
4.1	Conexión domiciliaria para centros que generen alto riesgo de obstrucción en el colector	93
4.2	Colector con conexión domiciliaria con cachimba y silla	96
4.3	Conexión domiciliaria con derivaciones yee, tee y cachimba tee	96

## LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

<b>SIMBOLO/SIGLA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
PUND	Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo
Ha	Hectárea
$\sigma_t$	Tensión Tractiva
$\gamma$	Peso específico
$R_h$	Radio Hidráulico
S	Pendiente del colector
N	coeficiente de rugosidad
V	Velocidad
C	Coeficiente de Chezy
$\varnothing$	Diámetro
Q	Caudal
A	Área
$P_{(2009)}$	Población al año 2009
$P_{(2029)}$	Población al año 2029
N	Nacimientos
D	Defunciones
I	Inmigraciones
E	Emigraciones
$P_{ft}$	Población flotante
P	Población
$K_1$	Coeficiente del caudal máximo diario
$K_2$	Coeficiente del caudal máximo horario
D	Dotación
$Q_p$	Caudal Promedio
$Q_{max. hor.}$	Caudal máximo horario.
$Q_{descarga}$	Caudal de descarga.
I	Infiltración
$q_u$	Caudal unitario
$Q_d$	Caudal de diseño
$A_t$	Área Total de influencia
$q_{inf}$	Caudal de infiltración (l/s/m)
$A_d$	Área drenada del tramo (ha)

<b>SIMBOLO/SIGLA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
$l_t$	Longitud del Tramo de tubería.
y	Tirante de agua
D	Diámetro de la tubería
$A_f$	Área del flujo
P	Perímetro Mojado
$\Theta$	Ángulo central
n	Coefficiente de rugosidad de Manning
K	Tasa de crecimiento poblacional método aritmético
$P_o$	Población inicial
$P_f$	Población futura (hab).
$T_f$	Tiempo futuro
$T_o$	Tiempo inicial
r	Tasa de crecimiento poblacional.
$P_{(inicial)}$	Población inicial
$P_{(futura)}$	Población futura
$Q_m$	Caudal medio
a	número de colegios.
b	número de personas en la institución educativa.
Dot	Dotación.
$A_c$	Área para uso comercial
c	Número de Consultorios
$A_r$	Área Total reservada para el uso de centros comunales
d	Número de centros de producción dedicadas a la crianza de animales.
e	Número total de aves alojadas
p	peso promedio de las aves.
$Q_{máx. Total}$	Caudal máximo horario total
Bz	Buzón
$V_c$	Velocidad crítica
g	Aceleración de la gravedad.
PVC	Cloruro de Polivinilo
$S_{min}$	Pendiente mínima

<b>SIMBOLO/SIGLA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Qi	Flujo máximo de diseño l/s.
Vf	Velocidad final
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones
UF	Unión Flexible
DN	Diámetro Nominal

## INTRODUCCION

Para toda ciudad, tener un sistema de alcantarillado es una necesidad básica. El Centro Poblado Menor La Florida no cuenta con una red de alcantarillado que pueda transportar las aguas residuales, por lo que se ha identificado esta ausencia de infraestructura de saneamiento la cual se implementará en el centro poblado con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los pobladores, procediendo al diseño de la red.

El desarrollo del informe se basó primero en la recopilación de información para el diseño de redes, sean planos existentes de la zona en estudio, libros, informes de suficiencia y tesis, segundo se efectuó un trabajo de campo el que cuenta con una inspección del área de trabajo y del levantamiento topográfico, tercero se realizó un trabajo de gabinete para elaborar planos en planta y de perfil previos cálculos indicando la ubicación de los buzones, redes y conexiones domiciliarias beneficiadas y por último se analizó los resultados obtenidos de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (norma para obras de saneamiento de redes de aguas residuales).

El presente informe consta de cuatro capítulos que se describen a continuación:

Capítulo I, se describe las necesidades de la población por no contar con un sistema de alcantarillado, mostrándonos aspectos sociales, urbanos y económicos del poblado en estudio, justificando el diseño de redes con el objetivo de presentar entregables (memoria de cálculo y planos) para la ejecución del proyecto, concluyendo con un estudio de oferta y demanda, analizado en el perfil.

Capítulo II, presenta definiciones sobre las características del sistema de alcantarillado, clasificación de aguas residuales y de redes de alcantarillado, describiendo los componentes por el cual esta constituido el sistema de alcantarillado sanitario, también explica características hidráulicas del diseño (pendiente y velocidad de flujo), y el tipo de tubería que se emplea en sistemas de alcantarillado. Así mismo se detalla el tipo de Buzones que se utilizan en las

redes según su diámetro y altura, por último se define la red emisora y describe los tipos de lagunas de estabilización que se presentan para el tratamiento de aguas residuales.

Capítulo III, comienza con definiciones de los parámetros y fórmulas que se emplean en el cálculo de la red, posteriormente se describe conceptos que utiliza el programa, así mismo se muestra el procedimiento empleado en el cálculo hidráulico utilizando el software sewerCAD, describiendo el ingreso de datos, forma de trazado de la red y algunas funciones de este programa hasta la ejecución del mismo y la obtención de resultados, además se define velocidades y pendientes mínimas y máximas, que deben considerarse en el análisis de la red para su diseño.

Capítulo IV, se describe conceptos de conexión domiciliaria, elementos que componen la conexión y los sistemas de instalación que se emplean.

Finalmente, se presenta las conclusiones derivadas del diseño del sistema de alcantarillado, las recomendaciones que se sugieren para el buen funcionamiento de la red incluyendo la etapa posterior a su ejecución y anexos donde encontraremos los planos elaborados, así como algunos gráficos que son visualizados en el programa sewerCAD.

## **CAPITULO I.**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 DATOS PRELIMINARES**

##### **1.1.1 ANTECEDENTES**

La zona del presente estudio se encuentra ubicada en el Centro Poblado Menor La Florida en el Distrito de Nuevo Imperial, Provincia Cañete, Departamento de Lima.

Se tiene como antecedente el estudio de Perfil a nivel de Pre Factibilidad realizado en base al apoyo prestado por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería a la Municipalidad Distrital de Nuevo Imperial y que de acuerdo a resultados de dicho Perfil según viabilidad conseguida, se esta procediendo a la elaboración del presente Estudio, para que sirva de apoyo a la entidad Municipal, y esta pueda solicitar el financiamiento requerido, ante los programas de saneamiento que se vienen realizando a nivel nacional.

##### **1.1.2 JUSTIFICACION**

Actualmente un Sistema de Alcantarillado debe considerarse como un servicio básico e indispensable en toda ciudad, debido a que permite la recolección y disposición adecuada de las aguas residuales, pero para el óptimo funcionamiento del sistema se debe tener consideraciones y principios hidráulicos apropiados, con los cuales se diseñan los elementos que pertenecen a la red de alcantarillado (colectores, interceptores, emisores, conexiones domiciliarias y obras enterradas como buzones).

##### **1.1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO**

###### **OBJETIVO PRINCIPAL**

Diseñar la recolección y eliminación de las aguas residuales de manera rápida y segura, eliminando la contaminación del suelo, conservando y protegiendo los cursos de agua, desapareciendo las enfermedades de origen fecal-oral como el cólera, tifoidea, disenterías, entre otras; que provienen de los microorganismos,

gérmenes patógenos alojados en los líquidos peligrosos producidos por el ser humano.

### **OBJETIVO ESPECIFICO**

Con el diseño de las redes se elaborarán planos para la construcción de buzones, tendido de tuberías y conexiones domiciliarias correspondientes a las viviendas de la población de la Florida.

Así mismo se contarán con los perfiles longitudinales de calles que permitirá que todo el Sistema pueda evacuar por gravedad hasta el emisor para el tratamiento posterior de las aguas servidas.

Se determinarán los sentidos de flujos que se realizarán en las canaletas de los buzones para que funcione la red de alcantarillado sin problemas.

También se determinará el cálculo hidráulico de la red total con la finalidad de comprobar el cumplimiento de la velocidad mínima, pendiente mínima en cada uno de los tramos de la red.

#### **1.1.4 ASPECTO SOCIOECONOMICO**

La principal actividad económica es la agricultura con un 56.3% de la población total, seguida por el comercio con un 9.3% de la población.

Según estudios realizados por la PUND aplicadas a las familias, del lugar el ingreso promedio familiar per cápita es de S/. 556.56/ mes.

Zona o área afectada: la zona afectada corresponde al centro poblado La Florida ubicado en el distrito de Nuevo Imperial.

Respecto a las vías de acceso al centro poblado La Florida, se cuenta con vías asfaltadas, pero solo hasta el ingreso al centro poblado, no cuentan con pistas, ni veredas internas. Las vías asfaltadas permiten al centro poblado tener acceso a los centros de producción, comercio y de consumo como son: Nuevo Imperial, Imperial y San Vicente.

Estando comunicados por vías asfaltadas es de esperarse que aumente en mayor consideración la población, comercio y producción en La Florida, en un futuro cercano.

Los pobladores del Centro Poblado La Florida se atienden en el puesto de salud ubicado en La Florida y las emergencias son derivadas al centro de salud de Nuevo Imperial.

El Centro Poblado La Florida, capta agua del canal principal, ubicado en la Av. Canal de la Mancha intersección con la Av. Augusto B. Leguía, los pobladores son conscientes que el agua que extraen del canal, no es potable teniendo que hervirla y clorarla para su consumo.

**Cuadro N°1.1 ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL C.P. LA FLORIDA**

MORBILIDAD	PUESTO DE SALUD "LA FLORIDA"		
	2006	2007	2008
Enfermedades de las vías respiratorias	126	114	965
Enfermedades infecciosas y parasitarias	56	34	703
Enfermedades del sistema digestivo	16	68	318
Enfermedades del sistema genitourinario	7	4	98
Enfermedades del sistema osteomuscular	-	14	54
Síntomas, signos y hallazgos anormales.	6	3	18
Enfermedades endocrinas, nutricionales	27	-	18
Traumatismos, envenenamientos y otras	4	8	6
Enfermedades de piel y de tejido	3	2	-
Otras Morbilidades	50	30	381
<b>Total</b>	<b>295</b>	<b>277</b>	<b>2561</b>

**FUENTE:** Lineamientos de Desarrollo para el Distrito de Nuevo Imperial Sistema de Alcantarillado en Los Anexos La Florida y El Desierto, Araoz Carbajal, Thomas Jacsson, informe de suficiencia FIC-UNI.

De acuerdo a los resultados se observa que las enfermedades del tipo infeccioso y parasitario tiene un alto índice de ocurrencia debido a que al poblador no se le otorga un saneamiento de calidad en los servicios básicos y de salud.

La mayoría de niños y jóvenes estudian en el distrito de Nuevo Imperial debido a que cuenta con 5 centros educativos a nivel inicial y un centro educativo a nivel cuna, para niños entre 3 a 5 años siendo los más representativos: Jardín-Cuna Santa María Alta N°504, Jardín Carmen Alto N°404, entre otros.

El centro educativo de género mixto más representativo del centro poblado es Jorge Chávez Dartnell N°20163, en La Florida.

### 1.1.5 ASPECTO URBANO

Respecto a las viviendas de la zona de estudio se observa que están construidas de diversos materiales (adobe, estera, ladrillo y madera).

Las viviendas se encuentran alineadas perpendicularmente formando calles, todas ellas ubicadas de manera concentrada y no dispersa; además se encuentran distribuidos de acuerdo a los planos de lotización realizados por COFOPRI.

**Cuadro N°1.2 ZONIFICACION DEL CENTRO POBLADO**

USO	AREA(M2)	%PARCIAL	%GENERAL
AREA DE VIVIENDA	241,366.90	34.38	56.09
AREA DE PRODUCCION	76,442.00	10.89	
AREA DE COMERCIO	9,895.90	1.41	
AREA DE RECREACION PUBLICA	25,214.00	3.59	
AREA EDUCACION	19,969.20	2.84	
AREA DE SALUD	1,444.30	0.21	
AREA SERVICIOS COMUNALES	19,478.90	2.77	
AREA DE CIRCULACION	199,741.50	28.45	28.45
AREA RESERVADAS	108,507.90	15.46	15.46
AREA TOTAL	702,060.60	100.00	100.00

FUENTE: Elaboración Propia

Existen lotes que se encuentran tramitando su título de propiedad, por tal motivo la proyección urbana continua en crecimiento, así mismo se pudo apreciar un aumento de lotes y áreas de producción en los límites de las Av. Oscar Ramos Cabieses con la calle Isabel la Católica, Av. Augusto B. Leguía con la calle S/N, calle Santa Rosa con calle S/N, Jr. Grau con calle Pacífico y calle Buenos Aires con calle Independencia.

### 1.1.6 NECESIDADES O REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

El Centro Poblado Menor La Florida, no cuenta con un sistema de alcantarillado de aguas residuales y actualmente utilizan letrinas en cada vivienda o en caso contrario hacen uso del campo para sus deposiciones, lo cual trae como consecuencia, contaminación presentándose origen a enfermedades infecto contagiosas, así como la presencia de insectos, malos olores en el ambiente, etc.

La ausencia de este servicio básico sobre todo en época de verano se hace notar más, debido a la mayor estadia de la población en sus domicilios y por el aumento de temperatura.

Por lo tanto es de vital necesidad, que el poblado cuente con el sistema de alcantarillado, mejorando la calidad de vida de sus pobladores; aportando en forma significativa en el desarrollo socioeconómico del mismo.

El requerimiento del sistema es para atender a una población de 499 viviendas, tres centros educativos, dos servicios comunales y un centro de salud, todo lo cual ocupa un área de 702,060.60 m<sup>2</sup> (70.20Ha).

### **1.1.7 ESTUDIO DEL MERCADO.**

Para el análisis de la demanda del sistema de alcantarillado, se considera un horizonte de evaluación del proyecto de 20 años, estimado en función de las características constructivas de la infraestructura y las proyecciones de la población servida.

En la actualidad, como se ha indicado la población no cuenta con redes de alcantarillado, tampoco con una planta de tratamiento de aguas servidas, solo tienen letrinas y silos, muchas de ellas no se encuentran en buen estado siendo un foco de infección.

Para la obtención de la demanda se han considerado  $P_i=2994$  hab (total)  $T_{CP}=2.13\%$ ; horizonte del proyecto  $n=20$  años, dotación= $220$  litros / hab /día; densidad por lote =  $6$  hab/lote; aporte de agua residuales= $80\%$ ; porcentaje de pérdidas de desagüe= $5\%$  (% estimado que usualmente se considera).

Cuadro N°1.3 ANALISIS DE DEMANDA DE ALCANTARILLADO

AÑO	POBLACION TOTAL (1)	COBERTURA (%) (2)	POBLACION SERVIDA C/CONEXION (hab) (3)	VIVIENDAS SERVIDAS C/CONEXION (unidades) (4)	VOLUMEN DESAGUE	
					lts/día (5)	m <sup>3</sup> /año (6)
0	2,994	0.00%	0	0	0	0
1	3,058	93.00%	2,844	474	500,496	182,681
2	3,122	93.50%	2,919	486	513,681	187,493
3	3,185	94.00%	2,994	499	559,915	204,369
4	3,249	94.50%	3,070	512	574,163	209,569
5	3,313	95.00%	3,147	525	588,530	214,814
6	3,377	95.20%	3,215	536	601,121	219,409
7	3,440	95.40%	3,282	547	613,762	224,023
8	3,504	95.60%	3,350	558	626,450	228,654
9	3,568	95.80%	3,418	570	639,185	233,302
10	3,632	96.00%	3,486	581	651,966	237,968
11	3,695	96.00%	3,548	591	663,414	242,146
12	3,759	96.00%	3,609	601	674,864	246,325
13	3,823	96.00%	3,670	612	686,312	250,504
14	3,887	96.00%	3,731	622	697,761	254,683
15	3,951	96.00%	3,793	632	709,209	258,861
16	4,014	96.00%	3,854	642	720,659	263,040
17	4,078	96.00%	3,915	653	732,105	267,218
18	4,142	96.00%	3,976	663	743,553	271,397
19	4,206	96.00%	4,037	673	755,001	275,575
20	4,269	96.00%	4,099	683	766,449	279,754

FUENTE: Elaboración Propia

La demanda de los servicios de alcantarillado se calcula en base a la cobertura proyectada, determinando la población servida con conexión en el año 0 sin beneficiarios, durante los dos primeros años posteriores no se logra cubrir la cantidad total de conexiones proyectadas por lo que en ese periodo se realizan una serie de trámites legales, recién en el año 3 tenemos 499 viviendas servidas cumpliendo con la cobertura y esperando incrementar las conexiones hasta llegar al 96% que significan 683 viviendas conectadas.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones se considera que del total de agua potable utilizada se afecta un coeficiente de recuperación del 80%.

De esta manera se ha calculado un volumen proyectado de desagüe de 279,754 metros cúbicos en el año 20.

Análisis de la oferta del alcantarillado.- En la actualidad no se cuenta con redes de alcantarillado. Por dicha razón la población realiza la disposición sanitaria en letrinas y silos. Se puede concluir que la oferta actual de alcantarillado es cero.

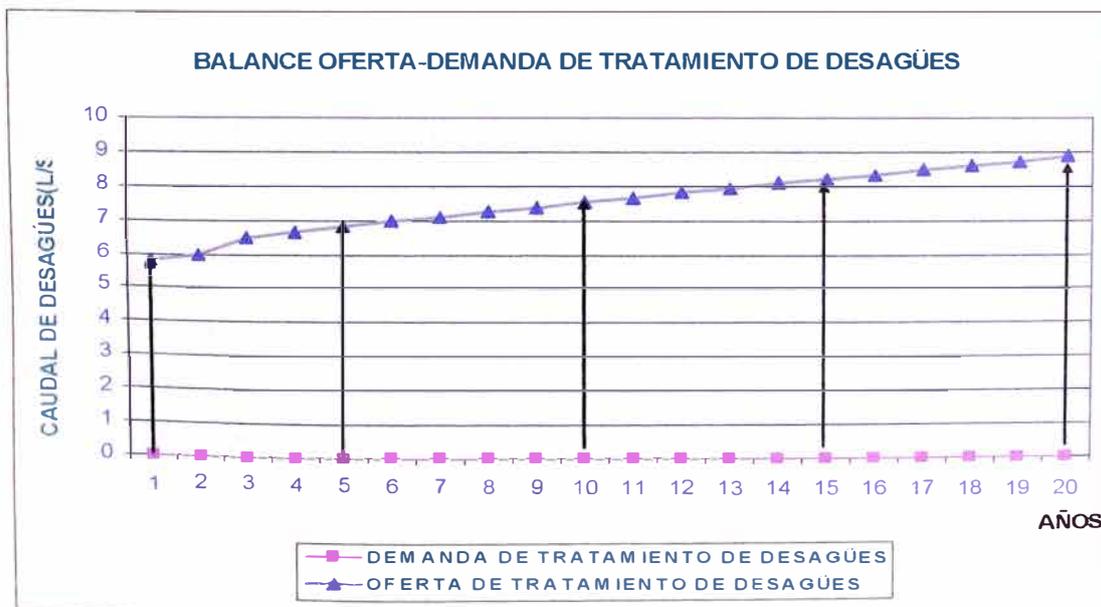
Balance Oferta – Demanda, al comparar la demanda proyectada con la oferta actual, se puede apreciar que el déficit es creciente, empezando desde 5.79 l/s en el año 1, al año 10 la brecha se ha aumentado a 7.55 l/s y alcanzando a 8.87 l/s en el año 20.

**Cuadro N°1.4 BALANCE OFERTA-DEMANDA**

Año	Oferta Actual	Demanda proyectada	Balance
1	0	5.79	-5.79
2	0	5.95	-5.95
3	0	6.48	-6.48
4	0	6.65	-6.65
5	0	6.81	-6.81
6	0	6.96	-6.96
7	0	7.1	-7.10
8	0	7.25	-7.25
9	0	7.4	-7.40
10	0	7.55	-7.55
11	0	7.68	-7.68
12	0	7.81	-7.81
13	0	7.94	-7.94
14	0	8.08	-8.08
15	0	8.21	-8.21
16	0	8.34	-8.34
17	0	8.47	-8.47
18	0	8.61	-8.61
19	0	8.74	-8.74
20	0	8.87	-8.87

FUENTE: Elaboración Propia

**Gráfico N°1.1 BALANCE OFERTA-DEMANDA**



FUENTE: Elaboración Propia

## **CAPITULO II.**

### **CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

#### **2.1 ALCANTARILLADO**

En este capítulo se definirá conceptos para el diseño de la red de alcantarillado en toda su magnitud, donde se ubicarán pozos de inspección (buzones), a lo largo de toda la red de colectores trazada, conexiones domiciliarias que por medio de tuberías descargarán las aguas residuales a los colectores y el emisor final que transportará toda la recolección de las aguas domésticas a una planta de tratamiento proyectada.

##### **2.1.1 CLASIFICACION DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Los sistemas de alcantarillado de acuerdo a su origen y composición se clasifican en aguas residuales domésticas, industriales y pluviales, a continuación se describe cada tipo de agua residual:

##### **DOMESTICA**

Estas aguas están constituidas por residuos alimenticios, residuos de limpieza y por la expulsión de excretas, provenientes de las viviendas, centros comerciales, centros de reunión, centros recreativos, centros educativos, restaurantes, establecimientos de hospedaje, oficinas, plantas de producción, locales hospitalarios, mataderos públicos, edificios destinados al alojamiento de animales, etc; siendo líquidos peligrosos para la salud, por estar compuestas generalmente por sólidos suspendidos, nutrientes y gérmenes patógenos.

##### **INDUSTRIALES**

Son aquellas procedentes de actividades industriales que contienen compuestos tóxicos, grasas, aceites, ácidos por mencionar algunos; generando deterioros a las tuberías deben ser removidos antes de ser vertidos al colector, además contienen aguas de origen doméstico.

## **PLUVIALES**

Aguas producto de la escorrentía o precipitación pluvial. Estas pueden llevar desprendimientos vegetales, basura encontrada en las calles, sólidos suspendidos, en algunos casos metales pesados y químicos.

### **2.1.2 CLASIFICACION DE UNA RED DE ALCANTARILLADO**

Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el agua que conducen, así:

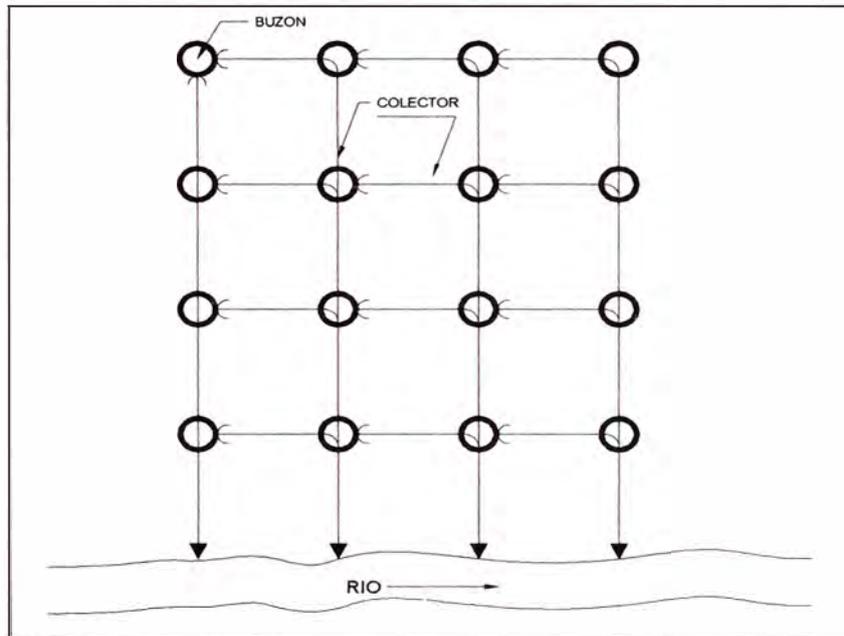
- a) Alcantarillado sanitario.-Sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- b) Alcantarillado pluvial.-Sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por lluvias.
- c) Alcantarillado combinado.-Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de lluvia.

El tipo de alcantarillado a emplear depende de condiciones topográficas, tamaño y aspectos económicos del proyecto. En localidades pequeñas, como la que se estudia se puede pensar en un alcantarillado sanitario, dejando las aguas de lluvia discurrir por las calzadas de las calles, adoptaremos esta condición puesto que las aguas de lluvia según la zona, no es de vital consideración, debido a las precipitaciones esporádicas típicas del clima costero.

A continuación se presenta algunos esquemas de redes de alcantarillado que pueden utilizarse en el trazo:

Sistema perpendicular sin interceptor.-Es un sistema adecuado para un alcantarillado pluvial, debido a que sus aguas pueden ser vertidas a una corriente superficial en cercanías de la población sin riesgos que perjudiquen la salud humana ni deterioro del cuerpo receptor.

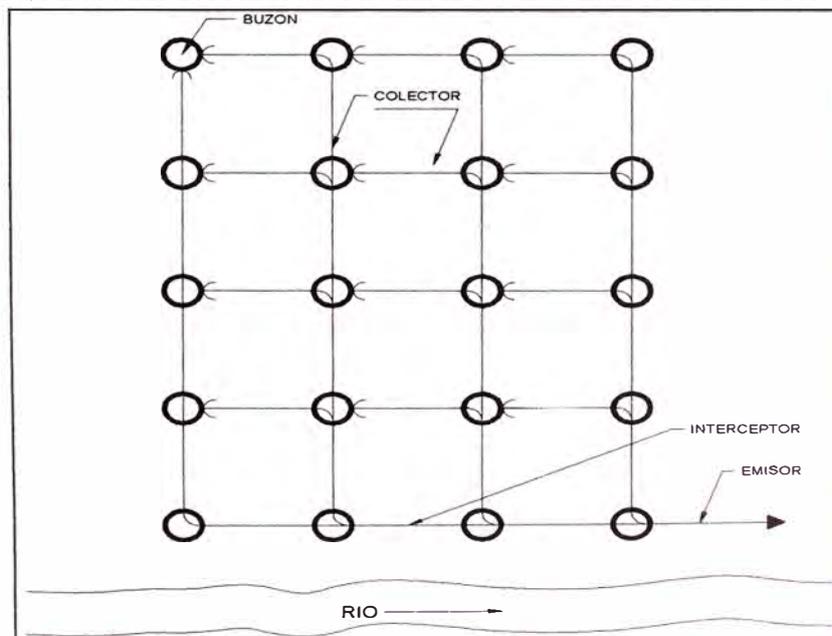
Gráfico N°2.1 ESQUEMA DE UN ALCANTARILLADO PERPENDICULAR SIN INTERCEPTOR.



FUENTE: Elaboración Propia.

Sistema tipo interceptor.-Este sistema es utilizado generalmente para alcantarillados sanitarios. El interceptor recolecta todas las descargas provenientes de los colectores perpendiculares como sus afluentes y conduce las aguas residuales hasta un punto adecuado en una estación o planta de tratamiento.

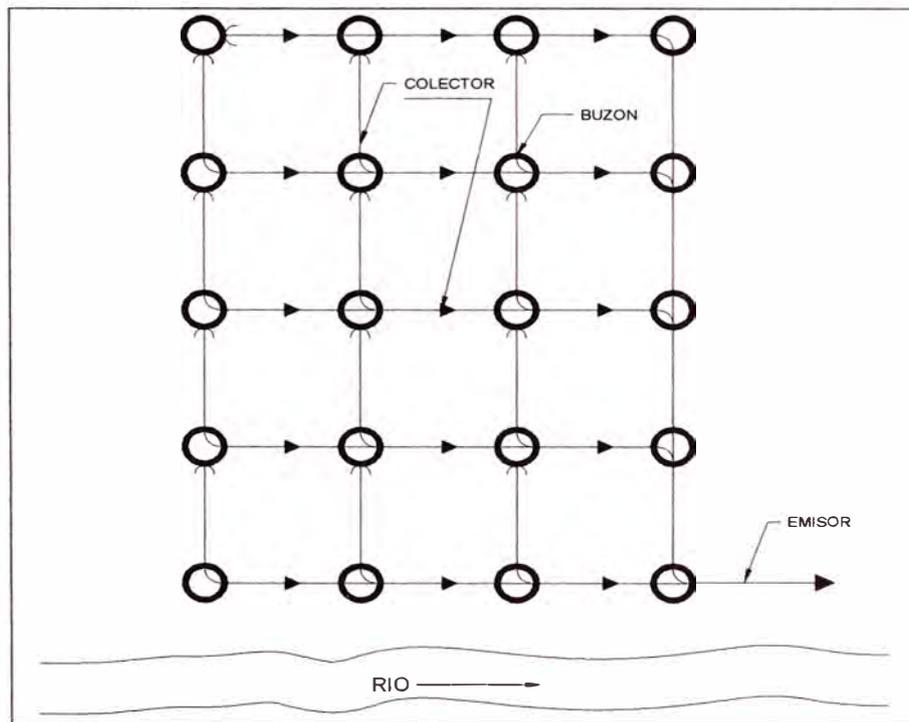
Gráfico N°2.2 ESQUEMA DE UN ALCANTARILLADO PERPENDICULAR CON INTERCEPTOR



FUENTE: Elaboración Propia.

Sistema tipo zonal.- Se utilizan en alcantarillados domésticos y combinados. Los colectores principales se desarrollan paralelamente al cuerpo de agua receptor, cada uno de ellos sirviendo como colector interceptor, evitando que toda el agua residual discurra al conducto principal aguas abajo. Este tipo de red aplicable para casos en que la ciudad tiene gran desarrollo hacia el cuerpo receptor, obligando a bombear hacia los conductos aguas abajo.

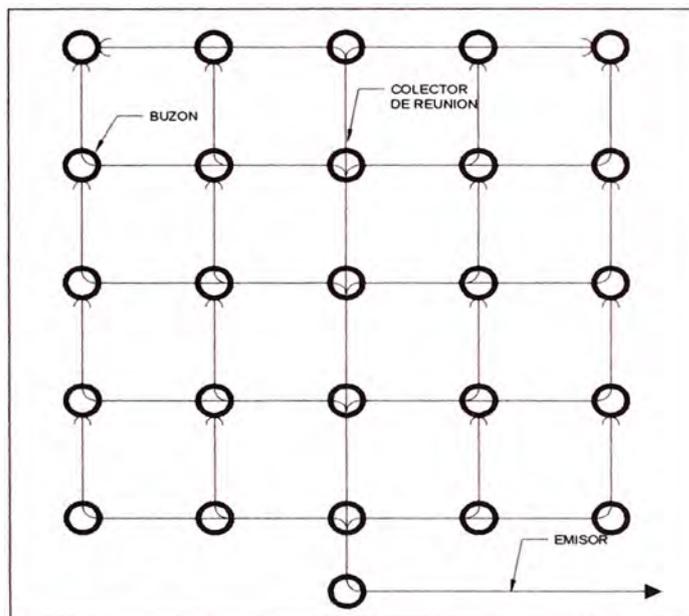
Gráfico N°2.3 ALCANTARILLADO TIPO ZONAL



FUENTE: Elaboración Propia.

Sistema tipo abanico.- El sistema concentra hacia el interior los flujos, originando una sola descarga hacia el interceptor; el sistema se aplica especialmente en alcantarillados domésticos.

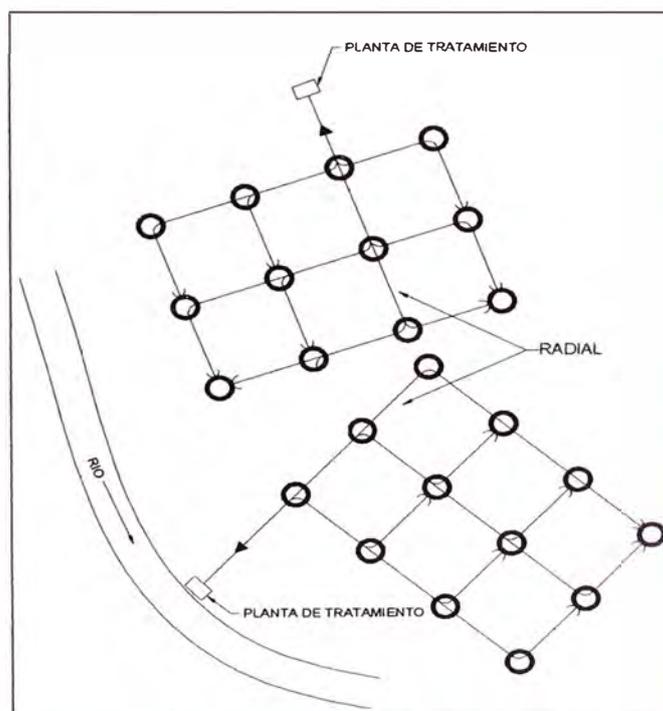
Gráfico N°2.4 ALCANTARILLADO EN ABANICO



FUENTE: Elaboración Propia.

Sistema tipo radial.- Se tiene este sistema cuando por razones topográficas los colectores principales fluyen hacia fuera, generándose diversos puntos de concentración de las aguas, puede adoptarse en terrenos llanos.

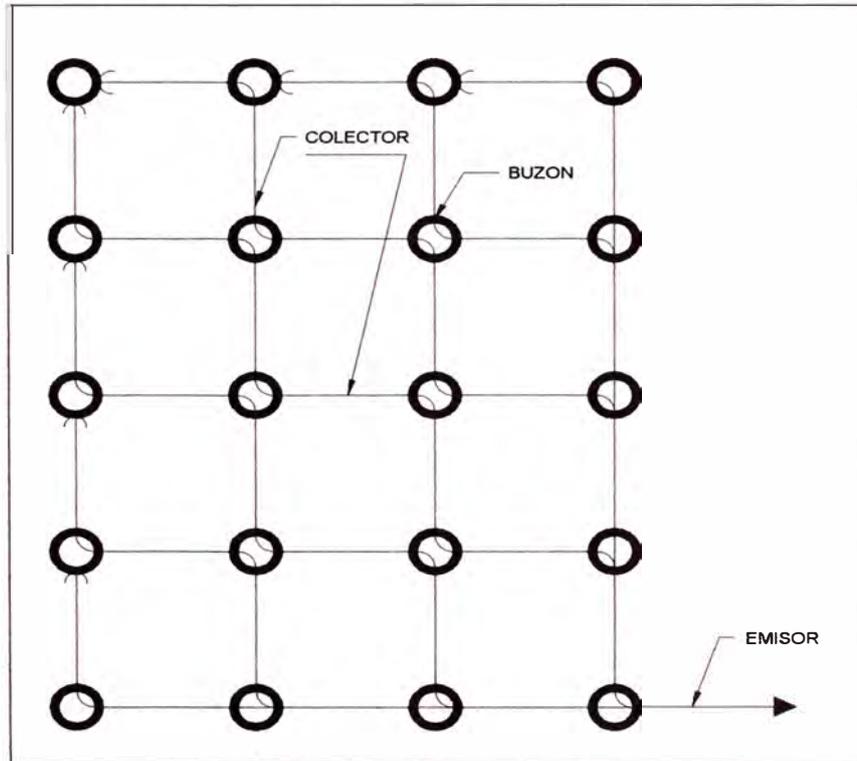
Gráfico N°2.5 SISTEMA TIPO RADIAL



FUENTE: Elaboración Propia.

Sistema en bayoneta.- Sistema apropiado para alcantarillados sanitarios en donde existen terrenos planos y con velocidades bajas.

Gráfico N°2.6 SISTEMA EN BAYONETA



FUENTE: Elaboración Propia.

## 2.2 ALCANTARILLADO SANITARIO

Sistema de recolección, donde sólo se evacua aguas domésticas e industriales de la población.

Sistema empleado para el diseño, esto debido a que las precipitaciones pluviales en la costa no son de gran consideración.

### 2.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Las redes de alcantarillado se componen por conexiones domiciliarias, colectores, interceptores, emisores, cámaras de inspección y estaciones de bombeo.

A continuación se describen los tipos de colectores:

Colector Sub Alterno.- Colector donde descargan las conexiones domiciliarias.

**Colector Secundario.-** Tuberías que reciben descargas de los colectores sub alternos.

**Colector Primario o Principal.-** Tuberías que reciben descargas del conjunto de colectores sub alterno y colector secundario.

**Interceptor.-** Es un colector primario que intercepta las aguas de otros colectores principales.

**Emisor.-** Tubería que recibe el aporte del conjunto de colectores, conduciendo las descargas hasta un punto de entrega final como una planta de tratamiento y/o cámaras de bombeo.

### **2.2.2 TIPO DE TUBERIA**

Normalmente se emplean en redes de alcantarillado tuberías de concreto, arcilla vitrificada, plástico, asbesto-cemento y eventualmente de fierro, en el país se utilizó durante varios años las tuberías de concreto; sin embargo en la actualidad se viene empleando tuberías de plástico, conocidas como tuberías de PVC (Cloruro de Polivinilo).

Estas tuberías de plástico presentan ventajas en la conducción de las aguas residuales son altamente resistentes a la agresividad de ácidos y sustancias químicas, presentan paredes internas no absorbentes y juntas por soldadura química (pegamento), lo cual presenta una ventaja al minimizar las infiltraciones y obstrucciones. La superficie interna es muy lisa ofreciendo una resistencia de fricción muy baja, son resistentes al impacto, fáciles de instalar, al no ser pesadas se pueden trasladar con mayor facilidad, durables y económicas.

Para recolectar los desagües de esta habilitación se han diseñado colectores de 200mm de diámetro de PVC, unión flexible (UF) Serie 25 y Serie 20, según norma ISO/DIS 4435:1995.

### 2.2.3 PENDIENTE DE LA TUBERIA

La pendiente debe generar velocidades aceptables en la red de alcantarillado. Procurar que la pendiente asegure velocidades uniformes en el trayecto, para conseguir las mejores condiciones hidráulicas. En la elección de la pendiente del colector se debe tener presente lo siguiente:

- a) Si la pendiente del terreno es mayor que la pendiente mínima se adopta la pendiente del terreno.
- b) Si la pendiente del terreno es menor o igual que la pendiente mínima se adopta la pendiente mínima.

Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. La tensión tractiva es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media ( $\sigma_t$ ) con un valor mínimo  $\sigma_t = 1,0$  Pa.

En los tramos iniciales de los colectores (arranque), en los cuales se presentan bajos caudales, se recomienda calcular la pendiente con una tensión tractiva de 1 Pa. A continuación se muestra la expresión matemática para el cálculo de la tensión tractiva.

$$\sigma_t = \gamma R_h S \quad (2.1)$$

Donde:

$\sigma_t$  : Tensión Tractiva

$\gamma$  : Peso específico

$R_h$ : Radio Hidráulico

S: Pendiente del colector

## 2.2.4 VELOCIDAD DE FLUJO

Robert Manning, en 1890, propuso una expresión para el cálculo de la velocidad de flujo en colectores trabajando con canales abiertos, partiendo de la expresión de Chezy  $V=C\sqrt{RS}$  ; y basado en sus propias experiencias estableció una modificación de la constante C como una función del radio hidráulico y del coeficiente de rugosidad.

$$C = \frac{R_h^{1/6}}{n} \quad (2.2)$$

Que sustituido en la expresión original de Chezy, concluye en:

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2} \quad (2.3)$$

Donde:

V: Velocidad (m/s)

n: coeficiente de rugosidad

$R_h$ : Radio hidráulico

S: Pendiente hidráulica (m/m)

C: Coeficiente de Chezy

El gradiente o pendiente hidráulica coincide con la superficie del líquido en flujo en canales, y generalmente la pendiente la expresamos como la pendiente de la rasante del colector, lo cual supone un flujo uniforme.

La velocidad determinada se refiere a la velocidad media para un caudal Q que fluye bajo condición de canal.

Esta velocidad tiene especial importancia, puesto que debe producir el arrastre o acarreo de los sólidos, es decir no debe originarse sedimentación de sólidos a lo largo de los colectores. Es conveniente conocer la mínima velocidad a mantener en el colector, que produzca el arrastre de los sólidos presentes.

## 2.2.5 BUZONES DE INSPECCION, TIPOS.

### BUZONES DE INSPECCION

Definición general que se da a las cámaras de inspección y cámaras especiales de desagüe, estas estructuras forman parte del sistema de alcantarillado permiten la inspección y limpieza de los colectores; los buzones de inspección se usarán cuando la profundidad sea mayor de 1,0 m sobre la clave de la tubería.

Los buzones están constituidos en tres partes: la base o solado, cuerpo o pared central y la parte superior.

Base.- Se proyecta de concreto armado o sin armado in situ. En los buzones las canaletas de la base deben tener, forma y pendiente igual al de los colectores que llegan al buzón.

La parte central o cuerpo.- Debe ser de forma cilíndrica construida de concreto ciclópeo o armado. Las dimensiones varían en función del diámetro de los colectores que llegan al buzón, para tuberías de hasta diámetro 800 mm, se tendrá un diámetro interior de 1.20 m y tuberías de hasta un diámetro de 1200 mm se tendrá un diámetro interior de 1.50 m.

La parte superior o entrada.- Consiste en una losa de concreto que tiene en su parte central una abertura no menor de 0.60m; que se sirve para apoyo del marco y tapa de ingreso.

Los buzones deben brindar seguridad al personal que opera al desarrollar el mantenimiento y dar acceso a los equipos de limpieza.

Estas cámaras de inspección se proyectarán en:

- El inicio de los tramos de arranque.
- Empalmes de colectores.
- Cambios de dirección.
- Cambios de pendientes.

- Cambios de diámetro.
- Cambios de material.
- Lugares donde sea necesario por razones de inspección y limpieza.

Deberá preverse que la unión de los caudales se diseñará de tal forma que en ningún caso debe generar problemas hidráulicos especialmente el fenómeno del remanso y/o interferencia de flujos.

En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel, se deberán proyectar caídas especiales cuando la descarga o altura de caída, con respecto al fondo de la cámara, sea mayor de 1,00 m, en tal forma que la unión de los caudales de descarga no afecte el flujo normal, (fenómeno del Remanso).

La separación máxima entre cámaras de inspección según el diámetro, indicado en el Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado de Sedapal y en el Reglamento Nacional de Edificaciones es el siguiente:

**Cuadro N°2.1 SEPARACIÓN MÁXIMA EN CÁMARAS DE INSPECCIÓN**

DIAMETRO TUBERIA		DISTANCIA
(PULG)	(MM)	(M)
6	150	60
8	200	80
10-12	250-300	100
mayor a 12	mayor a 300	150

FUENTE: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009.

En los cambios de diámetro, debido a variaciones de pendiente o aumento de caudal, las buzonetas y/o buzones se diseñarán de manera tal 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 principales de diámetro menor de 400 mm; si el diámetro inmediato aguas abajo, por mayor pendiente puede conducir un mismo caudal

en menor diámetro, no se usará este menor diámetro; debiendo emplearse el mismo del tramo aguas arriba.

## **TIPOS DE CAMARAS DE INSPECCION**

Las cámaras de Inspección podrán ser cajas de inspección, buzonetas y/o buzones de inspección.

### **A) CAJAS DE INSPECCION**

Las cajas de inspección son las cámaras de inspección que se ubican en el trazo de los ramales colectores, destinada a la inspección y mantenimiento del mismo. Puede formar parte de la conexión domiciliaria de alcantarillado. Se construirán en los siguientes casos:

- Al inicio de los tramos de arranque del ramal colector de aguas residuales.
- En el cambio de dirección del ramal colector de aguas residuales.
- En un cambio de pendiente de los ramales colectores.
- En lugares donde se requieran por razones de inspección y limpieza.

En zonas de fuerte pendiente corresponderá una caja por cada lote atendido, sirviendo como punto de empalme para la respectiva conexión domiciliaria. En zonas de pendiente suave la conexión entre el lote y el ramal colector podrá ser mediante cachimba, tee sanitaria o yee en reemplazo de la caja y su registro correspondiente.

La separación máxima entre cajas será de 20 m.

**Cuadro N°2.2 DIMENSIONES DE CAJAS DE REGISTRO**

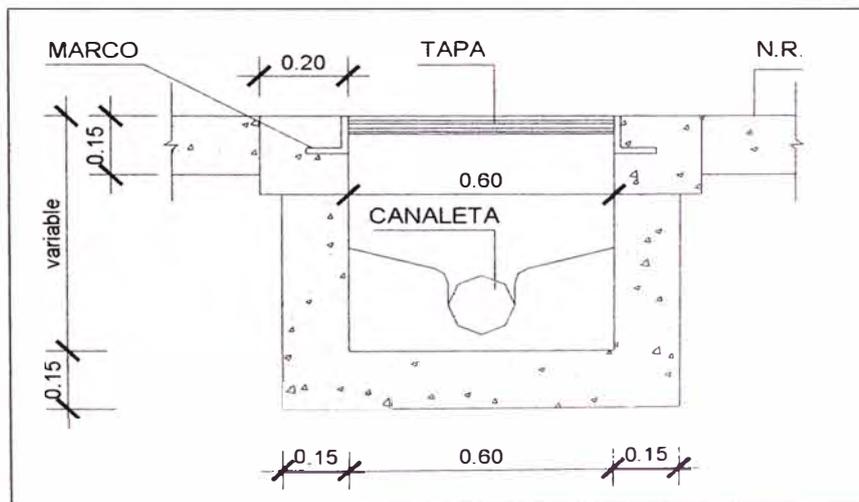
DIAMETROS INTERIORES (m)	DIAMETRO MAXIMO (mm)	PROFUNDIDAD MAXIMA (m)
0,25 x 0,50	100	0,60
0,30 x 0,60	150	0,80
0,45 x 0,60	150	1,00
0,60 x 0,60	200	1,20

FUENTE: Guía para el Diseño de Alcantarillados, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Cepis), 2005.

## B) BUZONETAS

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 proyectarán sólo para colectores de 200 mm (8) de diámetro y en los casos excepcionales de colectores de 150 mm (6") de diámetro. y/o diámetros menores que afectan su participación técnica.

**Gráfico N°2.7 SECCION TIPICA DE BUZONETAS**



FUENTE: Elaboración Propia

### **C) BUZONES**

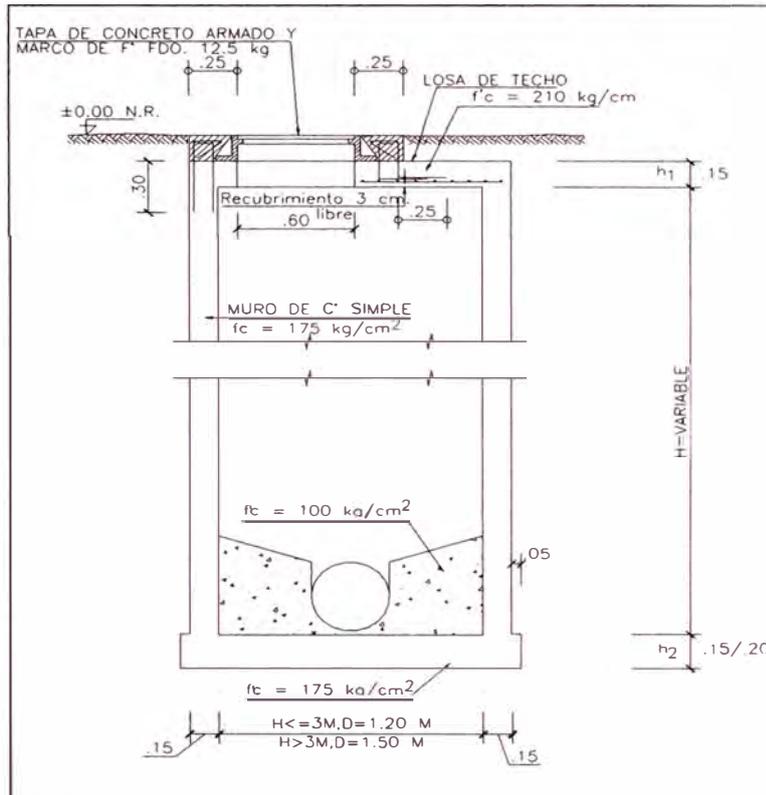
Según Sedapal se tiene tres tipos de buzones tipo I, II y III, cuando la profundidad sea tal, que permita recubrimiento mínimo de 1,00 m sobre la clave del tubo.

Buzón tipo I.- Este buzón es aplicable para profundidades menores a 3 m. y mayores a 3 m, cuando su profundidad es menor o igual a 3m el buzón será de concreto simple en su base y cuerpo, el techo es una losa de concreto armado, el fondo del buzón es una losa de concreto simple sobre la que se diseñarán las canaletas y tendrá un ancho interior de 1.20 m. Para profundidades mayores a 3 m el buzón será de concreto armado y con un ancho interior de 1.50m. Este tipo de buzón se emplea hasta tuberías de diámetros de 600mm.

Buzón tipo II.- Este buzón se aplica para profundidades menores de 3 m. y mayores a 3 m, las partes del buzón están compuestas de concreto armado. Para profundidades menores o iguales a 3 m su ancho interior es 1.20m y para profundidades mayores a los 3 m su ancho interior es 1.50m. El buzón se utiliza para tuberías de diámetro igual a 650mm hasta 1200mm.

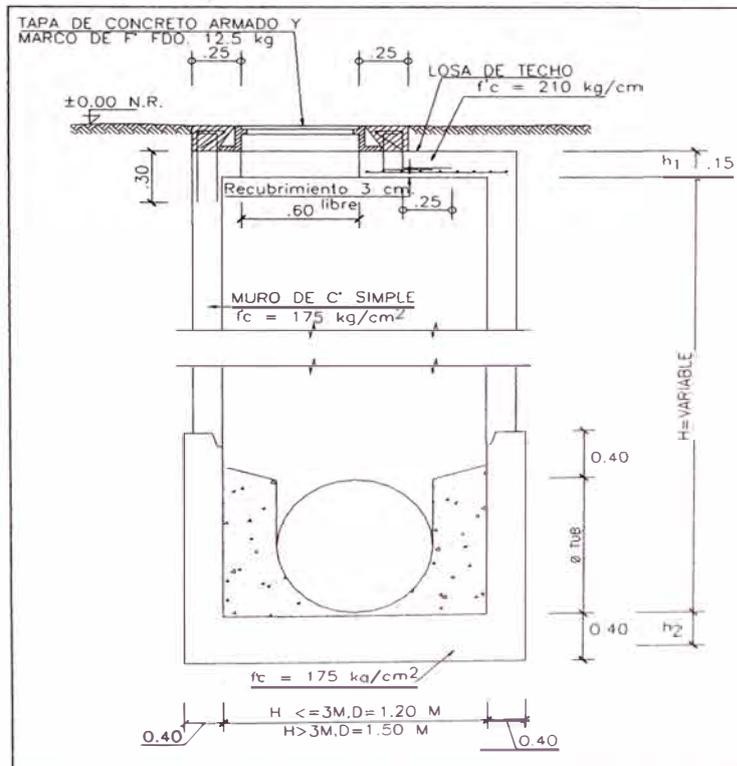
Buzón tipo III.- Este buzón se emplea para cualquier profundidad siempre y cuando existan tuberías de diámetro mayores a 1300 mm y es de concreto armado, con un ancho de muro variable desde 0.60m en el fondo de buzón hasta 0.20m o 0.15m en la parte superior. El diámetro interior del buzón es de 1.50 m para cualquier profundidad.

Gráfico N°2.8 BUZON TIPO I (PARA TUBERIAS DE Ø HASTA 600 MM)



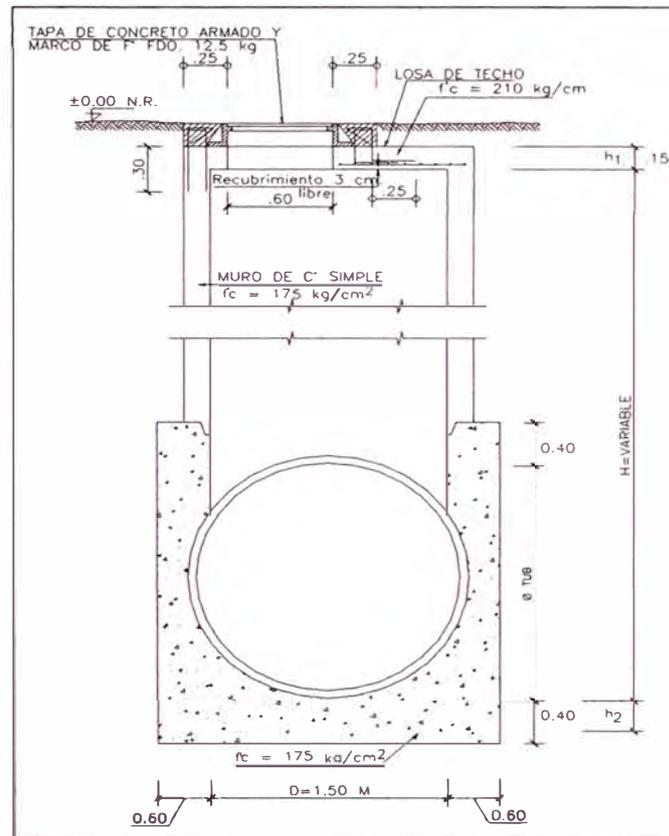
FUENTE: Elaboración Propia

Gráfico N°2.9 BUZON TIPO II (PARA TUBERIAS DE Ø 650MM A 1200MM)



FUENTE: Elaboración Propia

Gráfico N°2.10 BUZON TIPO III (PARA TUBERIAS DE Ø MAYORES A 1300 MM)



FUENTE: Elaboración Propia

### 2.2.6 EMISOR.

Tuberías destinadas a conducir la descarga de aguas residuales, empieza en un buzón de reunión total hasta su destino final sin recibir ninguna contribución durante su recorrido, distanciado a más de 1000m, este emisor se diseña considerando una relación  $y/D$  no mayor al 75%.

Los emisores pueden funcionar por bombeo o por gravedad, según se aproveche las condiciones topográficas más favorables del terreno.

Para el cálculo hidráulico debe considerarse el caudal por infiltraciones en su recorrido.

### **2.2.7 SISTEMA DE DISPOSICION FINAL.**

El tratamiento de las aguas residuales tiene como objetivo mejorar su calidad para cumplir con las normas exigidas del cuerpo receptor o las normas de reutilización.

### **LAGUNAS DE ESTABILIZACION**

Las lagunas de estabilización son estanques diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.) y la materia orgánica contenida en el agua residual.

Para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales se considerarán únicamente los sistemas de lagunas que tengan unidades anaeróbicas, aereadas, facultativas y de maduración.

Las lagunas aeróbicas son diseñadas para utilizar la luz del solar, lo que incidirá sobre elementos biológicos unicelulares que por efecto de fotosíntesis empieza a producir oxígeno y oxida toda la materia orgánica.

Las lagunas anaeróbicas se emplean generalmente como primera unidad de un sistema cuando la disponibilidad de terreno es limitada o para el tratamiento de aguas residuales domésticas con altas concentraciones y desechos industriales, en cuyo caso pueden darse varias unidades anaeróbicas en serie, el tratamiento se efectúa sin la presencia de oxígeno. Posteriormente requerirá un tratamiento complementario.

Laguna facultativa es un estanque cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad, comportándose en el estrato superior en forma aeróbica (simbiosis entre algas y bacterias en presencia de oxígeno), y en la parte inferior se produce una biodegradación anaeróbica.

Las lagunas aireadas se emplean generalmente como primera unidad de un sistema de tratamiento en donde la disponibilidad del terreno es limitada o para el tratamiento de desechos domésticos con altas concentraciones o desechos industriales cuyas aguas residuales sean predominantemente orgánicas. El uso de las lagunas aireadas en serie no es recomendable. En el tratamiento se inyecta oxígeno por acción mecánica o difusión de aire comprimido. Los desagües así tratados podrán descargarse a un río, canal o en el uso agrícola.

Los sistemas de lagunas deben ubicarse en un área suficientemente extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a torrentes y avenidas, y en el caso de no ser posible, se deberán proyectar obras de protección. El área deberá estar lo más alejada posible de los centros poblados, recomendándose las siguientes distancias:

- 500 m como mínimo para tratamientos anaerobios.
- 200 m como mínimo para lagunas facultativas.
- 100 m como mínimo para sistemas con lagunas aireadas.

El presente estudio no define la ubicación final de la laguna puesto que los dueños de los terrenos del área prevista para su construcción se niegan a proporcionar sus tierras para la ejecución de la planta de tratamiento. La ubicación de la planta será definida de acuerdo a las coordinaciones que realicen las autoridades competentes del distrito de Nuevo Imperial con los pobladores.

## CAPITULO III.

### DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

#### 3.1 PENDIENTE MINIMAS Y MAXIMAS

Las pendientes mínimas y máximas de diseño, de acuerdo a los diámetros, serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima de 0.60 m/seg y la velocidad máxima de 3m/s, de no conseguirse condiciones de flujo favorables debido al pequeño caudal evacuado, en los primeros 400 metros iniciales de cada colector principal, se deberá mantener una pendiente mínima de 10 por mil (10‰).

Cuadro N°3.1 PENDIENTES MÍNIMAS DE COLECTORES

DIAMETRO		PENDIENTE MINIMA
mm	pulgadas	
150	6	0.0100
200	8	0.0040
250	10	0.0030
300	12	0.0022
350	14	0.0015
450	18	0.0012
500	20	0.0010
600	24	0.0009
mayor a 600	mayor a 24	0.0008

FUENTE: Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado,  
Dr. Próspero Jesús Moya Sácciga.

La pendiente mínima de las redes, deberá calcularse para una tensión tractiva media mínima de  $\sigma_t = 1$  Pa y para un coeficiente de Manning de 0,013, la relación aproximada que satisface esta condición, de acuerdo a la norma, es la siguiente:

$$S_{\min} = 0.0055 Q_i^{-0.47} \quad (3.1)$$

Donde:

$S_{\min}$ : Pendiente mínima (m/m)

$Q_i$ : Flujo máximo de diseño l/s.

Reemplazar en la ecuación (3.1)  $Q_i = q_{\min} = 1,5$  l/s, para obtener la pendiente mínima en los tramos iniciales de los colectores, se obtiene un valor de 4,55 x 10<sup>-3</sup> m/m ó 1/220, esta cifra podrá redondearse a 1/200 ó 5 por mil.

Esta pendiente es más ventajosa que la pendiente mínima recomendada en el diseño de redes convencionales (10 por mil), los costos de construcción se reducen debido a que demanda menores profundidades de instalación para las tuberías y a su vez menores costos de excavación, especialmente en zonas de topografía plana.

Para un coeficiente de Manning diferente de 0,013, los valores de tensión tractiva media o pendiente mínima a adoptar deben ser justificados.

### 3.2 VELOCIDADES MINIMAS Y MAXIMAS.

Las tuberías se diseñarán manteniendo velocidades de flujo mínimas de 0.60m/seg., para evitar la sedimentación por poca velocidad de arrastre. Para evitar la erosión por velocidades excesivas, la velocidad máxima debe limitarse a 3 m/seg, para el caso de tuberías de concreto, asbesto cemento o PVC.

La velocidad máxima depende del material con que está hecha la tubería, pero para todos los casos no debe sobrepasar el límite de 5 m/s, para evitar la abrasión de la tubería.

Cuadro N°3.2 VELOCIDAD MÁXIMA

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD MAXIMA (m/s)
CERAMICA VITRIFICADA	5
ASBESTO CEMENTO	3
PLASTICO PVC	3
FIERRO FUNDIDO-ACERO	5
CONCRETO	3

FUENTE: ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO  
VIERENDEL LIMA 2005

Cuando la velocidad final ( $V_f$ ) es superior a la velocidad crítica ( $V_c$ ), la mayor altura de lámina de agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 6\sqrt{gR_h} \quad (3.2)$$

Donde:

$V_c$  = Velocidad crítica (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$R_h$  = Radio hidráulico (m)

La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final, igual o inferior a 75% del diámetro del colector.

### **3.3 CALIDAD Y DIAMETRO DE LA TUBERIA.**

El diámetro mínimo de los colectores será de 200 mm (8"), tanto en habilitaciones de uso de vivienda como de uso industrial.

Excepcionalmente y sólo en habilitaciones de uso de vivienda, podrán utilizarse colectores de 150 mm (6") de diámetro; Ø 4" (en zonas accidentadas y/o topográficas) siempre y cuando su necesidad se sustente en mejores condiciones hidráulicas de funcionamiento o por su ubicación en zonas accidentadas con calles angostas, pero de fuertes pendientes. En todos los casos, no deberá existir la posibilidad de mal uso de los colectores para la disposición de basuras, debiendo ubicar buzones y/o cámaras de retención de sólidos especialmente en las zonas marginales (cerca de los cerros, zonas arenosas) que carecen de sistemas de recolección de residuos de sólidos cuya ubicación permita su mantenimiento periódico.

Los empalmes a colectores existentes de 400 mm (16") de diámetro y mayores, se harán hacia un buzón; no permitiéndose insertar nuevos buzones cortando la tubería existente. En caso de que el ángulo de ingreso de la tubería de empalme al buzón deberá ser un ángulo menor o igual a 90°, sea interferido por la magnitud de las tuberías existentes que entran o salen del buzón, se deberán diseñar cámaras especiales para el empalme.

La calidad de la tubería depende del tipo de material del que están fabricado, el cual influye en su rugosidad de Manning(n), para nuestro proyecto tomaremos un coeficiente de rugosidad de 0.01 que pertenece a una tubería de PVC.

### **3.4 CALCULO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO**

Para la determinación de los resultados que brinden un correcto funcionamiento de las redes proyectadas, se utilizarán fórmulas teóricas y la aplicación de diversos software que se ofrecen para el cálculo respectivo, basados en trabajos de investigación que fueron desarrollados por Robert Manning, el ingeniero Allen Hazen, el profesor de hidráulica Gardner Williams, Chezy y por último los ingenieros suizos Ganguillet y Kutter, generando una serie de simplificaciones en la fórmulas propuestas, que determinan el cálculo de los parámetros hidráulicos (velocidad, caudal, radio hidráulico, área mojada, coeficiente de Manning, gradiente hidráulica, etc.), para el conjunto de tuberías circulares que pertenecen al sistema de alcantarillado.

Así mismo se necesita para el diseño, ciertos parámetros básicos que pertenecen a la información preliminar de la zona en estudio que se emplearán en el cálculo hidráulico.

#### **PERIODO DE DISEÑO**

El período de diseño es el tiempo que el sistema funcionará eficientemente, prestando el servicio para el cual ha sido diseñada.

Períodos de diseño recomendables. Si existe una población entre 2000 y 20 000 habitantes, podemos emplear un período de diseño de 15 años; asimismo para poblaciones mayores de 20 000 habitantes se puede aplicar un período de diseño de 10 años, adicionalmente se debe considerar un período de estudio entre 2 a 5 años.

El Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma de Saneamiento OS100, indica “Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el período de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los períodos óptimos para cada componente de los sistemas”.

El período de retorno a considerar para el presente proyecto de alcantarillado será de 15 años.

Adicionalmente, considerar 5 años de períodos de estudio entre el tiempo de aprobación de estudios necesarios, tiempo de búsqueda para el financiamiento y tiempo de ejecución de la obra; generando un tiempo total para el proyecto de 20 años.

### **POBLACION ACTUAL $P_{(2009)}$**

El proyecto se desarrolla para una habilitación nueva, con las características de las poblaciones vecinas de Cañete, para la determinación de la población actual  $P_{(2009)}$ , se toma como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual indica "Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/vivienda".

Número de lotes	= 499
Densidad Poblacional	= 6 hab/lote
Total Habitantes ( $P_{2009}$ )	= 2994 hab.

### **POBLACION FUTURA $P_{(2029)}$**

La población futura es la cantidad de habitantes que se espera en una determinada localidad al final del periodo de diseño del sistema de agua potable o alcantarillado.

El Reglamento Nacional de Edificaciones indica que "la determinación de la población final para el período de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento por distritos y/o provincias establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores".

Para determinar esta población futura se aplican los siguientes métodos de estimación:

Método Racional.- es un método lógico depende del criterio en el cual se desarrolla el proyecto.

Se realiza un estudio socio-económico del lugar, se toma en cuenta el crecimiento vegetativo que esta en función del número de nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.

$$P=(N+I)-(D+E) +P_f \quad (3.3)$$

Donde:

N: Nacimientos

D: Defunciones

I: Inmigraciones

E: Emigraciones

P<sub>ft</sub>: Población flotante

P: Población

Método Analítico.- Consiste en determinar la ecuación analítica que demuestre la curva de crecimiento de una población. El ajuste depende de características de la población censada y de los intervalos de tiempo en que estos se han considerado.

A continuación se menciona los métodos analíticos:

- Aritmético o crecimiento lineal.
- Interés Simple.
- Geométrico Interés Compuesto.
- Incrementos variables.
- Curva normal logística.
- Mínimos cuadrados.
- Parábola de segundo grado.
- Parábola Cúbica.

## **DOTACIÓN**

Cantidad de agua en promedio que consume cada habitante y que comprende todos los tipos de consumo en un día promedio anual.

La dotación, a su vez, dependerá del clima, el tamaño de la población, características económicas, culturales, información sobre el consumo medido en la zona, etc.

Según el RNE en la Norma OS 100, nos dice si se comprobara la no existencia de estudios de consumo por ser habilitación nueva, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

## **VARIACIONES DE CONSUMO, CAUDAL MEDIO, CAUDAL MÁXIMO Y CAUDAL DE DESCARGA.**

### **VARIACIONES DE CONSUMO**

Según el RNE, para variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, en caso de no existir análisis de información estadística se considerará los siguientes coeficientes:

Máximo anual de la demanda diaria : 1,3

Máximo anual de la demanda horaria : 1,8 a 2,5.

El coeficiente  $K_2$  varia según el tamaño de la población así tenemos para poblaciones de 2000 a 10 000 hab.  $K_2$  se considera 2.5 y para poblaciones mayores a 10 000 hab., se tomará  $K_2$  igual a 1.8.

Para nuestro caso se tomará:

Máximo anual de la demanda diaria :  $K_1=1,3$ .

Máximo anual de la demanda horaria :  $K_2= 2,5$ .

### CAUDAL MEDIO

Es el promedio de los consumos diarios durante un periodo anual.

Así tenemos:

$$Q_p = \frac{D \times P}{86400} \quad (3.4)$$

D: Dotación (l/hab/d)

P: Población (hab)

$Q_p$ : Caudal Promedio (l/s)

### CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Caudal a la hora de máxima descarga, el consumo máximo horario esta relacionado respecto al caudal promedio, mediante el coeficiente  $K_2$ .

$$Q_{\text{max. hor.}} = K_2 \times Q_p \quad (3.5)$$

$Q_{\text{max. hor.}}$  : Caudal máximo horario.

$K_2$ : Coeficiente de variación horaria.

$Q_p$ : Caudal promedio.

### CAUDAL DE DESCARGA

El caudal de descarga según el Reglamento Nacional de Edificaciones fija un caudal de aporte para el sistema de alcantarillado de 80% del caudal máximo horario del sistema de agua potable.

$$Q_{\text{descarga}} = 80\% \times Q_{\text{max. hor.}} \quad (3.6)$$

$Q_{\text{max. hor.}}$  : Caudal máximo horario.

$Q_{\text{descarga}}$ : Caudal de descarga.

## AGUA DE FILTRACIÓN

Es el aporte adicional, se estima con base en características de permeabilidad del suelo con que se construye el alcantarillado sanitario. Este aporte puede expresarse por metro de tubería.

Según el estudio geotécnico, no se encuentra presencia de napa freática, por lo que la infiltración se tomará considerando el nivel freático bajo y precipitación pluvial casi nula, típico del clima de la costa limeña.

Cuadro N°3.3 APOORTE DE INFILTRACION POR LONGITUD DE TUBERIA

Condiciones	Infiltración ( lt/s/m)		
	Alta	Media	Baja
Tuberías existentes	0.004	0.003	0.002
Tuberías nuevas con unión de:			
- Cemento	0.003	0.002	0.001
- Caucho	0.0015	0.001	0.0005

FUENTE: Diseño de Acueductos y Alcantarillados, Ricardo López Cualla.

Para una tubería con uniones de caucho tomamos:

$$I = 0.0005 \text{ l/s/m} \quad (3.7)$$

## CAUDAL DEL SISTEMA

La capacidad del sistema será diseñada según el caudal de contribución de alcantarillado (80% del caudal máximo horario proveniente del aporte doméstico, comercial, institucional e industrial), más el caudal de infiltración (0.0005 l/s/m).

La capacidad máxima de trabajo será del 50% y 75% del diámetro como máximos para los colectores y emisores según sea el caso. Los interceptores, colectores principales y emisores pueden diseñarse con una capacidad de trabajo del 75%, los colectores secundarios deben diseñarse con una capacidad de trabajo del 50%.

## CAUDAL UNITARIO

El caudal unitario por unidad de área, será obtenido de la división del caudal de diseño entre el área total de influencia.

$$q_u = Q_d / A_t \quad (3.8)$$

Donde:

- $q_u$ : Caudal unitario (l/s)
- $Q_d$ : Caudal de diseño (l/s)
- $A_t$ : Área Total de influencia (ha)

## CAUDAL DE CONTRIBUCIÓN EN MARCHA DEL TRAMO (q)

El caudal de contribución es la suma del caudal propio del colector y del caudal de infiltración.

$$q = q_u * A_d + q_{inf} * l_t \quad (3.9)$$

Donde:

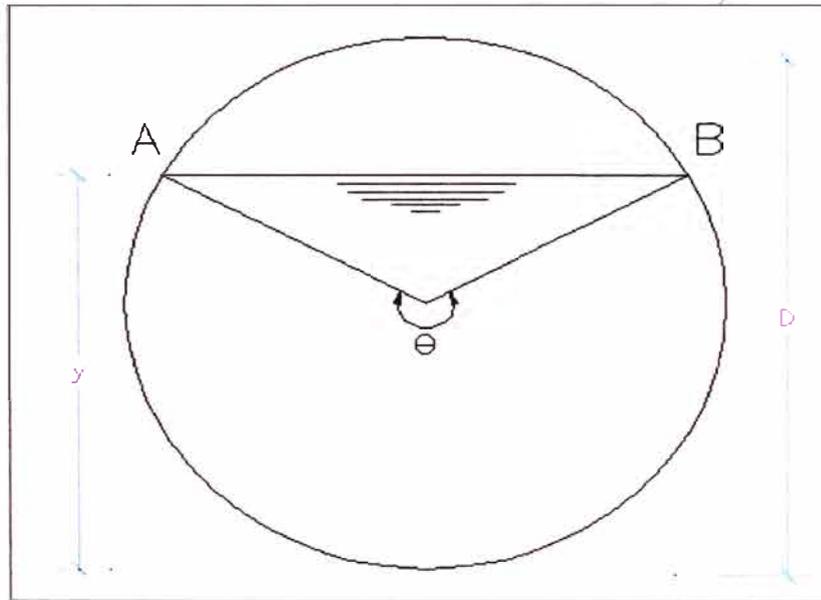
- $q_u$ : Caudal unitario (l/s)
- $q_{inf}$ : Caudal de infiltración (l/s/m)
- $A_d$ : Área drenada del tramo (ha)
- $l_t$ : Longitud del tramo de tubería.

## CALCULO DE PARAMETROS HIDRAULICOS EN COLECTORES

Al realizar algunas consideraciones geométricas en un colector se pueden determinar el área, perímetro y otros elementos de la sección transversal ocupada por el fluido.

La tubería trabaja parcialmente llena y se considera un flujo uniforme y permanente.

Gráfico N°3.1 TUBERIA PARCIALMENTE LLENO



FUENTE: Elaboración Propia.

$$\theta = 2\text{arcCos}(1 - 2y/D) \quad (3.10)$$

$$y/D = [1 - \cos(\theta/2)]/2 \quad (3.11)$$

$$A_f = D^2(\theta - \text{sen}\theta)/8 \quad (3.12)$$

$$P = D\theta/2 \quad (3.13)$$

$$R_h = \left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right) \frac{D}{4} \quad (3.14)$$

Donde:

- y: Tirante de agua
- D: Diámetro de la tubería
- A<sub>f</sub>: Área del flujo
- P: Perímetro Mojado
- Θ: Ángulo central
- R<sub>h</sub>: Radio hidráulico

$$\text{Ecuación del caudal: } Q = VA \quad (3.15)$$

Si empleamos la fórmula de Manning para el gasto, tenemos:

$$Q = \frac{A_f R_h^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (3.16)$$

Q: Caudal (l/s)

V: Velocidad Media (m/s)

A<sub>f</sub>: Área del flujo (m<sup>2</sup>)

S: Pendiente de la tubería (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

R<sub>h</sub>: Radio hidráulico (m)

### **CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE COLECTORES.**

Para el cálculo hidráulico, se ha utilizado el programa sewercad el cual determina los parámetros en un análisis hidráulico en estado estático, este tipo de análisis de flujo permanente, donde se conoce los diámetros de todos los tramos de nuestra red en estudio y la descarga en los buzones, proporciona como resultado las características hidráulicas del sistema en un determinado momento.

Este programa se basa en un algoritmo de cálculo para un flujo gradualmente variado, realizando un análisis de la línea de energía del fluido por medio del método del paso estándar considerando condiciones de flujo en estado crítico, sub crítico y supercrítico. Además, ofrece la posibilidad de efectuar diseños automatizados (optimización de diámetros), basándose en criterios de % de capacidad de tuberías, límites de velocidades máximas y mínimas, pendiente y cobertura de la red de las tuberías. Sewercad tiene la capacidad de soportar plataformas como autocad y una interfase llamada stand-alone.

Apartir del análisis realizado con el software, obtuvimos tuberías de diámetro comercial de 200mm (8"), para el sistema de colectores de la red de alcantarillado. Además verificamos los datos según las consideraciones de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario, cumpliendo de esta forma con lo exigido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

## PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

### CÁLCULO DE LA POBLACIÓN

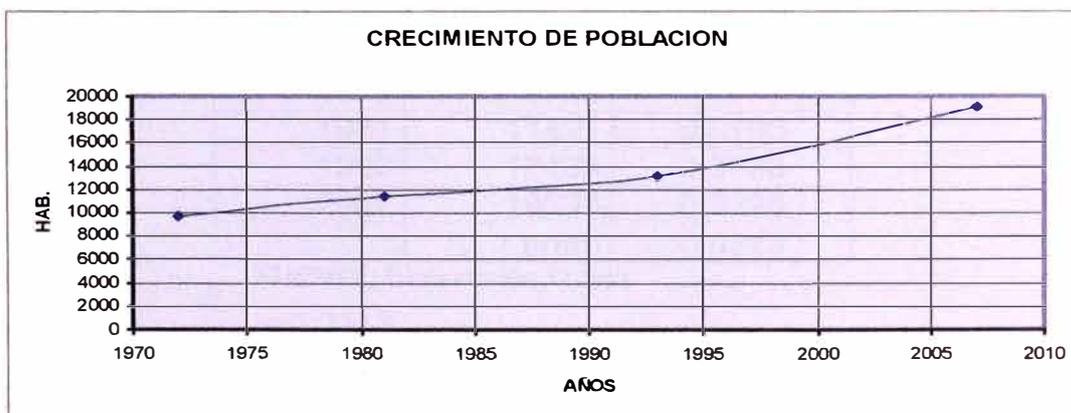
Procederemos a determinar la población de diseño.

**Cuadro N°3.4 DATOS DE POBLACION  
(NUEVO IMPERIAL-CAÑETE-LIMA)**

AÑO	POB. (HAB)
1972	9740
1981	11421
1993	13136
2007	19026

Fuente: INEI - Censos de población

**Gráfico N°3.2 CURVA S DE CRECIMIENTO VEGETATIVO**



FUENTE: Elaboración Propia

### COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE LA POBLACIÓN. MÉTODO ARITMÉTICO

$$k = \frac{(P_f - P_o)}{(T_f - T_o)} \quad (3.17)$$

**Cuadro N° 3.5 CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO  
CON EL MET. ARTIMETICO**

AÑO	POB.(HAB)	k
1972	9740	
1981	11421	186.78
1993	13136	142.92
2007	19026	420.71
	k prom	250.14

FUENTE: Elaboración Propia

$$k = 250.14 \text{ hab/año}$$

$$P_f = P_o + k (T_f - T_o) \quad (3.18)$$

Donde:

K: Tasa de crecimiento poblacional (hab/año).

Po: Población inicial (hab).

Pf: Población futura (hab).

Tf: Tiempo futuro

To: Tiempo inicial

### MÉTODO DEL INTERÉS SIMPLE

$$r = \frac{(Pf - Po)}{Po * (Tf - To)} \quad (3.19)$$

**Cuadro N° 3.6 CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO  
CON EL MET. INTERES SIMPLE**

AÑO	POB.(HAB)	r
1972	9740	
1981	11421	0.0190
1993	13136	0.0130
2007	19026	0.0320
	r prom	0.0213

FUENTE: Elaboración Propia

$$r = 0.0213$$

$$Pf = Po (1 + r(Tf - To)) \quad (3.20)$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento poblacional.

Po: Población inicial (hab).

Pf: Población futura (hab).

Tf: Tiempo futuro

To: Tiempo inicial

### MÉTODO GEOMÉTRICO

$$r = (Pf/Po)^{(1/(Tf-To))} \quad (3.21)$$

**Cuadro N° 3.7 CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO  
CON EL MET. GEOMETRICO**

AÑO	POB. (HAB)	Δt	r
1972	9740		
1981	11421	9	1.018
1993	13136	12	1.012
2007	19026	14	1.027
	r prom		1.019

FUENTE: Elaboración Propia

$$r = 1.019$$

$$Pf = Po * r^{(Tf - To)} \quad (3.22)$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento poblacional.

Po: Población inicial (hab).

Pf: Población futura (hab).

Tf: Tiempo futuro

To: Tiempo inicial

### ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS MÉTODOS.

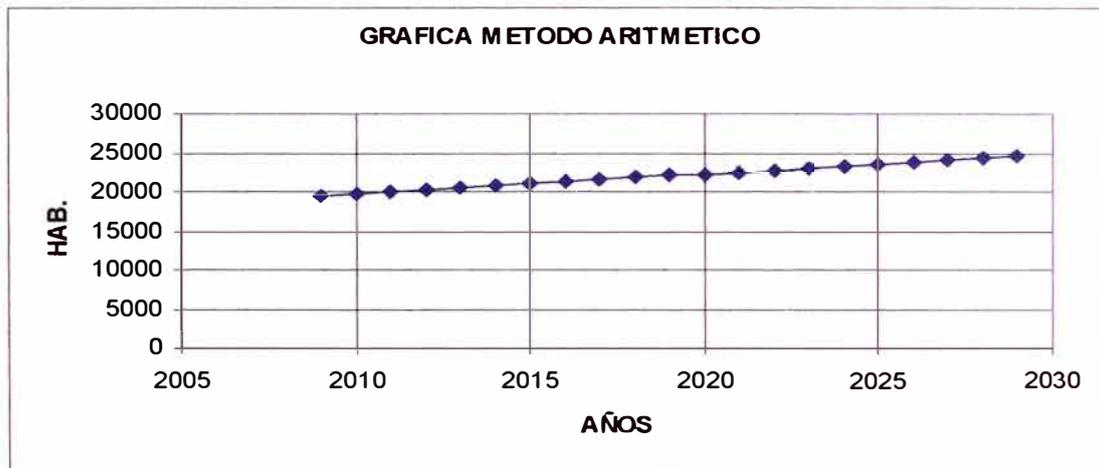
Se analizará con un periodo de retorno de 15 años y 5 años por procedimientos legales, en total tenemos 20 años considerados.

Cuadro N° 3.8 CUADRO COMPARATIVO DE LOS MÉTODOS MENCIONADOS

N	AÑO	POB. (HAB)		
		ARITMETICA	GEOMETRICA	INTER. SIMP.
1	2009	19526	19756	19837
2	2010	19776	20131	20242
3	2011	20027	20514	20647
4	2012	20277	20903	21052
5	2013	20527	21301	21458
6	2014	20777	21705	21863
7	2015	21027	22118	22268
8	2016	21277	22538	22673
9	2017	21527	22966	23079
10	2018	21778	23403	23484
11	2019	22028	23847	23889
12	2020	22278	24300	24294
13	2021	22528	24762	24700
14	2022	22778	25232	25105
15	2023	23028	25712	25510
16	2024	23278	26200	25915
17	2025	23528	26698	26321
18	2026	23779	27206	26726
19	2027	24029	27722	27131
20	2028	24279	28249	27536
21	2029	24529	28786	27942

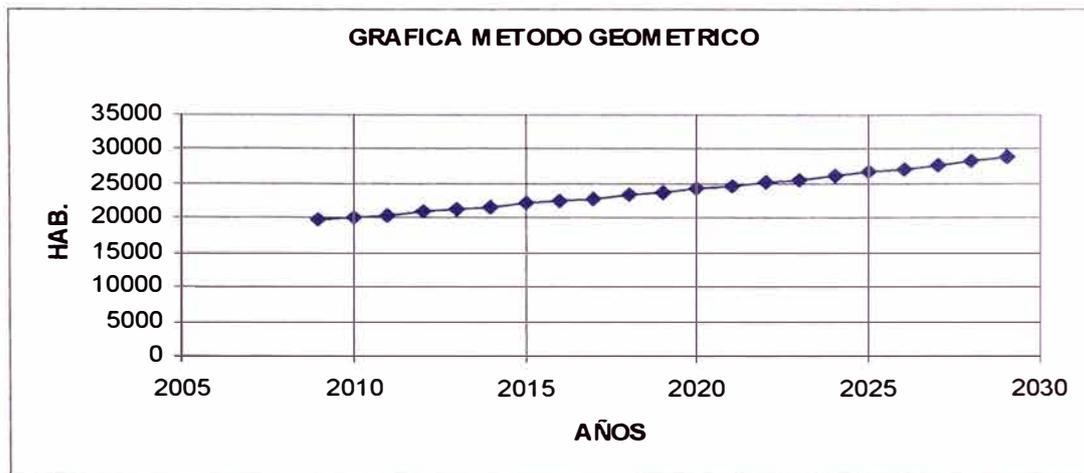
FUENTE: Elaboración Propia

**Gráfico N°3.3 CURVA OBTENIDA CON EL METODO ARITMETICO**



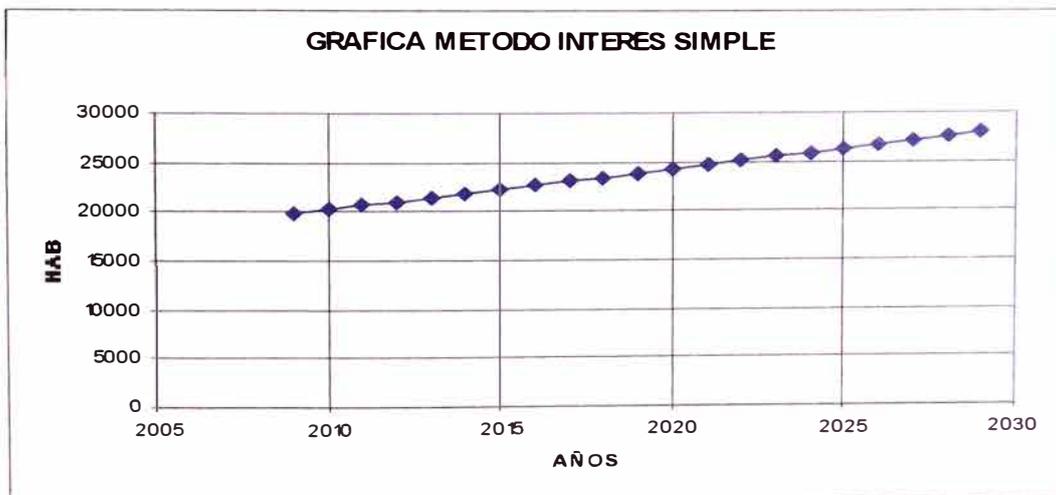
FUENTE: Elaboración Propia

**Gráfico N°3.4 CURVA OBTENIDA CON EL METODO GEOMETRICO**



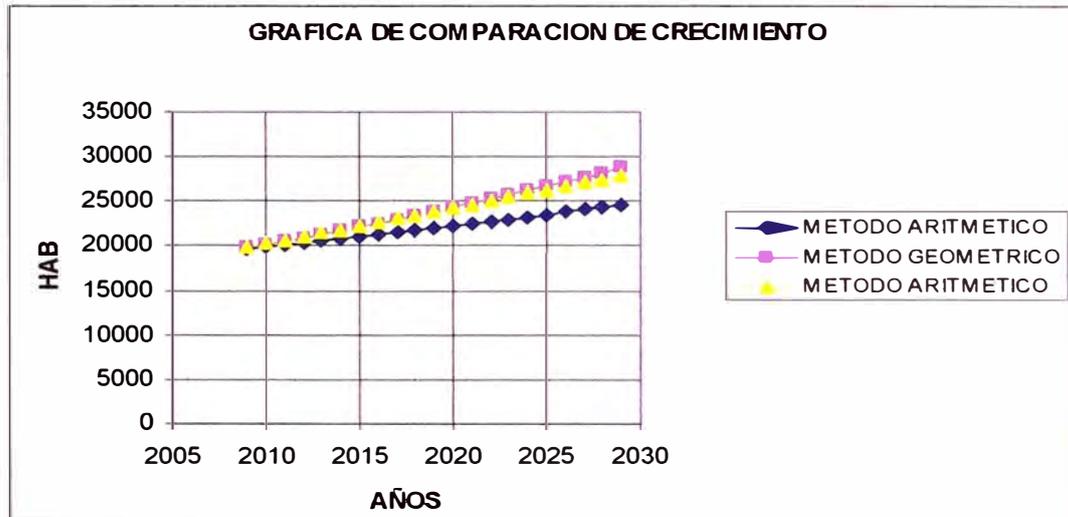
FUENTE: Elaboración Propia

**Gráfico N°3.5 CURVA OBTENIDA CON EL METODO DE INTERES SIMPLE**



FUENTE: Elaboración Propia

**Gráfico N°3.6 COMPARACION GRAFICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS TRES METODOS**



FUENTE: Elaboración Propia

De los gráficos se puede observar un tendencia lineal, la población esta en un proceso de crecimiento, y se considerará el método de Interés Simple.

### CALCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Se considerará una densidad poblacional de 6 hab/viv, por ser una habilitación nueva y se beneficiarán unas 499 viviendas, teniendo en cuenta un periodo total 20 años.

$$P_{(inicial)} = 6 \times 499 = 2994 \text{ habitantes}$$

$$P_{(futura)} = P_o \times (1+r (T_f-T_o))$$

$$= 2994 \times (1+0.0213 (2029-2009)) = 4269 \text{ hab.}$$

### DOTACIÓN

Para nuestro caso considerando el clima costero del centro del Perú, se tomará una dotación de 220lt/hab/día.

## CÁLCULO DEL CAUDAL MEDIO

### CAUDAL DE APOORTE DE VIVIENDAS

#### Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = \frac{Pob \cdot Dot}{86400} = \frac{4269 \text{ hab} \cdot 220 \text{ l/hab}}{86400 \text{ s}} = 10.87 \text{ lt/s}$$

#### Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times 10.87 \text{ l/s} = 27.18 \text{ lt/s}$$

### CAUDAL DE APOORTE POR INSTITUCIONES EDUCATIVAS

#### Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = a \cdot b \cdot Dot = 4 \cdot 200 \text{ pers} \cdot 50 \text{ l/pers/día} = 40\,000 \text{ lt/d}$$

a: número de colegios.

b: número de personas en la institución educativa.

Dot: Dotación (l/pers/día).

#### Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = \frac{2.5 \times 40\,000 \text{ l/d}}{86400} = 1.16 \text{ lt/s}$$

### CAUDAL DE APOORTE DE CENTROS COMERCIALES

#### Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = A_c \cdot Dot = 9895.90 \text{ m}^2 \cdot 15 \text{ l/m}^2 = 148\,438.5 \text{ lt/d}$$

$A_c$ : Área para uso comercial, obtenida del plano de lotización ( $\text{m}^2$ )

Dot: Dotación de agua en  $\text{l/m}^2$

#### Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times \frac{148\,438.5 \text{ l/d}}{86400} = 4.30 \text{ lt/s}$$

### CAUDAL DE APOORTE DEL CENTRO DE SALUD

#### Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = c \cdot Dot = 20 \cdot 500 \text{ l/consultorio /día} = 10\,000 \text{ lt/d}$$

c: Número de consultorios, para nuestro caso consideraremos 20 ambientes, proyectados en el puesto de salud.

Dot: Dotación de agua en l/consultorio/día

Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times \frac{12\,500}{86\,400} = 0.29 \text{ lt/s}$$

## CAUDAL DE APOORTE DEL SERVICIO COMUNAL

Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = A_r \cdot \text{Dot} = 19\,478.9 \text{ m}^2 \cdot 6 \text{ l/m}^2/\text{día} = 116\,873.4 \text{ lt/d}$$

$A_r$ : Área total reservada para el uso de centros comunales (comisarias, local municipal, etc.), dato obtenido del plano de lotización (19 478.9 m<sup>2</sup>).

Dot: Dotación de agua en l/m<sup>2</sup>/día

Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times \frac{116\,873.40}{86\,400} = 3.38 \text{ lt/s}$$

## CAUDAL DE APOORTE DE LAS EDIFICACIONES DESTINADAS AL ALOJAMIENTO DE ANIMALES

1) Caudal de Aporte por crianza de aves.

Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = d \cdot e \cdot \text{Dot} = 4 \cdot 400 \cdot 0.20 \text{ l/día} = 320 \text{ lt/d}$$

d: Número de centros de producción dedicadas a la crianza de animales, para nuestro caso tenemos 4 centros de producción.

e: Número total de aves alojadas, tenemos 400 aves promedio por cada centro.

Dot: Dotación de agua en l/día por cada 100 aves.

Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times \frac{320 \text{ l/d}}{86400} = 0.00926 \text{ lt/s}$$

2) Caudal de Aporte por crianza de ganado lechero.

Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = d \cdot e \cdot \text{Dot} = 6 \cdot 150 \cdot 120 \text{ l/día} = 108\,000 \text{ lt/d}$$

d: Número de centros de producción dedicadas a la crianza de animales, para nuestro caso tenemos 6 centros de producción.

e: Número total de ganado alojadas, tenemos 150 animales promedio por cada centro de producción.

Dot: Dotación de agua en l/día/ganado lechero.

Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times \frac{108\,000 \text{ l/d}}{86400} = 3.13 \text{ lt/s}$$

3) Caudal de Aporte por crianza de ganado porcino.

Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = d \cdot e \cdot \text{Dot} = 6 \cdot 120 \cdot 10 \text{ l/día} = 7200 \text{ lt/d}$$

d: Número de centros de producción dedicadas a la crianza de animales, para nuestro caso tenemos 6 centros de producción.

e: Número total de aves alojadas, tenemos 120 animales promedio por cada centro.

Dot: Dotación de agua en l/día/ganado porcino.

Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times \frac{7200 \text{ l/d}}{86400} = 0.21 \text{ lt/s}$$

## CAUDAL DE APOORTE PARA MATADEROS PÚBLICOS

1) Caudal de Aporte por aves.

Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = d \cdot e \cdot p \cdot \text{Dot} = 1 \cdot 240 \cdot 2 \cdot 16 \text{ l/día} = 7680 \text{ lt/d}$$

d: Número de centros de producción dedicadas a la crianza de animales, para nuestro caso tenemos 1 centro de producción.

e: Número total de aves, tenemos 240 aves promedio.

p: peso promedio de las aves, considerando 2 kg por ave.

Dot: Dotación de agua en l/Kg./día

Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times \frac{7680 \text{ l/d}}{86400} = 0.22 \text{ lt/s}$$

2) Caudal de Aporte por ganado Bovino

Caudal Medio ( $Q_m$ )

$$Q_p = d \cdot e \cdot \text{Dot} = 1 \cdot 16 \cdot 500 \text{ l/día} = 8000 \text{ lt/d}$$

d: Número de centros de producción dedicadas a la crianza de animales, para nuestro caso tenemos 1 centro de producción.

e: Número total de ganado bovino, tenemos 16 animales promedio en la zona.

Dot: Dotación de agua en l/Kg./día

Caudal Máximo de la demanda Horaria ( $Q_{\text{máx. H.}}$ )

$$Q_{\text{máx. hor}} = K_2 \times Q_m = 2.5 \times \frac{8000 \text{ l/d}}{86400} = 0.23 \text{ lt/s}$$

A continuación se presenta un cuadro resumen utilizando las dotaciones según el uso de aguas domésticas, institucionales, comerciales, salud, servicios comunales, agua destinada al alojamiento de animales y matadero público.

**Cuadro N° 3.9 CUADRO RESUMEN UTILIZANDO LAS DOTACIONES SEGÚN EL TIPO DE USO PARA EL CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO HORARIO.**

USO	DOTACIONES (LT/HAB/D)	Pf (HAB)	CAUDAL PROMEDIO (LT/SEG)	CAUDAL MAX. HOR. (LT/SEG)
VIVIENDAS	220	4269.00	10.87	27.18
<b>EDUCACION</b>				
USO	LT/PERSONA/D	NORMA IS 010	LT/D	LT/S
EDUCACION	50	TABLA N °18	40000	1.16
<b>COMERCIAL</b>				
USO	LT/D/M <sup>2</sup>	NORMA IS 010	LT/D	LT/S
COMERCIAL	15	TABLA 3.2.11	148438.5	4.30
<b>PUESTO DE SALUD</b>				
USO	LT/CONSULTORIO/D	NORMA IS 010	LT/D	LT/S
SALUD	500	TABLA N °26	10000	0.29
<b>SERVICIOS COMUNALES</b>				
USO	LT/M <sup>2</sup>	NORMA IS 010	LT/D	LT/S
SERV. COMUNAL	6	TABLA N °19	116873.4	3.38

FUENTE: Elaboración Propia

El servicio comunal se considera como uso de oficinas.

**Cuadro N° 3.10 CUADRO RESUMEN UTILIZANDO LAS DOTACIONES DE AGUA PARA EDIFICACIONES DESTINADAS AL ALOJAMIENTO DE ANIMALES Y DOTACION DE AGUA PARA MATADEROS PUBLICOS PARA EL CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO HORARIO.**

DOTACION DE AGUA PARA EDIFICACIONES DESTINADAS AL ALOJAMIENTO DE ANIMALES				
USO	DOTACION	NORMA IS 010	CAUDAL PROMEDIO (LT/D)	CAUDAL MAX. HOR. (LT/S)
PRODUCCION1	20 L/D POR CADA 100 AVES	TABLA N °23	320	0.00926
	120 L/ANIMAL/GANADO LECH.		108000	3.13
	10 L/ANIMAL/GANADO PORCINO		7200	0.21
TOTAL				3.3493
DOTACION DE AGUA PARA MATADERO PUBLICO				
USO	DOTACION	NORMA IS 010	LT/D	LT/S
PRODUCCION2	16 L/KG/AVE	TABLA N °24	7680	0.22
	500 L/ANIMAL		8000	0.23

FUENTE: Elaboración Propia

Existen 4 centros de producción se dedican a cuidar aves, 6 centros de producción se dedican a cuidar ganado vacuno y 120 animales de ganado porcino, 160 ganado lechero, además las dotaciones fueron obtenidas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Caudal de máximo Horario Total para el uso de aguas domésticas.

$$Q_{\text{máx. Total}} = 27.18 \text{ lt/s} + 1.16 \text{ lt/s} + 4.30 \text{ lt/s} + 0.29 \text{ lt/s} + 3.38 \text{ lt/s} + 0.00926 \text{ lt/s} + 3.13 \text{ lt/s} + 0.21 \text{ lt/s} + 0.22 \text{ lt/s} + 0.23 \text{ lt/s}$$

$$Q_{\text{máx. Total}} = 40.11 \text{ lt/s}$$

Caudal de Contribución del Alcantarillado.

$$Q_{\text{descarga}} = 0.80 \times 40.11 \text{ lt/s} = 32.09 \text{ lt/s}$$

**AGUA DE INFILTRACIÓN**

Analizando el cuadro N° 3.3, para una Tubería con uniones de caucho tomamos:

$$I = 0.0005 \text{ l/s/m}$$

## **AREAS DRENADAS Y CAUDALES DE APORTE**

En los siguientes cuadros N °3.11, 3.12 y 3.13 se aprecia las áreas contribuyentes y el caudal de aporte por tramo; donde se considera el caudal de diseño de 32.09 l/s, de uso doméstico.

Para el cálculo de las áreas contribuyentes o de aporte, ver plano A-01 en anexos.

Descripción de los elementos de los cuadros N° 3.11, 3.12 y 3.13, donde encontraremos los caudales de aporte calculados:

Columna 1.- Descripción del colector, indicado en los planos.

Bz-1-3, significa tramo entre buzón 1(Bz-1) y buzón 3 (Bz-3), similar para los tramos mencionados.

Columna2.- Áreas drenadas.

Las áreas obtenidas del plano A-01, según diagrama de flujos.

Columna3.- Área total drenada en cada colector.

Es el área total drenada sobre el tramo correspondiente, es la suma de todas las áreas drenadas en el colector según lo indicado en la columna (2).

Columna4.- Caudal de aporte en cada colector.

Es el caudal drenado sobre cada tramo, columna 3 entre área total de influencia (94.12 ha) multiplicado por el caudal de diseño (32.09 lt/s).

**Cuadro N° 3.11 ÁREAS CONTRIBUYENTES POR TRAMO (BZ-1-3 HASTA BZ-15-40) Y CALCULO DEL CAUDAL DE APOORTE**

TRAMO (1)	ÁREAS CONTRIBUYENTES (2)																		AREA TOTAL (ha) (3)	C. U. POB. N.F (lt/s) (4)		
	0.38	0.33	0.56	5.71	0.77	1.3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	
BZ-1-3	0.38	0.33	0.56	5.71	0.77	1.3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.05	3.09	
BZ-3-8	0.31	0.31	0.61	0.59																	1.82	0.62
BZ-8-11	0.34	0.35																			0.69	0.24
BZ-11-15	0.33	0.35																			0.68	0.23
BZ-15-19	0.32	0.33																			0.65	0.22
BZ-19-23	0.32	0.32																			0.64	0.22
BZ-23-28	0.36	0.37																			0.73	0.25
BZ-32-1	0.34	0.68																			1.02	0.35
BZ-6-8	0.59	0.6																			1.19	0.41
BZ-10-11	0.57	0.6																			1.17	0.40
BZ-13-15	0.62	0.64	0.64																		1.9	0.65
BZ-17-19	0.65	0.63	0.63	0.61																	2.52	0.86
BZ-21-23	0.61	0.6	0.71	0.68																	2.6	0.89
BZ-25-27	0.56	0.6																			1.16	0.40
BZ-29-27	0.89																				0.89	0.30
BZ-27-28	0.20																				0.2	0.07
BZ-32-34	0.34	0.33	0.67	8.82	0.69	0.75	1.36														12.96	4.42
BZ-34-36	0.33	0.32																			0.65	0.22
BZ-36-38	0.33																				0.33	0.11
BZ-38-40	0.33																				0.33	0.11
BZ-40-42	0.32																				0.32	0.11
BZ-42-44	0.32																				0.32	0.11
BZ-44-46	0.31																				0.31	0.11
BZ-34-3	0.32	0.32																			0.64	0.22
BZ-36-8	0.33	0.32																			0.65	0.22
BZ-38-11	0.33	0.34																			0.67	0.23
BZ-15-40	0.32	0.33																			0.65	0.22

FUENTE: Elaboración Propia

**Cuadro Nº 3.12 ÁREAS CONTRIBUYENTES POR TRAMO (BZ-49-19 HASTA BZ-103-90) Y CALCULO DEL CAUDAL DE APORTE**

TRAMO (1)	ÁREAS CONTRIBUYENTES (2)																				AREA TOTAL (ha) (3)	C. U. POB. N.F (lt/s) (4)
BZ-49-19	0.14	0.14																			0.28	0.10
BZ-49-42	0.18	0.18																			0.36	0.12
BZ-44-23	0.33	0.32																			0.65	0.22
BZ-28-46	0.33																				0.33	0.11
BZ-54-56	0.32																				0.32	0.11
BZ-56-58	0.41																				0.41	0.14
BZ-58-60	0.41																				0.41	0.14
BZ-60-62	0.4																				0.4	0.14
BZ-34-64	0.65	0.58	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	0.57
BZ-65-36	0.43	0.6																			1.03	0.35
BZ-54-68	0.22																				0.22	0.08
BZ-68-67	0.61																				0.61	0.21
BZ-56-69	0.24																				0.24	0.08
BZ-69-71	0.4																				0.4	0.14
BZ-71-73	0.41																				0.41	0.14
BZ-73-75	0.39																				0.39	0.13
BZ-67-102	0.31																				0.31	0.11
BZ-102-103	0.31																				0.31	0.11
BZ-103-105	0.32																				0.32	0.11
BZ-105-77	0.28																				0.28	0.10
BZ-77-78	0.23																				0.23	0.08
BZ147-78	3.4																				3.4	1.16
BZ-111-95	3.15																				3.15	1.07
BZ-95-97	0.86	0.42																			1.28	0.44
BZ-145-81	0.36																				0.36	0.12
BZ-78-79	0.21																				0.21	0.07
BZ-105-88	0.32	0.28																			0.6	0.20
BZ-103-90	0.32	0.31																			0.63	0.21

FUENTE: Elaboración Propia

**Cuadro N° 3.13 ÁREAS CONTRIBUYENTES POR TRAMO (BZ-102-92 HASTA BZ-118-120) Y CALCULO DEL CAUDAL DE APOORTE**

TRAMO (1)	ÁREAS CONTRIBUYENTES (2)																				AREA TOTAL (ha) (3)	C. U. POB. N.F (lt/s) (4)	
BZ-102-92	0.31	0.32																				0.63	0.21
BZ-94-67	0.31	0.48	0.47	0.82	0.45	0.34																2.87	0.98
BZ-79-88	0.26	0.23																				0.49	0.17
BZ-88-90	0.31	0.32																				0.63	0.21
BZ-90-92	0.32	0.31																				0.63	0.21
BZ-92-94	0.31	0.31																				0.62	0.21
BZ-79-81	0.38	0.33																				0.71	0.24
BZ-88-86	0.32	0.32																				0.64	0.22
BZ-90-135	0.33	0.33																				0.66	0.23
BZ-92-125	0.32	0.32																				0.64	0.22
BZ-94-116	0.31																					0.31	0.11
BZ-81-86	0.2	0.2																				0.4	0.14
BZ-86-135	0.33	0.34																				0.67	0.23
BZ-135-125	0.33	0.33																				0.66	0.23
BZ-125-116	0.31	0.32	0.32																			0.95	0.32
BZ-81-83	0.56	0.53	0.31	0.62	0.43	0.63	0.33	0.31	0.32	0.39	0.43	0.5	0.53	0.58	0.55	0.32	0.15	0.17	0.18	0.31	8.15	2.78	
BZ-86-84	0.27	0.33																				0.6	0.20
BZ-133-135	0.33	0.33																				0.66	0.23
BZ-122-125	0.31	0.32																				0.63	0.21
BZ-122-133	0.33	0.33	0.31	0.31	0.32																	1.6	0.55
BZ-84-133	0.32	0.67																				0.99	0.34
BZ-130-133	0.65	0.33																				0.98	0.33
BZ-122-120	0.33	0.32																				0.65	0.22
BZ-130-120	0.33	0.33	0.32	0.63																		1.61	0.55
BZ-128-130	0.33	0.34																				0.67	0.23
BZ-118-120	0.63	0.33																				0.96	0.33
BZ-118-128	0.34	0.33	0.48																			1.15	0.39
TOTAL																						94.12	32.09

FUENTE: Elaboración Propia

## **ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MODELO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.**

### **MODELO ANALIZADO POR MEDIO DEL PROGRAMA SEWERCAD.**

El análisis y simulación de redes de alcantarillado se realiza para investigar la relación compleja que existe entre las características de la red, la descarga de los consumidores (doméstico, comercial, industrial y público), estas cargas son aplicadas en un determinado momento.

Básicamente se calcula caudales, velocidades, tirantes, presiones y valores asociados en un momento determinado, mediante un cálculo hidráulico al modelo matemático desarrollado con el software.

Las aplicaciones del análisis y simulación de redes nos dan a conocer el comportamiento de los sistemas de recolección, diseño de nuevos sistemas, evaluación de la capacidad de conducción de la red existente, uso eficiente y/o reforzamiento de las redes existentes y un planeamiento contingente, nos brinda la solución de las redes para diferentes escenarios y alternativas.

El diseño de una red de Alcantarillado, consiste en estimar las dimensiones del conducto, teniendo presente restricciones técnicas (Velocidad, pendiente, cociente  $y/D$ , cobertura, tensión tractiva, etc.) y consideraciones económicas.

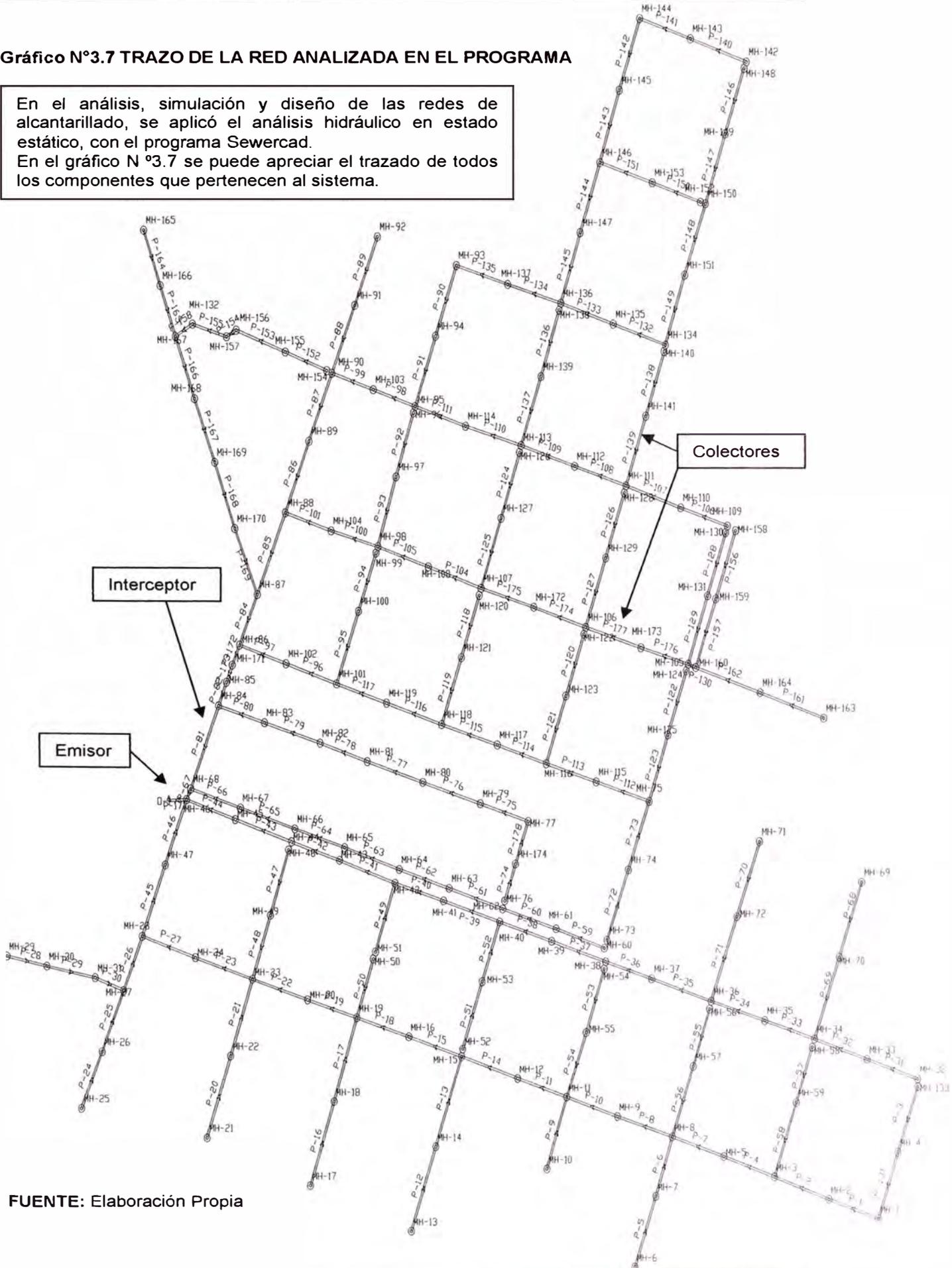
El software al simular la red emplea dos tipos de análisis el primero es análisis hidráulico en estado estático y análisis hidráulico en periodos extendidos.

**a) Análisis Hidráulico en Estado Estático.-** En este tipo de análisis de flujo permanente se conoce los diámetros de todos los tramos de la red y descargas de los buzones, y se buscan las características hidráulicas del sistema en un momento determinado. El Diseño de la red se realiza en estado estático.

**b) Análisis Hidráulico en Periodos Extendidos.-** este análisis se da en una red de alcantarillado cuando la descarga varía en el día, y con ello los caudales en los colectores, en la cámara húmeda y la operación de la bomba, buscando características finales de a red para diferentes instantes del día.

Gráfico N°3.7 TRAZO DE LA RED ANALIZADA EN EL PROGRAMA

En el análisis, simulación y diseño de las redes de alcantarillado, se aplicó el análisis hidráulico en estado estático, con el programa Sewercad. En el gráfico N°3.7 se puede apreciar el trazado de todos los componentes que pertenecen al sistema.



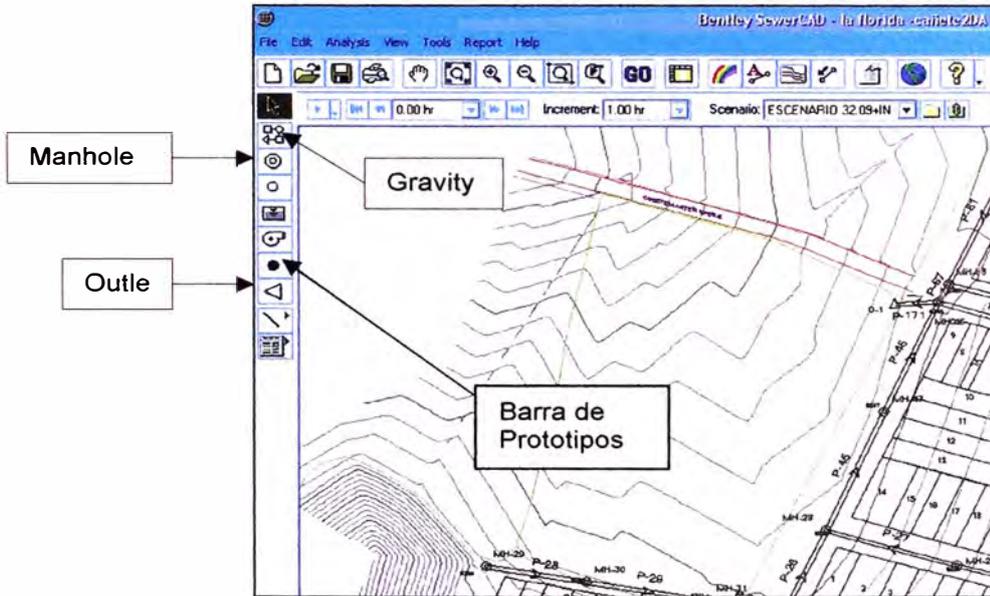
FUENTE: Elaboración Propia

## CÁLCULO COMPUTARIZADO DE LA RED DE ALCANTARILLADO CON EL PROGRAMA SEWERCAD.

### UBICACIÓN DE COMPONENTES Y TRAZADO DE LA RED

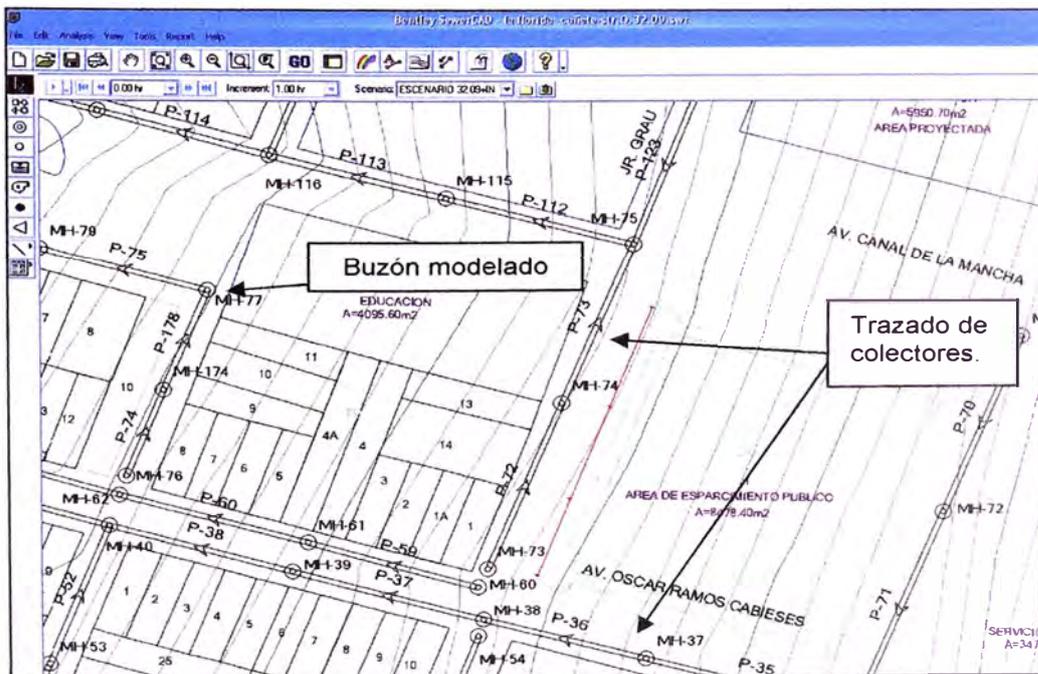
Se debe ubicar cada uno de los componentes de la Red de Alcantarillado, luego se procede al trazado de las tuberías, para ello hacer uso de los prototipos (Manhole, Gravity Pipe y Outle).

Gráfico N°3.8 UBICACIÓN DE COMPONENTES EN EL PROGRAMA



FUENTE: Elaboración Propia

Gráfico N°3.9 TRAZADO DE TUBERIAS EMPLEANDO LA BARRA DE PROTOTIPOS



FUENTE: Elaboración Propia

El trazado de la red se realizará según el diagrama de flujo del sistema escogido, para este caso se empleo el sistema perpendicular con interceptor, en donde el interceptor recoge las aguas residuales de la red y los conduce para su tratamiento final.

### INGRESO DE DATOS AL PROGRAMA.

Para el ingreso de datos al programa Sewercad se utilizaron las 3 siguientes formas:

**A) Diálogos:** se puede usar la herramienta de seleccionar – Select Tool, y hacer doble clic en un elemento para mostrar sus editores.

**B) Tablas Flexibles:** hacer click  en el botón de reporte tabular, para mostrar tablas dinámicas.

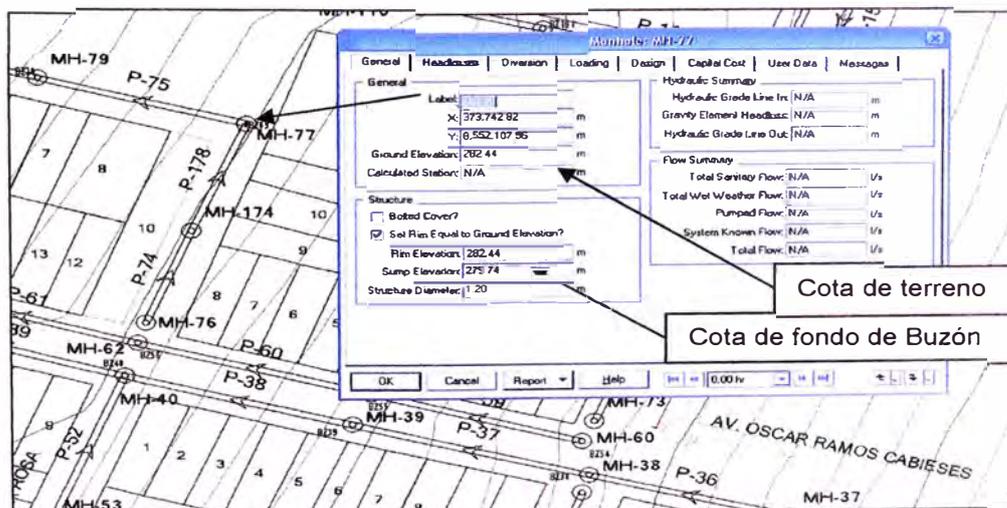
**C) Editores de Alternativas:** las alternativas son usadas para ingresar datos para diferentes situaciones usadas en el manejador de escenarios.

### Ingreso de Datos físicos a la red

Ingresando datos a través de las ventanas de diálogo.

- 1) Hacer doble click en cada elemento para mostrar sus editores e ingresar sus datos. Luego, click en **OK**. En estos editores se puede visualizar los resultados de cada elemento.

**Gráfico N°3.10 INGRESO DE DATOS AL PROGRAMA A TRAVES DE VENTANAS DE DIALOGO**

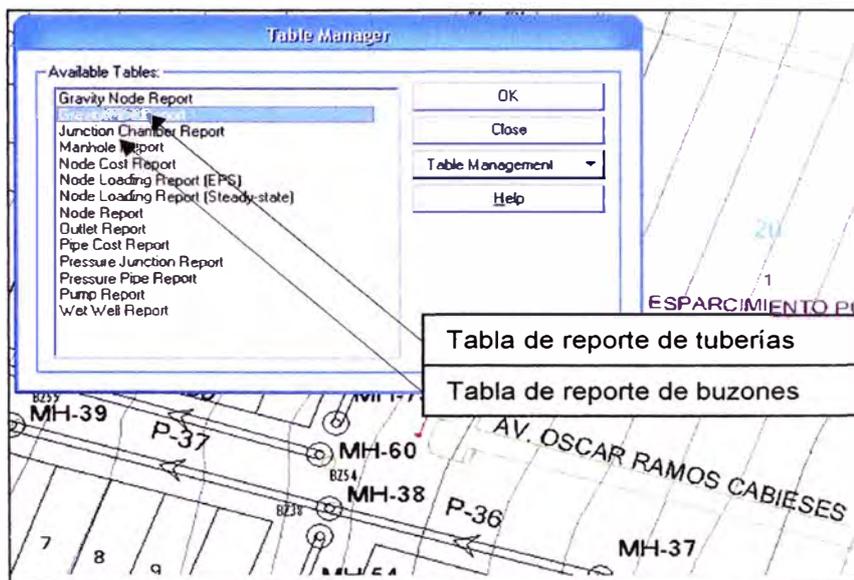


FUENTE: Elaboración Propia

En la ventana se ingresará la cota de fondo de buzón y la cota de terreno del buzón seleccionado.

- Hacer click en el botón de reporte tabular, para mostrar las tablas dinámicas, seleccionar la tabla del elemento que se desea ingresar datos.

Gráfico N°3.11 SELECCIÓN DE LA OPCION TABULAR



FUENTE: Elaboración Propia

Seleccionar la tabla de reporte de tuberías a gravedad –Gravity Pipe Report e ingresar la información siguiente:

Gráfico N°3.12 INGRESO DE DATOS AL PROGRAMA ATRAVES DE TABLAS.

Ingresar diámetros, cotas, longitudes, etc.

Label	Upstream Node	Downstream Node	Upstream Ground Elevation (m)	Downstream Ground Elevation (m)	Length (m)	Section Size	Material	Manning's n	Constructed Slope (%)	Set Invert to Upstream Structure?	Upstream Invert Elevation (m)	Set Invert to Downstream Structure?	Downstream Invert Elevation (m)	User Defined Bend Angle?	Bend Angle (radians)	User Defined Length?	Section Shape
P-1	MH-1	MH-2	296.69	295.28	55.00	200 mm	PVC	0.010	2.5636	<input checked="" type="checkbox"/>	295.19	<input checked="" type="checkbox"/>	293.78	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-2	MH-2	MH-3	295.28	293.66	60.00	200 mm	PVC	0.010	3.8667	<input checked="" type="checkbox"/>	293.78	<input checked="" type="checkbox"/>	291.46	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-3	MH-133	MH-4	299.10	297.84	65.00	200 mm	PVC	0.010	2.8364	<input checked="" type="checkbox"/>	297.90	<input checked="" type="checkbox"/>	296.34	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-4	MH-3	MH-5	293.66	292.42	57.20	200 mm	PVC	0.010	1.8182	<input checked="" type="checkbox"/>	291.46	<input checked="" type="checkbox"/>	290.42	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-5	MH-6	MH-7	290.75	290.30	60.00	200 mm	PVC	0.010	1.5833	<input checked="" type="checkbox"/>	289.55	<input checked="" type="checkbox"/>	288.60	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-6	MH-7	MH-8	290.30	290.32	50.00	200 mm	PVC	0.010	1.5600	<input checked="" type="checkbox"/>	288.60	<input checked="" type="checkbox"/>	287.82	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-7	MH-5	MH-8	292.42	290.32	55.00	200 mm	PVC	0.010	4.7273	<input checked="" type="checkbox"/>	290.42	<input checked="" type="checkbox"/>	287.82	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-8	MH-8	MH-9	290.32	288.71	62.00	200 mm	PVC	0.010	1.7903	<input checked="" type="checkbox"/>	287.82	<input checked="" type="checkbox"/>	286.71	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-9	MH-10	MH-11	286.68	287.06	60.00	200 mm	PVC	0.010	2.7000	<input checked="" type="checkbox"/>	285.48	<input checked="" type="checkbox"/>	283.86	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-10	MH-9	MH-11	288.71	287.06	56.50	200 mm	PVC	0.010	5.0398	<input checked="" type="checkbox"/>	286.71	<input checked="" type="checkbox"/>	283.86	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-11	MH-11	MH-12	287.06	285.15	56.80	200 mm	PVC	0.010	0.8979	<input checked="" type="checkbox"/>	283.86	<input checked="" type="checkbox"/>	283.35	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-12	MH-13	MH-14	286.95	283.61	70.00	200 mm	PVC	0.010	4.3429	<input checked="" type="checkbox"/>	285.45	<input checked="" type="checkbox"/>	282.41	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-13	MH-14	MH-15	283.61	283.46	77.00	200 mm	PVC	0.010	1.4935	<input checked="" type="checkbox"/>	282.41	<input checked="" type="checkbox"/>	281.26	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-14	MH-12	MH-15	285.15	283.46	60.00	200 mm	PVC	0.010	3.4833	<input checked="" type="checkbox"/>	283.35	<input checked="" type="checkbox"/>	281.26	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-15	MH-15	MH-16	283.46	281.48	56.65	200 mm	PVC	0.010	2.2595	<input checked="" type="checkbox"/>	281.26	<input checked="" type="checkbox"/>	279.98	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular
P-16	MH-17	MH-18	283.28	280.78	70.00	200 mm	PVC	0.010	4.0429	<input checked="" type="checkbox"/>	281.78	<input checked="" type="checkbox"/>	278.95	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	Circular

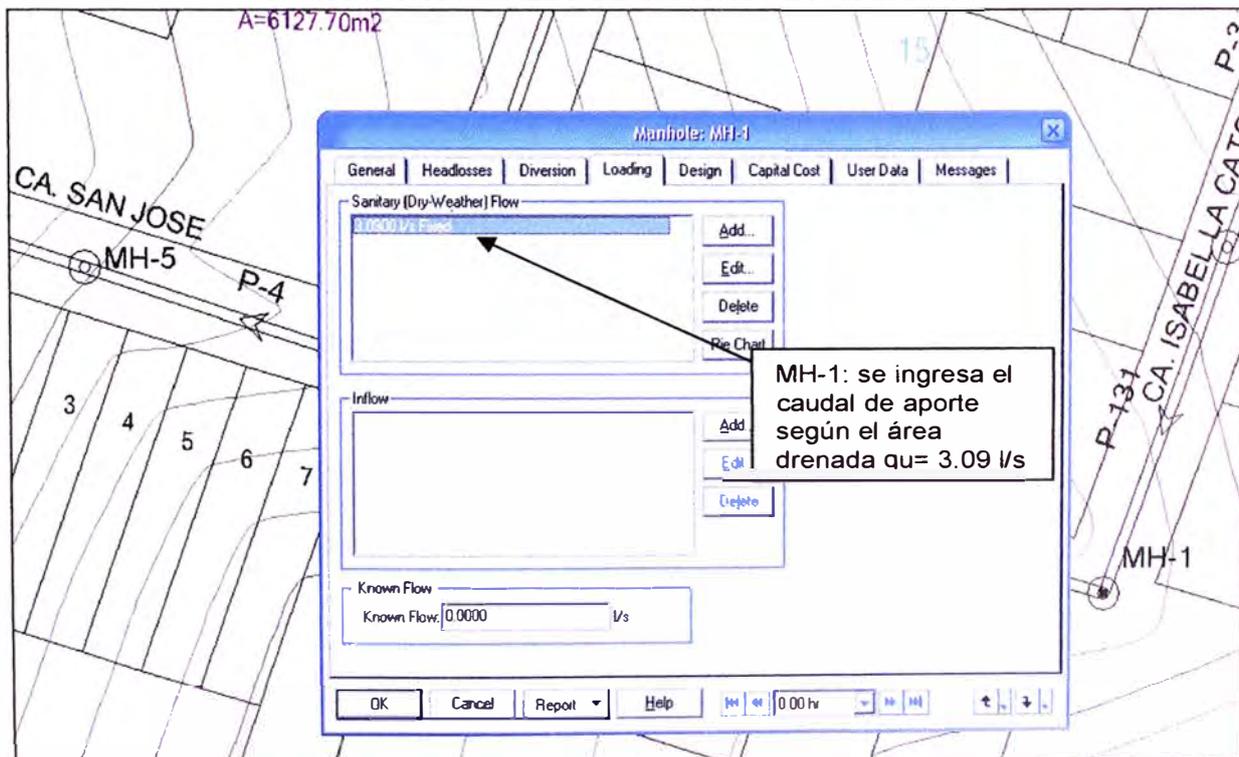
FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla se ingresará datos de longitud, tipo de material, coeficiente de Manning, diámetro propuesto, cota de terreno aguas arriba, cota de terreno aguas abajo, cota de fondo de buzón aguas arriba y cota de fondo de buzón aguas abajo. La columna **set invert to upstream structure** debe seleccionarse para que la cota de fondo de buzón aguas arriba pueda coincidir con la cota de la tubería.

### INGRESO DE DATOS DE CARGAS (LOADING) AL PROGRAMA SEWERCAD

Las cargas se ingresan en los prototipos “**Manhole**”, por ejemplo para el manhole MH-1 activar su ventana de diálogo y seleccionar la ventana **Loading**. En cargas sanitarias tiempo seco (Sanitary (**Dry - Weather**) Flow), hacer click en **Add** y luego seleccionar Carga Patrón – flujo base (**Pattern load- base Flow & Pattern**).

Gráfico N°3.13 INGRESO DE CARGAS AL PROGRAMA.

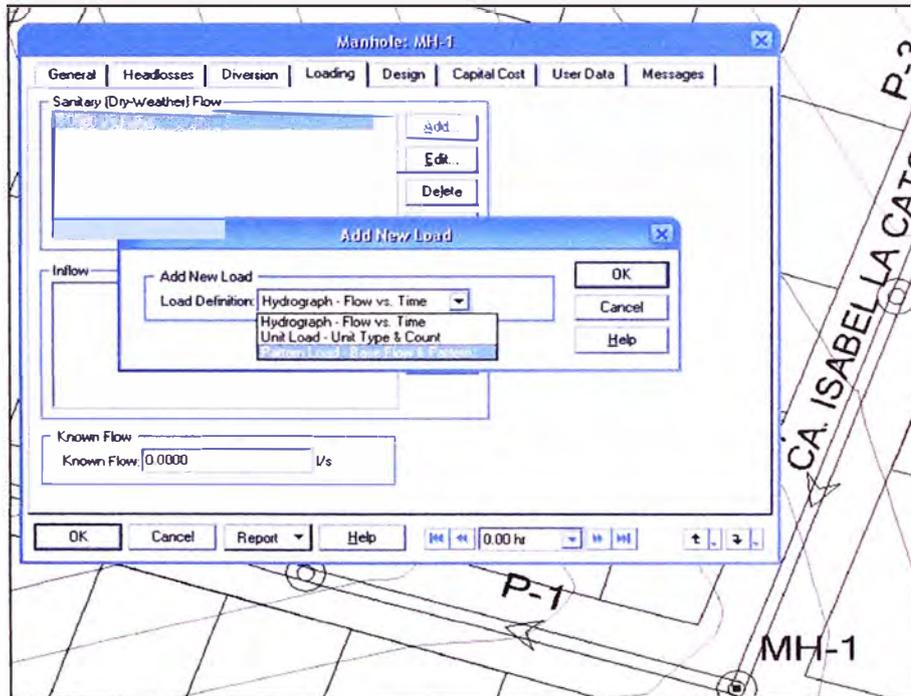


FUENTE: Elaboración Propia

Para ingresar los caudales unitarios, ver cuadros de áreas contribuyentes (cuadro N° 3.11, 3.12 y 3.13), la nomenclatura de los buzones se puede obtener del gráfico N° 3.7, el cual debe compararse con la indicada en el plano PG-01.

En la ventana siguiente se aprecia como se selecciona la opción (**Pattern load-base Flow & Pattern**), para añadir las cargas sanitarias; continuar con el mismo procedimiento para añadir todas las cargas unitarias al sistema.

Gráfico N°3.14 SELECCION DE LA OPCION (PATTERN LOAD- BASE FLOW & PATTERN)

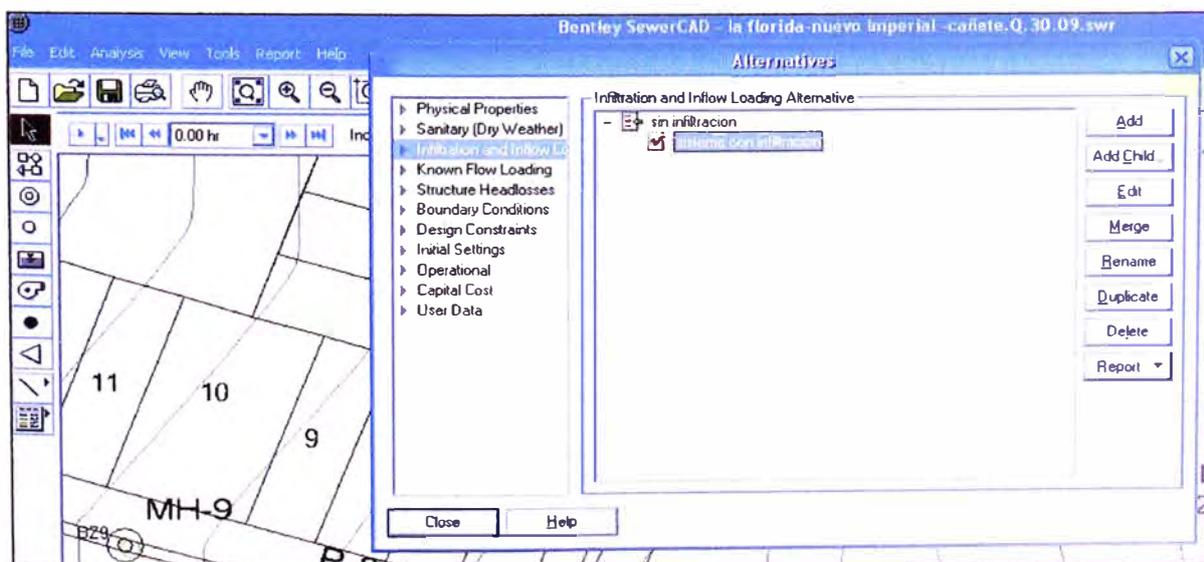


FUENTE: Elaboración Propia

### CREACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE INFILTRACIÓN.

- 1) Seleccionar **Analysis/Alternatives**, del menú desplegable.

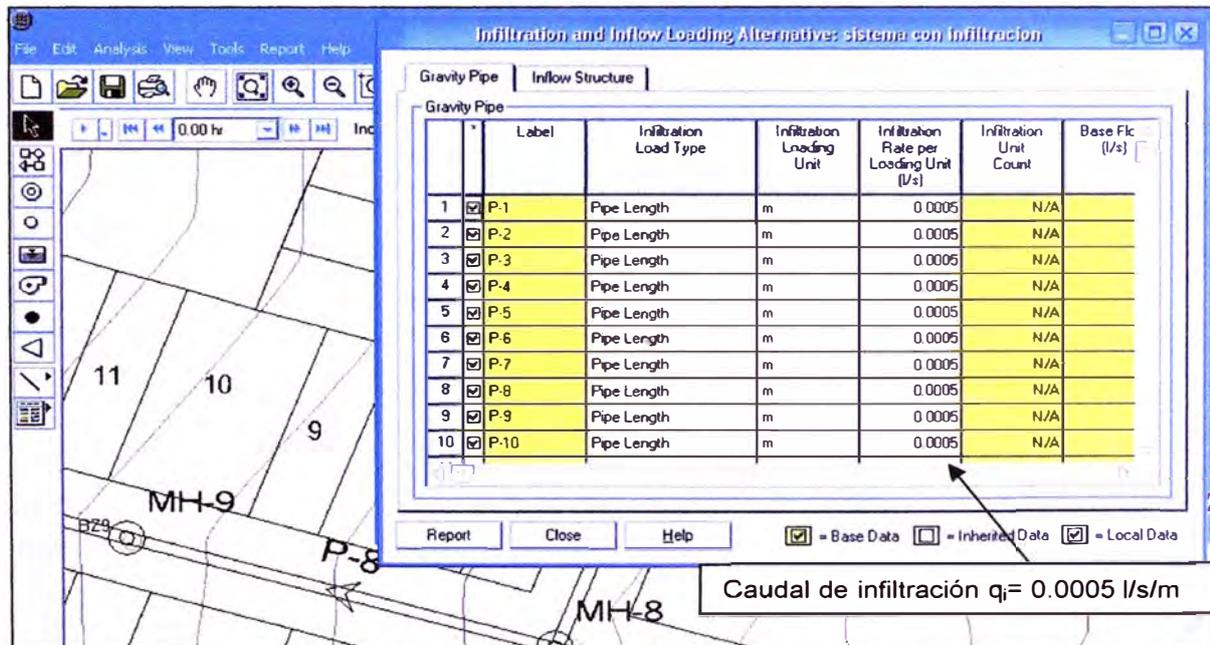
Gráfico N°3.15 CREANDO LA ALTERNATIVA DE INFILTRACION



FUENTE: Elaboración Propia

- 2) A continuación se creará una alternativa de infiltración, para ello hacer click en el botón “Add Child”, luego hacer click derecho sobre la columna tipo de carga de infiltración (**Infiltration Load Type**), seleccionar **Global Edit** y luego el tipo de infiltración como por longitud de tubería (**Pipe length**).

Gráfico N°3.16 INGRESO DE DATOS EN LA ALTERNATIVA DE INFILTRACION

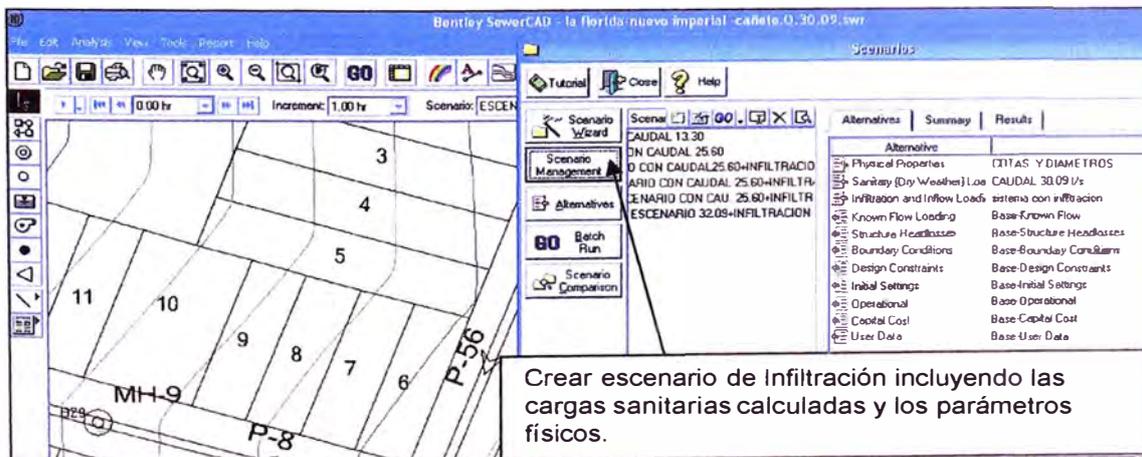


FUENTE: Elaboración Propia

### CREACIÓN DE ESCENARIOS DE CÁLCULO

- 1) Seleccionar Analysis/ Escenarios, del menú desplegable, a continuación crear la alternativa de infiltración, en **Scenario Manegment**, seleccionar **Add/Child Scenario**.

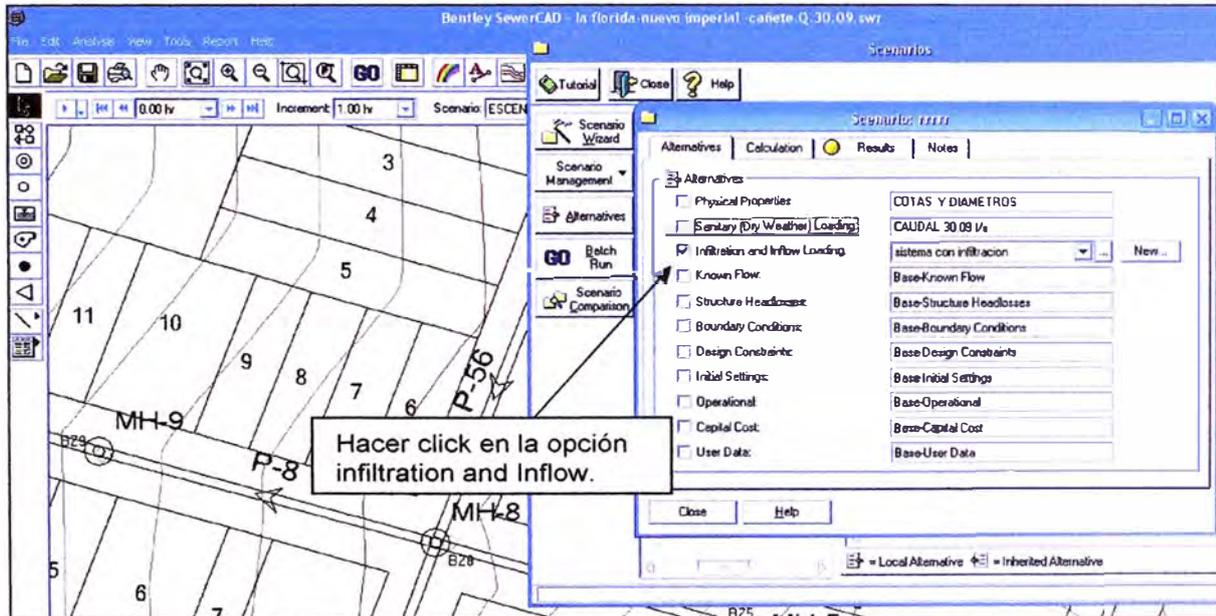
Gráfico N°3.17 CREACION DE ESCENARIOS PARA EL CALCULO DE LA CARGA DE INFILTRACION



FUENTE: Elaboración Propia

- 2) En la siguiente ventana, seleccionar como alternativa de infiltración e influjo y cerrar.

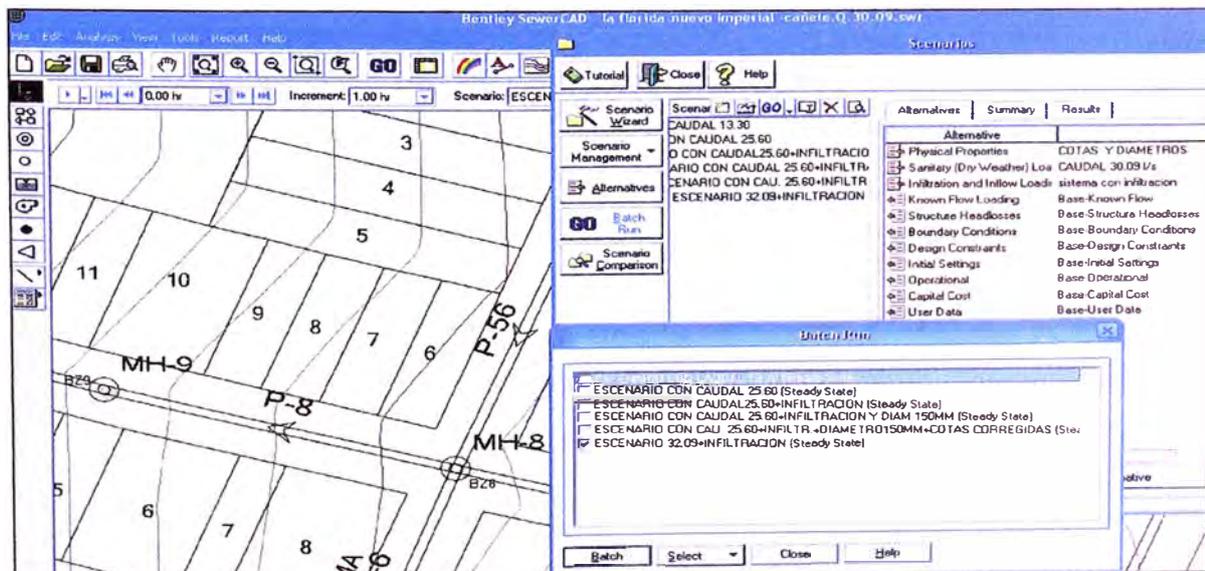
Gráfico N°3.18 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE INFILTRACIÓN E INFLUJO EN ESCENARIOS



FUENTE: Elaboración Propia

- 3) Estando nuevamente en el **Scenario Manager**. Para hacer el cálculo del escenario, hacer click en el botón **GO-Batch Run**, y marcar en el cuadro el cálculo del escenario. Luego hacer click en el botón **Batch**, enseguida click en **Yes**. Hacer click en **Aceptar**.

Gráfico N°3.19 EJECUCION DEL PROGRAMA EN ESCENARIOS



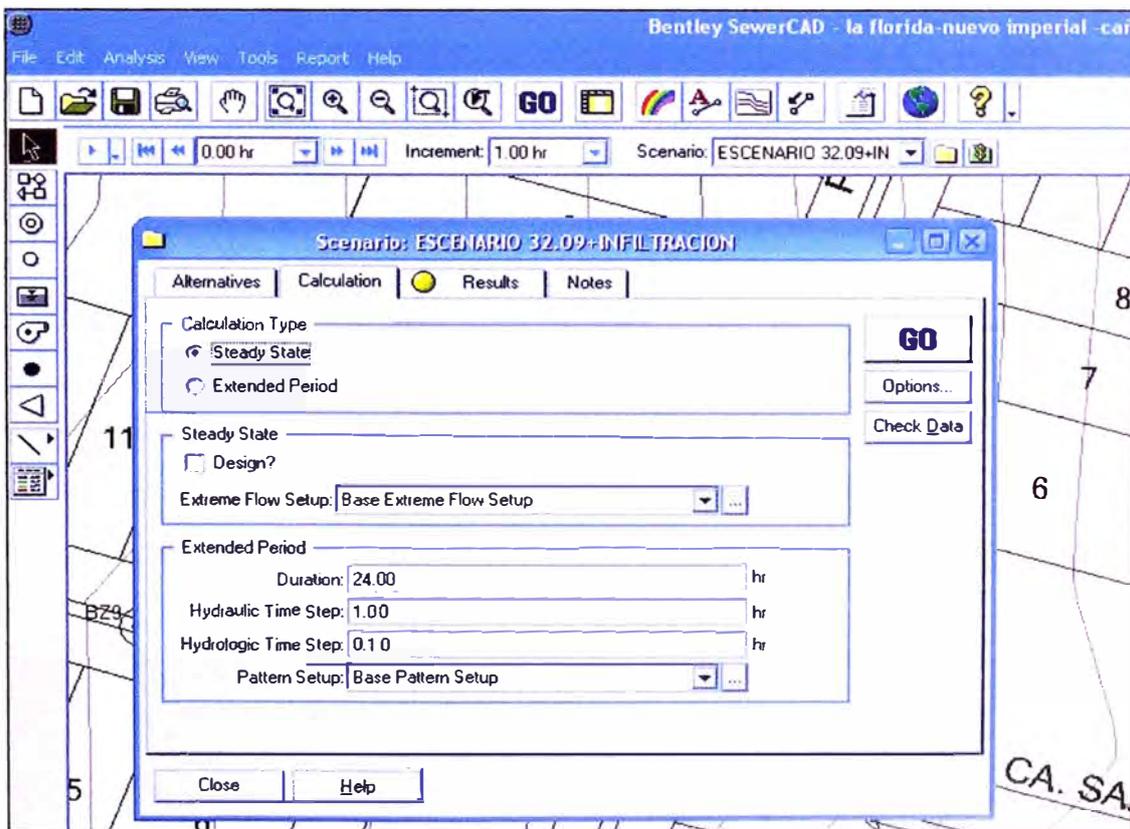
FUENTE: Elaboración Propia

## PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO, RUN- CORRER EL PROGRAMA.

Para realizar el cálculo del modelo se procede a ejecutar el programa, una forma de ejecutar el software es a través de escenarios, a continuación se procederá de una manera diferente de ejecutar el programa Sewercad.

- 1) Estando en la ventana de cálculo- Calculation. Se debe marcar estado: Estado estático- **Steady State**.

Gráfico N°3.20 PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO

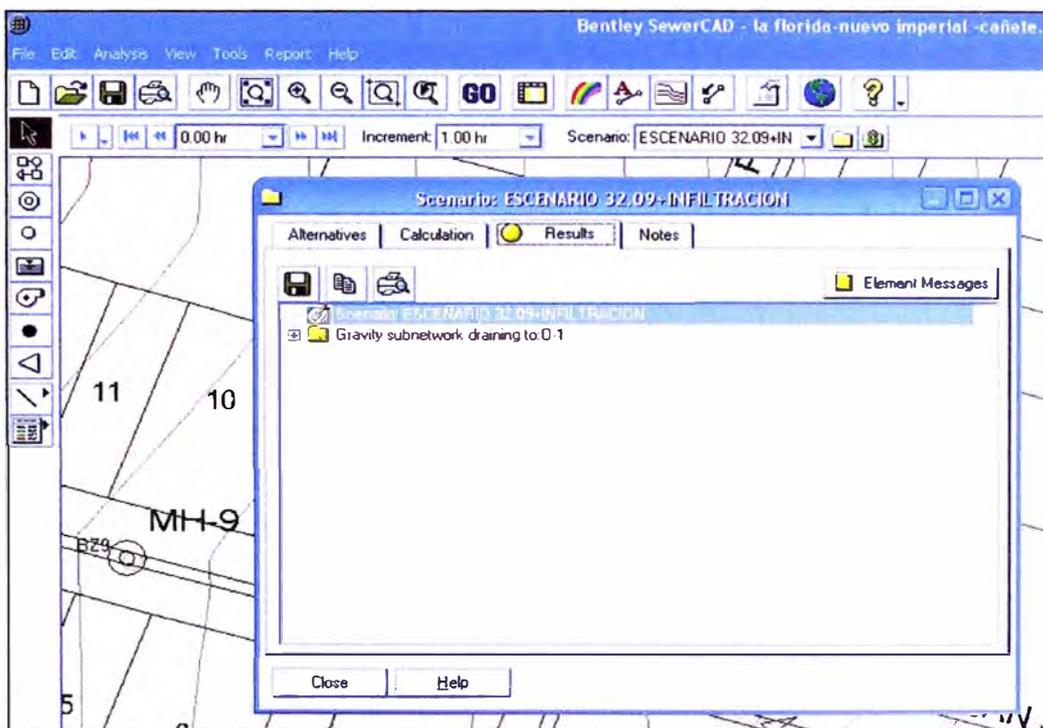


FUENTE: Elaboración Propia

- 2) Hacer click en el botón **Check Data**, luego hacer click en **GO** para iniciar el cálculo y hacer click en **Close-Cerrar**.

Es recomendable ejecutar el programa por este método indicando el estado estático para, luego emplear la ejecución en escenarios, en el cuadro **element Messages** se puede visualizar mensajes que indican que el diseño no cumple, siempre y cuando se ingrese rangos de diseño como velocidad, pendiente, altura de relleno hasta la clave de la tubería y relación tirante / Diámetro.

Gráfico N°3.21 VENTANA DE RESULTADOS



FUENTE: Elaboración Propia

**Visualización y Verificación de resultados.**

- 1) Hacer click en el botón de Reporte tabular-Tabular Reports,  para mostrar las tablas dinámicas.

Gráfico N°3.22 TABLA DE RESULTADOS

Label	Upstream Node	Downstream Node	Upstream Ground Elevation (m)	Downstream Ground Elevation (m)	Length (m)	Section Size	Material	Manning's n	Constructed Slope (%)	Set Invert to Upstream Structure?	Upstream Invert Elevation (m)	Set Invert to Downstream Structure?	Downstream Invert Elevation (m)	User Defined Bend Angle?	Bend Angle (radians)	User Defined Length?	Section Shape	Average Velocity (m/s)	Total Flow (l/s)	Full Capacity (l/s)
P-1	P-1	MH-1	MH-2	236.63	295.28	55.00	200 mm	PVC	0.010	2.5635	295.19	233.78	233.78	0.00	0.00	0.00	Circular	1.14	3.5260	71.2210
P-2	P-2	MH-2	MH-3	235.28	293.66	90.00	200 mm	PVC	0.010	3.6667	293.78	231.46	231.46	0.00	0.00	0.00	Circular	1.32	3.5560	87.4676
P-3	P-3	MH-133	MH-4	293.10	297.84	55.00	200 mm	PVC	0.010	2.6364	297.90	236.34	236.34	0.00	0.00	0.00	Circular	0.61	0.3775	74.9136
P-4	P-4	MH-3	MH-5	233.65	292.42	57.20	200 mm	PVC	0.010	1.8182	291.46	230.42	230.42	0.00	0.00	0.00	Circular	1.09	4.4813	59.9789
P-5	P-5	MH-6	MH-7	230.75	290.30	60.00	200 mm	PVC	0.010	1.5833	289.55	288.60	288.60	0.00	0.00	0.00	Circular	0.52	0.4400	55.9714
P-6	P-6	MH-7	MH-8	230.30	290.32	50.00	200 mm	PVC	0.010	1.5600	288.60	287.82	287.82	0.00	0.00	0.00	Circular	0.52	0.4650	55.5574
P-7	P-7	MH-5	MH-8	232.42	290.32	55.00	200 mm	PVC	0.010	4.7273	290.42	287.82	287.82	0.00	0.00	0.00	Circular	1.52	4.5088	95.7131
P-8	P-8	MH-9	MH-9	290.32	288.71	62.00	200 mm	PVC	0.010	1.7903	287.82	286.71	286.71	0.00	0.00	0.00	Circular	1.15	5.5208	59.5176
P-9	P-9	MH-10	MH-11	296.63	287.06	50.00	200 mm	PVC	0.010	2.7000	285.48	283.89	283.89	0.00	0.00	0.00	Circular	0.62	0.4300	73.0906
P-10	P-10	MH-3	MH-11	288.71	287.06	56.55	200 mm	PVC	0.010	5.0399	286.71	283.89	283.89	0.00	0.00	0.00	Circular	1.06	5.5491	99.8587
P-11	P-11	MH-11	MH-12	287.05	285.15	56.80	200 mm	PVC	0.010	0.6979	283.86	283.35	283.35	0.00	0.00	0.00	Circular	0.94	6.5242	42.1450
P-12	P-12	MH-13	MH-14	296.95	283.61	70.00	200 mm	PVC	0.010	4.3429	285.45	282.41	282.41	0.00	0.00	0.00	Circular	0.84	0.6950	92.6974
P-13	P-13	MH-14	MH-15	293.61	283.46	77.00	200 mm	PVC	0.010	1.4935	282.41	281.26	281.26	0.00	0.00	0.00	Circular	0.59	0.7235	54.3605
P-14	P-14	MH-12	MH-15	285.15	283.46	60.00	200 mm	PVC	0.010	3.4833	283.35	281.26	281.26	0.00	0.00	0.00	Circular	1.53	6.5542	83.0190
P-15	P-15	MH-15	MH-16	293.46	281.48	56.65	200 mm	PVC	0.010	2.2595	281.26	279.93	279.93	0.00	0.00	0.00	Circular	1.36	7.5280	66.8629
P-16	P-16	MH-17	MH-18	293.29	280.78	70.00	200 mm	PVC	0.010	4.0429	281.78	278.95	278.95	0.00	0.00	0.00	Circular	0.89	0.8990	89.4384
P-17	P-17	MH-18	MH-19	290.78	279.75	70.00	200 mm	PVC	0.010	2.0000	278.95	277.55	277.55	0.00	0.00	0.00	Circular	0.70	0.9300	62.9064

FUENTE: Elaboración Propia

## CUADRO DE CÁLCULO

A continuación se hace una descripción, columna por columna, del cuadro de cálculo indicado en el Cuadro N° 3.14.

### **Columna 1.-** Numeración del Colector

En esta columna se indica la numeración de las tuberías por tramos en orden ascendente.

### **Columna 2.-** Número de Buzón-Aguas Arriba

Número de buzón aguas arriba.

### **Columna 3.-** Número de Buzón-Aguas Abajo

Número de buzón aguas abajo.

### **Columna 4.-** Cota de Terreno Aguas Arriba (m)

Cota de Terreno aguas arriba, obtenida del plano topográfico.

### **Columna 5.-** Cota de Terreno Aguas Abajo (m)

Cota de Terreno aguas abajo, obtenida del plano topográfico.

### **Columna 6.-** Longitud de Tubería (m)

Longitud de cada colector por tramos.

### **Columna 7.-** Diámetro determinado en milímetros.

Este valor se introduce en el programa, se propone dimensiones iniciales en las tuberías, diámetro comercial.

### **Columna 8.-** Descripción del tipo de material a emplear en los colectores.

Tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC), dato a ingresar en el programa depende del tipo de material que se utilizará en las tuberías.

### **Columna 9.-** Coeficiente de Mannings

Coeficiente de Mannings a emplear en los colectores, este valor depende del tipo de material seleccionado.

**Columna 10.-** Cota de Fondo de Buzón – Aguas Arriba (m)

Cota de Fondo de Buzón -Aguas Arriba, obtenida de los planos P-01, P-02, P-03 y P-04.

**Columna 11.-** Cota de Fondo de Buzón – Aguas Abajo (m)

Cota de Fondo de Buzón -Aguas Abajo, obtenida de los planos P-01, P-02, P-03 y P-04.

**Columna 12.-** Pendiente

Se obtiene de comparar el cociente entre la diferencia de las cotas de fondo de buzón Aguas Arriba y Aguas Abajo (Columna 10 –Columna 11) y la Longitud del tramo (Columna 6).

**Columna 13.-** Caudal por Tramo

Descarga en el colector.

**Columna 14.-** Caudal a Sección Llena

El caudal a sección llena se calcula aplicando la fórmula de Mannings (ecuación 3.23), además el programa considera el diámetro a utilizar de 8" o en milímetros 203.20.

$$Q = \frac{A R_h^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (3.23)$$

Donde:

Q: Caudal (l/s).

A : Área mojada (m<sup>2</sup>).

R<sub>h</sub>: Radio Hidráulico (m).

S : Pendiente (m/m).

n : Coeficiente de Manning

**Columna 15.-** Caudal para colectores a media sección.

Este caudal es determinado en los colectores a media sección, puesto que se debe considerar en los colectores una relación máxima tirante/ diámetro de 0.50, los colectores tendrán como límite este caudal a media sección.

**Columna 16.-** Caudal para una relación  $y/D=0.75$ .

Este caudal es determinado en el interceptor, puesto que se debe considerar una relación máxima tirante/ diámetro de 0.75.

Caudal calculado sólo para el interceptor.

**Columna 17.-** Cálculo de la velocidad promedio.

El programa determina la velocidad media del tramo, empleando la ecuación (3.23) y la expresión.

$$Q=V \times A \quad (3.24)$$

Donde:

Q: Caudal (l/s).

V: Velocidad media (m/s)

A: Área (m<sup>2</sup>)

**Columna 18.-** Cota de Gradiente Hidráulica Aguas Arribas.

El programa determina la cota de la línea gradiente aguas arriba del tramo, considera un flujo gradualmente variado. Esta cota se calcula sumando la cota de fondo de buzón aguas arriba (Columna 10) y el tirante en ese punto de la curva de remanso aguas arriba.

**Columna 19.-** Cota de Gradiente Hidráulica Aguas Abajo.

El programa determina la cota de la línea gradiente aguas abajo del tramo, considera un flujo gradualmente variado. Esta cota se calcula sumando la cota de fondo de buzón aguas abajo (Columna 11) y el tirante en ese punto de la curva de remanso aguas abajo.

**Columna 20.-** Pérdida de carga del tramo.

El programa determina la pérdida de carga, de la diferencia de la Columna (18) y Columna (19).

**Columna 21.-** Relación tirante promedio / diámetro

El programa determina analizando un flujo gradualmente variado una relación del tirante promedio y el diámetro del tramo considerando el promedio de los tirantes, aguas arriba del tramo y aguas abajo.

**Columna 22.-** Relación tirante normal / diámetro

El programa determina la relación tirante normal / diámetro.

**Columna 23.-** Caudal de Infiltración por metro lineal (l/s/m).

Este dato se le ingresa al programa, para el cálculo del caudal de infiltración por metro lineal.

**Columna 24.-** Caudal de Infiltración por tramo (l/s).

El programa determina con el dato del caudal de infiltración (Columna 23) multiplicado por la longitud (Columna 6), el caudal de infiltración por tubería.

**Columna 25.-** Caudal de Infiltración acumulado por tramo (l/s)

El programa determina con el dato del caudal de infiltración por tramo (Columna 24), el caudal de infiltración total que ingresa a cada tubería, según el esquema de flujos modelado.

**Columna 26.-** Tirante Aguas Arriba (m)

El programa determina el tirante aguas arriba del tramo, considerando una curva de remanso en el tramo del colector.

**Columna 27.-** Tirante Aguas Abajo (m)

El programa determina el tirante aguas abajo del tramo, considerando una curva de remanso en el tramo del colector.

**Columna 28.-** Tirante promedio.

El programa determina el tirante promedio, multiplicando la columna 24 y el diámetro del tramo (Columna 7).

**Columna 29.-** Tirante normal de agua.

Se determina multiplicando la Columna 22 y el diámetro de la tubería, es el tirante real en la tubería.

**Columna 30.-** Ángulo central de un canal circular.

Este ángulo se determina de la ecuación (3.25):

$$\theta = 2\text{arcCos}(1 - 2y/D) \quad (3.25)$$

Donde:

y: Tirante normal del agua.

D: Diámetro de la tubería.

$\theta$ : Ángulo central del canal circular.

**Columna 31.-** Radio hidráulico

El radio hidráulico es la relación del área mojada y el perímetro mojado en una tubería.

$$R_h = \left(1 - \frac{\text{seno}\theta}{\theta}\right) D/4 \quad (3.26)$$

Donde:

$R_h$ : Radio hidráulico.

D: Diámetro de la tubería.

$\theta$ : Ángulo central del canal circular.

**Columna 32.-** Tensión tractiva

Muestra el valor de la tensión tractiva media en todos los tramos de la red de colectores, donde se aprecia para todos los tramos la tensión es mayor a 1.0 Pa condición que se debe cumplir en cada tramo de los colectores.

$$\sigma_t = \gamma R_h S \quad (3.27)$$

Donde:

$\sigma_t$  : Tensión tractiva media

$\gamma$  : Peso específico del agua.

$R_h$ : Radio hidráulico.

S: Pendiente de la tubería.

### Columna 33.- Velocidad Crítica

Muestra el valor de la velocidad crítica, el cual se aprecia es mayor que la velocidad real en cada tramo.

$$V_c = 6 \sqrt{g R_h} \quad (3.28)$$

Donde:

$V_c$ : Velocidad crítica

$R_h$ : Radio hidráulico.

$g$ : Aceleración de la gravedad.

Adicionalmente, en el anexo 1 se mostrará perfiles de los colectores principales donde se podrá visualizar la línea de energía del fluido y la curva de remanso originada para verificar el control de las aguas en los buzones.

CUADRO N°3.14 CUADRO DE RESULTADOS DE LA RED

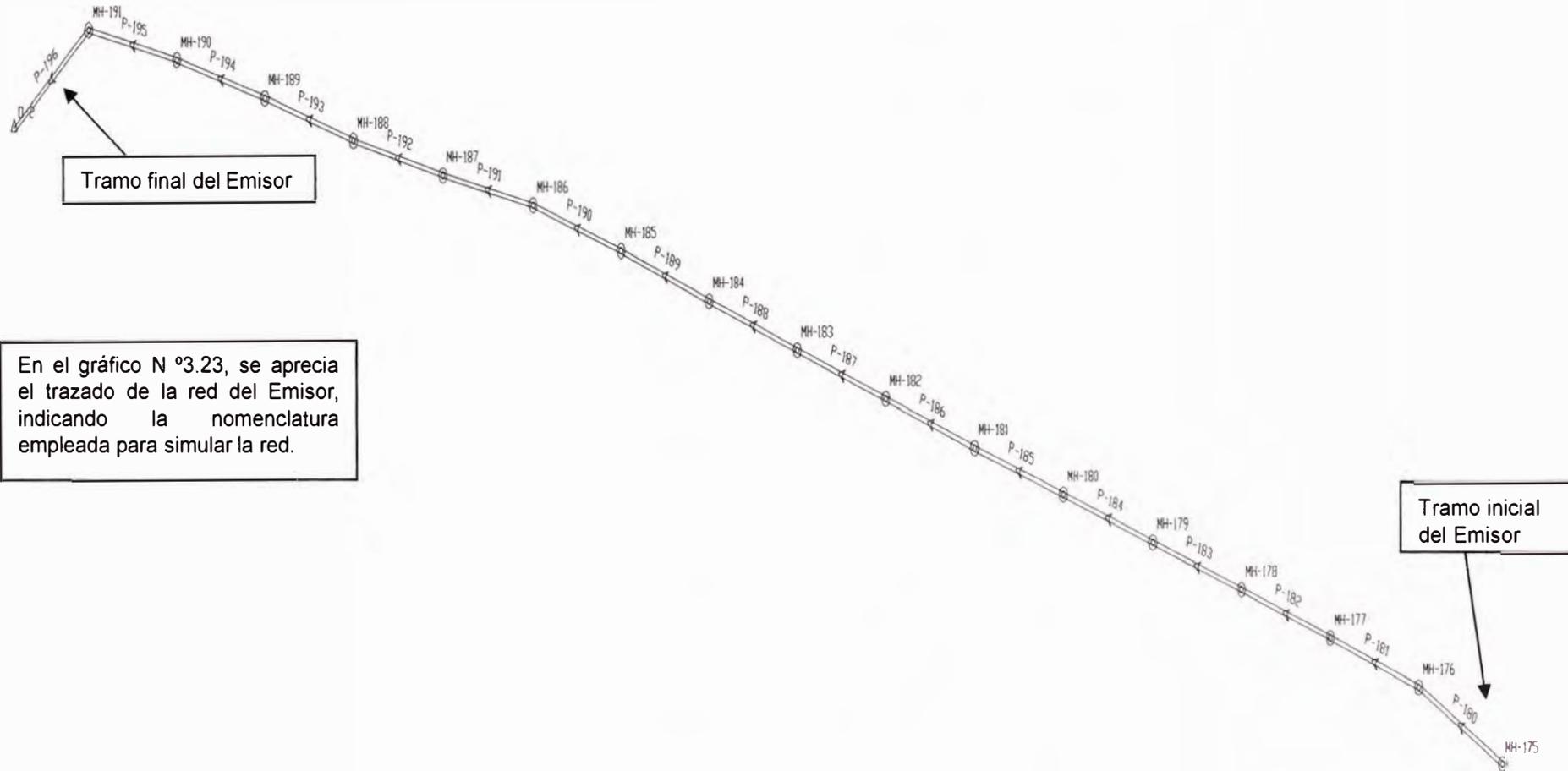
(1) Tramo	(2) Buzon Aguas Arriba	(3) Buzon Aguas Abajo	(4) Cota de Terreno Aguas Arriba (m)	(5) Cota de Terreno Aguas Abajo (m)	(6) Longitud de Tubería (m)	(7) Diámetro (mm)	(8) Material	(9) Coeficiente Mannings n	(10) Cota del Fondo de Buzon Aguas Arriba (m)	(11) Cota del Fondo de Buzon Aguas Abajo (m)	(12) Pendiente (%)	(13) Caudal por Tramo (l/s)	(14) Caudal a Tubo Lleno (l/s)	(15) Caudal colectores Y/D=50% (l/s)	(16) Caudal Interceptor Y/D=75% (l/s)	(17) Velocidad Promedio (m/s)	(18) Cota de Gradiente Hidráulica Aguas Arriba (m)	(19) Cota de Gradiente Hidráulica Aguas Abajo (m)	(20) Pérdida de Carga (m)	(21) Y / Do (%) Promedio	(22) Y / Do (%) Normal	(23) Caudal de Infiltración por metro lineal (l/s/m)	(24) Caudal de Infiltración por Tramo (l/s)	(25) Caudal de Infiltración Acumulado por tramo (l/s)	(26) Tirante Aguas Arriba (m)	(27) Tirante Aguas Abajo (m)	(28) Tirante de agua Promedio (m)	(29) Tirante de agua Normal (m)	(30) Ø (rad)	(31) Radio Hidráulico (Rh) mm	(32) Tension Tractiva (Pa)	(33) Velocidad Crítica (m/s)
P-1	MH-1	MH-2	296,69	296,69	295,28	200,00	PVC	0,01	295,19	293,78	2,56	3,53	71,22	35,61		1,14	295,24	293,81	1,43	19,6	15,1	0,0005	0,0275	0,0859	0,04909	0,03075	0,040	0,0307	1,596	0,0190	4,78	2,59
P-2	MH-2	MH-3	295,28	295,28	293,66	200,00	PVC	0,01	293,78	291,46	3,87	3,56	87,47	43,73		1,32	293,83	291,52	2,31	25,8	13,8	0,0005	0,03	0,1159	0,04931	0,05552	0,052	0,0280	1,522	0,0175	6,63	2,48
P-3	MH-133	MH-4	299,1	299,1	297,84	200,00	PVC	0,01	297,9	296,34	2,84	0,38	74,91	37,46		0,61	297,92	296,36	1,56	7,9	5,1	0,0005	0,0275	0,0158	0,01641	0,016	0,0104	0,911	0,0067	1,88	1,54	
P-4	MH-3	MH-5	293,66	293,66	292,42	200,00	PVC	0,01	291,46	290,42	1,82	4,48	59,98	29,99		1,09	291,52	290,46	1,06	22,9	18,5	0,0005	0,0286	0,2013	0,05552	0,03758	0,047	0,0376	1,778	0,0229	4,08	2,84
P-5	MH-6	MH-7	290,75	290,75	290,3	200,00	PVC	0,01	289,55	288,6	1,58	0,44	55,97	27,99		0,52	289,57	288,62	0,95	8,5	6,3	0,0005	0,03	0,03	0,017	0,01761	0,017	0,0128	1,015	0,0083	1,29	1,71
P-6	MH-7	MH-8	290,3	290,3	290,32	200,00	PVC	0,01	288,6	287,82	1,56	0,47	55,58	27,78		0,52	288,62	287,88	0,74	19,5	6,5	0,0005	0,025	0,055	0,01761	0,06183	0,040	0,0132	1,031	0,0085	1,31	1,74
P-7	MH-5	MH-8	292,42	292,42	290,32	200,00	PVC	0,01	290,42	287,82	4,73	4,51	96,71	48,36		1,52	290,48	287,88	2,59	28,9	14,7	0,0005	0,0275	0,2287	0,0557	0,06183	0,059	0,0299	1,574	0,0185	8,59	2,56
P-8	MH-8	MH-9	290,32	290,32	288,71	200,00	PVC	0,01	287,82	286,71	1,79	5,52	59,52	29,76		1,15	287,88	286,75	1,13	25,5	20,6	0,0005	0,031	0,3708	0,06183	0,04181	0,052	0,0419	1,884	0,0252	4,42	2,98
P-9	MH-10	MH-11	286,68	286,68	287,06	200,00	PVC	0,01	285,48	283,86	2,70	0,43	73,09	36,55		0,62	285,5	283,93	1,57	20,7	5,5	0,0005	0,03	0,03	0,01682	0,0674	0,042	0,0112	0,947	0,0073	1,92	1,80
P-10	MH-9	MH-11	288,71	288,71	287,06	200,00	PVC	0,01	286,71	283,86	5,04	5,55	99,86	49,93		1,66	286,77	283,93	2,84	31,8	16	0,0005	0,0283	0,3991	0,06199	0,0674	0,065	0,0325	1,646	0,0200	9,90	2,66
P-11	MH-11	MH-12	287,06	287,06	285,15	200,00	PVC	0,01	283,86	283,35	0,90	6,52	42,15	21,07		0,94	283,93	283,4	0,52	29,9	26,6	0,0005	0,0284	0,5142	0,05404	0,061	0,0541	2,168	0,0314	2,77	3,33	
P-12	MH-13	MH-14	286,95	286,95	283,61	200,00	PVC	0,01	285,45	282,41	4,34	0,69	92,70	46,35		0,84	285,47	282,43	3,04	10,7	6,1	0,0005	0,035	0,035	0,02134	0,02198	0,022	0,0124	0,998	0,0080	3,42	1,68
P-13	MH-14	MH-15	283,61	283,61	283,46	200,00	PVC	0,01	282,41	281,26	1,49	0,72	54,36	27,18		0,59	282,43	281,33	1,1	23,3	8,1	0,0005	0,0385	0,0735	0,02198	0,07258	0,047	0,0165	1,154	0,0106	1,55	1,93
P-14	MH-12	MH-15	285,15	285,15	283,46	200,00	PVC	0,01	283,35	281,26	3,48	6,55	83,02	41,51		1,53	283,42	281,33	2,08	34,5	19	0,0005	0,03	0,5442	0,06756	0,07258	0,070	0,0386	1,804	0,0234	8,00	2,88
P-15	MH-16	MH-16	283,46	283,46	281,48	200,00	PVC	0,01	281,26	279,98	2,26	7,53	66,86	33,43		1,36	281,33	280,03	1,31	29,2	22,7	0,0005	0,0283	0,646	0,07258	0,04603	0,059	0,0461	1,986	0,0274	6,07	3,11
P-16	MH-17	MH-18	283,28	283,28	280,78	200,00	PVC	0,01	281,78	278,95	4,04	0,90	89,44	44,72		0,89	281,8	278,97	2,83	12,1	7,1	0,0005	0,035	0,035	0,02486	0,02486	0,025	0,0144	0,709	0,0093	3,69	1,81
P-17	MH-18	MH-19	280,78	280,78	279,75	200,00	PVC	0,01	278,95	277,55	2,00	0,93	62,91	31,45		0,71	278,97	277,63	1,35	25,5	8,5	0,0005	0,035	0,07	0,02486	0,07895	0,052	0,0173	1,183	0,0111	2,17	1,98
P-18	MH-16	MH-19	281,48	281,48	279,75	200,00	PVC	0,01	279,98	277,55	4,26	7,55	91,84	45,92		1,71	280,05	277,63	2,42	37,3	19,4	0,0005	0,0285	0,6745	0,07895	0,078	0,0394	1,824	0,0238	9,97	2,90	
P-19	MH-19	MH-20	279,75	279,75	277,59	200,00	PVC	0,01	277,55	276,09	2,70	8,86	73,14	36,57		1,52	277,63	276,14	1,49	31,2	23,5	0,0005	0,027	0,7985	0,07895	0,04775	0,063	0,0478	2,024	0,0282	7,49	3,16
P-20	MH-21	MH-22	281,34	281,34	278,12	200,00	PVC	0,01	279,84	276,62	4,60	0,93	95,40	47,70		0,94	279,86	276,65	3,22	12,3	7	0,0005	0,035	0,035	0,0248	0,02522	0,025	0,0142	0,711	0,0092	4,14	1,80
P-21	MH-22	MH-23	278,12	278,12	275,72	200,00	PVC	0,01	276,62	273,12	5,38	0,96	103,22	51,61		1	276,65	273,21	3,44	27,4	6,8	0,0005	0,0325	0,0675	0,02522	0,06594	0,056	0,0138	1,055	0,0089	4,71	1,77
P-22	MH-20	MH-23	277,59	277,59	275,72	200,00	PVC	0,01	276,09	273,12	4,95	8,89	98,97	49,48		1,89	276,17	273,21	2,96	40,6	20,2	0,0005	0,03	0,8265	0,07908	0,08594	0,083	0,0410	1,865	0,0247	12,00	2,95
P-23	MH-23	MH-24	275,72	275,72	273,9	200,00	PVC	0,01	273,12	272,4	1,20	10,40	48,73	24,36		1,19	273,21	272,46	0,74	36,8	31,4	0,0005	0,03	0,9807	0,08594	0,06374	0,075	0,0638	2,379	0,0361	4,24	3,57
P-24	MH-25	MH-26	279,13	279,13	275,62	200,00	PVC	0,01	277,63	274,12	7,02	0,43	117,86		107,47	0,85	277,65	274,14	3,51	8,3	4,4	0,0005	0,025	0,025	0,01672	0,01719	0,017	0,0089	0,845	0,0058	4,02	1,44
P-25	MH-26	MH-27	275,62	275,62	272,87	200,00	PVC	0,01	274,12	270,67	6,90	0,45	116,84		106,55	0,86	274,14	270,69	3,44	10,3	4,5	0,0005	0,025	0,05	0,01719	0,02457	0,021	0,0091	0,855	0,0060	4,04	1,45
P-26	MH-27	MH-28	272,87	272,87	272,28	200,00	PVC	0,01	270,67	269,88	1,56	0,91	55,47		50,58	0,64	270,69	269,97	0,72	28,3	8,9	0,0005	0,0254	0,1378	0,02457	0,09045	0,058	0,0181	1,212	0,0116	1,76	2,02
P-27	MH-24	MH-28	273,9	273,9	272,28	200,00	PVC	0,01	272,4	269,88	4,03	10,43	89,28	44,64		1,84	272,49	269,97	2,52	43,4	23,1	0,0005	0,0313	1,012	0,08607	0,09045	0,088	0,0469	2,005	0,0278	11,00	3,13
P-28	MH-29	MH-30	273,95	273,95	273,08	200,00	PVC	0,01	272,75	271,88	1,93	0,32	61,85	30,92		0,51	272,76	271,9	0,87	7,3	5,1	0,0005	0,0225	0,0225	0,01462	0,01514	0,015	0,0104	0,911	0,0067	1,28	1,54
P-29	MH-30	MH-31	273,08	273,08	272,71	200,00	PVC	0,01	271,88	271,21	1,34	0,35	51,49	25,75		0,45	271,9	271,23	0,67	7,5	5,9	0,0005	0,025	0,0475	0,01514	0,01547	0,015	0,0120	0,981	0,0078	1,02	1,66
P-30	MH-31	MH-32	272,71	272,71	272,87	200,00	PVC	0,01	271,21	270,67	1,82	0,36	59,93	29,96		0,51	271,23	270,69	0,53	9,9	5,6	0,0005	0,0149	0,0624	0,01547	0,02457	0,020	0,0114	0,956	0,0074	1,32	1,62
P-31	MH-32	MH-33	299,1	299,1	298,17	200,00	PVC	0,01	297,6	296,67	1,69	4,45	57,84	28,92		1,06	297,66	296,71	0,95	23	18,8	0,0005	0,0275	0,0275	0,0553	0,03812	0,047	0,0382	1,794	0,0232	3,85	2,86
P-32	MH-33	MH-34	298,17	298,17	295,95	200,00	PVC	0,01	296,67	293,95	4,53	4,48	94,71	47,35		1,5	296,73	294,01	2,71	28,6	14,8	0,0005	0,03	0,0575	0,0555	0,0609	0,058	0,0301	1,580	0,0186	8,29	2,57
P-33	MH-34	MH-35	295,95	295,95	293,95	200,00	PVC	0,01	293,95	292,45	2,76	5,36	73,86	36,93		1,33	294,01	292,49	1,52	24,1	18,2	0,0005	0,0272	0,1512	0,0609	0,03706	0,049	0,0370	1,763	0,0225	6,09	2,82
P-34	MH-35	MH-36	293,95	293,95	291,51	200,00	PVC	0,01	292,45	288,91	5,90	5,39	108,05	54,02		1,74	292,51	288,97	3,54	30,8	15,2	0,0005	0,03	0,1812	0,06107	0,06427	0,063	0,0309	1,602	0,0191	11,06	2,60
P-35	MH-36	MH-37	291,51	291,51	288,98	200,00	PVC	0,01	288,91	287,46	2,23	5,95	66,44	33,22		1,27	288,97	287,5	1,47	25,9	20,2	0,0005	0,0325	0,2804	0,06427	0,04109	0,053	0,0410	1,865	0,0247	5,41	2,95
P-36	MH-37	MH-38	288,98	288,98	286,93	200,00	PVC	0,01	287,46	285,43	3,90	5,98	87,89	43,94		1,55	287,52	285,5	2,03	31,9	17,7	0,0005	0,0									

(1) Tramo	(2) Buzon Agua Arriba	(3) Buzon Agua Abajo	(4) Cota de Terreno Agua Arriba (m)	(5) Cota de Terreno Agua Abajo (m)	(6) Longitud de Tuberia (m)	(7) Diámetro (mm)	(8) Material	(9) Coeficiente Mannings n	(10) Cota del Fondo de Buzon Agua Arriba (m)	(11) Cota del Fondo de Buzon Agua Abajo (m)	(12) Pendientes (%)	(13) Caudal por Tramo (l/s)	(14) Caudal a Tubo Lleno (l/s)	(15) Caudal colectores Y/D=50% (l/s)	(16) Caudal interceptor Y/D=75% (l/s)	(17) Velocidad Promedio (m/s)	(18) Cota de Gradiente Hidraulica Agua Arriba (m)	(19) Cota de Gradiente Hidraulica Agua Abajo (m)	(20) Pérdida de Carga (m)	(21) Y / Do (%) Promedio	(22) Y / Do (%) Normal	(23) Caudal de infiltracion por metro lineal (l/s/m)	(24) Caudal de infiltracion por Tramo (l/s)	(25) Caudal de infiltracion Acumulado por tramo (l/s)	(26) Tirante Agua Arriba (m)	(27) Tirante Agua Abajo (m)	(28) Tirante de agua Promedio (m)	(29) Tirante de agua Normal (m)	(30) θ (rad)	(31) Radio Hidraulico (Rh) mm	(32) Tension Tractiva (Pa)	(33) Velocidad Crítica (m/s)
P-51	MH-52	MH-53	283.46	283.46	283.03	200.00	PVC	0.01	282.16	281.03	1.88	0.25	61.04	30.52		0.46	282.17	281.04	1.13	6.5	4.6	0.0005	0.03	0.03	0.01273	0.01358	0.013	0.0093	0.865	0.0061	1.13	1.47
P-52	MH-53	MH-40	283.03	283.03	282.86	200.00	PVC	0.01	281.03	280.16	1.63	0.28	56.72	28.36		0.45	281.04	280.23	0.82	20	5	0.0005	0.0268	0.0568	0.01358	0.0676	0.041	0.0102	0.902	0.0066	1.06	1.53
P-53	MH-54	MH-55	286.93	286.93	286.57	200.00	PVC	0.01	285.82	284.77	1.73	0.26	58.45	29.23		0.45	285.83	284.78	1.05	6.6	4.8	0.0005	0.0304	0.0304	0.0131	0.0137	0.013	0.0098	0.884	0.0064	1.08	1.50
P-54	MH-55	MH-11	286.57	286.57	287.06	200.00	PVC	0.01	284.77	283.86	1.73	0.29	58.56	29.28		0.47	284.78	283.93	0.86	20	5	0.0005	0.0263	0.0567	0.0137	0.0137	0.041	0.0102	0.902	0.0066	1.12	1.53
P-55	MH-56	MH-57	291.51	291.51	290.56	200.00	PVC	0.01	290.31	288.86	2.59	0.25	71.58	35.79		0.51	290.32	288.87	1.45	6.5	4.3	0.0005	0.028	0.028	0.01271	0.01358	0.013	0.0087	0.836	0.0057	1.45	1.42
P-56	MH-57	MH-8	290.56	290.56	290.32	200.00	PVC	0.01	288.86	287.82	1.85	0.28	60.54	30.27		0.47	288.87	287.88	0.99	18.5	4.9	0.0005	0.0281	0.0561	0.01358	0.06183	0.038	0.0100	0.893	0.0065	1.18	1.51
P-57	MH-58	MH-59	295.95	295.95	294.52	200.00	PVC	0.01	294.55	292.82	3.15	0.25	78.89	39.45		0.55	294.56	292.83	1.73	6.5	4.1	0.0005	0.0275	0.0275	0.0127	0.01358	0.013	0.0083	0.816	0.0054	1.68	1.39
P-58	MH-59	MH-3	294.52	294.52	293.66	200.00	PVC	0.01	292.82	291.46	2.33	0.28	67.88	33.94		0.51	292.83	291.52	1.32	17	4.6	0.0005	0.0292	0.0567	0.01358	0.05552	0.035	0.0093	0.865	0.0061	1.39	1.47
P-59	MH-60	MH-61	286.84	286.84	284.83	200.00	PVC	0.01	285.34	283.33	3.65	0.14	85.03	42.52		0.48	285.35	283.34	2.01	4.9	3	0.0005	0.0275	0.0275	0.01047	0.01047	0.010	0.0061	0.696	0.0040	1.44	1.19
P-60	MH-61	MH-62	284.83	284.83	282.82	200.00	PVC	0.01	283.33	281.32	3.51	0.17	83.34	41.67		0.5	283.34	281.33	2.01	6.2	3.3	0.0005	0.0286	0.0561	0.01047	0.01489	0.013	0.0067	0.731	0.0044	1.52	1.25
P-61	MH-62	MH-63	282.82	282.82	280.93	200.00	PVC	0.01	281.32	279.43	3.15	0.34	78.95	39.47		0.6	281.33	279.45	1.89	7.5	4.7	0.0005	0.03	0.0861	0.01489	0.01548	0.015	0.0096	0.874	0.0062	1.92	1.48
P-62	MH-63	MH-64	280.93	280.93	279.39	200.00	PVC	0.01	279.43	277.87	2.91	0.36	75.82	37.91		0.6	279.45	277.89	1.56	8.4	5	0.0005	0.0269	0.113	0.01548	0.01882	0.017	0.0102	0.902	0.0066	1.88	1.53
P-63	MH-64	MH-65	279.39	279.39	277.67	200.00	PVC	0.01	277.87	276.17	2.83	0.53	74.87	37.44		0.67	277.89	276.19	1.7	9.4	6	0.0005	0.03	0.143	0.01882	0.01929	0.019	0.0122	0.890	0.0079	2.20	1.87
P-64	MH-65	MH-66	277.67	277.67	276.15	200.00	PVC	0.01	276.17	274.65	2.79	0.56	74.29	37.14		0.68	276.19	274.67	1.52	10.2	6.2	0.0005	0.0273	0.1702	0.01929	0.0221	0.021	0.0126	1.007	0.0082	2.23	1.70
P-65	MH-66	MH-67	276.15	276.15	274.2	200.00	PVC	0.01	274.65	272.7	3.25	0.73	80.19	40.10		0.77	274.67	272.72	1.95	11	6.8	0.0005	0.03	0.2002	0.0221	0.02241	0.022	0.0138	1.055	0.0089	2.84	1.77
P-66	MH-67	MH-68	274.2	274.2	272.28	200.00	PVC	0.01	272.7	270.08	4.89	0.76	98.34	49.17		0.9	272.72	270.09	2.63	8.6	6.2	0.0005	0.0268	0.227	0.02241	0.01268	0.018	0.0126	1.007	0.0082	3.91	1.70
P-67	MH-68	MH-46	272.28	272.28	272.34	200.00	PVC	0.01	269.73	269.34	4.56	18.59	95.00		86.63	2.27	269.85	269.5	0.35	67	30	0.0005	0.0043	3.0744	0.11637	0.15609	0.136	0.0610	2.319	0.0347	15.54	3.50
P-68	MH-69	MH-70	296.97	296.97	296.54	200.00	PVC	0.01	295.77	294.74	1.61	0.60	56.43	28.21		0.57	295.79	294.76	1.03	10	7.3	0.0005	0.032	0.032	0.01993	0.02055	0.020	0.0148	1.094	0.0095	1.51	1.84
P-69	MH-70	MH-34	296.54	296.54	295.95	200.00	PVC	0.01	294.74	293.95	1.14	0.64	47.60	23.80		0.52	294.76	294.01	0.75	20	8.1	0.0005	0.0345	0.0685	0.02055	0.0609	0.041	0.0165	1.154	0.0106	1.19	1.93
P-70	MH-71	MH-72	291.96	291.96	291.41	200.00	PVC	0.01	290.76	289.91	1.31	0.38	50.87	25.43		0.46	290.78	289.93	0.85	8	6.2	0.0005	0.0325	0.0325	0.01594	0.01657	0.016	0.0126	1.007	0.0082	1.05	1.70
P-71	MH-72	MH-36	291.41	291.41	291.51	200.00	PVC	0.01	289.91	288.91	1.46	0.42	53.74	26.87		0.49	289.93	288.97	0.95	19.9	6.3	0.0005	0.0342	0.0688	0.06427	0.040	0.0128	1.015	0.0083	1.19	1.71	
P-72	MH-73	MH-74	286.84	286.84	286.5	200.00	PVC	0.01	285.64	283.95	2.60	0.11	71.72	35.86		0.4	285.65	283.97	1.68	5.9	3	0.0005	0.0325	0.0325	0.00856	0.01524	0.012	0.0061	0.696	0.0040	1.02	1.19
P-73	MH-74	MH-75	286.5	286.5	286.44	200.00	PVC	0.01	283.95	283.09	1.47	0.35	53.84	26.92		0.47	283.97	283.12	0.84	11.6	5.8	0.0005	0.0294	0.0618	0.01524	0.03208	0.024	0.0118	0.973	0.0076	1.10	1.64
P-74	MH-75	MH-174	282.82	282.82	282.64	200.00	PVC	0.01	281.62	280.54	3.09	0.10	78.14	39.07		0.41	281.63	280.55	1.08	4.1	2.7	0.0005	0.0175	0.0175	0.00801	0.00873	0.008	0.0055	0.660	0.0036	1.09	1.13
P-75	MH-76	MH-79	282.44	282.44	280.64	200.00	PVC	0.01	279.54	278.04	2.83	0.52	74.83	37.42		0.66	279.56	278.06	1.5	9.3	5.9	0.0005	0.0265	0.3008	0.01861	0.01913	0.019	0.0120	0.981	0.0078	2.16	1.66
P-76	MH-77	MH-80	280.64	280.64	278.87	200.00	PVC	0.01	278.04	275.87	3.62	0.55	84.59	42.30		0.74	278.06	275.89	2.17	10.1	5.8	0.0005	0.03	0.3308	0.01913	0.02195	0.021	0.0118	0.973	0.0076	2.71	1.64
P-77	MH-78	MH-81	278.87	278.87	277.1	200.00	PVC	0.01	275.87	274.3	2.55	0.72	71.07	35.54		0.71	275.89	274.31	1.58	9	7.1	0.0005	0.0307	0.3615	0.02195	0.01444	0.018	0.0144	1.079	0.0093	2.33	1.81
P-78	MH-81	MH-82	277.1	277.1	275.64	200.00	PVC	0.01	274.3	272.74	3.00	0.75	77.04	38.52		0.76	274.32	272.76	1.56	11.5	7	0.0005	0.026	0.3875	0.02244	0.02457	0.023	0.0142	1.071	0.0092	2.70	1.80
P-79	MH-82	MH-83	275.64	275.64	273.87	200.00	PVC	0.01	273.87	271.57	1.95	0.91	62.12	31.06		0.69	272.76	271.59	1.17	12.2	8.4	0.0005	0.03	0.4175	0.02457	0.0249	0.025	0.0171	1.176	0.0109	2.09	1.96
P-80	MH-83	MH-84	273.87	273.87	272.7	200.00	PVC	0.01	271.57	270.15	2.84	0.93	74.96	37.48		0.79	271.59	270.26	1.33	34.1	7.8	0.0005	0.025	0.4425	0.0249	0.025	0.0159	1.132	0.0102	2.84	1.90	
P-81	MH-84	MH-68	272.7	272.7	272.28	200.00	PVC	0.01	270.15	269.73	0.59	17.83	34.27		31.25	1.07	270.26	269.85	0.42	56.7	51.2	0.0005	0.0354	2.8431	0.11386	0.11637	0.115	0.1040	3.190	0.0516	3.00	4.27
P-82	MH-85	MH-84	272.96	272.96	272.7	200.00	PVC	0.01	271.63	271.38	0.58	14.01	33.92		42.20	1.31	270.47	270.26	0.21	55.2	41.8	0.0005	0.0097	2.3652	0.11058	0.11386	0.112	0.0849	2.812	0.0450	4.77	3.98
P-83	MH-86	MH-86	274.88	274.88	273.68	200.00	PVC	0.01	271.63	271.38	0.58	14.01	33.92		30.93	1	271.73	271.49	0.24	51.9	44.8	0.0005	0.0215	1.8303	0.10041	0.11053	0.105	0.0910	2.933	0.0472	2.89	4.08
P-84	MH-87	MH-87	277.03	277.03	274.88	200.00	PVC	0.01	275.53	271.63	5.72	12.39	106.37		97.00	2.19	275.62	271.73	3.89	47.9	23	0.0005	0.0341	1.5726	0.09413	0.10041	0.097	0.0467	2.001	0.0277	15.55	3.13
P-85	MH-88	MH-87	277.03	277.03	274.88	200.00	PVC	0.01	275.53	271.63	5.72	12.39	106.37		68.48	1.53	277.32	275.62	1.69	42.2	22.7	0.0005	0.03	0.9615	0.07721	0.09413	0.086	0.0461	1.986	0.0274	7.86	3.11
P-86	MH-89																															

(1) Tramo	(2) Buzon Aguas Arriba	(3) Buzon Aguas Abajo	(4) Cota de Terreno Aguas Arriba (m)	(5) Cota de Terreno Aguas Abajo (m)	(6) Longitud de Tuberia (m)	(7) Diámetro (mm)	(8) Material	(9) Coeficiente Mannings n	(10) Cota del Fondo de Buzon Aguas Arriba (m)	(11) Cota del Fondo de Buzon Aguas Abajo (m)	(12) Pendiente (%)	(13) Caudal por Tramo (l/s)	(14) Caudal a Tubo Lleno (l/s)	(15) Caudal colector Y/D=50% (l/s)	(16) Caudal interceptor Y/D=75% (l/s)	(17) Velocidad Promedio (m/s)	(18) Cota de Gradiente Hidraulica Aguas Arriba (m)	(19) Cota de Gradiente Hidraulica Aguas Abajo (m)	(20) Pérdida de Carga (m)	(21) Y / Do (%) Promedio	(22) Y / Do (%) Normal	(23) Caudal de Infiltracion por metro lineal (l/s/m)	(24) Caudal de Infiltracion por Tramo (l/s)	(25) Caudal de Infiltracion Acumulado por tramo (l/s)	(26) Tirante Aguas Arriba (m)	(27) Tirante Aguas Abajo (m)	(28) Tirante de agua Promedio (m)	(29) Tirante de agua Normal (m)	(30) θ (rad)	(31) Radio Hidraulico (Rh) mm	(32) Tension Tractiva (Pa)	(33) Velocidad Critica (m/s)
P-111	MH-114	MH-95	285.23	285.23	283.46	200.00	PVC	0.01	283.73	281.96	3.22	1.50	79.80	39.90		0.96	283.76	282.02	1.74	22.8	9.5	0.0005	0.0275	0.2846	0.03184	0.06068	0.046	0.0193	1.253	0.0123	3.88	2.08
P-112	MH-75	MH-115	286.44	286.44	284.27	200.00	PVC	0.01	283.09	282.47	1.09	1.53	46.39	23.20		0.66	283.12	282.5	0.63	14.1	12.4	0.0005	0.0285	0.1467	0.03208	0.02526	0.029	0.0252	1.439	0.0158	1.69	2.36
P-113	MH-115	MH-116	284.27	284.27	281.94	200.00	PVC	0.01	282.47	279.54	5.33	1.55	102.67	51.33		1.15	282.5	279.58	2.93	16.9	8.6	0.0005	0.0275	0.1742	0.03635	0.03635	0.034	0.0175	1.191	0.0112	5.84	1.99
P-114	MH-116	MH-117	281.94	281.94	280.19	200.00	PVC	0.01	279.54	278.69	1.60	1.96	56.33	28.17		0.81	279.58	278.72	0.86	15.3	12.8	0.0005	0.0265	0.2569	0.03635	0.02592	0.031	0.0260	1.464	0.0163	2.56	2.40
P-115	MH-117	MH-118	280.19	280.19	278.64	200.00	PVC	0.01	278.69	277.14	2.58	1.99	71.49	35.75		0.96	278.73	277.18	1.55	18.9	11.5	0.0005	0.03	0.2869	0.03663	0.04023	0.038	0.0234	1.384	0.0147	3.73	2.28
P-116	MH-118	MH-119	278.64	278.64	277.51	200.00	PVC	0.01	277.14	276.01	1.88	2.39	61.04	30.52		0.91	277.18	276.04	1.14	16.7	13.5	0.0005	0.03	0.3728	0.04023	0.02747	0.034	0.0274	1.505	0.0171	3.16	2.46
P-117	MH-119	MH-101	277.51	277.51	276.19	200.00	PVC	0.01	276.01	274.69	2.41	2.42	69.10	34.55		1	276.05	274.73	1.32	20.7	12.8	0.0005	0.0274	0.4002	0.04047	0.04367	0.042	0.0260	1.464	0.0163	3.86	2.40
P-118	MH-120	MH-121	282.84	282.84	280.78	200.00	PVC	0.01	281.64	279.28	4.15	0.24	90.59	45.29		0.6	281.65	279.29	2.36	6.3	3.8	0.0005	0.0285	0.0285	0.01257	0.01317	0.013	0.0077	0.785	0.0051	2.06	1.34
P-119	MH-121	MH-118	280.78	280.78	278.64	200.00	PVC	0.01	279.28	277.14	3.89	0.27	87.74	43.87		0.6	279.29	277.18	2.11	13.1	4	0.0005	0.0275	0.0559	0.01317	0.04023	0.027	0.0081	0.805	0.0053	2.03	1.37
P-120	MH-122	MH-123	285.48	285.48	283.23	200.00	PVC	0.01	284.28	281.73	4.52	0.24	94.62	47.31		0.62	284.29	281.74	2.55	6.3	3.7	0.0005	0.0282	0.0282	0.01257	0.01317	0.013	0.0075	0.774	0.0049	2.19	1.32
P-121	MH-123	MH-116	283.23	283.23	281.94	200.00	PVC	0.01	281.73	279.54	3.91	0.27	87.96	43.98		0.6	281.74	279.58	2.17	12.2	4	0.0005	0.028	0.0282	0.01257	0.01317	0.013	0.0075	0.774	0.0049	2.19	1.32
P-122	MH-124	MH-125	287.29	287.29	286.8	200.00	PVC	0.01	286.09	284.8	2.23	1.01	66.49	33.24		0.75	286.12	284.83	1.29	12.9	8.6	0.0005	0.0289	0.0289	0.02603	0.02639	0.026	0.0175	1.191	0.0112	2.45	1.99
P-123	MH-125	MH-75	286.8	286.8	286.44	200.00	PVC	0.01	284.8	283.09	3.11	1.04	78.43	39.22		0.85	284.83	283.12	1.7	14.4	8	0.0005	0.0275	0.0564	0.02639	0.03208	0.029	0.0163	1.147	0.0104	3.18	1.92
P-124	MH-126	MH-127	287.17	287.17	284.96	200.00	PVC	0.01	285.97	283.46	4.30	0.26	92.22	46.11		0.62	285.98	283.47	2.51	6.6	3.9	0.0005	0.0292	0.0292	0.01308	0.01373	0.013	0.0079	0.795	0.0052	2.19	1.35
P-125	MH-127	MH-107	284.96	284.96	282.84	200.00	PVC	0.01	283.46	280.74	4.77	0.29	97.17	48.58		0.66	283.47	280.79	2.69	15	4	0.0005	0.0285	0.0577	0.01373	0.04732	0.031	0.0081	0.805	0.0053	2.49	1.37
P-126	MH-128	MH-129	289.81	289.81	287.73	200.00	PVC	0.01	288.61	286.23	4.10	0.25	90.03	45.01		0.6	288.62	286.24	2.38	6.5	3.9	0.0005	0.0291	0.0291	0.01272	0.0136	0.013	0.0079	0.795	0.0052	2.49	1.37
P-127	MH-129	MH-106	287.73	287.73	285.48	200.00	PVC	0.01	286.23	282.48	6.58	0.28	114.09	57.05		0.73	286.24	282.52	3.72	13.9	3.6	0.0005	0.0285	0.0576	0.0136	0.04298	0.028	0.0073	0.764	0.0048	3.09	1.35
P-128	MH-130	MH-131	290.91	290.91	288.9	200.00	PVC	0.01	289.71	287.4	4.13	0.14	90.34	45.17		0.5	289.72	287.41	2.31	4.9	2.9	0.0005	0.028	0.028	0.00955	0.01047	0.010	0.0059	0.685	0.0039	1.57	1.17
P-129	MH-131	MH-105	288.9	288.9	287.29	200.00	PVC	0.01	287.4	286.09	2.34	0.17	68.03	34.02		0.44	287.41	286.13	1.28	12	3.6	0.0005	0.028	0.028	0.00955	0.01047	0.010	0.0059	0.685	0.0039	1.57	1.17
P-130	MH-160	MH-105	287.73	287.73	287.29	200.00	PVC	0.01	286.23	286.09	2.08	1.78	64.09	32.05		0.86	286.3	286.13	0.16	18	11.5	0.0005	0.0043	0.1302	0.03465	0.03845	0.037	0.0234	1.384	0.0147	3.00	2.28
P-131	MH-4	MH-1	297.84	297.84	296.69	200.00	PVC	0.01	296.34	295.19	1.86	0.41	60.63	30.31		0.53	296.36	295.24	1.12	16.1	5.9	0.0005	0.031	0.0585	0.01641	0.04909	0.033	0.0120	0.981	0.0078	1.42	1.66
P-132	MH-134	MH-135	293.65	293.65	292.65	200.00	PVC	0.01	290.35	289.65	1.23	1.24	49.29	24.65		0.65	290.36	289.68	0.7	14.3	10.9	0.0005	0.0285	0.1434	0.02893	0.02926	0.029	0.0221	1.346	0.0140	1.69	2.22
P-133	MH-135	MH-136	292.65	292.65	290.75	200.00	PVC	0.01	289.65	288.75	1.58	1.27	55.89	27.95		0.71	289.68	288.8	0.88	19	10.4	0.0005	0.0285	0.1719	0.02926	0.04797	0.039	0.0211	1.313	0.0134	2.08	2.18
P-134	MH-136	MH-137	290.75	290.75	288.93	200.00	PVC	0.01	288.75	287.43	2.32	3.37	67.69	33.85		1.09	288.8	287.46	1.34	19.4	15.2	0.0005	0.0285	0.4308	0.04797	0.03084	0.039	0.0309	1.602	0.0191	4.34	2.60
P-135	MH-137	MH-93	288.93	288.93	288.19	200.00	PVC	0.01	287.43	286.69	1.32	3.40	51.13	25.57		0.89	287.48	286.74	0.74	24.1	17.5	0.0005	0.028	0.4588	0.04818	0.04981	0.049	0.0356	1.726	0.0217	2.82	2.77
P-136	MH-138	MH-139	290.75	290.75	289.13	200.00	PVC	0.01	289.55	287.63	3.29	0.26	80.70	40.35		0.56	289.56	287.64	1.92	6.6	4.2	0.0005	0.0292	0.0292	0.01308	0.01373	0.013	0.0085	0.826	0.0056	1.80	1.40
P-137	MH-139	MH-113	289.13	289.13	287.17	200.00	PVC	0.01	287.63	285.12	4.40	0.29	93.34	46.67		0.64	287.64	285.15	2.49	11.1	4.1	0.0005	0.0285	0.0577	0.01373	0.03155	0.023	0.0083	0.816	0.0054	2.35	1.39
P-138	MH-140	MH-141	293.65	293.65	291.96	200.00	PVC	0.01	292.45	290.46	3.46	0.24	82.75	41.38		0.56	292.46	290.47	1.99	6.4	4	0.0005	0.0288	0.0288	0.01258	0.01334	0.013	0.0081	0.805	0.0053	1.81	1.37
P-139	MH-141	MH-111	291.96	291.96	289.81	200.00	PVC	0.01	290.46	286.81	6.40	0.27	112.56	56.28		0.72	290.47	286.83	3.64	9.3	3.6	0.0005	0.0285	0.0573	0.01334	0.02447	0.019	0.0073	0.764	0.0048	3.01	1.30
P-140	MH-142	MH-143	303.5	303.5	300.96	200.00	PVC	0.01	302	289.46	4.23	0.42	91.52	45.76		0.72	302.02	299.48	2.54	8.3	4.9	0.0005	0.03	0.03	0.01863	0.01715	0.017	0.0100	0.893	0.0065	2.69	1.51
P-141	MH-143	MH-144	300.96	300.96	298.98	200.00	PVC	0.01	299.46	297.48	3.54	0.45	83.64	41.82		0.68	299.48	297.5	1.98	9.6	5.3	0.0005	0.028	0.058	0.01715	0.02171	0.019	0.0108	0.929	0.0070	2.43	1.57
P-142	MH-144	MH-145	298.98	298.98	297.11	200.00	PVC	0.01	297.48	295.61	3.22	0.71	79.77	39.88		0.76	297.5	295.63	1.87	10.8	6.7	0.0005	0.0291	0.0871	0.02171	0.0222	0.022	0.0136	1.047	0.0088	2.77	1.76
P-143	MH-145	MH-146	297.11	297.11	295.09	200.00	PVC	0.01	295.61	293.59	3.48	0.74	83.01	41.51		0.79	295.63	293.62	2.01	13.8	6.7	0.0005	0.029	0.1161	0.0222	0.03387	0.028	0.0136	1.047	0.0088	3.00	1.76
P-144	MH-146	MH-147	295.09	295.09	292.6	200.00	PVC	0.01	293.59	291.1	4.38	1.70	93.13	46.57		1.11	293.62	291.12	2.5	13	9.4	0.0005	0.0284	0.2015	0.03387	0.01907	0.026	0.0191	1.246	0.0122	5.23	2.07
P-145	MH-147	MH-136	292.6	292.6	290.75	200.00	PVC	0.01	291.1	288.75	4.05	1.73	89.54	44.77		1.08	291.13	288.8	2.34	20.2	9.6	0.0005	0.029	0.2305	0.03416	0.04797	0.041	0.0195	1.260	0.0124	4.93	2.09
P-146	MH-148	MH-149	303.5	303.5	300.73	200.00	PVC	0.01	302	299.23	4.78	0.36	97.25	48																		

Red del Emisor:

Gráfico N°3.23 TRAZO DE LA RED EMISORA EMPLEANDO EL PROGRAMA



En el gráfico N °3.23, se aprecia el trazado de la red del Emisor, indicando la nomenclatura empleada para simular la red.

FUENTE: Elaboración Propia

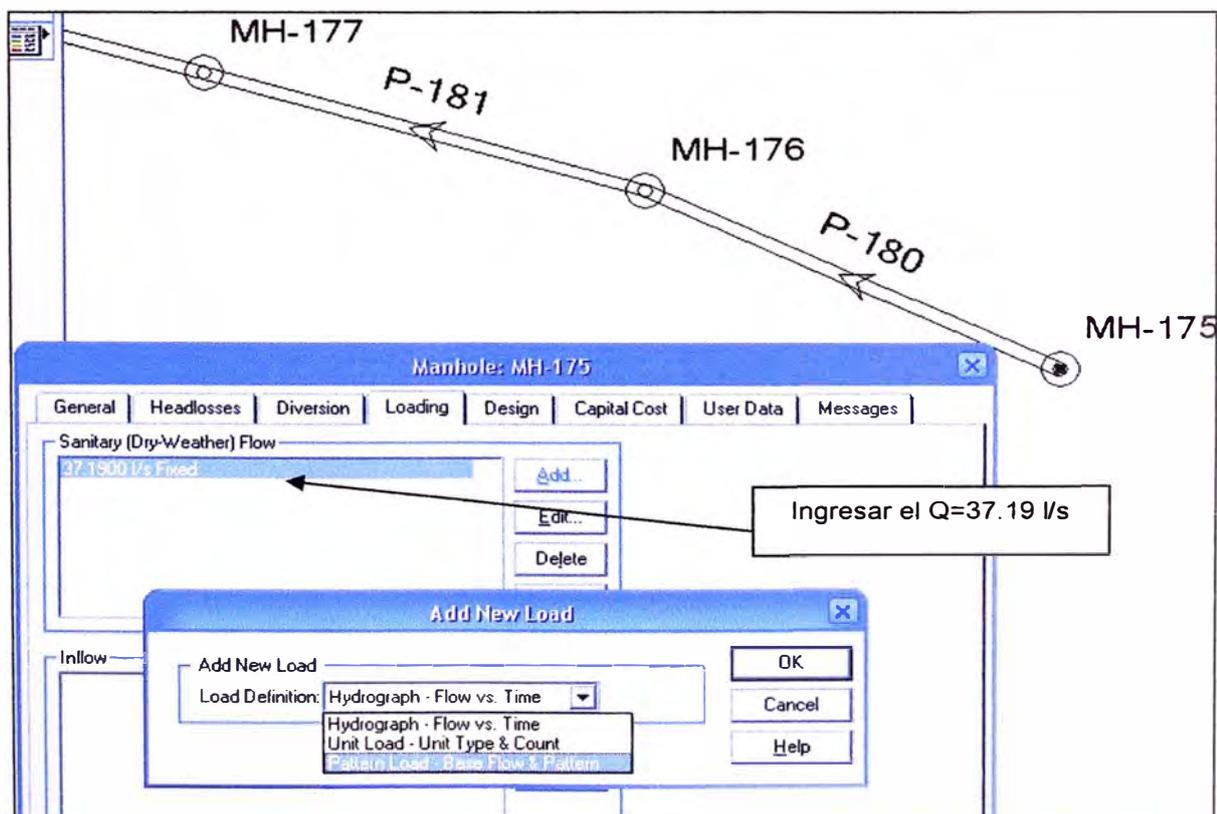
## CÁLCULO HIDRAÚLICO EN EL EMISOR.

Para el diseño del emisor se empleará el caudal de 37.19 l/s determinada en el cuadro de cálculo de la red de alcantarillado en la columna 13 para el tramo P-171 del modelo que se analiza, siendo el punto final de la red de alcantarillado.

Este valor se ingresará en el inicio del tramo en el MH-175(ver gráfico N° 3.23), se procederá a repetir los pasos descritos en el cálculo hidráulico de la red, para el trazo de la red emisora.

Dato del caudal en el emisor.- ingresar el valor del caudal al programa, luego de realizar el trazo e ingresar los datos correspondientes a cotas de terreno, cota de fondo de buzón, longitudes, coeficiente de Mannings y del diámetro tentativo de la red emisora.

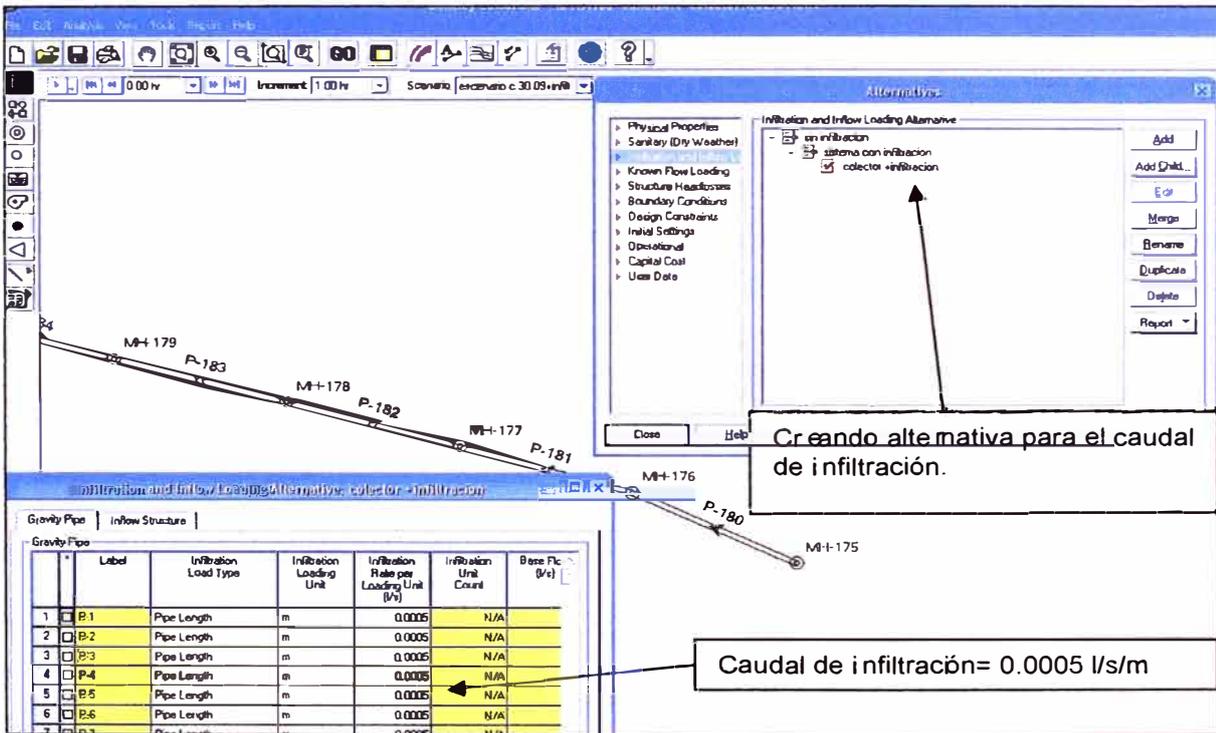
Gráfico N°3.24 ADICION DE CARGAS AL PROGRAMA



FUENTE: Elaboración Propia

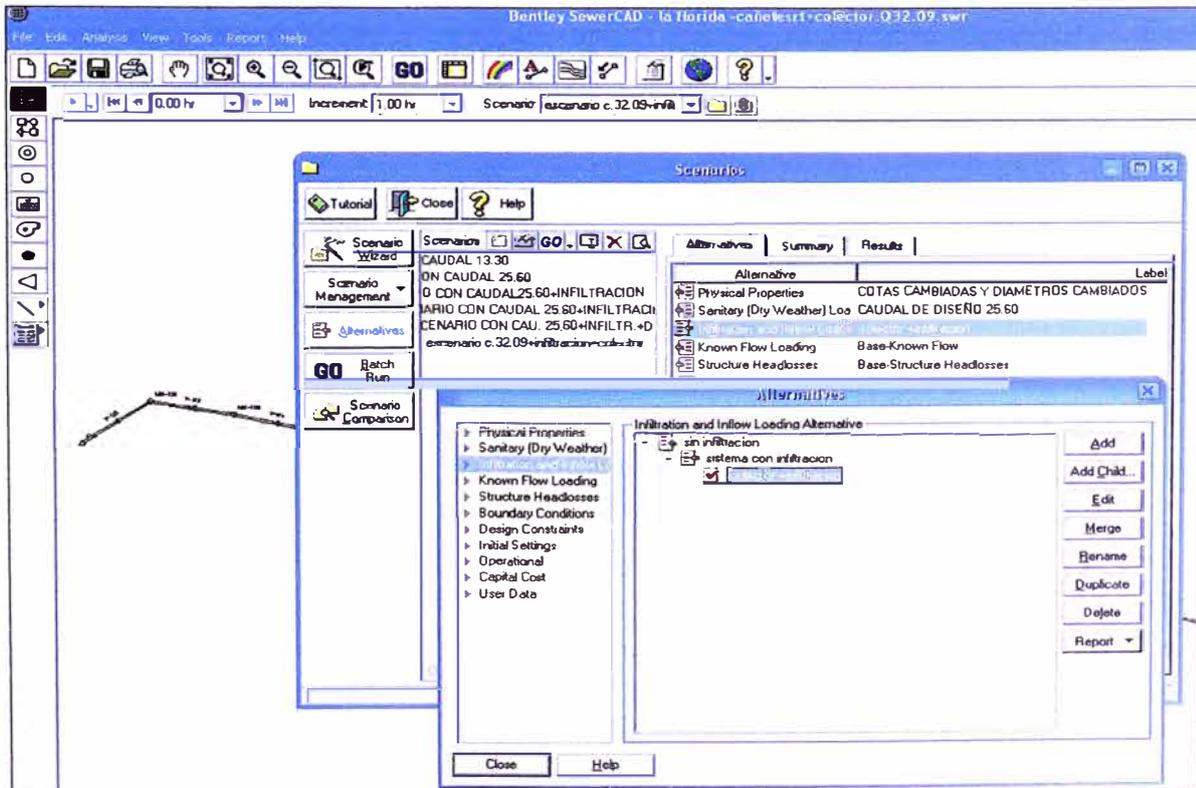
Caudal de Infiltración.- para el cálculo se considerará el mismo valor del caudal de infiltración 0.0005 l/s/m, luego se procede a ingresar el valor en el modelo, generando una alternativa para el sistema con caudal de infiltración. Posteriormente se crea el escenario para determinar el cálculo.

Gráfico N°3.25 CREACION DE LA ALTERNATIVA INFILTRACION



FUENTE: Elaboración Propia

Gráfico N°3.26 CREACION DEL ESCENARIO PARA EL CALCULO DEL CAUDAL DE INFILTRACION

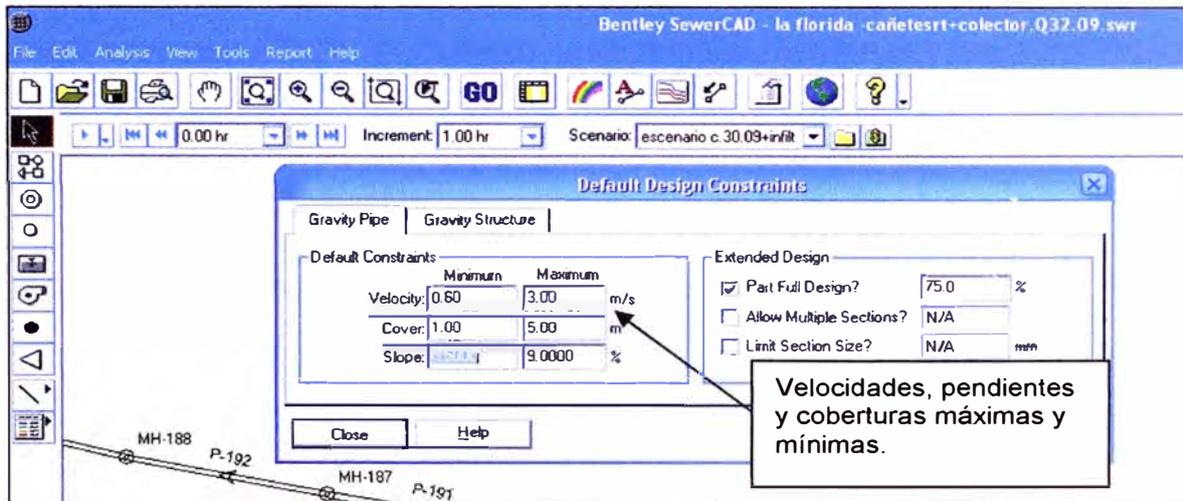


FUENTE: Elaboración Propia

Determinar el caudal para una relación tirante/diámetro igual a 75%.- hacer click en **Analysis** y seleccionar la opción **Default Design Constraints**, luego click en **Part Full Design** y escribir 75 %, el programa calculará el caudal para una relación  $y/D=75\%$ .

En el programa se puede ingresar valores máximos y mínimos de velocidades, pendientes y altura de cobertura de la tubería. El programa avisará si en caso excedemos los valores límites considerados.

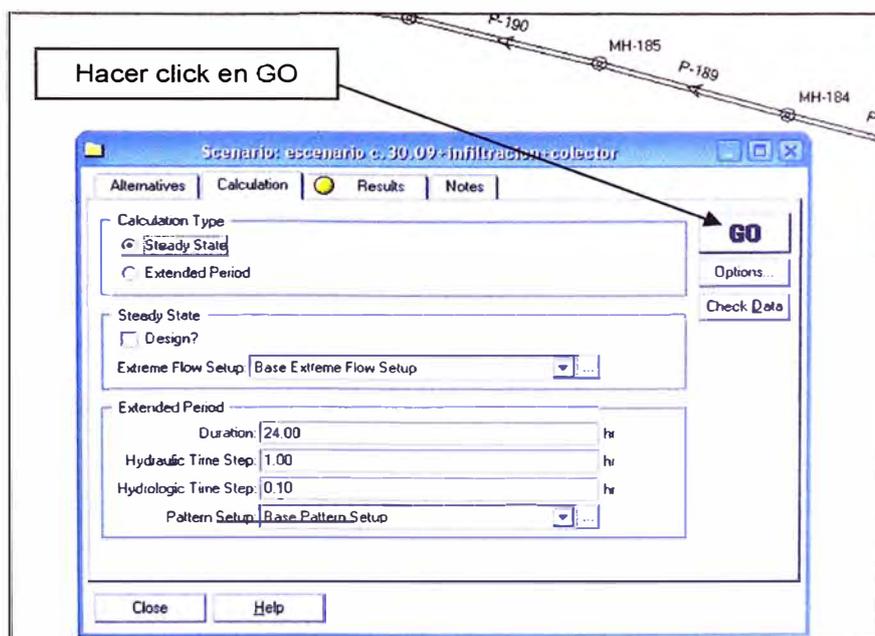
**Gráfico N°3.27 VENTANA DE RANGO DE PARAMETROS PARA VERIFICAR EL DISEÑO**



FUENTE: Elaboración Propia

Ejecutar el programa.- paso final ejecutaremos el programa.

**Gráfico N°3.28 VENTANA DE EJECUCION DEL PROGRAMA**



FUENTE: Elaboración Propio

Cuadro de resultados obtenidos.

A continuación se describe los resultados obtenidos en el cuadro N° 3.15.

**Columna 1.-** Numeración del Colector

En esta columna se indica la numeración de las tuberías por tramos en orden ascendente.

**Columna 2.-** Número de Buzón-Aguas Arriba

Número de buzón aguas arriba.

**Columna 3.-** Número de Buzón-Aguas Abajo

Número de buzón aguas abajo.

**Columna 4.-** Cota de Terreno Aguas Arriba (m)

Cota de Terreno aguas arriba, obtenida del plano topográfico.

**Columna 5.-** Cota de Terreno Aguas Abajo (m)

Cota de Terreno aguas abajo, obtenida del plano topográfico.

**Columna 6.-** Longitud de Tubería (m)

Longitud de cada colector por tramos.

**Columna 7.-** Diámetro determinado en milímetros.

Este valor se introduce en el programa, se propone dimensiones iniciales en las tuberías, diámetro comercial.

**Columna 8.-** Descripción del tipo de material a emplear en los colectores.

Tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC), dato a ingresar en el programa depende del tipo de material que se utilizará en las tuberías.

**Columna 9.-** Coeficiente de Mannings

Coeficiente de Mannings a emplear en los colectores, este valor depende del tipo de material seleccionado.

**Columna 10.-** Cota de Fondo de Buzón – Aguas Arriba (m)

Cota de Fondo de Buzón -Aguas Arriba, obtenida de los planos P-05.

**Columna 11.-** Cota de Fondo de Buzón – Aguas Abajo (m)

Cota de Fondo de Buzón -Aguas Abajo, obtenida de los planos P-05.

**Columna 12.-** Pendiente

Se obtiene de comparar el cociente entre la diferencia de las cotas de fondo de buzón Aguas Arriba y Aguas Abajo (Columna 10 –Columna 11) y la Longitud del tramo (Columna 6).

**Columna 13.-** Caudal por Tramo

Descarga en el colector.

**Columna 14.-** Caudal a Sección Llena

El caudal a sección llena se calcula aplicando la fórmula de Mannings (3.29), además el programa considera el diámetro a utilizar de 8" o en milímetros 203.20.

$$Q = \frac{A R_h S^{1/2}}{n} \quad (3.29)$$

Donde:

Q: Caudal (l/s).

A : Área mojada (m<sup>2</sup>).

R<sub>h</sub>: Radio Hidráulico (m).

S : Pendiente (m/m).

n : Coeficiente de Manning

**Columna 15.-** Caudal para una relación y/D=0.75.

Este caudal es determinado en el emisor, puesto que se debe considerar una relación máxima tirante/ diámetro de 0.75.

**Columna 16.-** Cálculo de la velocidad promedio.

El programa determina la velocidad media del tramo, empleando la ecuación (3.29) y la expresión.

$$Q=V \times A \quad (3.30)$$

Donde:

Q: Caudal (l/s).

V: Velocidad media (m/s)

A: Área (m<sup>2</sup>)

**Columna 17.-** Relación tirante normal / diámetro

El programa determina la relación tirante normal / diámetro.

**Columna 18.-** Caudal de infiltración por metro lineal (l/s/m).

Este dato se le ingresa al programa, para el cálculo del caudal de infiltración por metro lineal.

**Columna 19.-** Caudal de infiltración por tramo (l/s).

El programa determina con el dato del caudal de infiltración (Columna 18) multiplicado por la longitud (Columna 6), el caudal de infiltración por tubería.

**Columna 20.-** Caudal de infiltración acumulado por tramo (l/s)

El programa determina con el dato del caudal de infiltración por tramo (Columna 19), el caudal de infiltración total que ingresa a cada tubería, según el esquema de flujos modelado.

**Columna 21.-** Tirante normal de agua.

Se determina multiplicando la Columna 15 y el diámetro de la tubería, es el tirante real en la tubería.

CUADRO N° 3.15 CUADRO DE RESULTADOS EN EL EMISOR

(1) Tramo	(2) Buzon Aguas Arriba	(3) Buzon Aguas Abajo	(4) Cota de Terreno Aguas Arriba (m)	(5) Cota de Terreno Aguas Abajo (m)	(6) Longitud de Tubería (m)	(7) Diámetro (mm)	(8) Material	(9) Coeficiente Mannings n	(10) Cota del Fondo de Buzon Aguas Arriba (m)	(11) Cota del Fondo de Buzon Aguas Abajo (m)	(12) Pendiente (%)	(13) Caudal por Tramo (l/s)	(14) Caudal a Tubo Lleno (l/s)	(15) Caudal Y/D=75% (l/s)	(16) Velocidad Promedio (m/s)	(17) Y / Do normal (%)	(18) Caudal de Infiltracion por metro lineal (l/s/m)	(19) Caudal de Infiltracion por Tramo (l/s)	(20) Caudal de Infiltracion Acumulado por tramo (l/s)	(21) Tirante de agua (mm)
P-180	MH-175	MH-176	271,67	269,96	60	250	PVC	0,01	269,07	268,16	1,52	37,22	99,3234	90,57	1,82	42,4	0,0005	0,03	0,03	0,1077
P-181	MH-176	MH-177	269,96	268,1	60	250	PVC	0,01	268,16	266,6	2,60	37,25	130,0449	118,59	2,21	36,6	0,0005	0,03	0,06	0,09296
P-182	MH-177	MH-178	268,1	266,23	60	250	PVC	0,01	266,6	264,73	3,12	37,28	142,3809	129,83	2,37	34,9	0,0005	0,03	0,09	0,08865
P-183	MH-178	MH-179	266,23	264,47	60	250	PVC	0,01	264,73	262,97	2,93	37,31	138,1298	125,96	2,32	35,5	0,0005	0,03	0,12	0,09017
P-184	MH-179	MH-180	264,47	262,74	60	250	PVC	0,01	262,97	261,24	2,88	37,34	136,9475	124,88	2,3	35,7	0,0005	0,03	0,15	0,09068
P-185	MH-180	MH-181	262,74	261,03	60	250	PVC	0,01	261,24	259,53	2,85	37,37	136,1536	124,16	2,29	35,8	0,0005	0,03	0,18	0,09093
P-186	MH-181	MH-182	261,03	259,4	60	250	PVC	0,01	259,53	257,9	2,72	37,4	132,9305	121,22	2,25	36,3	0,0005	0,03	0,21	0,0922
P-187	MH-182	MH-183	259,4	257,52	60	250	PVC	0,01	257,9	256,02	3,13	37,43	142,7611	130,18	2,37	34,9	0,0005	0,03	0,24	0,08865
P-188	MH-183	MH-184	257,52	256,03	60	250	PVC	0,01	256,02	254,53	2,48	37,46	127,0937	115,89	2,18	37,2	0,0005	0,03	0,27	0,09449
P-189	MH-184	MH-185	256,03	254,49	60	250	PVC	0,01	254,53	252,99	2,57	37,49	129,2086	117,82	2,21	36,9	0,0005	0,03	0,3	0,09373
P-190	MH-185	MH-186	254,49	253,39	60	250	PVC	0,01	252,99	251,89	1,83	37,52	109,2012	99,58	1,95	40,4	0,0005	0,03	0,33	0,10262
P-191	MH-186	MH-187	253,39	253,03	60	250	PVC	0,01	251,89	251,53	0,60	37,55	62,4715	56,97	1,29	55,9	0,0005	0,03	0,36	0,14199
P-192	MH-187	MH-188	253,03	252,43	60	250	PVC	0,01	251,53	250,93	1,00	37,58	80,6504	73,54	1,56	48	0,0005	0,03	0,39	0,12192
P-193	MH-188	MH-189	252,43	251,54	60	250	PVC	0,01	250,93	250,04	1,48	37,61	98,2259	89,57	1,81	42,9	0,0005	0,03	0,42	0,10897
P-194	MH-189	MH-190	251,54	250,61	60	250	PVC	0,01	250,04	249,11	1,55	37,64	100,409	91,56	1,84	42,4	0,0005	0,03	0,45	0,1077
P-195	MH-190	MH-191	250,61	249,84	60	250	PVC	0,01	249,11	248,34	1,28	37,67	91,3643	83,31	1,72	44,7	0,0005	0,03	0,48	0,11354
P-196	MH-191	O-2	249,84	248,21	60	250	PVC	0,01	248,34	246,71	2,72	37,7	132,9305	121,22	2,26	36,4	0,0005	0,03	0,51	0,09246

## CAPITULO IV.

### CONEXIONES DOMICILIARIAS

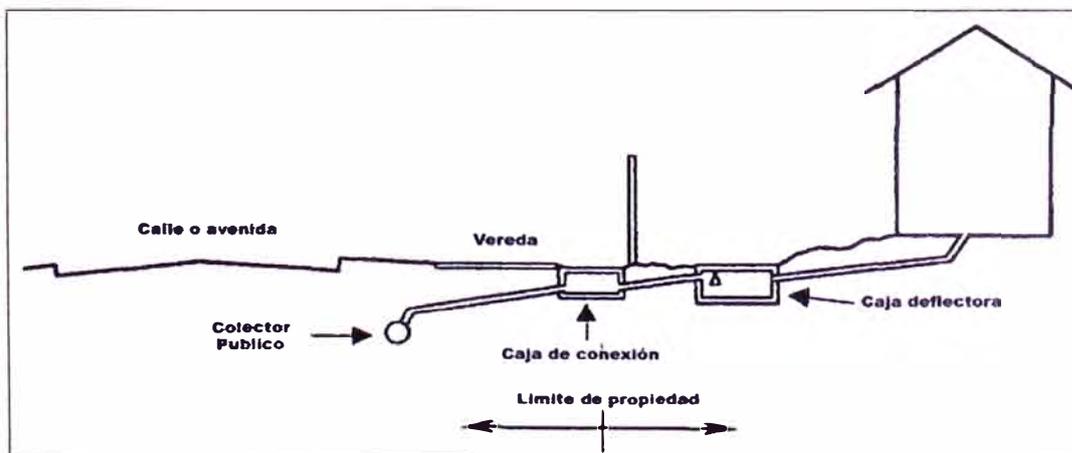
#### 4.1 CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGÜE

Conexión domiciliaria es la tubería que conduce las aguas residuales de las viviendas o edificios hasta el colector que pasa por la calle. Estos tramos de la tubería en la mayoría de los casos son perpendiculares al alineamiento de la propiedad.

Las conexiones domiciliarias, que cuentan con diseño típico podrán instalarse en colectores de hasta 350 mm (14") de diámetro, siempre y cuando las tuberías no tengan armadura. No está permitido efectuar conexiones domiciliarias a colectores primarios ni emisores. El diámetro mínimo a utilizar será de 100 mm.

En zonas de alto riesgo de obstrucción, mercados y restaurantes por ejemplo, se colocarán cajas deflectoras entre la vivienda y la caja de inspección para evitar el ingreso de basura y otros sólidos de gran tamaño que podrían obstruir la alcantarilla. Las dimensiones de esta caja es de 0,60 m x 0,60 m x 0,80 m, será construida de concreto y deberá colocarse un deflector a 0,60 m de la zona de ingreso (véase gráfico 4.1).

Gráfico N°4.1 CONEXIÓN DOMICILIARIA PARA CENTROS QUE GENEREN ALTO RIESGO DE OBSTRUCCION EN EL COLECTOR



FUENTE: Guía para el Diseño de Alcantarillados, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Cepis), 2005.

En el proyecto se tiene un total de 500 conexiones, 494 conexiones para uso de viviendas y 6 conexiones para usos institucionales, servicios comunales y centro de salud.

La tubería será PVC UF serie 25 de 150 mm de diámetro (6”), en la instalación se colocará con una pendiente uniforme mínima entre la caja de registro y el empalme del colector de servicio de quince por mil (15‰), la conexión predial se colocará como mínimo a una distancia de 1.20 m del límite del predio en el lado izquierdo o derecho, en nuestro caso se ha considerado 2 m, los procedimientos a emplear en las conexiones domiciliarias deben cumplir con las especificaciones técnicas.

#### **4.1.1 COMPONENTES.**

Los componentes de una conexión domiciliaria de desagüe son:

a) Elemento de reunión o Caja de Registro

La constituye una caja de registro de concreto de  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  conformada por módulos prefabricados de 0.30m x 0.60m y una profundidad de 0.70m. El acabado interior de la caja de reunión deberá ser de superficie lisa o tarrajada con mortero 1:3.

El módulo base tendrá su fondo en forma de “media caña”.

En caso de no poder instalarse la caja en un lugar de la propiedad que no tenga zona libre, la conexión domiciliaria terminará en el límite de la fachada.

b) Elemento de conducción

Será con tubería de descarga de PVC UF serie 25 DN 150mm, comprende desde la caja de registro, hasta el empalme al colector de servicio.

c) Elementos de empalme o empotramiento

El empalme de la conexión con el colector de servicio, se hará en la clave del tubo colector, obteniéndose una descarga con caída libre sobre ésta; para ello se perforará previamente el tubo colector, mediante el uso de plantillas mecánicas, permitiendo que el tubo cachimba a empalmar quede totalmente apoyado sobre el colector, sin dejar huecos de luz que posteriormente puedan implicar para el sello hidráulico de la unión.

El acoplamiento de la caja de registro será asegurado mediante un resane de mortero de 1:3, antes de la prueba hidráulica y por un dado de concreto de  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$  después de efectuada ella.

#### **4.1.2 SISTEMAS DE INSTALACION.**

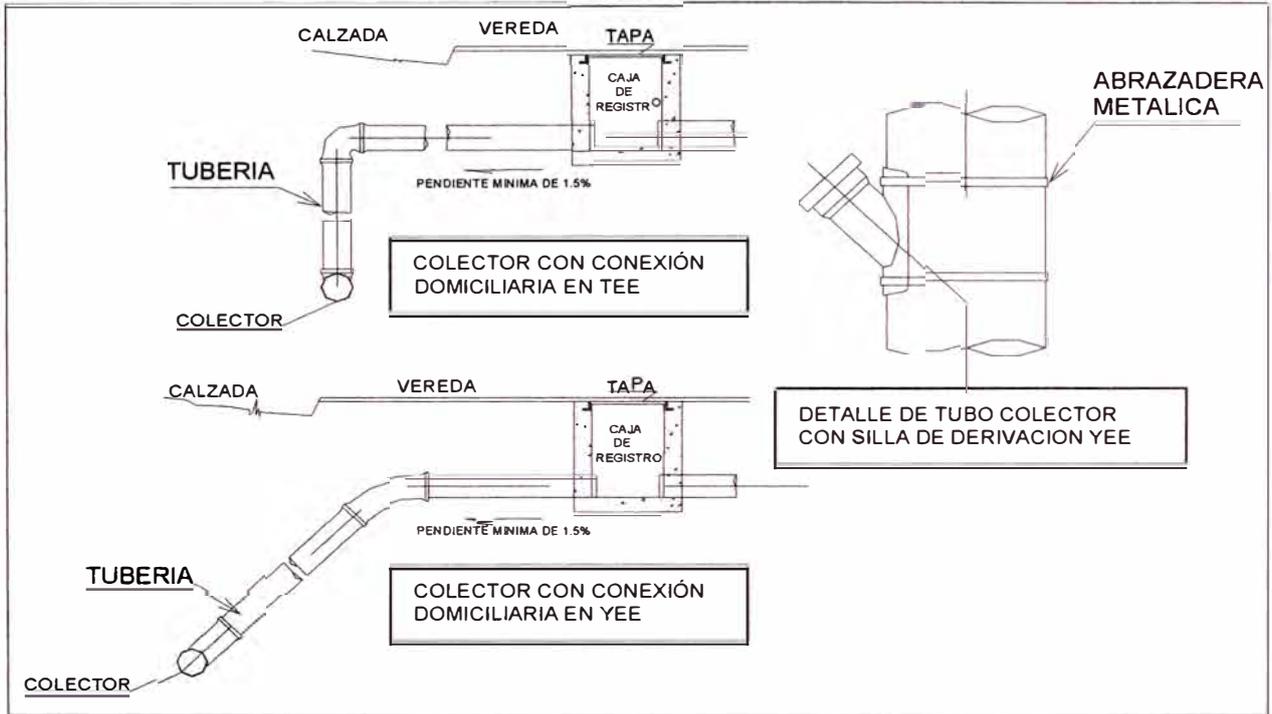
Las conexiones se instalarán a los colectores por medio de accesorios sanitarios, la línea de acometida deberá tener una pendiente mínima de 15 por mil y en todos los casos es recomendable efectuar la unión de esta con la tubería de servicio a través de un accesorio o codo, efectuando la perforación en la clave del tubo, garantizando, de esta manera, la entrada de las aguas residuales domiciliarias por la parte superior y manteniendo invariable la sección hidráulica.

Alternativamente, el empalme de la acometida con el colector de servicio podría realizarse mediante derivaciones en "Y" y una curva de 45° o en Tee, tal como lo muestra en el gráfico 4.3 o por medio de una cachimba o silla, dependiendo de las condiciones topográficas favorables.

Derivación Yee/Tee.- se utiliza cuando la conexión domiciliaria se efectúa paralelamente al avance de la instalación del tubo colector.

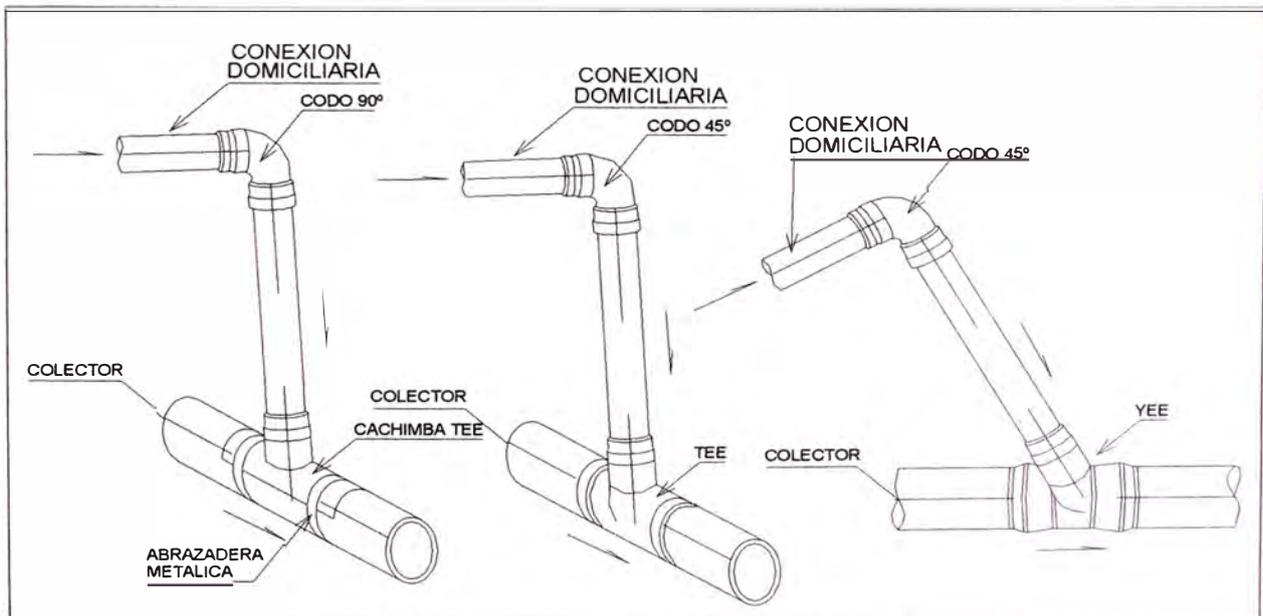
Cachimba/Silla.- se utiliza cuando la conexión domiciliaria se efectúa después de instalado al tubo colector y se coloca sin necesidad de seccionar transversalmente el tubo. Es un elemento de fácil ejecución, simple, seguro y hermético, Además de económico. Se fabrica con campana en unión flexible o rígida y en diámetros desde 6" pulg (160 mm) hasta 12" pulg (315 mm).

**Gráfico N°4.2 COLECTOR CON CONEXIÓN DOMICILIARIA CON CACHIMBA Y SILLA.**



FUENTE: Elaboración Propia.

**Gráfico N°4.3 CONEXIÓN DOMICILIARIA CON DERIVACIONES YEE, TEE Y CACHIMBA TEE.**



FUENTE: Elaboración Propia.

## CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos del diseño del sistema de alcantarillado del Centro Poblado Menor se podrá ejecutar las obras garantizando un correcto funcionamiento de todos sus componentes y así hacer realidad este servicio básico que lo requieren urgente, el cual evitará el peligro de epidemias como el cólera, fiebre tifoidea, disentería, bacilar, hepatitis A, gastroenteritis y otras más.
- Los parámetros empleados para el diseño del Sistema de Alcantarillado han sido tomados de estudios de campo realizados en la zona y de gabinete através de reglamentos y/o bibliografía de los cuales se han tomado valores necesarios para nuestro estudio.
- Las velocidades reales calculadas son menores que la velocidad crítica y el cálculo de la tensión media tractiva se encuentra con valores mayores a 1 Pa.
- De acuerdo al diseño se tiene, una capacidad máxima del 50% en los colectores, mientras que en el emisor se tiene una capacidad máxima de 75%.
- La pendiente dentro de los colectores tiene un valor mayor o igual a 10‰ en los primeros 400 m y para el resto de la red la pendiente es tal que cumpia con una tensión tractiva mínima de 1Pa.
- En los tramos de arranque se tienen velocidades bajas menores en un 70% de la mínima, lo cual se concluye que estos arranques deben tener una inspección periódica continua.
- Con el empleo del programa se puede tener un control de los remansos, analizados en un flujo gradualmente variado.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar programas de capacitación de educación sanitaria a la población, de esta forma aseguran una buena operación y mantenimiento del servicio.
- Se recomienda establecer un cronograma de mantenimiento periódico en forma regular.
- Para evitar la formación de remansos, se recomienda en el fondo de la cámara de inspección tener una pendiente similar a la pendiente mayor de los conductos que llegan a ella.
- Se recomienda que en el fondo de las cámaras de inspección, se deberá diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 20% entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara.
- Para la planta de tratamiento se recomienda que la zona a instalarse no se encuentre muy distante del punto final de descarga del emisor proyectado, el cual se unirá con el emisor proyectado del Centro Poblado Augusto B. Leguía.
- Al proyectar la planta de tratamiento se recomienda que se diseñe una planta del tipo aireada y que las aguas tratadas se puedan emplear en el riego de productos de tallo alto que se siembran.

## **BIBLIOGRAFIA**

ARAOZ CARBAJAL, THOMAS JACSSON; Lineamientos de Desarrollo para el Distrito de Nuevo Imperial Sistema de Alcantarillado en los Anexos la Florida y el Desierto, Informe de Suficiencia Universidad Nacional de Ingeniería-FIC, Lima-Perú, 2009.

ARIAS GOVEA EDUARDO; Alcantarillado y Drenaje Pluvial, primera edición Tomo I, Lima 1995.

AROCHA RAVELO SIMON; Análisis y Diseño de Alcantarillado, 1983.

BENTLEY SISTEMAS; Guía Sewercad v.5.6 para Windows, 2005.

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS); Guías Para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado; Lima 2005.

INEI; Censos Nacionales VII de Población II y de Vivienda 4 de junio de 1972, Dpto. de Lima Tomo I, II Y III, 1973.

INEI; Censos Nacionales VIII de Población y III de Vivienda 12 de julio de 1981, Dpto. de Lima Tomo I, II y III, 1982.

INEI; Censos Nacionales IX de Población y IV de Vivienda 21 de julio de 1993, Dpto. de Lima Tomo I, II Y III, 1994.

INEI; Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda, Sistema de Consulta de Datos de Centros Poblados (CCPP) y Población dispersa, 2008.

LOPEZ CUALLA RICARDO ALFREDO; Diseño de Acueductos y Alcantarillados, segunda edición, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2000.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO; Normas de Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, IS 010 Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones, 2006.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO; Normas de Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, OS 070 Redes de Aguas Residuales, 2009.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO; Normas de Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, OS 090 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, 2006.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO; Normas de Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, OS 100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria, 2006.

MOYA SACIGA PROSPERO JESUS, Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado, primera edición, Lima 2007.

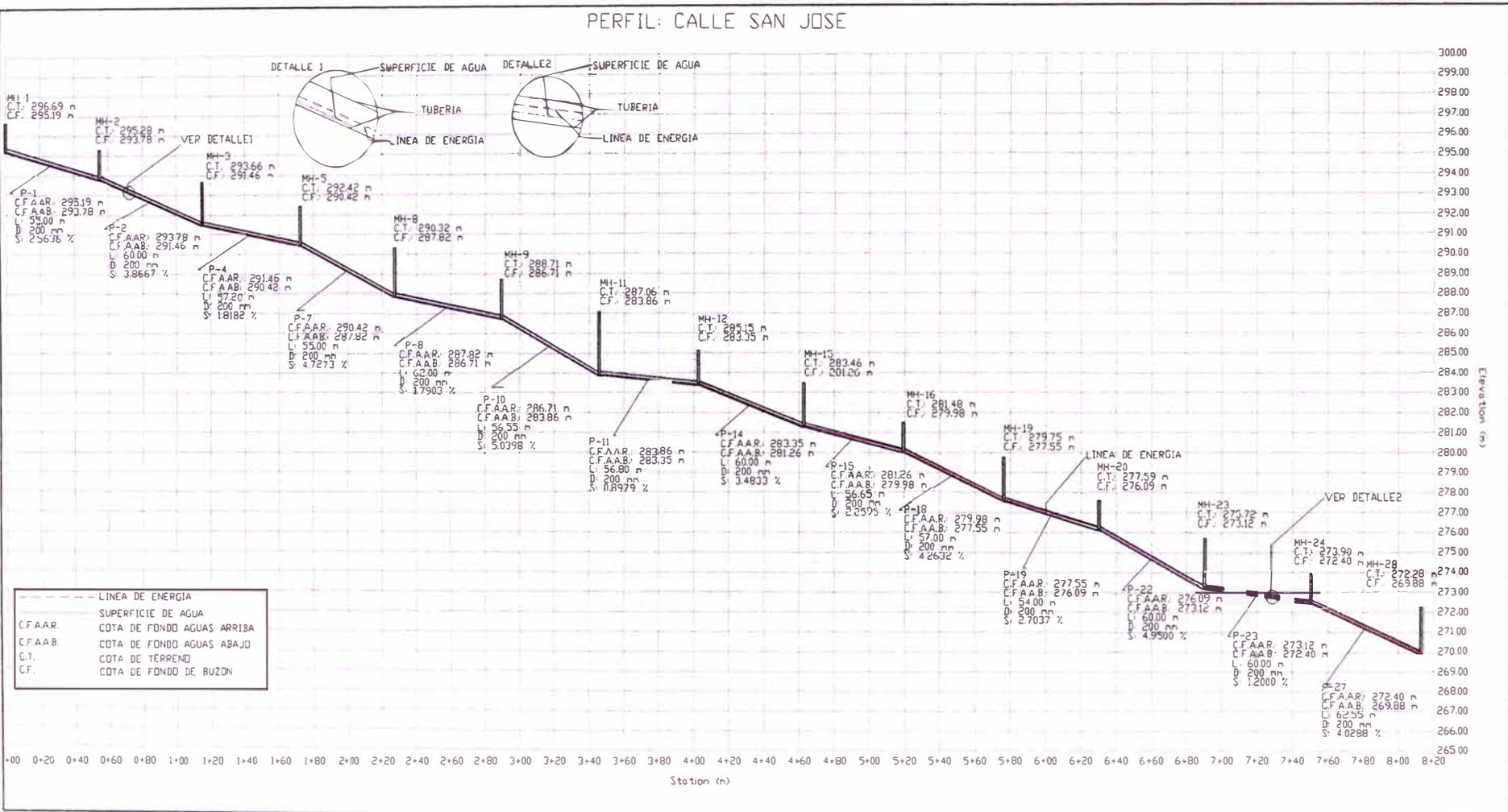
ROCHA FELICES ARTURO, Hidráulica de Tuberías y Canales, primera edición, Universidad Nacional de Ingeniería-FIC, Lima 2007.

VEN TE CHOW, Hidráulica de Canales Abiertos; Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA S. A., Bogotá1997.

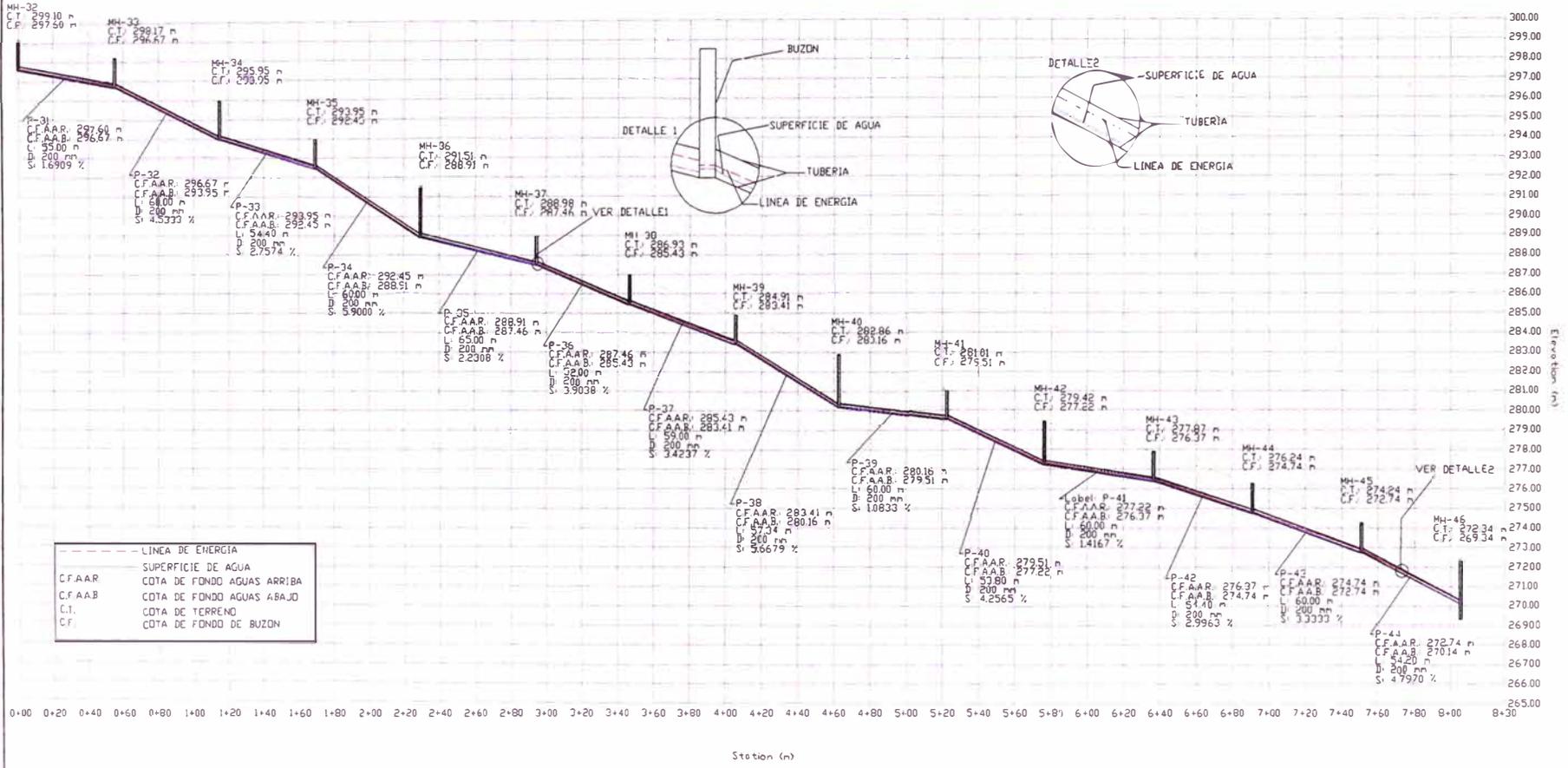
VIERENDEL; Abastecimiento de Agua y Alcantarillado; tercera edición, Lima 2005.

## **ANEXOS**

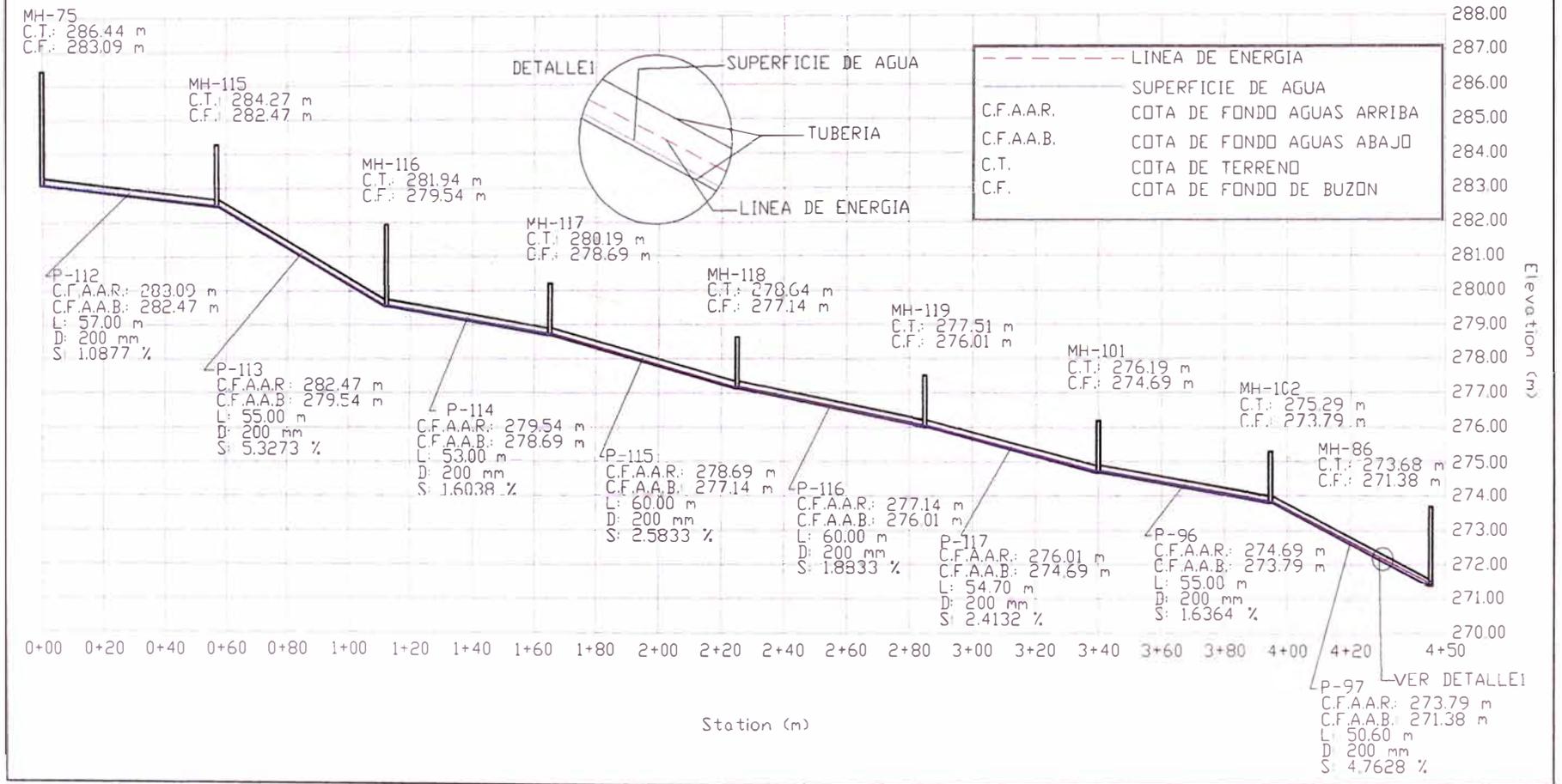
**ANEXOS 1**  
**“GRAFICOS DE PERFILES DE LOS COLECTORES PRINCIPALES  
INDICANDO LA LINEA GRADIENTE Y LA CURVA DE REMANSO”**

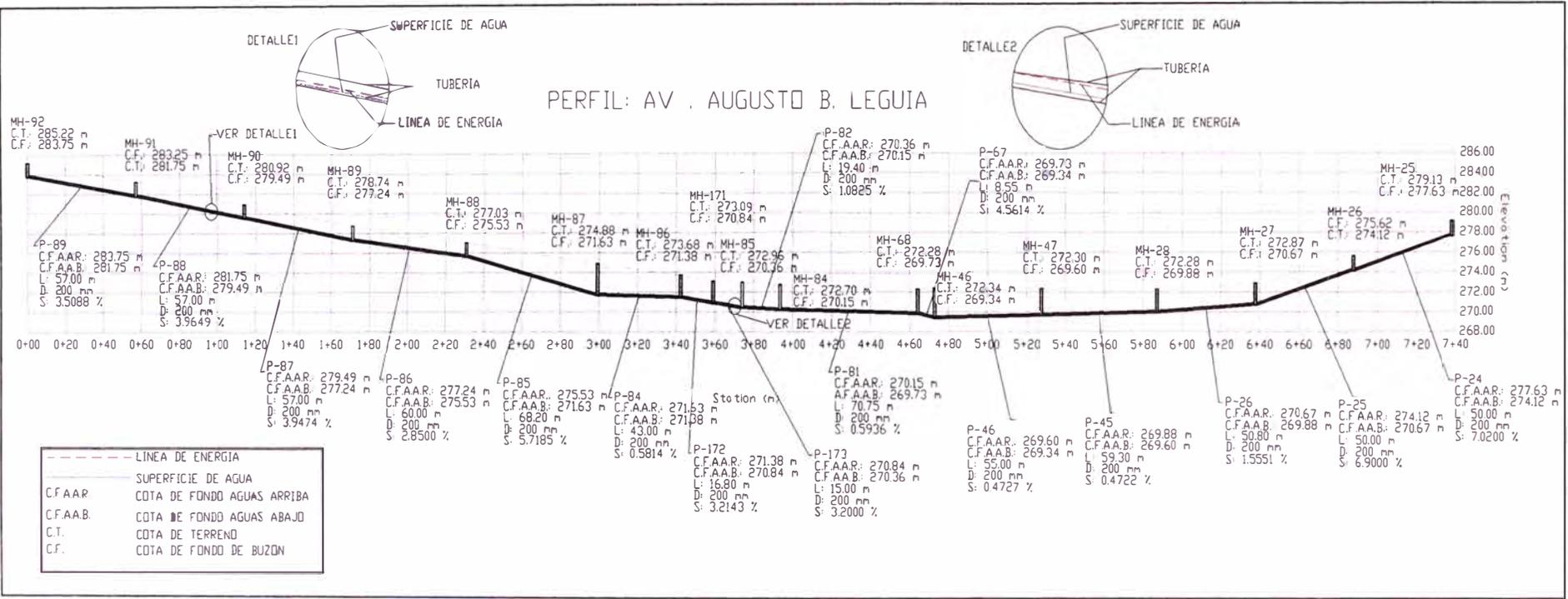


PERFIL: AV. OSCAR RAMOS CABIESES



## PERFIL: AV CANAL DE LA MANCHA



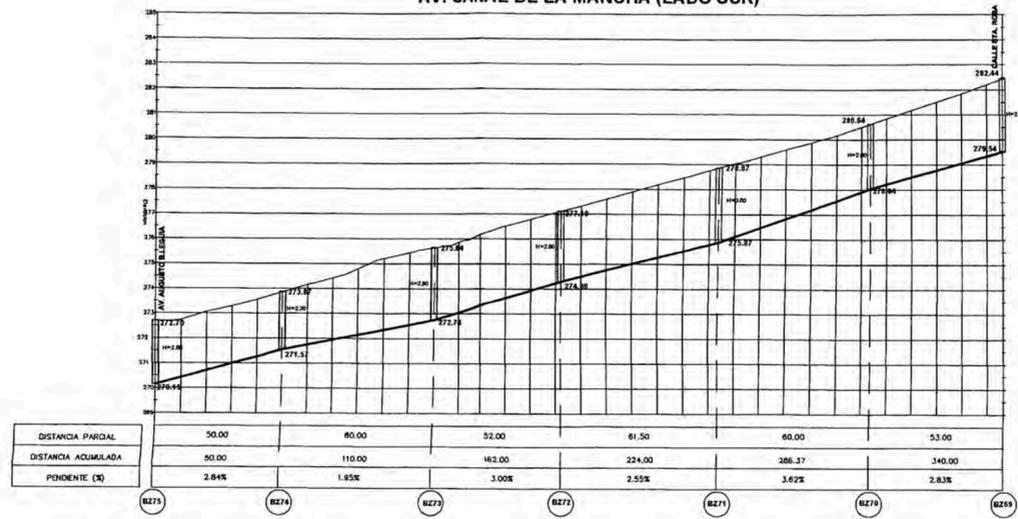


## ANEXOS 2 “PLANOS”

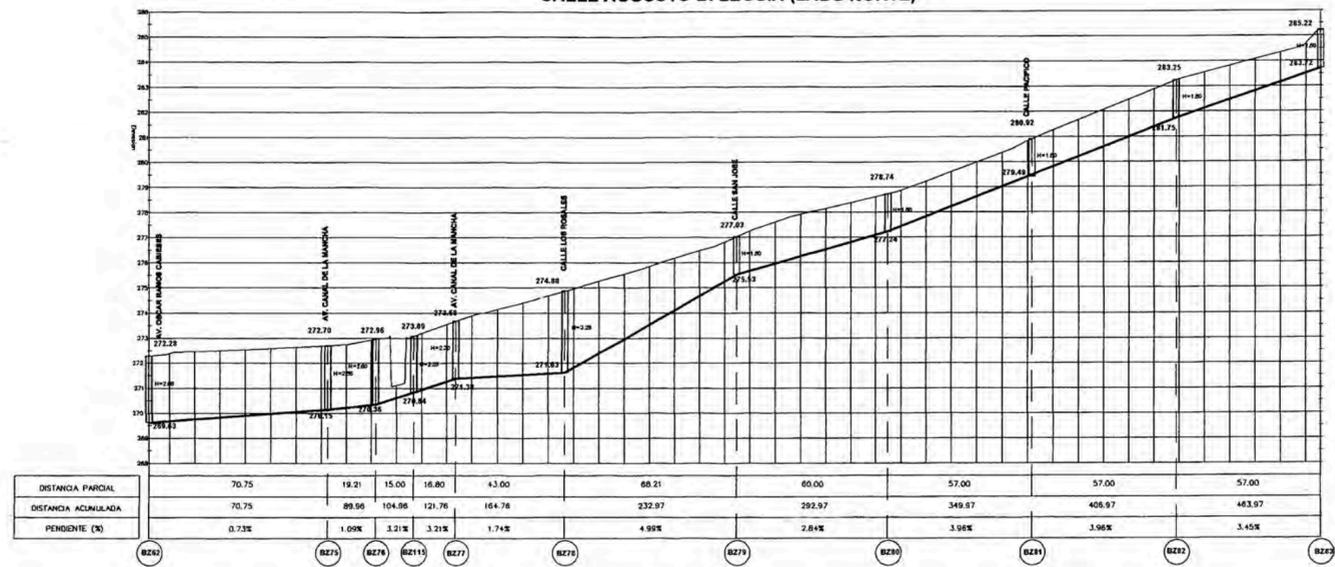
ITEM	DESCRIPCION	LÁMINA
01	Planta general de la Red de Desagüe	PG-01
02	Perfil longitudinal	PL-01
03	Perfil longitudinal	PL-02
04	Perfil longitudinal	PL-03
05	Perfil longitudinal	PL-04
06	Perfil longitudinal del emisor	PL-05
07	Área Contribuyente	A-01
08	Diagrama de Flujo de la red de desagüe	H-01
09	Detalle de Buzones	D-01
10	Planta de Conexiones domiciliarias de desagüe	CD-01
11	Detalles de Conexiones Domiciliarias	CD-02



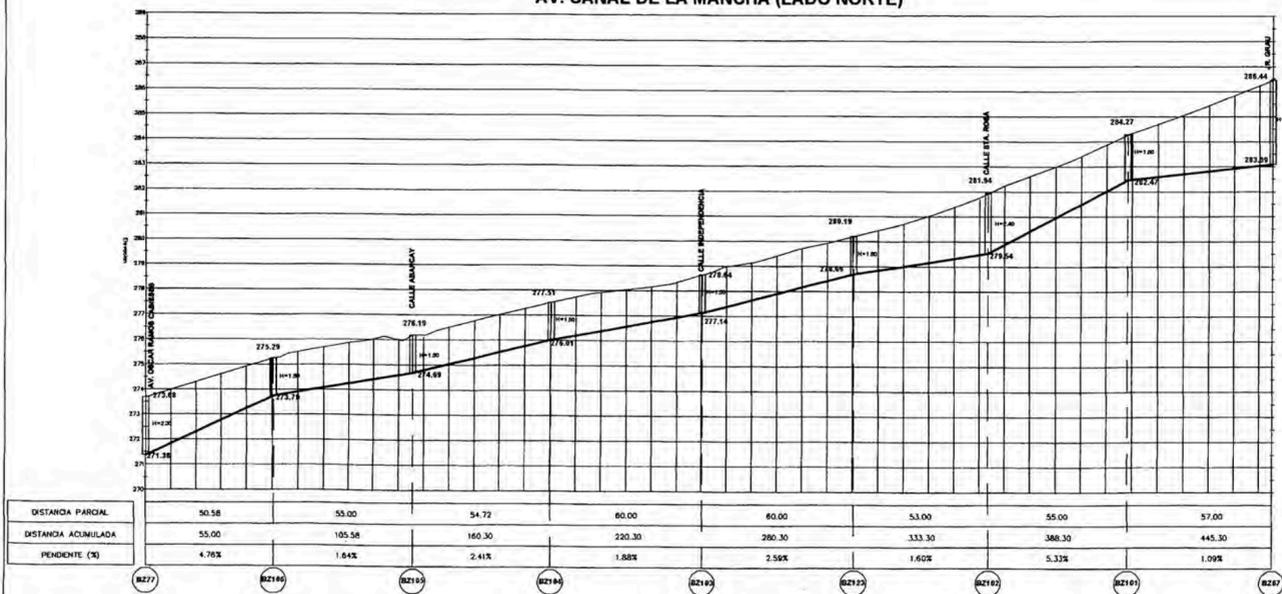
AV. CANAL DE LA MANCHA (LADO SUR)



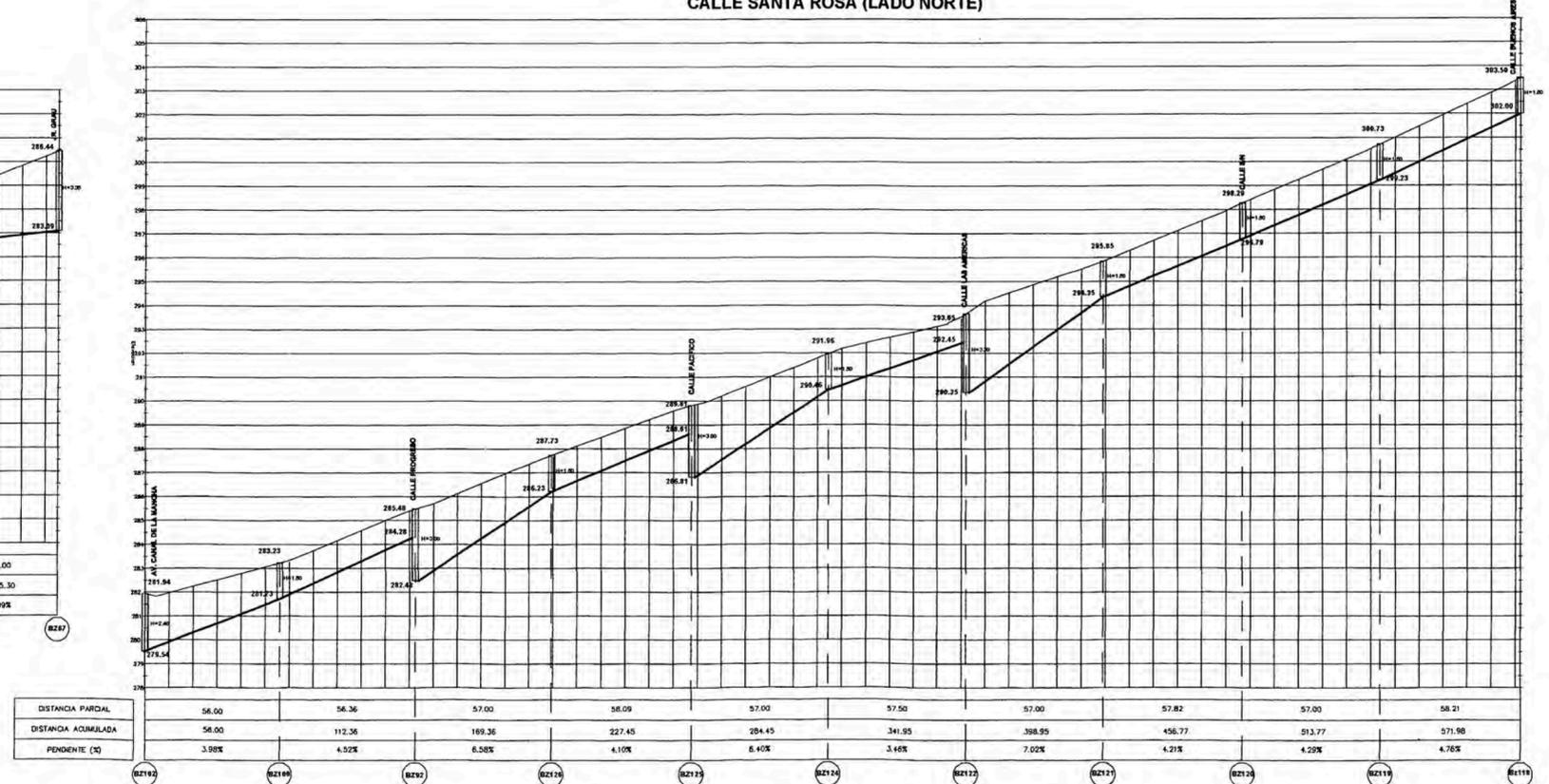
CALLE AUGUSTO B. LEGUIA (LADO NORTE)



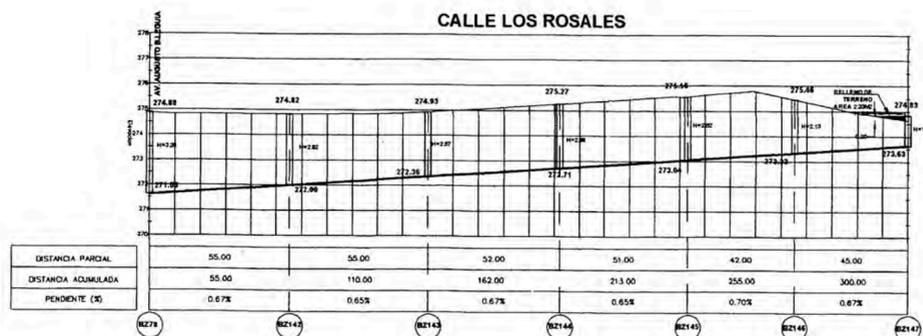
AV. CANAL DE LA MANCHA (LADO NORTE)



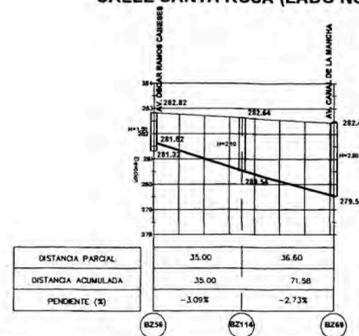
CALLE SANTA ROSA (LADO NORTE)



CALLE LOS ROSALES



CALLE SANTA ROSA (LADO NORTE)



**PERFILES LONGITUDINALES DE LAS CALLES:**

- 1.- AV. CANAL DE LA MANCHA (LADO SUR)
- 2.- CALLE AUGUSTO B. LEGUIA (LADO NORTE)
- 3.- AV. CANAL DE LA MANCHA (LADO NORTE)
- 4.- CALLE SANTA ROSA (LADO NORTE)
- 5.- CALLE LOS ROSALES

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

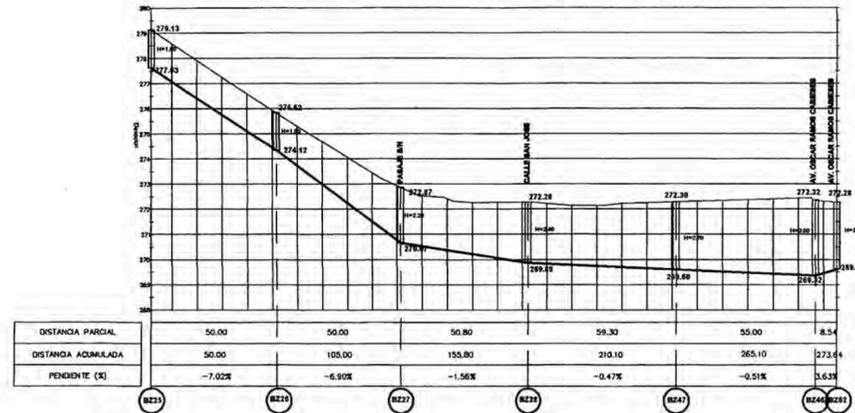
PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA -NUEVO IMPERIAL-CAÑETE

PLANO: PERFILES LONGITUDINALES

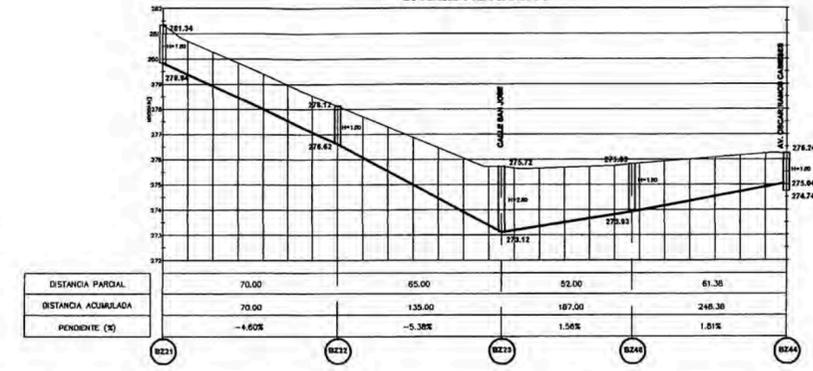
ELABORADO: SANTIAGO M. ESPICHAN LARA	FECHA: NOVIEMBRE-2009	ESC: H:1/2000 V:1/200	LAMINA
REVISADO: ING. EDUARDO HUARI C.	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI C.		<b>PL-01</b>

2-1

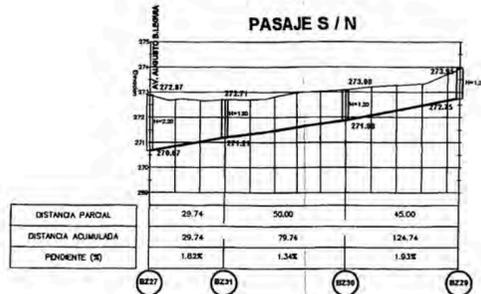
**CALLE AUGUSTO B. LEGUIA (LADO SUR)**



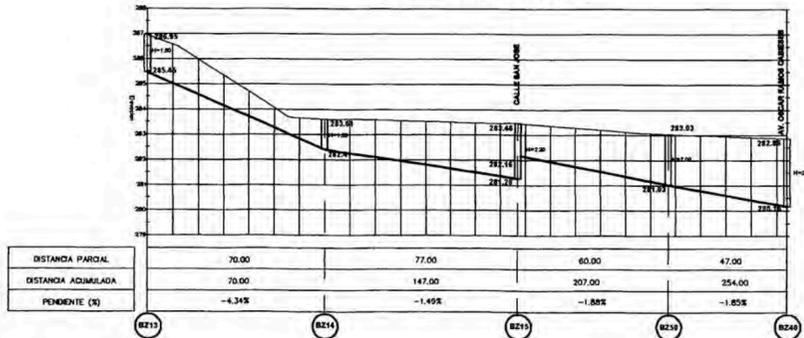
**CALLE ABANCAY**



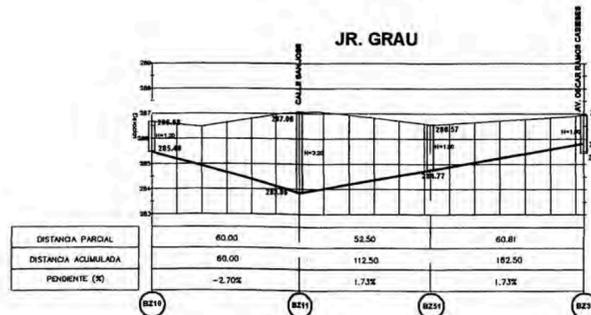
**PASAJE S / N**



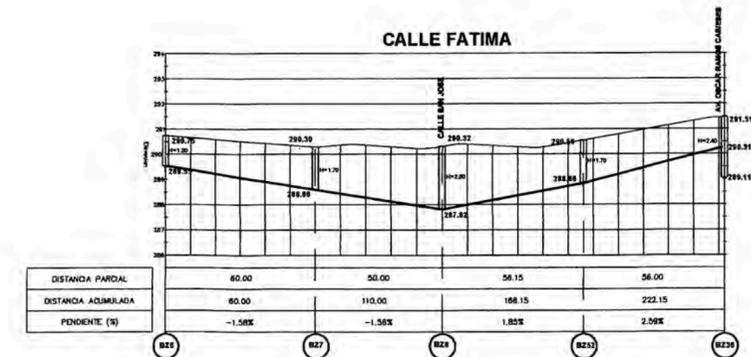
**CALLE SANTA ROSA**



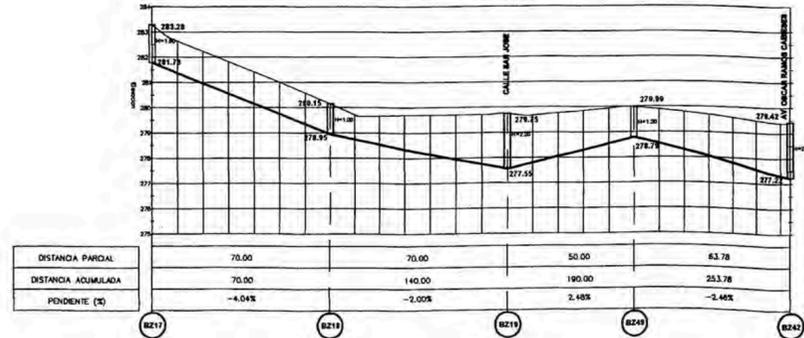
**JR. GRAU**



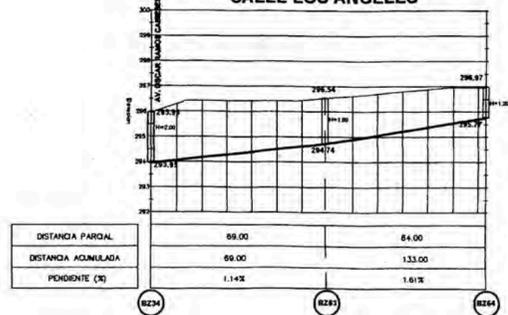
**CALLE FATIMA**



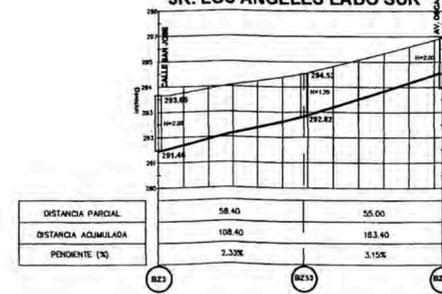
**CALLE INDEPENDENCIA**



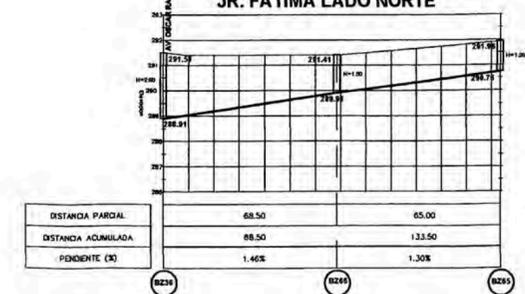
**CALLE LOS ANGELES**



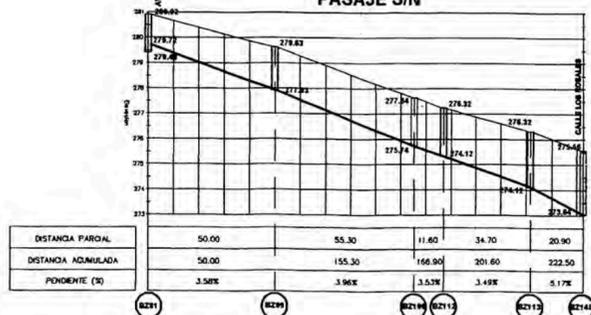
**JR. LOS ANGELES LADO SUR**



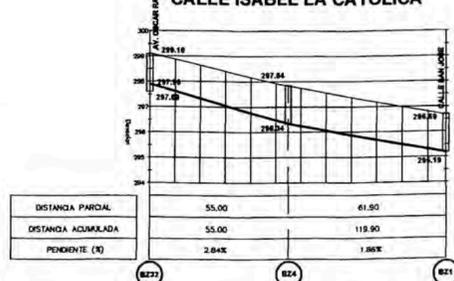
**JR. FATIMA LADO NORTE**



**PASAJE S/N**



**CALLE ISABEL LA CATOLICA**



**PERFILES LONGITUDINALES DE LAS CALLES:**

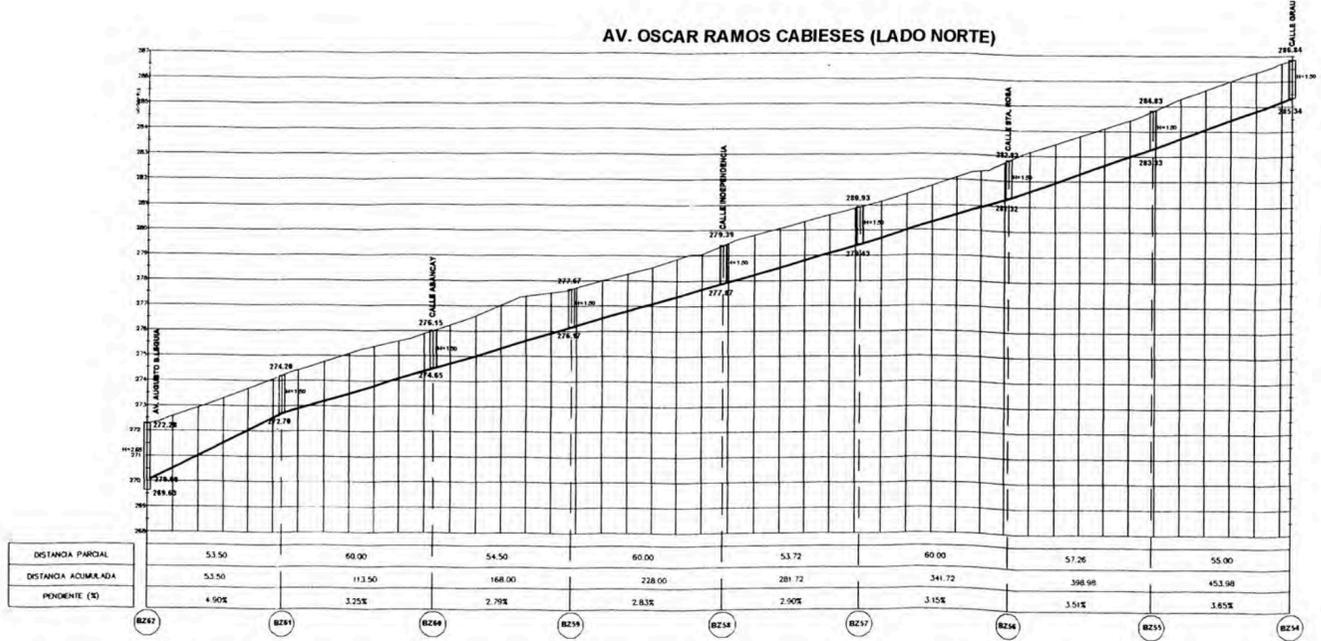
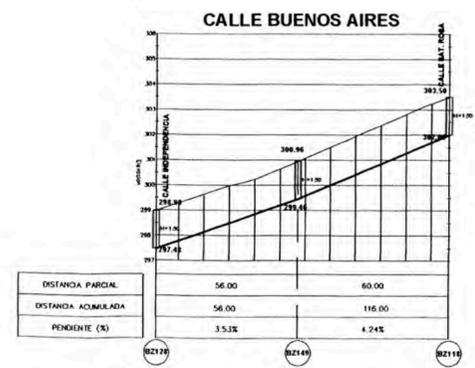
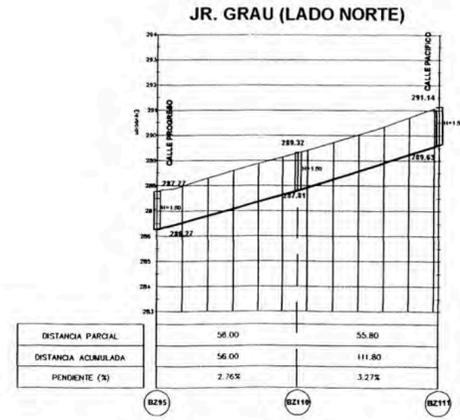
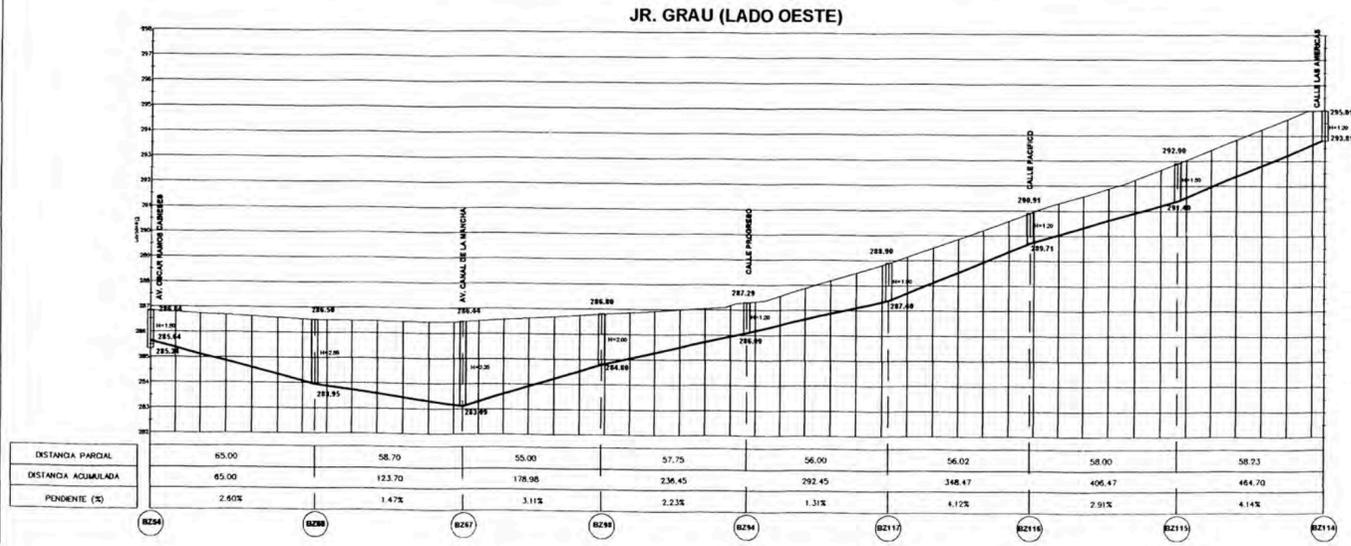
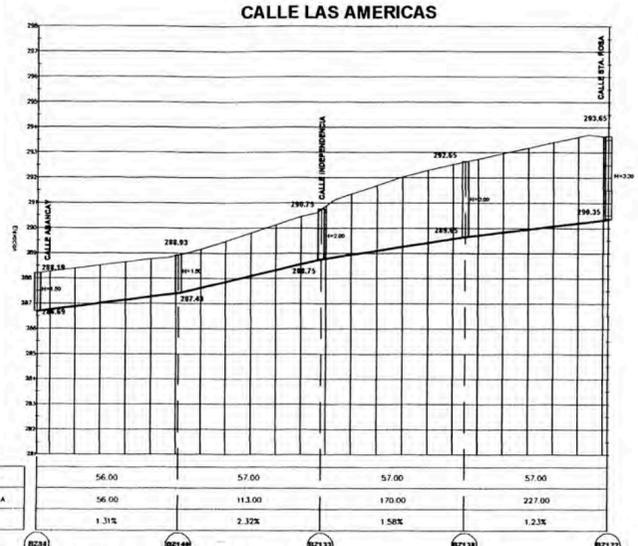
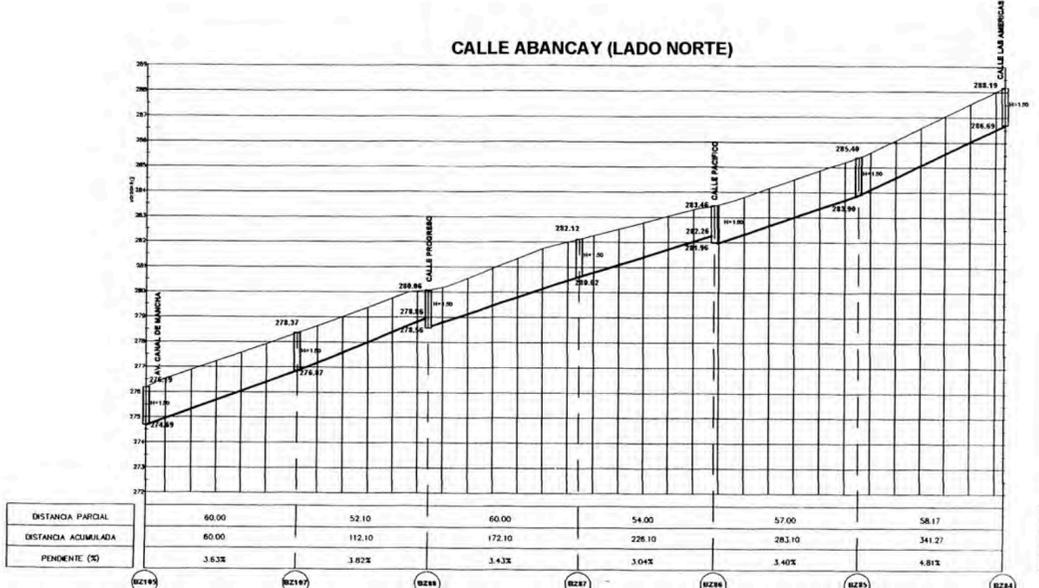
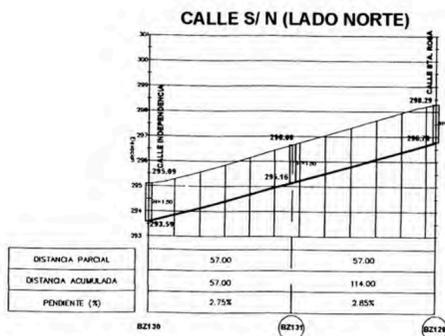
- 1.- CALLE AUGUSTO B. LEGUIA (LADO SUR)
- 2.- PASAJE S / N
- 3.- CALLE ABANCAY
- 4.- CALLE SANTA ROSA
- 5.- JR. GRAU
- 6.- CALLE FATIMA
- 7.- CALLE LOS ANGELES
- 8.- CALLE INDEPENDENCIA
- 9.- JR. LOS ANGELES LADO SUR
- 10.- JR. FATIMA LADO NORTE
- 11.- CALLE ISABEL LA CATOLICA

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

PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA - NUEVO IMPERIAL - CAÑETE

PLANO: PERFILES LONGITUDINALES

ELABORADO: SANTIAGO M. ESPICHAN LARA	FECHA: NOVIEMBRE - 2009	ESC: H:1/2000 V:1/200	LAMINA:
REVISADO: ING. EDUARDO HUARI C.	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI C.		<b>PL-02</b> 2-2



- PERFILES LONGITUDINALES DE LAS CALLES:**
- 1.- CALLE S/ N (LADO NORTE)
  - 2.- CALLE ABANCAY (LADO NORTE)
  - 3.- CALLE LAS AMERICAS
  - 4.- JR. GRAU (LADO OESTE)
  - 5.- JR. GRAU (LADO NORTE)
  - 6.- CALLE BUENOS AIRES
  - 7.- CALLE PROGRESO
  - 8.- AV. OSCAR RAMOS CABIESES (LADO NORTE)

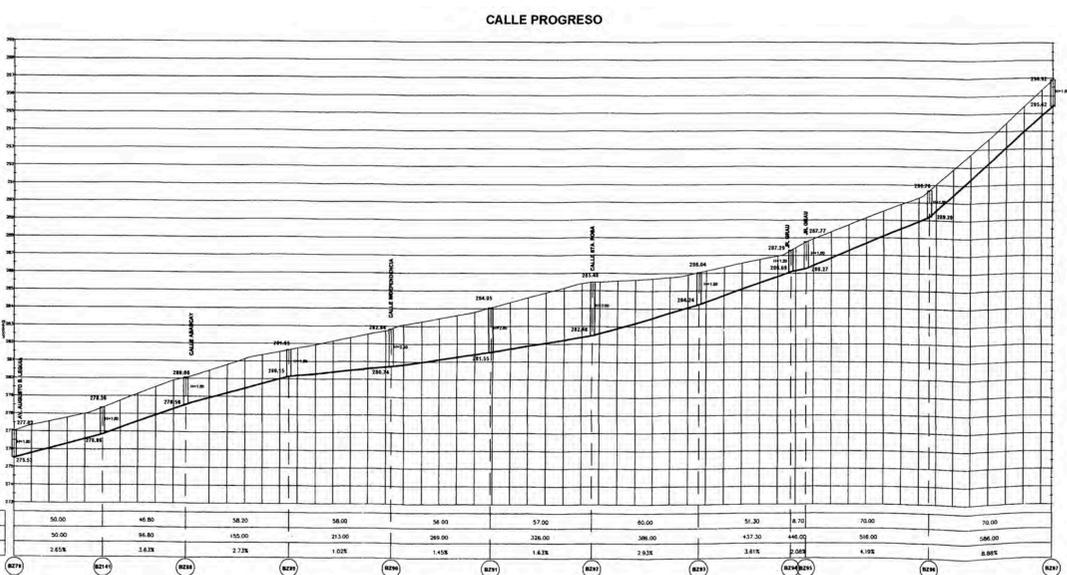
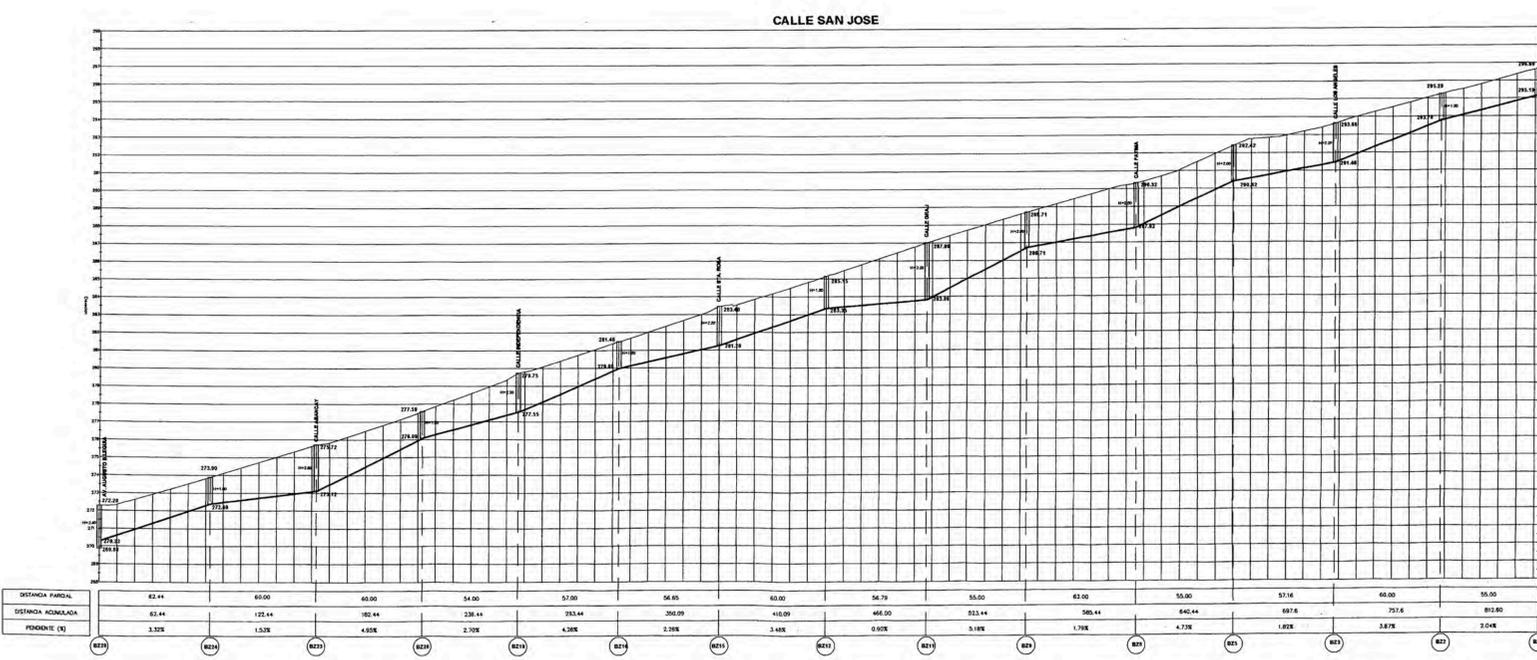
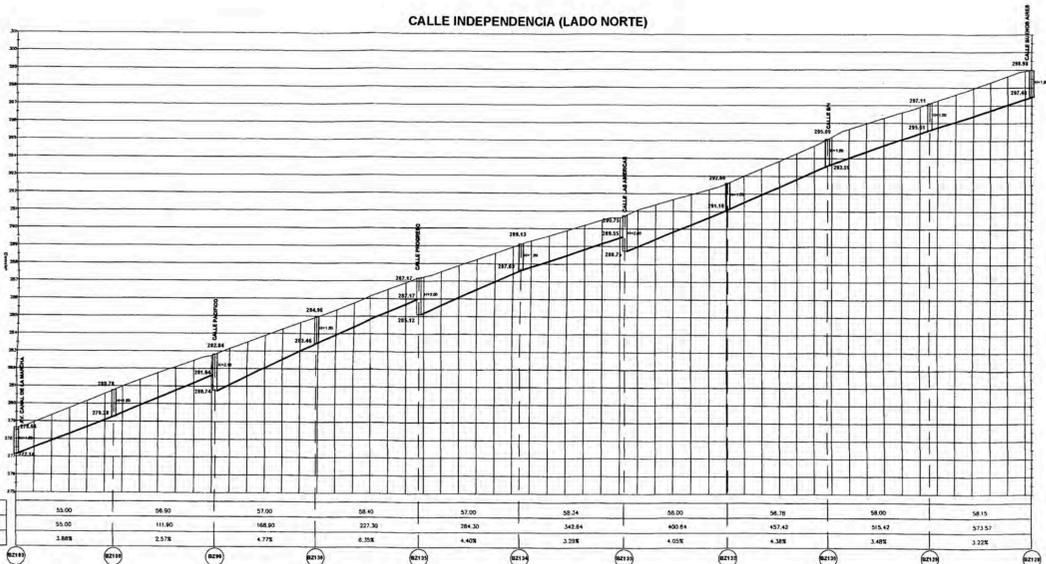
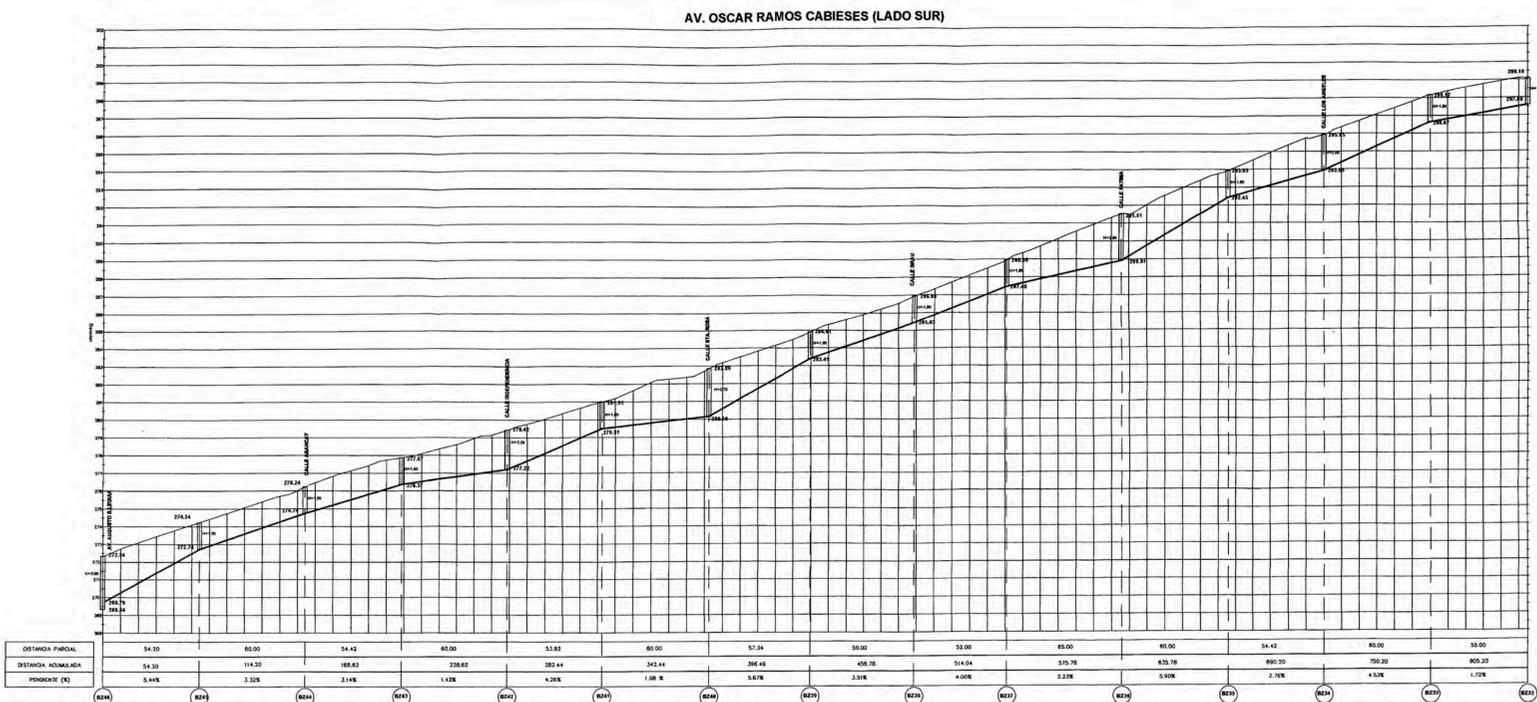
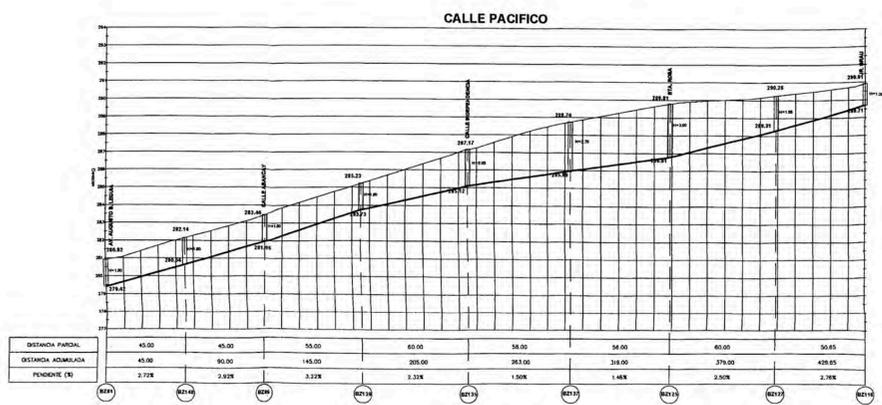
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

---

PROYECTO: **EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA -NUEVO IMPERIAL-CANETE**

PLANO: **PERFILES LONGITUDINALES**

ELABORADO: SANTIAGO M. ESPICHAN LARA	FECHA: NOVIEMBRE-2009	ESC: H 1/2000 V 1/200	LAMINA: <b>PL-03</b>
REVISADO: ING. EDUARDO HUARI C.	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI C.		2-3



**PERFILES LONGITUDINALES DE LAS CALLES:**  
 1.- CALLE PACIFICO  
 2.- AV. OSCAR RAMOS CABIESES (LADO SUR)  
 3.- CALLE INDEPENDENCIA (LADO NORTE)  
 4.- CALLE SAN JOSE  
 5.- CALLE PROGRESO

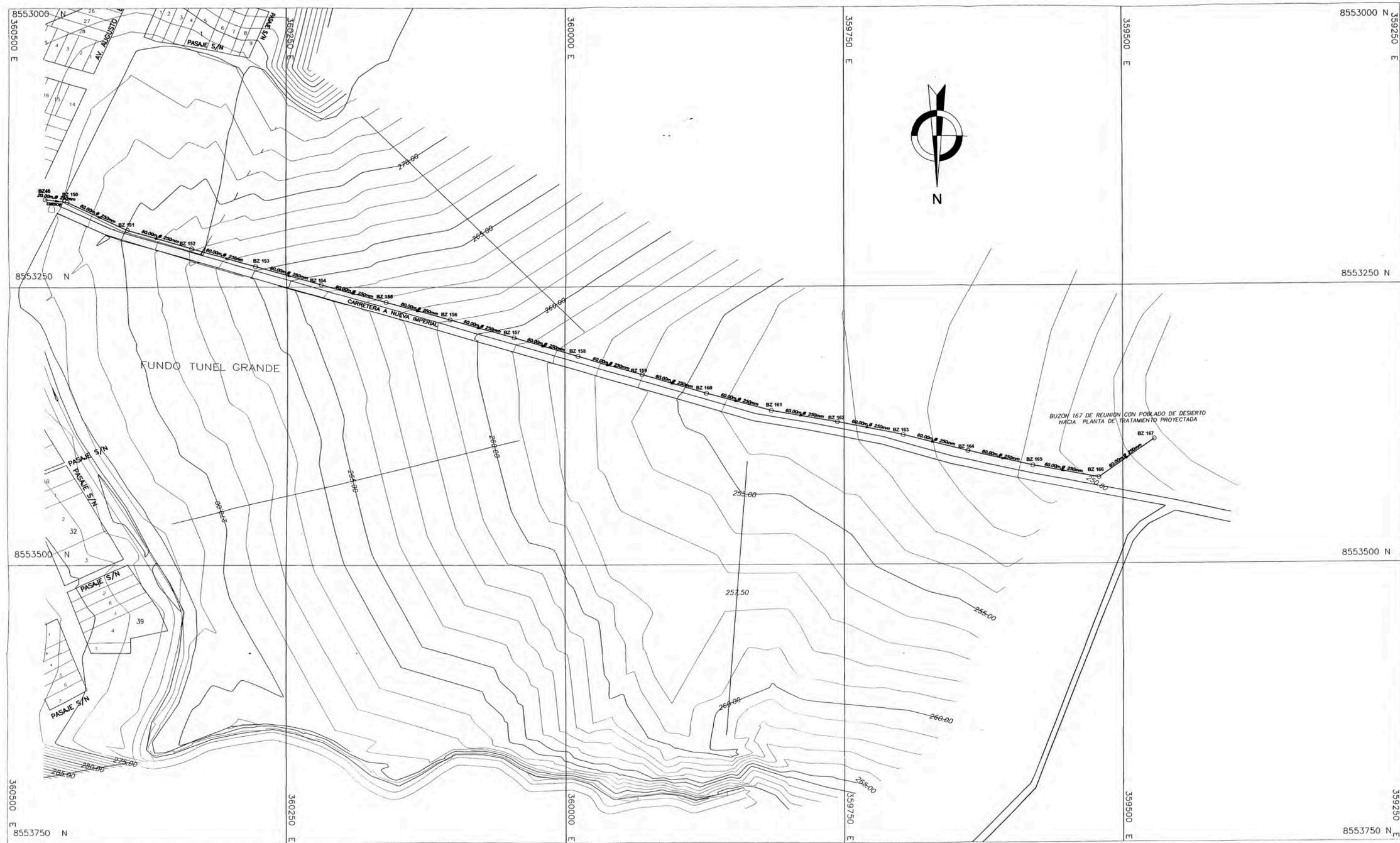
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA - NUEVO IMPERIAL - CAÑETE

PLANO: PERFILES LONGITUDINALES

ELABORADO: SANTIAGO M. ESPICHAN LARA	FECHA: NOVIEMBRE 2009	ESC: H:1/2000 V:1/200	LAMINA: <b>PL-04</b>
REVISADO: ING. EDUARDO HUARI C.	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI C.		

24

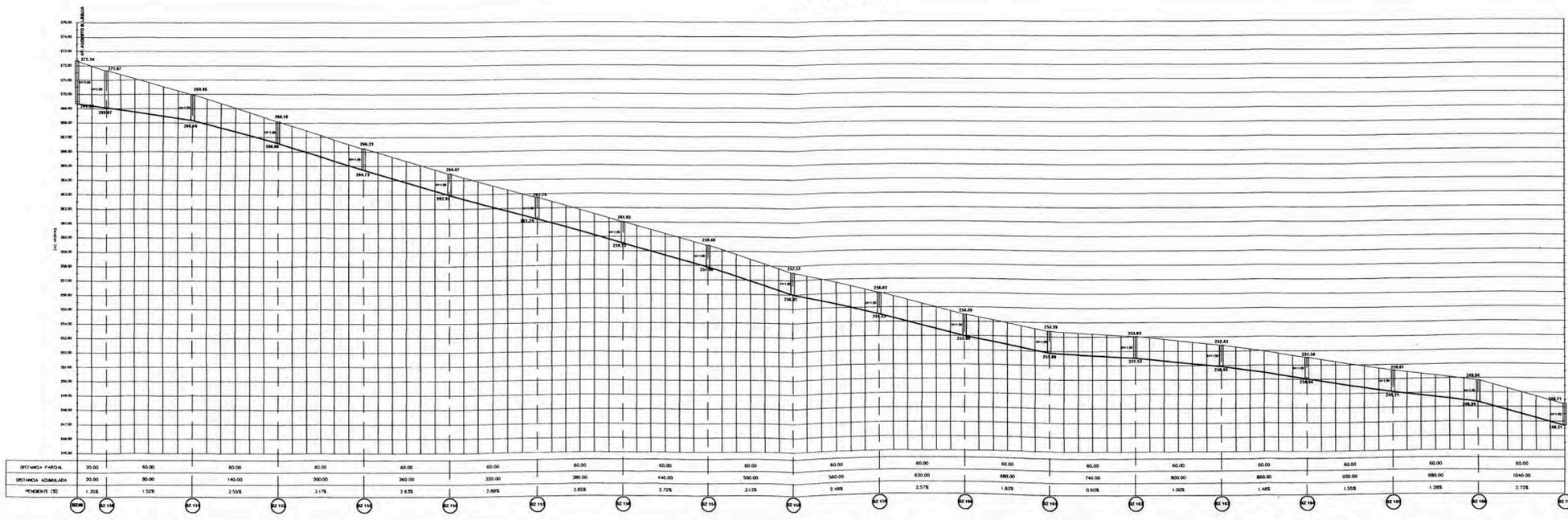


BUZONES POR PROFUNDIDAD	
1.20-2.00	17
2.00-2.50	0
2.5-3.00	1
TOTAL: 18 UND	

METRADO BASE	
TUBERIA Ø250 MM-PVC-SERIE 20	20 m
TUBERIA Ø250 MM-PVC-SERIE 25	1020 m
BUZONES TIPO (UND)	18

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
TUBERIA DE ALCANTARILLADO PROYECTADO	
BUZON PROYECTADO	
CURVA DE NIVEL	
LMITE DE PROPIEDAD	

PERFIL DEL EMISOR



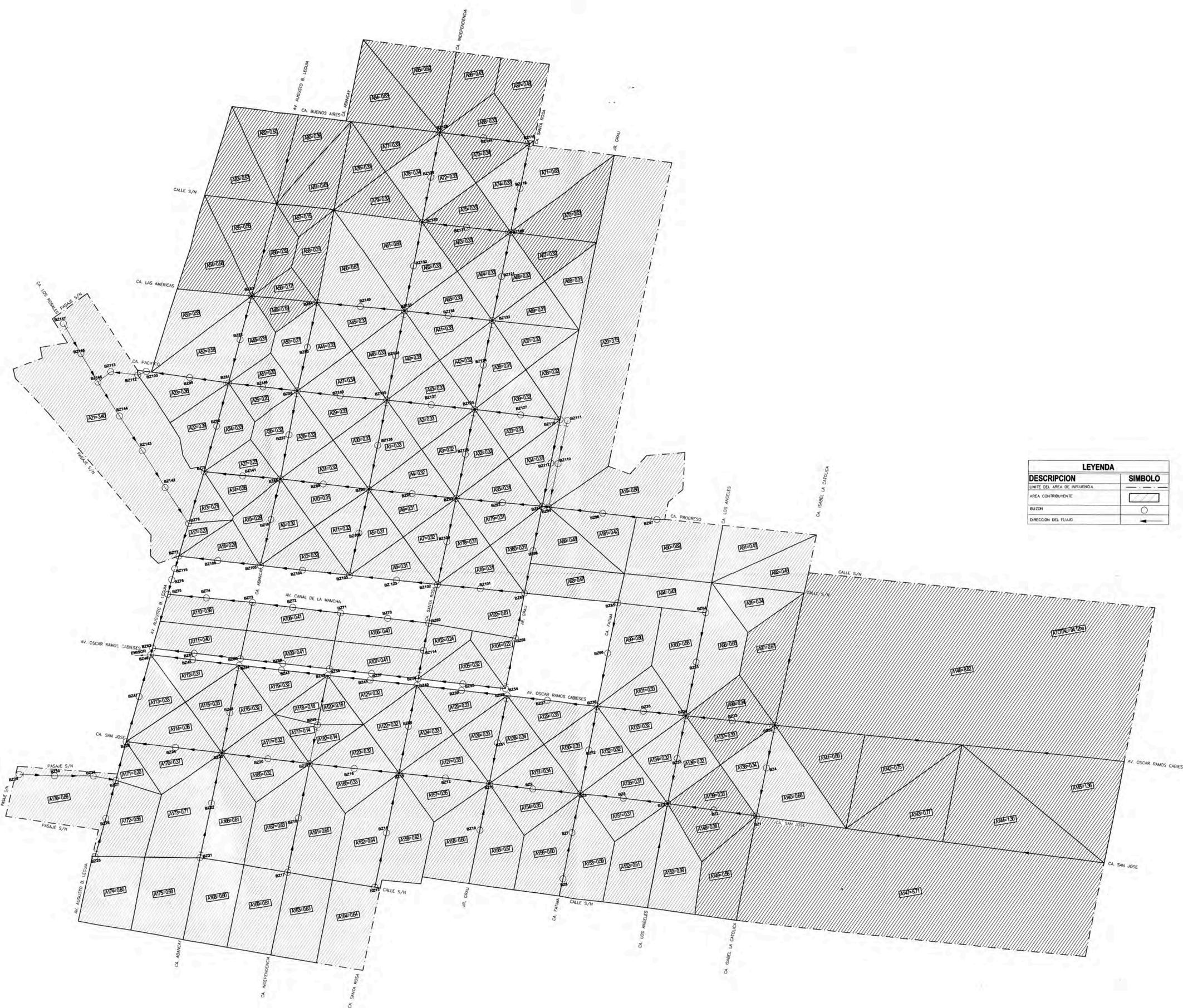
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

---

PROYECTO: **EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA - NUEVO IMPERIAL-CAÑETE**

PLANO: **PERFIL LONGITUDINAL DEL EMISOR**

ELABORADO: SANTIAGO M. ESPICHAN LARA	FECHA: NOVIEMBRE-2009	ESC: H:1/2000 V:1/200	LAMINA: <b>PL-05</b>
REVISADO: ING. EDUARDO HUARI C.	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI C.		



LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
LMITE DEL AREA DE INFLUENCIA	—
AREA CONTRIBUYENTE	△
BUZON	○
DIRECCION DEL FLUJO	→

CUADRO DE AREAS CONTRIBUYENTES

CUADRO N°1		CUADRO N°2		CUADRO N°3	
DESCRIPCION	AREA(M²)	DESCRIPCION	AREA(M²)	DESCRIPCION	AREA(M²)
A1	0.33	A61	0.66	A122	0.32
A2	0.33	A62	0.33	A123	0.32
A3	0.32	A63	0.33	A124	0.33
A4	0.32	A64	0.33	A125	0.33
A5	0.31	A65	0.33	A126	0.33
A6	0.31	A66	0.32	A127	0.33
A7	0.32	A67	0.32	A128	0.34
A8	0.31	A68	0.31	A129	0.33
A9	0.32	A69	0.31	A130	0.33
A10	0.31	A70	0.63	A131	0.34
A11	0.32	A71	0.63	A132	0.32
A12	0.32	A72	0.33	A133	0.32
A13	0.21	A73	0.34	A134	0.32
A14	0.26	A74	0.33	A135	0.31
A15	0.28	A75	0.33	A136	0.32
A16	0.28	A76	0.31	A137	0.33
A17	0.23	A77	0.33	A138	0.34
A18	0.31	A78	0.34	A139	0.33
A19	0.86	A79	0.32	A140	0.68
A20	3.15	A80	0.39	A141	0.69
A21	3.4	A81	0.43	A142	0.75
A22	0.38	A82	0.5	A143	0.77
A23	0.36	A83	0.53	A144	1.3
A24	0.33	A84	0.63	A145	1.36
A25	0.2	A85	0.62	A146	0.82
A26	0.32	A86	0.43	A147	5.71
A27	0.23	A87	0.48	A148	0.38
A28	0.32	A88	0.33	A149	0.56
A29	0.33	A89	0.48	A150	0.59
A30	0.33	A90	0.62	A151	0.31
A31	0.32	A91	0.45	A152	0.61
A32	0.32	A92	0.45	A153	0.59
A33	0.31	A93	0.47	A154	0.35
A34	0.31	A94	0.43	A155	0.6
A35	0.31	A95	0.34	A156	0.57
A36	0.31	A96	0.65	A157	0.35
A37	0.32	A97	0.67	A158	0.6
A38	0.32	A98	0.34	A159	0.62
A39	0.32	A99	0.6	A160	0.33
A40	0.33	A100	0.58	A161	0.65
A41	0.33	A101	0.33	A162	0.64
A42	0.32	A102	0.24	A163	0.83
A43	0.33	A103	0.61	A164	0.64
A44	0.33	A104	0.22	A165	0.32
A45	0.32	A105	0.32	A166	0.61
A46	0.33	A106	0.4	A167	0.63
A47	0.34	A107	0.41	A168	0.6
A48	0.31	A108	0.41	A169	0.61
A49	0.16	A109	0.41	A170	0.37
A50	0.27	A110	0.39	A171	0.2
A51	0.2	A111	0.4	A172	0.56
A52	0.56	A112	0.31	A173	0.71
A53	0.53	A113	0.33	A174	0.6
A54	0.58	A114	0.36	A175	0.68
A55	0.55	A115	0.33	A176	0.89
A56	0.32	A116	0.32	A177	0.14
A57	0.15	A117	0.32	A178	0.31
A58	0.31	A118	0.18	A179	0.31
A59	0.17	A119	0.32	A180	0.31
A60	0.67	A120	0.18	A181	0.42
		A121	0.32	A182	0.14
		AREA TOTAL DEL PROYECTO		94.129(m²)	



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

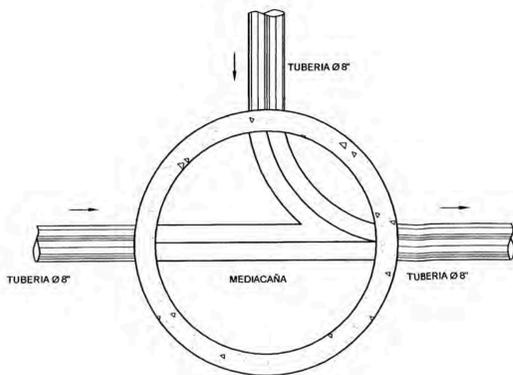
PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA -NUEVO IMPERIAL-CANETE

PLANO: AREAS CONTRIBUYENTES

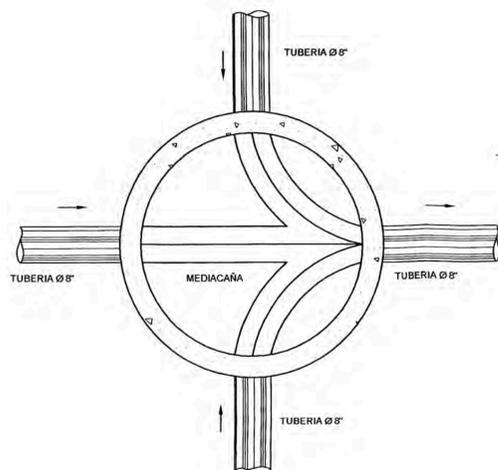
ELABORADO: SANTIAGO M. ESPICHAN LARA	FECHA: NOVIEMBRE 2009	ESC. 1/2500	LAMINA
REVISADO: ING. EDUARDO HUARI C.	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI C.		<b>A-01</b>



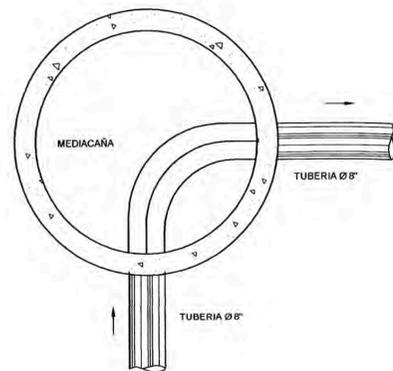
DIAGRAMA DE FLUJOS



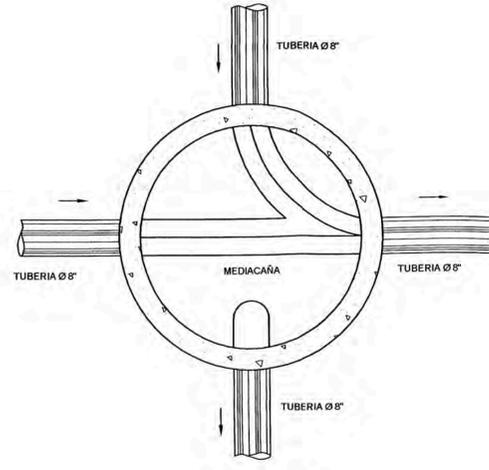
TIPO No. 1  
ESCALA 1/20



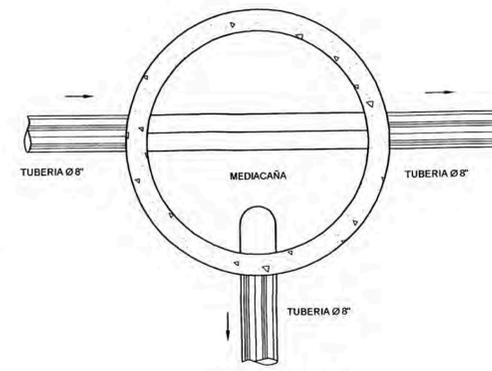
TIPO No. 2  
ESCALA 1/20



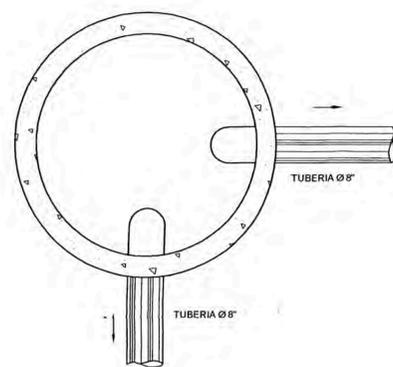
TIPO No. 3  
ESCALA 1/20



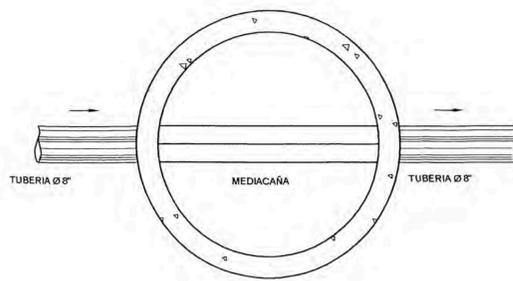
TIPO No. 4  
ESCALA 1/20



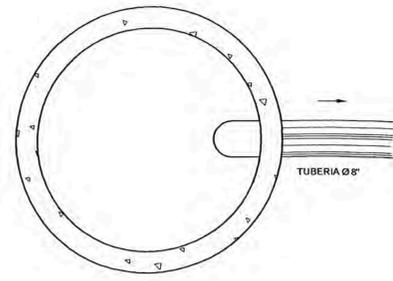
TIPO No. 5  
ESCALA 1/20



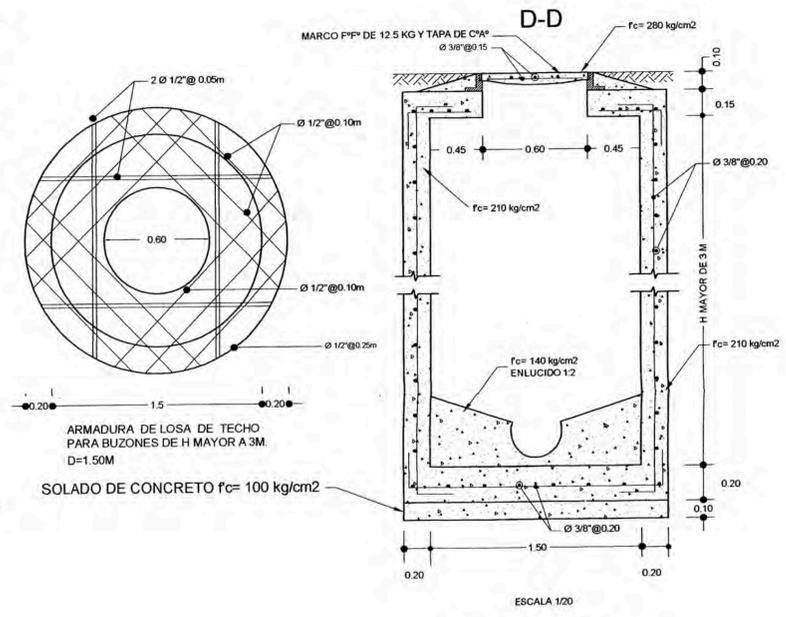
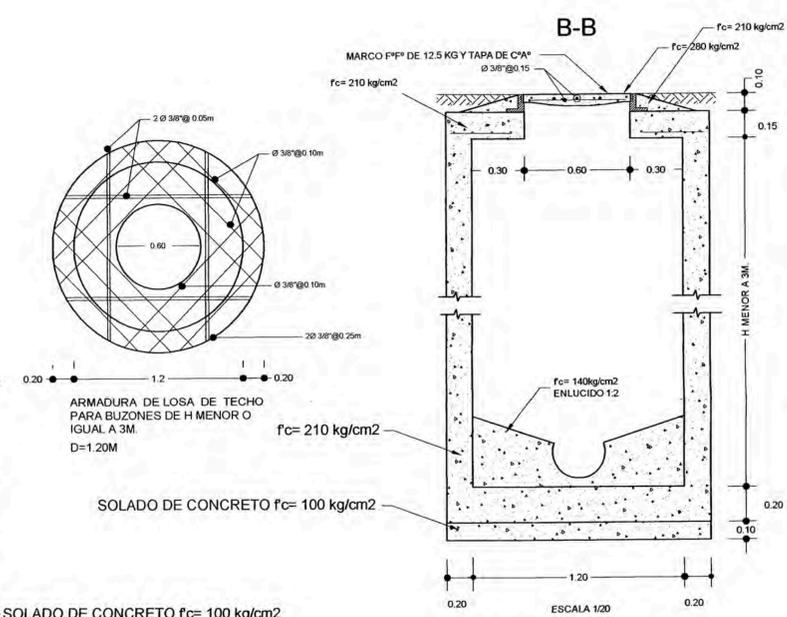
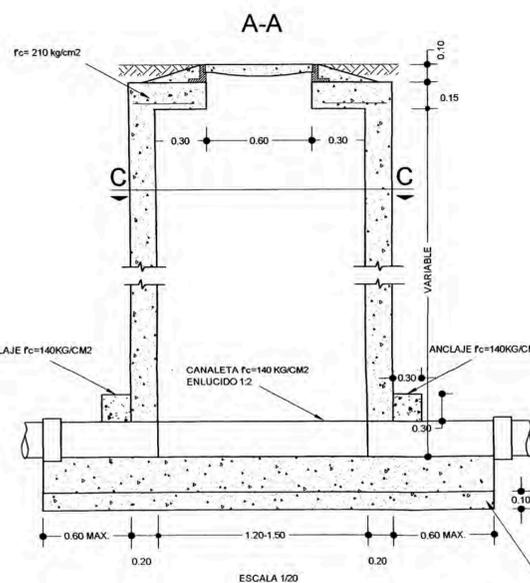
TIPO No. 6  
ESCALA 1/20



TIPO No. 7  
ESCALA 1/20

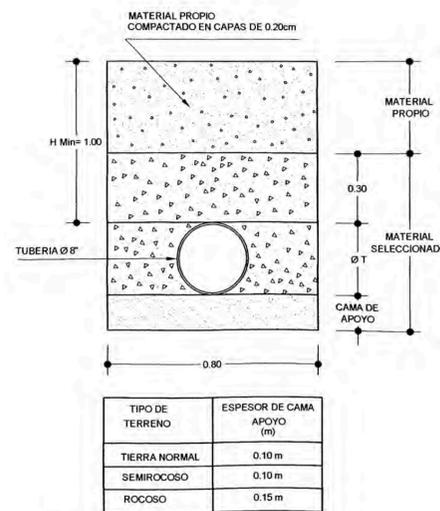


TIPO No. 8  
ESCALA 1/20

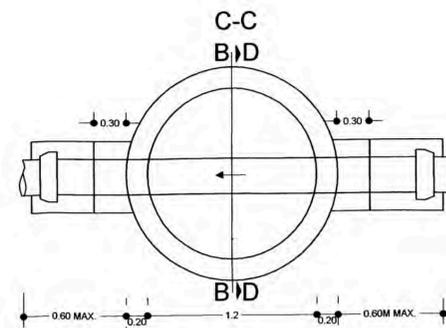


BUZON TIPO I.1  
ESCALA 1/20

BUZON TIPO I.2  
ESCALA 1/20



RELLENO DE ZANJA SEGUN EL TIPO DE TERRENO



LA ARMADURA SE COLOCARA DE ACUERDO CON LA PROFUNDIDAD DEL BUZON INDICADA EN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

ESPECIFICACIONES

ACERO  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
CEMENTO TIPO II O CEMENTO PUZOLANICO

CONCRETO { BUZON TIPO I.1  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
MURYS Y FONDO { BUZON TIPO I.2  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS : INDICADOS  
LAS SUPERFICIES INTERIORES DE MURYS Y LOSAS DE FONDO SON TARRAJEADAS EN DOS CAPAS  
a) LA PRIMERA DE 1.5 cm. DE ESPESOR CON MEZCLA DE CEMENTO/ARENA 1:5 Y ACABADO RAYADO  
b) LA SEGUNDA (24 hrs. despues) DE 1/2 cm. DE ESPESOR MEZCLA 1:3 Y ACABADO PULIDO  
CUALQUIER "CANGREJERA " QUE PUDIERA PRESENTARSE EN EL REVES DE LA LOSA DE TECHO DEBERA DE SER CALAFATEADA CUIDADOSAMENTE CON MEZCLA 1:3 SI SE OBSERVARA LA ARMADURA DE ACERO EN ALGUNA PARTE, EL INTEGRO DEL REVES DE LA LOSA DEBERA SER TARRAJEADA DE LA MANERA INDICADA PARA LOS MURYS.

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

PROYECTO: EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA -NUEVO IMPERIAL-CANETE

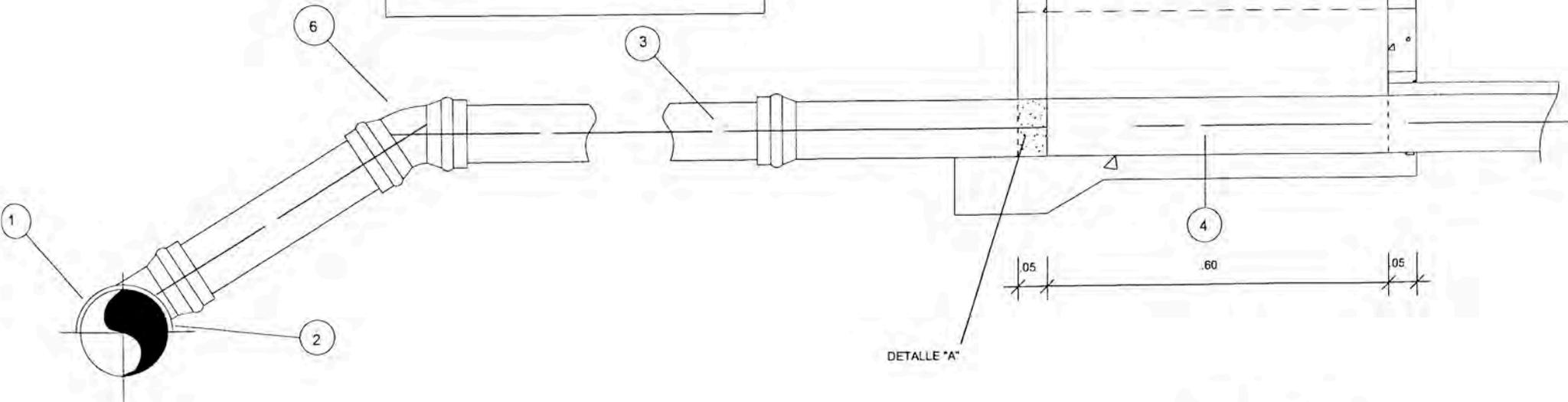
PLANO: DETALLE DE BUZONES

ELABORADO: SANTAGO M. ESPICHAN LARA	FECHA: NOVIEMBRE-2009	ESC. INDICADA	LAMINA
REVISADO: ING. EDUARDO HUARI C.	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI C.		<b>D-01</b>

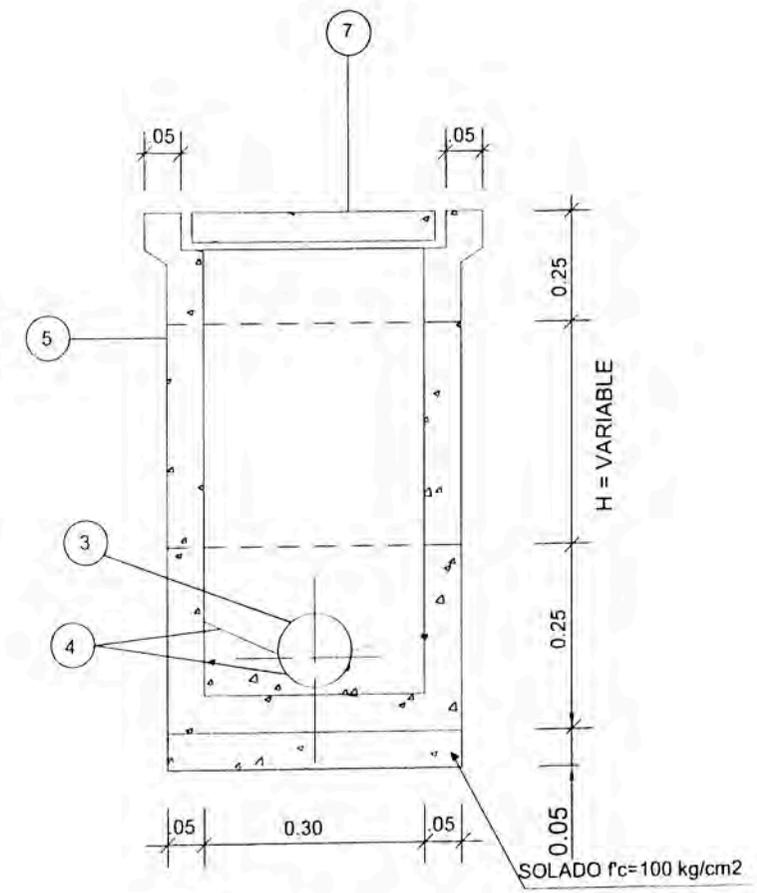


**LEYENDA CONEXION DOMIC.**

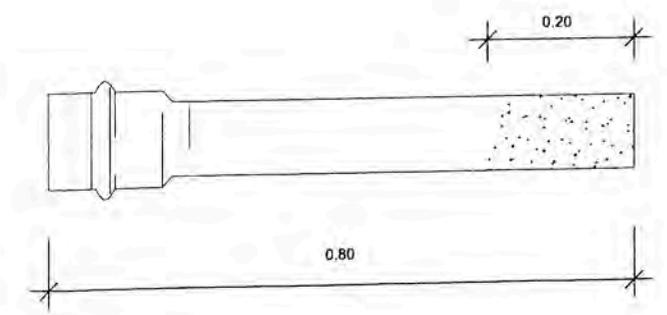
- 1- MATRIZ Ø 200 mm
- 2- TUBO CACHIMBA
- 3- TUBERIA DE DESCARGA Ø 6"
- 4- MEDIA CAÑA ENLUCIDO 1:2
- 5- CAJA DE REGISTRO 12" X 24"
- 6- CODO DE 45° DE PVC
- 7- TAPA
- 8- ANCLAJE CONCRETO F'c=140 Kg/cm<sup>2</sup>



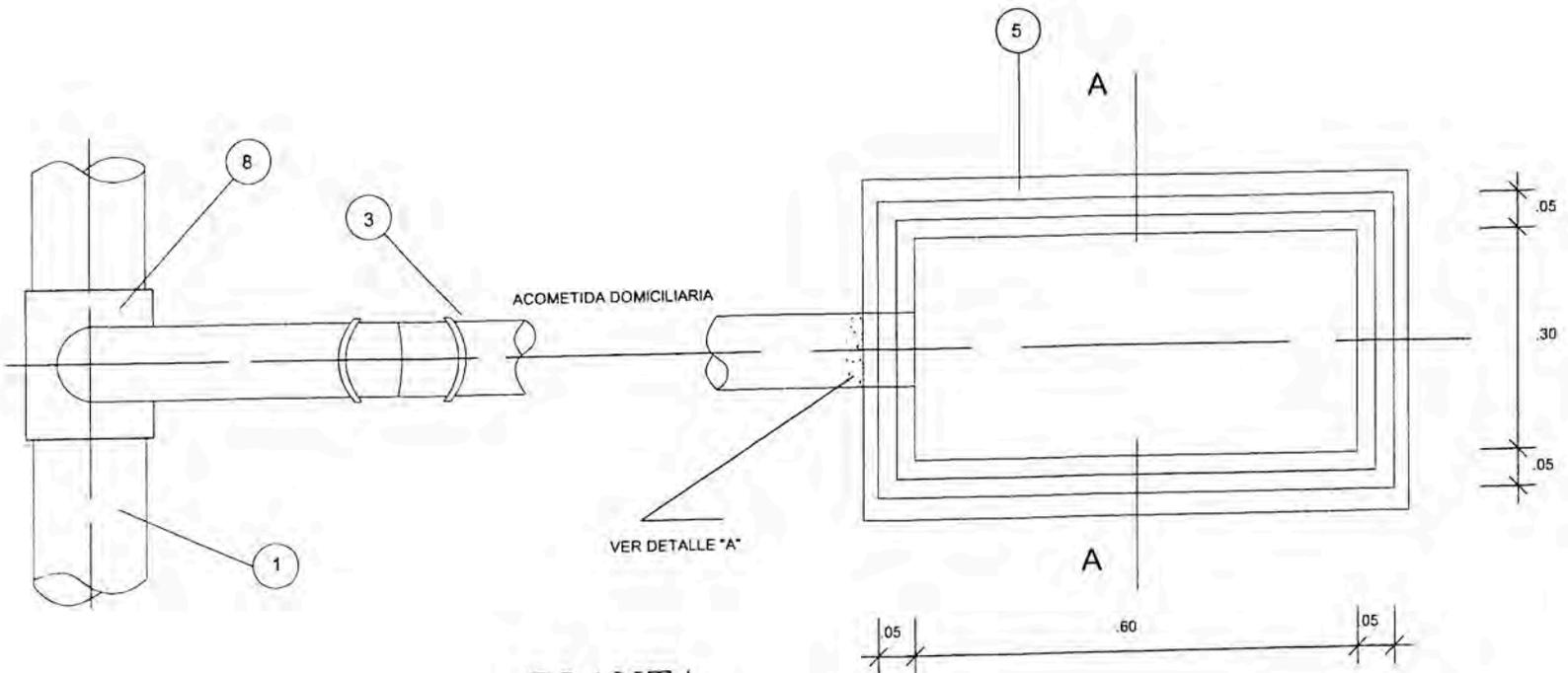
**VISTA PERFIL  
CONEXION DOMICILIARIA DE DESAGUE**  
ESCALA 1/10



**CORTE A'-A'**  
ESCALA 1/10



**DETALLE "A"**  
ESCALA 1/10



**PLANTA**  
ESCALA 1/10

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b>			
PROYECTO: EXPEDIENTE TÉCNICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO MENOR LA FLORIDA - NUEVO IMPERIAL-CAÑETE			
PLANO: DETALLE DE CONEXION DOMICILIARIA DE DESAGÜE			
ELABORADO: SANTIAGO M. ESPICHAN LARA	FECHA: NOVIEMBRE -2006	ESC: 1/10	LÁMINA: <b>CD-02</b>
REVISADO: ING. EDUARDO HUARI C.	APROBADO: ING. EDUARDO HUARI C.		6-2