

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



**DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
PLANTA DE TRATAMIENTO DEL MUNICIPIO DE TURÍN,  
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN, EL SALVADOR**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

**JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO**

**ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ**

**MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA**

DOCENTE DIRECTOR:

**ING. JOSÉ ROLANDO CENTE MATAMOROS**

MARZO, 2017  
SANTA ANA, EL SALVADOR CENTROAMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES CENTRALES**

**LICDO. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**  
RECTOR

**DR. MANUEL DE JESÚS JOYA**  
VICE-RECTOR ACADÉMICO

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO (INTERINO)  
**ING. CARLOS ARMANDO VILLALTA**

SECRETARIO GENERAL (INTERINO)  
**DRA. ANA LETICIA ZAVALTA DE AMAYA**

**MSC. CLAUDIA MARÍA MELGAR DE ZAMBRANA**  
DEFENSORAS DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

FISCAL GENERAL (INTERINO)  
**LICDA. NORMA BEATRIZ MELÉNDEZ**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

**MSC. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LOPÉZ**  
DECANO

**ING. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS**  
VICE-DECANO

**LCDO. DAVID ALFONSO MATA ALDANA**  
SECRETARIO DE LA FACULTAD

**ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO**  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

## **AGRADECIMIENTOS**

Damos gracias a Dios todopoderoso, porque Él ha hecho posible que este Trabajo de Graduación llegue a su fin satisfactoriamente, además porque nos ha protegido durante la ejecución del mismo.

Agradecemos además, a nuestro coordinador de esta tesis, Ing. José Rolando Cente Matamoros, por su comprensión y por compartir sus conocimientos con nosotros, convirtiéndose así, en un apoyo fundamental por el cual ha sido posible la culminación de esta tesis.

Agradecemos también, al Ing. Rodrigo Ibáñez por toda la colaboración y apoyo brindado durante la realización de este trabajo de graduación.

A la alcaldía del municipio de Turín del departamento de Ahuachapán, representada por la alcaldesa Nury Yolanda Cristales de Arévalo, por toda su colaboración prestada, por su apoyo, información, recursos y tiempo brindado.

Al Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Republica de El Salvador, por la información brindada a través de la Dirección General del Observatorio Ambiental.

## **DEDICATORIA**

Gracias doy, principalmente a Dios, por haberme permitido cursar toda mi carrera profesional sin ningún problema, y no solo eso, sino también por haberme ayudado a salir adelante a pesar de todas las adversidades que se presentaron.

También siento un agradecimiento muy grande y sincero ante mi madre, Irma Aracely Blanco, siendo ella el apoyo principal en mi vida y en mi carrera profesional, y sirviendo como ejemplo e inspiración para mi persona.

Además también agradezco a mi prometida, Marcelly Hidalgo, y a toda su familia, quienes han estado todo el tiempo, apoyándome de una manera muy especial y animándome ante todo.

A mi familia, también agradezco por haberme apoyado desde que yo era un niño, y ayudar a guiarme en la vida, por todos los consejos y ánimos por parte de ellos.

Agradezco a todos los compañeros que conocí, y que de alguna forma u otra ayudaron en mi vida.

Y por último, pero no menos importante, agradezco a mis compañeros de trabajo de grado, Erick Alexander Salinas Rodríguez y Mario Alberto Zepeda Lima, por ser unos grandes compañeros y amigos en la universidad y también fuera de esta.

**José Ricardo León Blanco**

## **DEDICATORIA**

Doy gracias a Dios por haberme permitido finalizar con éxito mi carrera universitaria.

De gran importancia es para mí mencionar la inmensa gratitud que debo a mis padres Ernesto Arturo Salinas Pacheco y Yolanda Maribel Rodríguez de Salinas, por apoyarme en todo cuanto hizo falta.

Gracias papá y mamá, por darme una carrera para mi futuro, por creer en mí, por darme todo lo que soy como persona, mis valores, principios y empeño. Este logro es solo el reflejo de lo que me dieron, sea por tanto, más suyo que mío.

De igual manera gracias a toda mi familia y mis amigos que siempre me han apoyado.

Y por último agradecer a mis compañeros y amigos de este trabajo de grado Mario Alberto Zepeda Lima y José Ricardo León Blanco.

**Erick Alexander Salinas Rodríguez**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por haberme permitido lograr una meta más en mi vida, por darme la sabiduría para enfrentar toda situación que se me presento en el camino y por darme el deseo de superarme día a día, gracias a Él por darme a mi familia, amigos, salud, y todas aquellas personas que aportaron un poco para lograr este triunfo.

Además quiero hacer un agradecimiento especial a mis padres, que han estado en toda situación conmigo, por ser el motor de mi vida, sin ellos no fuera la persona que soy. A mi madre María Elsa Lima de Zepeda por su amor y cariño que a diario me otorgaba, porque en cada una de sus oraciones yo estaba presente, por cuidarme y educarme incansablemente, en fin por ser la mejor madre de todas. A mi padre Mario Zepeda Reyes por cada consejo que me daba todos los días para que yo fuera una persona de bien, porque en cada situación difícil el me da consejos para cuidarme, por todo su cariño y amor. En general, agradecer a ambos por ser las mejores personas y ahora puedo decir que pueden estar orgullosos de mi persona, porque mis triunfos son para ellos.

También quiero agradecer a mis hermanas Denis Elizabeth Zepeda Lima y Yamileth Zepeda Lima porque me han apoyado en todo momento, siempre han estado para mí en toda situación.

Y por último agradecer a mis compañeros de este trabajo de grado; Erick Alexander Salinas Rodríguez y Ricardo José León Blanco, por acompañarme en estos años de amistad compartidos en la carrera de ingeniería civil, culminando juntos un triunfo más en nuestras vidas.

**Mario Alberto Zepeda Lima**

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>XI</b>
<b>1</b>	<b>CAPITULO I: GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1	ANTECEDENTES .....	2
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3	OBJETIVOS.....	6
1.3.1	OBJETIVO GENERAL.....	6
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.4	ALCANCES GLOBALES.....	7
1.5	LIMITACIONES .....	8
1.6	JUSTIFICACIÓN .....	9
<b>2</b>	<b>CAPITULO II: DESCRIPCION DE LA CIUDAD DE TURÍN.....</b>	<b>10</b>
2.1	UBICACIÓN .....	11
2.2	DIVISION ADMINISTRATIVA DEL CASCO URBANO.....	12
2.3	POBLACION A UTILIZAR EN EL DISEÑO.....	13
2.3.1	POBLACIÓN.....	13
2.3.2	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	15
2.4	INFORMACION EN GENERAL DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE TURIN	21
2.4.1	VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	21
2.4.2	ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES.....	23

2.4.3	ASPECTOS ECONÓMICOS .....	23
<b>3</b>	<b><i>CAPITULO III: FUNDAMENTOS TEORICOS</i></b> .....	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>AGUAS RESIDUALES .....</b>	<b>25</b>
3.1.1	CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES .....	25
<b>3.2</b>	<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....</b>	<b>28</b>
3.2.1	TRATAMIENTO PRELIMINAR .....	28
3.2.2	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.....	30
3.2.3	FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL MECANISMO DE AUTODEPENDENCIA DE LAS LAGUNAS35	
<b>3.3</b>	<b>ALCANTARILLADOS .....</b>	<b>42</b>
3.3.1	CLASIFICACIÓN DE LOS ALCANTARILLADOS .....	42
3.3.2	ALCANTARILLADO SANITARIO.....	43
<b>3.4</b>	<b>METODOLOGIA DE DISEÑO .....</b>	<b>51</b>
<b>4</b>	<b><i>CAPITULO IV: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE TURIN</i></b> .....	<b>59</b>
<b>4.1</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>60</b>
4.1.1	FORMULAS A UTILIZAR EN EL DISEÑO .....	60
4.1.2	PROPIEDADES HIDRAULICAS DE LOS TUBOS CIRCULARES .....	61
4.1.3	CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO .....	62
<b>4.2</b>	<b>PARÁMETROS PARA EL DISEÑO.....</b>	<b>64</b>
4.2.1	INFILTRACIÓN.....	64
4.2.2	VELOCIDAD .....	65
4.2.3	PENDIENTES .....	65
<b>4.3</b>	<b>NORMATIVA A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO .....</b>	<b>66</b>

<b>4.4</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO .....</b>	<b>70</b>
4.4.1	DATOS CARACTERISTICOS DEL PROYECTO .....	70
4.4.2	CALCULO DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO .....	71
<b>4.5</b>	<b>PRESENTACIÓN TABLAS DEL DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
	<b>77</b>	
4.5.1	CONTENIDO DE LAS TABLAS .....	77
4.5.2	PERFILES Y CUADROS DEL DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO:.....	84
<b>4.6</b>	<b>DISEÑO DE PASO AEREO .....</b>	<b>189</b>
4.6.1	DISEÑO DE VIGA METALICA ARMADA.....	189
4.6.2	DISEÑO BIAxIAL DE COLUMNA .....	194
4.6.3	DISEÑO DE ANCLAJE EN COLUMNA DE 0.5M*0.5M .....	197
4.6.4	DISEÑO DE ZAPATA AISLADA .....	200
<b>5</b>	<b><i>CAPITULO V: ESPECIFICACIONES TECNICAS Y PRESUPUESTO DEL</i></b>	
	<b><i>ALCANTARILLADO SANITARIO.....</i></b>	<b>203</b>
<b>5.1</b>	<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ALCANTARILLADO SANITARIO.....</b>	<b>204</b>
5.1.1	TRAZO Y NIVELACIÓN .....	204
5.1.2	EXCAVACIONES DE ZANJAS .....	205
5.1.3	COMPACTACIÓN DE ZANJAS.....	207
5.1.4	ALBAÑILERÍA.....	208
5.1.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC.....	214
5.1.6	RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO .....	217
5.1.7	PRUEBA DE TUBERIAS PARA ALCANTARILLADO SANITARIO.....	221
<b>5.2</b>	<b>PRESUPUETO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO.....</b>	<b>226</b>
5.2.1	CONSIDERACIONES GENERALES .....	227
5.2.2	RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS.....	229

<b>6</b>	<b><i>CAPITULO VI: ALTERNATIVAS PARA LOS SECTORES INACCESIBLES A LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</i></b>	<b>231</b>
<b>6.1</b>	<b>SECTORES SIN ACCESO A LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	<b>232</b>
6.1.1	UBICACIONES Y PLANOS DE LAS PARTES SIN ACCESO	232
<b>6.2</b>	<b>PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	<b>235</b>
6.2.1	FOSA SÉPTICA	235
6.2.2	LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR (LASF)	246
<b>7</b>	<b><i>CAPITULO VII: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</i></b>	<b>260</b>
<b>7.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR</b>	<b>261</b>
<b>7.2</b>	<b>PARÁMETROS DE DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL</b>	<b>262</b>
<b>7.3</b>	<b>CALCULO DE CAUDAL</b>	<b>263</b>
<b>7.4</b>	<b>DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	<b>265</b>
7.4.1	DISEÑO DE TRATAMIENTO PRELIMINAR	266
7.4.2	DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	275
<b>8</b>	<b><i>CAPITULO VIII: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</i></b>	<b>283</b>
<b>8.1</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>284</b>
8.1.1	OBRAS PRELIMINARES	284
8.1.2	TRAZO Y NIVELACIÓN	285
8.1.3	EXCAVACIÓN Y RELLENO	285
8.1.4	CONCRETO ESTRUCTURAL	287
8.1.5	ALBAÑILERÍA Y ACABADOS	295

8.1.6	ESTRUCTURAS METÁLICAS .....	297
8.1.7	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS .....	297
<b>8.2</b>	<b>PRESUPUESTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....</b>	<b>299</b>
8.2.1	RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS.....	300
<b>9</b>	<b><i>CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i> .....</b>	<b>302</b>
<b>9.1</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>303</b>
9.1.1	CONCLUSIONES DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	303
9.1.2	CONCLUSIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	304
<b>9.2</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>305</b>
9.2.1	RECOMENDACIONES DEL ALCANTARILLADO SANITARIO .....	305
9.2.2	RECOMENDACIONES DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	306
<b>10</b>	<b><i>BIBLIOGRAFÍA</i>.....</b>	<b>307</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Ubicación geográfica de la Ciudad de Turín, departamento de Ahuachapán .....	2
Figura 2-1 Mapa geográfico extraído de Google Maps. ....	11
Figura 2-2 Ubicación demográfica del municipio de Turín.....	12
Figura 2-3 Mapa del casco urbano de Turín con vías de comunicación divididas dependiendo su pavimentación .....	22
Figura 3-1 Rejillas.....	28
Figura 3-2 Desarenador.....	29
Figura 3-3 Canaleta Parshall.....	30
Figura 3-4 Laguna de estabilización, Relación entre las bacterias y algas .....	32
Figura 3-5 Relación entre la velocidad de fotosíntesis de algas existentes y la intensidad de relación solar .....	38
Figura 3-6 Detalle típico de ubicación de tuberías en un derecho de vía.....	45
Figura 3-7 Unión Tronco-Cónica.....	46
Figura 3-8 Cambio de pendiente y diámetro menor de 24 pulgadas.....	48
Figura 3-9 Pozo de inspección con caja de sostén .....	49
Figura 3-10 Detalle de caja de registro .....	50
Figura 4-1 Ubicación de colector 54 4ª. Calle Pte. ....	71
Figura 4-2 Ventana de trabajo del programa HCANALES con la evaluación del colector correspondiente al tramo 54.....	75
Figura 4-3 Cálculo de tirante hidráulico y velocidad real en Hcanales .....	76
Figura 4-4 Curva del banano.....	82
Figura 4-5 Sección transversal de viga armada sin escala .....	190

Figura 4-6 Grafica de iteración .....	196
Figura 4-7 Evaluación del diseño de zapata aislada.....	202
Figura 6-1 Pasaje 1 y Pasaje 2 de lotificación los bambúes.....	232
Figura 6-2 Carretera Panamericana CA-1 costado sur.....	233
Figura 6-3 Pasaje Avenida al final de 6a. calle Pte. Tramo norte .....	233
Figura 6-4 Tramo Norte de 2a. Av. Norte.....	234
Figura 6-5 Tramo Norte de 1a. Av. Norte.....	234
Figura 6-6 Tanque séptico vista de planta.....	238
Figura 6-7 Tanque séptico vista de perfil.....	238
Figura 6-8 Trampa de grasas vista de perfil.....	239
Figura 6-9 Trampa de grasa vista de planta. ....	240
Figura 6-10 Pozo de absorción vista de planta.....	242
Figura 6-11 Pozo de absorción, vista de perfil.....	243
Figura 6-12 Vista frontal LASF .....	249
Figura 6-13 Vista perfil de LASF .....	250
Figura 6-14 Vista parte de atrás de LASF.....	250
Figura 6-15 Vista planta LASF .....	251
Figura 6-16 Detalle de base respecto al nivel de terreno natural .....	252
Figura 6-17 Foso resumidero para orina .....	256
Figura 7-1 Terreno propuesto para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	261
Figura 7-2 Sistema de tratamiento de aguas residuales .....	265

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Extraída de boletín estadístico del año 2014 de ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados) datos de diciembre de 2014 .....	4
Tabla 2-1 Población urbana del municipio de Turín.....	13
Tabla 2-2 Poblaciones a nivel municipal del departamento de Ahuachapán de los años 2005 a 2015.....	14
Tabla 2-3 Poblaciones a nivel municipal del departamento de Ahuachapán de los años 2016 a 2025.....	14
Tabla 2-4 Tasa de crecimiento método aritmético .....	16
Tabla 2-5 Tasa de crecimiento método geométrico .....	19
Tabla 3-1 Diámetro de tuberías según función .....	44
Tabla 3-2 Diámetro del pozo según el diámetro de la tubería de salida .....	47
Tabla 3-3 Consumos Específicos .....	56
Tabla 3-4 Factores según el diámetro del colecto .....	57
Tabla 4-1 Factores según diámetro del colector .....	64
Tabla 4-2 Límites máximos de velocidad según material de tubería.....	67
Tabla 4-3 Calculo de caudal tributario por tramo de colector.....	77
Tabla 4-4 Diseño hidráulico del diámetro de tubería.....	79
Tabla 4-5 Datos de entrada .....	189
Tabla 4-6 Propiedades geométricas de viga metálica armada.....	191
Tabla 4-7 Datos de entrada .....	194
Tabla 4-8 Datos obtenidos para graficar diagrama de iteración.....	195
Tabla 4-9 Datos de entrada y resumen .....	197

Tabla 4-10 Tamaño de placa base .....	198
Tabla 4-11 Datos de entrada .....	200
Tabla 4-12 Cargas de diseño .....	201
Tabla 4-13 Verificación del diseño .....	202
Tabla 5-1 Ancho de zanjas a excavar según el diámetro de la tubería .....	205
Tabla 5-2 Granulometría arena .....	219
Tabla 5-3 Granulometría de arena y tierra juntas.....	220
Tabla 5-4 Pérdida admisible por cada 100 m.....	223
Tabla 5-5 Tiempo Mínimo Requerido para una disminución de 1psig para una longitud y diámetro dados (minutos) .....	226
Tabla 6-1 Dimensiones del tanque séptico.....	237
Tabla 6-2 Coeficiente promedio de absorción del terreno (para el cálculo de profundidad efectiva de pozo de absorción).....	242
Tabla 6-3 Dimensiones de letricia LASF .....	247
Tabla 7-1 Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor .....	262
Tabla 7-2 Valores de parámetros para estudio de efluente en estado crudo .....	263
Tabla 7-3 Dotación y datos obtenidos.....	264
Tabla 7-4 Medidores Parshall con escurrimiento libre: límites de aplicación .....	266
Tabla 7-5 Medidor Parshall: valores del exponente n y del coeficiente k .....	267
Tabla 7-6 Dimensiones estándar de medidores Parshall, en centímetros .....	269
Tabla 7-7 Velocidades reales .....	270
Tabla 7-8 Espaciamiento entre rejillas .....	271

Tabla 7-9 Eficiencia de las rejillas en función del espeso de las barras.....	271
Tabla 7-10 Estimación de velocidades reales .....	273
Tabla 7-11 Valores de parámetros para estudio de efluente en estado crudo .....	275
Tabla 7-12 Temperatura media mensual de los últimos diez años, Estación de Ahuachapán .....	276
Tabla 8-1 Dosificación de morteros .....	295
Tabla 8-2 Ancho de excavación a partir de diámetros de tuberías.....	298

## INTRODUCCION

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o desperdicios de diferentes tipos, los cuales por razones de salud pública y ambiental no pueden desecharse directamente a cuerpos de agua sin un adecuado tratamiento.

En el Pueblo de Turín, Departamento de Ahuachapán, una parte de las viviendas de la zona urbana usa fosas sépticas para la disposición de aguas negras y el resto de viviendas utiliza letrinas de hoyo sin tratamiento alguno, mientras que las demás aguas residuales son descargadas en las calles, produciéndose un ambiente idóneo para la proliferación de vectores causantes de enfermedades, malos olores, posible contaminación de los mantos acuíferos y mal aspecto visual.

Es por esta razón que el presente trabajo de graduación ofrece una propuesta de alcantarillado sanitario para el casco urbano del Municipio de Turín, y su propio diseño para el tratamiento de aguas residuales recolectadas.

Primero se presenta se muestra una descripción general del Municipio donde se detalla la infraestructura en la zona urbana, topografía y condiciones poblacionales. Luego se muestra información acerca de las características, manejo y tratamiento de las aguas residuales, incluyendo algunos criterios de diseño que dictaminan normas nacionales e internacionales.

Posteriormente, se exponen los cálculos realizados para el diseño de alcantarillado sanitario del casco urbano del municipio de Turín, así como las revisiones correspondientes para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos por las normas respectivas. Además, se presenta los planos de la propuesta de diseño.

Adicionalmente, se muestran las especificaciones técnicas y presupuesto de la alternativa de alcantarillado sanitario por gravedad.

Para los casos donde no se puedan conectar al sistema de alcantarillado, se exponen diferentes alternativas de solución que incluyen el uso de fosa séptica o letrinas sin arrastre de agua.

También se presenta el procedimiento utilizado para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, junto con sus planos.

Además, se incluye las especificaciones técnicas y presupuesto de la planta de tratamiento.

Finalmente, se expone las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en el desarrollo del presente trabajo de graduación. Y en los anexos se presentan los planos de los elementos estructurales del paso aéreo y planos de la planta de tratamiento de aguas residuales.

# **CAPITULO I: GENERALIDADES**

## 1.1 ANTECEDENTES

El sistema de alcantarillado de aguas negras en El Salvador comenzó a inicios de 1900 con la construcción en San Salvador de los primeros colectores de aguas residuales, posteriormente en 1950 se crea la Dirección General de Obras Hidráulicas, dependencia del MOP, institución a la que se delega la construcción de alcantarillados, labor que desarrolló durante 11 años.

Según el Programa de Monitoreo Conjunto Organización Mundial de la Salud/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (OMS/UNICEF) para Agua Potable y Saneamiento 2015, los sistemas de captación de aguas residuales en las ciudades de El Salvador cubrían el 82% del área urbana y al 2% al agua residual tratada. (UNICEF/OMS, 2015)

Turín es un municipio del departamento de Ahuachapán que se ubica a 630 metros sobre el nivel del mar; se encuentra limitado al noreste y sur por Atiquizaya y al oeste con la ciudad de Ahuachapán, tiene una población de 9,997 habitantes y posee un área de 21.7 km<sup>2</sup> divididos en 1.2 km<sup>2</sup> en su área urbana y 20.5 km<sup>2</sup> en su área rural.

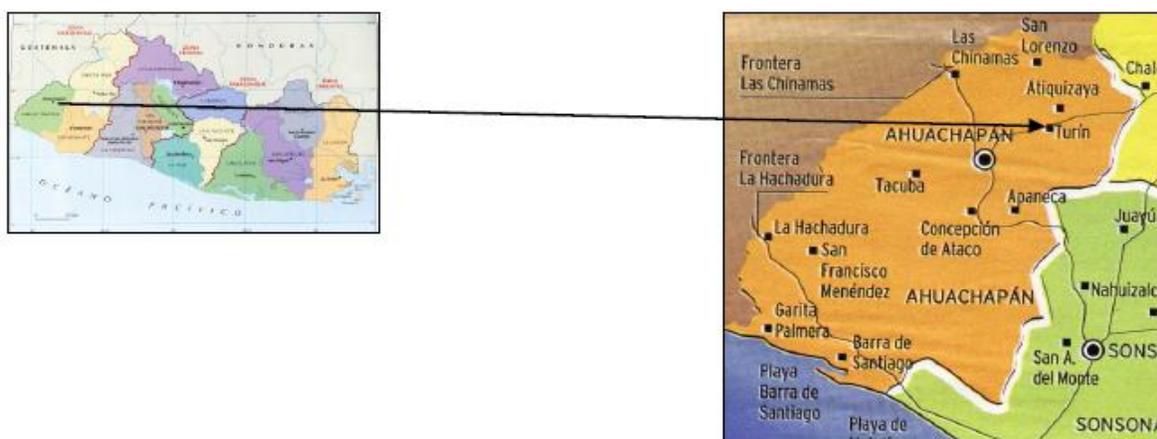


Figura 1-1 Ubicación geográfica de la Ciudad de Turín, departamento de Ahuachapán

Pobladores del municipio demandan de la comuna mejores servicios de saneamiento urbano, porque la zona urbana no cuenta con un sistema de captación, evacuación y disposición final de aguas residuales.

La disposición final de las excretas, representa un problema de saneamiento debido a no disponer de un sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, lo cual constituye altos niveles de contaminación.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La red de alcantarillado sanitario es considerada como un servicio básico para el ser humano, y a la vez guarda una estrecha relación con la distribución de agua potable. Aun así existen municipios en el país de El Salvador, que poseen redes de agua potable, pero carecen de alcantarillados sanitarios para evacuar las aguas residuales y consecuentemente ser tratadas por medio de plantas de tratamiento.

Este es el caso del municipio de Turín; este municipio posee servicios básicos, agua potable y energía eléctrica, pero carece de un sistema de alcantarillado sanitario para la evacuación de aguas negras. (Ver tabla 1.2) (ANDA, Boletín estadístico del año 2014. EL Salvador, 2014)

Tabla 1-1 Extraída de boletín estadístico del año 2014 de ANDA

No.	MUNICIPIO	NÚMERO DE SERVICIOS ZONA URBANA		COBERTURA POBLACIÓN ZONA URBANA (%)		NUEVOS SERVICIOS ZONA URBANA		CONSUMO MENSUAL (MILES M <sup>3</sup> ) 1/	POBLACIÓN ZONA URBANA
		AC	ALC	AC	ALC	AC	ALC		
1	Ahuachapán	10,587	5,256	66.5	33.0	377	79	258.5	68,412
2	Apaneca	1,413	886	100.0	100.0	68	15	22.2	2,940
3	Atiquizaya	3,027	2,121	60.9	42.6	53	29	61.2	20,891
4	Concepción de Ataco	1,410	1,018	100.0	89.9	33	16	33.7	5,777
5	El Refugio	1,374	0	75.2	0.0	22	0	23.0	7,673
6	Guaymango	689	0	100.0	0.0	7	0	9.6	1,371
7	Jujutla	126	0	8.6	0.0	2	0	2.6	7,191
8	San Francisco Menéndez	183	0	6.4	0.0	0	0	2.4	13,228
9	San Pedro Puxtla	264	0	63.1	0.0	3	0	5.0	2,007
10	Tacuba <sup>2/</sup>	1,350	372	100.0	39.0	41	10	32.5	5,155
11	Turín	907	1	50.5	0.1	14	0	16.3	7,184
<b>TOTAL</b>		<b>21,330</b>	<b>9,654</b>	<b>67.7</b>	<b>30.6</b>	<b>620</b>	<b>149</b>	<b>467.0</b>	<b>141,829</b>

Las personas que habitan en dicho municipio están obligadas a crear medios para poder realizar sus necesidades biológicas, tales como fosas sépticas o en la mayoría de los casos letrinas de hoyo utilizados para la disposición de excretas. Esta situación produce serios riesgos a los habitantes tales como:

- El nivel freático puede ser afectado con contaminantes y patógenos afectando las aguas subterráneas y obteniendo como resultado la contaminación del agua que se consume en el municipio de Turín, porque este municipio es abastecido por medio del agua subterránea.
- El uso de fosa séptica y letrina de hoyo, obliga a los habitantes de Turín poseer zonas adecuadas para la construcción de la fosa o letrina, porque estas pueden afectar con vectores o mal olor, zonas residenciales tales como cocinas o habitaciones.
- Las aguas domésticas poseen detergentes, los cuales no son biodegradables y por ser depositadas o descargadas a las calles del municipio, causan problemas de mal olor y de higiene a la localidad, y además genera un ambiente propicio para la propagación de vectores.

La problemática anterior permite las siguientes interrogantes:

¿Cuál es la alternativa más factible para el municipio de Turín, para poder coleccionar y tratar las aguas residuales? Y ¿Qué método de tratamiento es más factible aplicar para tratar las aguas residuales de Turín?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Mejorar las condiciones sanitarias de la población del área urbana del Municipio de Turín, Departamento de Ahuachapán.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diseño del sistema de drenaje residual utilizando materiales eficientes.
- Elaborar un diseño de la planta que dará tratamiento a las aguas residuales.
- Proporcionar especificaciones técnicas, planos y presupuestos para que sean utilizados por la Alcaldía Municipal de Turín.

## 1.4 ALCANCES GLOBALES

Como todo planteamiento y más como un diseño de alcantarillados con su respectiva planta de tratamiento, se planea llegar a realizar los objetivos planteados anteriormente, los alcances son los siguientes:

- Se elaborara un diseño de red de alcantarillados sanitario y su respectiva planta de tratamiento para el casco urbano del municipio de Turín, Ahuachapán.
- Se realizara un levantamiento topográfico dela zona urbana del municipio de Turín, necesario para realizar el diseño del alcantarillado y garantizando una topografía actualizada.
- La propuesta de la red de alcantarillado sanitario será técnica y económicamente factible.
- Se plantearan alternativas de solución para las viviendas que tengan difícil acceso a la red de alcantarillado sanitario.
- Se presentaran presupuesto, especificaciones técnicas y memoria de cálculo del diseño de red de alcantarillados y de la planta de tratamiento.

## 1.5 LIMITACIONES

- No se realizaran estudios de suelos, en ningún sitio referente al alcantarillado sanitario ni en el terreno de ubicación de la planta de tratamiento.
- No se realizara estudio de impacto ambiental
- No se realizara el levantamiento topográfico en parte de la zona sur de Turín, pero si se considerara la población para el diseño de colector y planta de tratamiento
- Se propondrá una planta de tratamiento para las aguas residuales, hasta un nivel de pre-factibilidad, sin llegar a una etapa de diseño definitivo.
- El diseño de la red de alcantarillado sanitario se realizara únicamente para los sectores de la zona urbana, en los que la implementación del proyecto sea factible tanto técnica como económicamente; y para los sectores en donde la implementación de la red no sea factible, se propondrán otras alternativas de solución.
- No se realizara ningún tipo de estudio hidrológico.

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

El agua es parte esencial para mantener la salud de animales y vegetación, en general de todo el planeta tierra, pero más que todo es necesaria para la supervivencia del ser humano.

La contaminación últimamente ha sido uno de los factores por los cuales el agua del planeta tierra se ha visto afectada, en especial el agua potable que se considera apta para consumo humano.

Esta contaminación es generada por muchas causas, siendo una de estas la contaminación por aguas residuales provenientes de los hogares, ya que esta posee detergentes, residuos orgánicos, residuos inorgánicos y residuos sólidos que representan una afección al agua superficial.

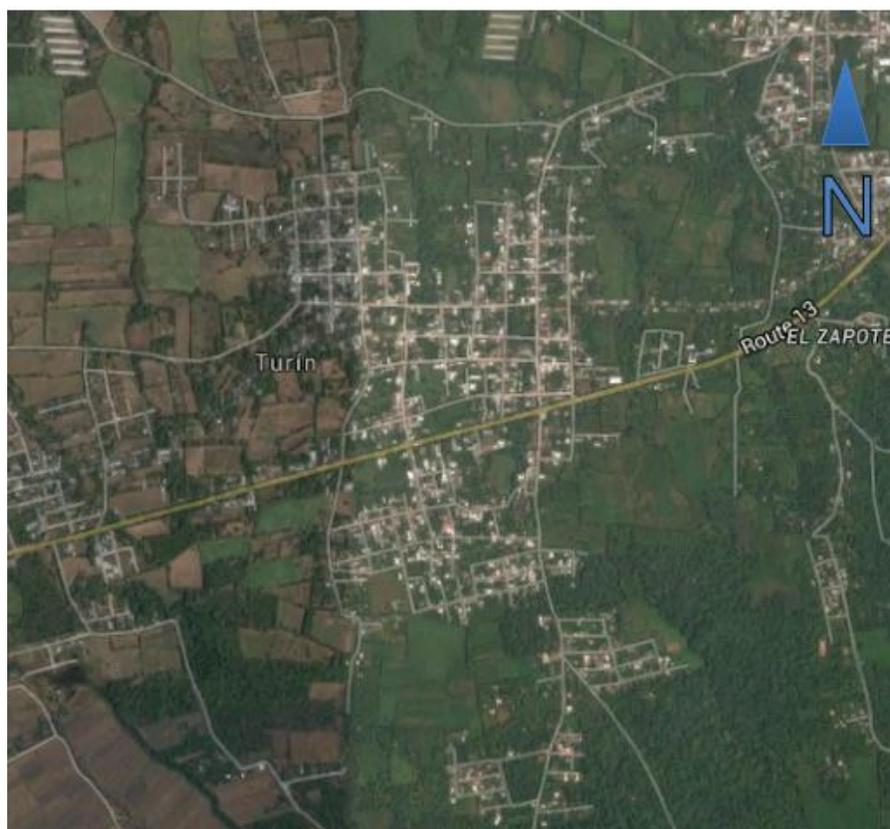
Turín es un municipio de los tantos existentes en El Salvador, que afectan el agua superficial y el agua subterránea porque no poseen en existencia una red de alcantarillado sanitario y su respectiva planta de tratamiento, siendo las aguas residuales en su mayoría desechadas a las calles y por consiguientes descargadas a las quebradas existentes en todo el municipio, y las excretas desechadas en su mayoría en letrinas de hoyo y fosas sépticas que en su mayoría no poseen sistema de tratamiento residencial afectando el agua subterránea al estas tener contacto con el nivel freático.

También agregar que para el mejoramiento del municipio y la atracción de inversión y también el fomento del turismo, es necesario mejorar la calidad de los servicios con los que actualmente se cuenta, en especial el agregar una red de alcantarillado en la zona urbana de Turín, con lo cual se mejorara la salud de los habitantes, también se mejorara el aspecto de las calles.

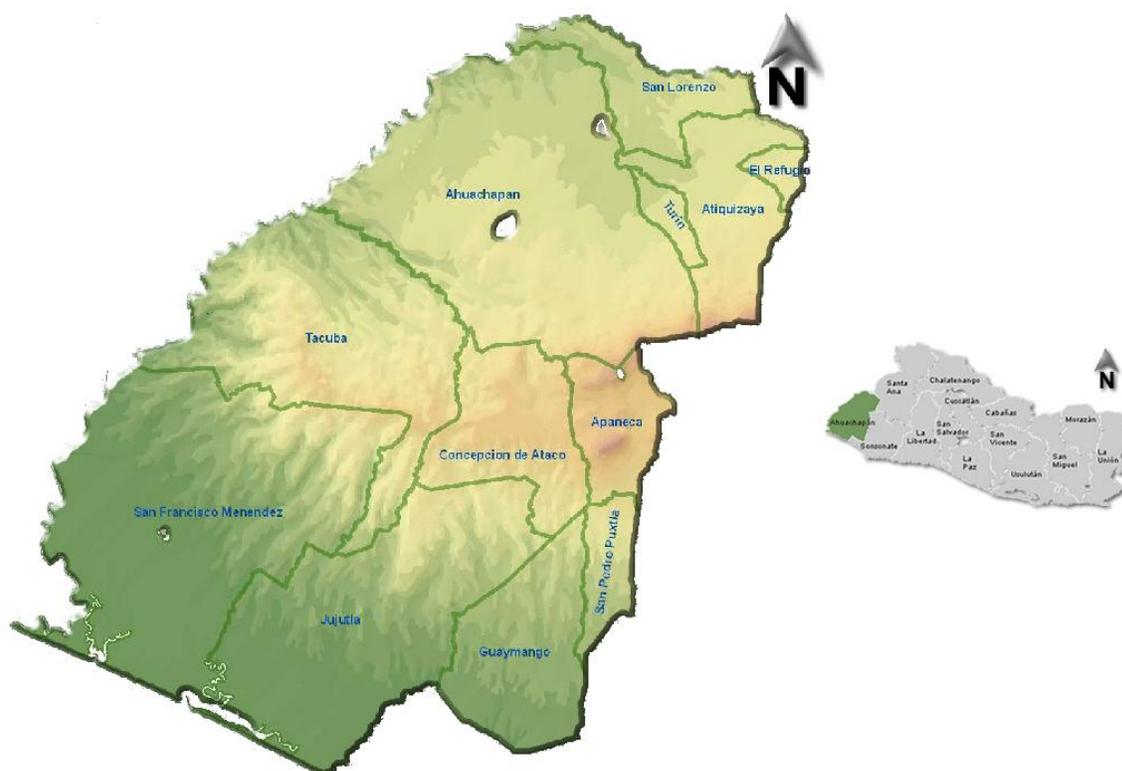
# **CAPITULO II: DESCRIPCION DE LA CIUDAD DE TURÍN**

## 2.1 UBICACIÓN

Municipio del departamento de Ahuachapán. Está limitado por los siguientes municipios: al Norte al Este y al Sur, por Atiquizaya y al Oeste, por Ahuachapán. Se encuentra entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°59'03" LN. (Extremo septentrional) y 13°55'54" LN. (Extremo meridional); 89°45'09" LWG. (Extremo oriental) y 89°47'45" LWG. (Extremo occidental). ( Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2009)



*Figura 2-1 Mapa geográfico extraído de Google Maps.*



*Figura 2-2 Ubicación demográfica del municipio de Turín*

## 2.2 DIVISION ADMINISTRATIVA DEL CASCO URBANO

El municipio tiene 2 Barrios: El Socorro y El Tránsito; ambos están al norte de la RN-13 y están separados por la calle central del área urbana que es la Calle Central Poniente y Oriente Gerardo Barrios. El Barrio El Socorro tiene suelos de topografía bastante plana y con una estructura regular incompleta ya que aún existen suelos urbanos sin consolidar (no obstante están sobre la RN-13); y el Barrio El Tránsito tiene una estructura regular en sus extremos con suelos sin consolidar que están en proceso de obtención del permiso para construir la Lotificación San José, con viviendas de densidad media (200 mts<sup>2</sup>). ( Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2009)

## 2.3 POBLACION A UTILIZAR EN EL DISEÑO

### 2.3.1 POBLACIÓN

Según la DIGESTYC en su IV censo en el año 2007 la población en el municipio de Turín es de 6403 habitantes. En la siguiente tabla se representa la población en grupos de edades y por sexo. (DIGESTYC, 2007)

*Tabla 2-1 Población urbana del municipio de Turín*

<b>RESUMEN</b>			
<b>Edad por Grandes Grupos</b>	<b>Es Hombre o Mujer</b>		
	Hombre	Mujer	Total
0 - 14	1,048	1,022	2,070
15 - 64	1,789	2,103	3,892
65 +	179	262	441
<b>Total</b>	<b>3,016</b>	<b>3,387</b>	<b>6,403</b>
<b>Procesado con Redatam+SP</b>			
<b>VI CENSO DE POBLACION Y V DE VIVIENDA - DIGESTYC</b>			

A continuación se muestran las poblaciones del año 2005 al 2025 de distintos municipios del departamento de Ahuachapán, resaltando el municipio de Turín, teniendo en cuenta que en estos datos se presentan la población total, incluyendo los habitantes de zona urbana y zona rural, estos se utilizarán para determinar las diferentes tasas de crecimiento y así obtener la población de diseño.

Tabla 2-2 Poblaciones a nivel municipal del departamento de Ahuachapán de los años 2005 a 2015 (DIGESTIC, 2014)

**Departamento 01- Ahuachapán: Estimaciones y proyecciones de población por sexo y año, según municipios. 2005-2025.**

Departamento y Municipio	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Total País</b>	<b>6,520,675</b>	<b>6,581,940</b>	<b>6,643,359</b>	<b>6,704,864</b>	<b>6,765,753</b>	<b>6,825,935</b>	<b>6,884,888</b>	<b>6,942,799</b>	<b>7,000,702</b>	<b>7,057,892</b>
<b>01- Ahuachapán</b>	<b>359,418</b>	<b>363,473</b>	<b>367,569</b>	<b>371,685</b>	<b>375,796</b>	<b>379,895</b>	<b>383,989</b>	<b>388,039</b>	<b>392,145</b>	<b>396,302</b>
01- Ahuachapán	127,921	129,750	131,599	133,461	135,325	137,186	139,051	140,904	142,781	144,678
02- Apaneca	8,445	8,435	8,424	8,412	8,399	8,384	8,368	8,349	8,331	8,312
03- Atiquizaya	35,220	35,332	35,441	35,547	35,646	35,739	35,825	35,901	35,976	36,051
04- Concepción de Ataco	12,896	12,882	12,867	12,850	12,831	12,810	12,787	12,760	12,733	12,705
05- El Refugio	11,342	11,741	12,154	12,580	13,019	13,472	13,938	14,417	14,912	15,425
06- Guaymango	20,903	21,077	21,251	21,423	21,593	21,760	21,924	22,083	22,242	22,402
07- Jujutla	31,330	31,584	31,838	32,090	32,339	32,582	32,822	33,055	33,289	33,524
08- San Francisco Menéndez	48,025	48,565	49,109	49,653	50,192	50,728	51,260	51,783	52,310	52,841
09- San Lorenzo	10,359	10,477	10,596	10,715	10,834	10,953	11,071	11,188	11,306	11,425
10- San Pedro Puxtla	8,433	8,493	8,553	8,613	8,673	8,731	8,788	8,844	8,900	8,957
11- Tacuba	33,610	33,985	34,362	34,740	35,116	35,489	35,860	36,224	36,593	36,964
12- Turín	10,934	11,152	11,375	11,601	11,829	12,061	12,295	12,531	12,772	13,018

Fuente: Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos.

Tabla 2-3 Poblaciones a nivel municipal del departamento de Ahuachapán de los años 2016 a 2025 (DIGESTIC, 2014)

**Departamento 01- Ahuachapán: Estimaciones y proyecciones de población por sexo y año, según municipios. 2005-2025.**

Departamento y Municipio	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Total País</b>	<b>6,049,408</b>	<b>6,073,603</b>	<b>6,097,389</b>	<b>6,120,672</b>	<b>6,153,255</b>	<b>6,193,164</b>	<b>6,239,084</b>	<b>6,289,709</b>	<b>6,344,069</b>	<b>6,401,240</b>	<b>6,460,271</b>
<b>01- Ahuachapán</b>	<b>324,244</b>	<b>326,769</b>	<b>329,248</b>	<b>331,696</b>	<b>334,451</b>	<b>337,467</b>	<b>340,735</b>	<b>344,189</b>	<b>347,826</b>	<b>351,589</b>	<b>355,461</b>
01- Ahuachapán	111,396	112,645	113,882	115,111	116,448	117,881	119,406	121,000	122,663	124,375	126,131
02- Apaneca	8,715	8,678	8,639	8,598	8,565	8,538	8,515	8,497	8,482	8,469	8,456
03- Atiquizaya	34,603	34,611	34,611	34,605	34,626	34,670	34,736	34,815	34,907	35,007	35,112
04- Concepción de Ataco	13,288	13,234	13,176	13,116	13,067	13,027	12,995	12,969	12,947	12,929	12,912
05- El Refugio	7,913	8,164	8,420	8,683	8,963	9,257	9,568	9,893	10,234	10,589	10,959
06- Guaymango	19,413	19,517	19,618	19,714	19,828	19,955	20,095	20,244	20,402	20,566	20,733
07- Jujutla	29,182	29,330	29,471	29,608	29,770	29,953	30,155	30,371	30,601	30,838	31,082
08- San Francisco Menéndez	43,197	43,556	43,907	44,251	44,635	45,052	45,501	45,972	46,466	46,974	47,495
09- San Lorenzo	9,326	9,401	9,474	9,547	9,628	9,717	9,813	9,914	10,021	10,131	10,244
10- San Pedro Puxtla	7,951	7,981	8,010	8,038	8,072	8,112	8,158	8,208	8,261	8,316	8,374
11- Tacuba	30,285	30,529	30,769	31,004	31,268	31,554	31,863	32,189	32,530	32,881	33,242
12- Turín	8,975	9,123	9,271	9,421	9,581	9,751	9,930	10,117	10,312	10,514	10,721

Fuente: Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos.

### 2.3.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

La proyección de la población se realizará por dos modelos diferentes, para tener así un margen de comparación entre ambos; y de esta manera, elegir el que más se apegue a las condiciones reales de la población en estudio. Los modelos a utilizar son:

- Modelo aritmético
- Modelo geométrico

La población se proyectará para un período de 20 años, cumpliendo los requerimientos mínimos establecidos en el Capítulo II, Sección 1 de las Normas Técnicas de ANDA y considerando la vida útil de los componentes con los que se pretende construir el diseño de alcantarillado. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

La DIGESTYC establece las poblaciones desde el año 2005 hasta el año 2025, se tomara como referencia todos los años mostrados y se sacaran tasas de crecimiento año a año. Se tomaran como tasa de crecimiento para establecer la población de diseño al promedio de todas las tasas de crecimiento determinadas.

#### *2.3.2.1 Tasa de crecimiento y población aritmética*

Para la tasa de crecimiento aritmética se utilizara la siguiente ecuación

$$P_n = P_o * (1 + n * i)$$

Dónde:

P<sub>n</sub>: población para el período proyectado

P<sub>o</sub>: Población inicial.

i: tasa de crecimiento poblacional anual

n: número de años para los que se desea realizar la proyección

Para la tasa de crecimiento se obtuvieron los siguientes resultados dando como promedio:

*Tabla 2-4 Tasa de crecimiento método aritmético*

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>
2005	8975	
		0.016490251
2006	9123	
		0.016222734
2007	9271	
		0.016179484
2008	9421	
		0.016983335
2009	9581	
		0.017743451
2010	9751	
		0.018357092
2011	9930	
		0.018831823
2012	10117	
		0.019274488
2013	10312	
		0.019588829
2014	10514	
		0.019688035
2015	10721	
		0.01986755
2016	10934	
		0.019937809
2017	11152	
		0.019996413
2018	11375	
		0.019868132

2019	11601	
		0.019653478
2020	11829	
		0.019612816
2021	12061	
		0.019401376
2022	12295	
		0.019194795
2023	12531	
		0.019232304
2024	12772	
		0.019260883
2025	13018	
promedio		0.018769254

*Tabla 2-3 Tasa de crecimiento método aritmético parte 2.*

Se tomará una tasa de crecimiento promedio de 0.018769254 personas por año.

Utilizando la ecuación de crecimiento poblacional aritmético con una población inicial de 6403 para el año 2007 se obtiene una población para el año 2016 de:

$$P_n = P_o * (1 + n * i)$$

$$P_n = 6403 * (1 + 9 * 0.018769254)$$

$$P_n = 7484.61$$

$$P_n = 7485$$

Luego se determina la población de diseño para el año 2036.

$$P_n = P_o * (1 + n * i)$$

$$P_n = 7485 * (1 + 20 * 0.018769254)$$

$$P_n = 10294.75 \text{ habitantes}$$

**$P_n = 10295$  habitantes**

La población de diseño por método aritmético es 10295 habitantes para el año 2036.

Si se toman alrededor de 1600 parcelaciones las cuales se verán beneficiadas da un total de personas por parcelación de:

Personas por parcelación =  $10295 / 1600$

Personas por parcelación = 6.43 personas o 6 personas

### ***2.3.2.2 Tasa de crecimiento y población geométrica***

Para la tasa de crecimiento geométrica se utilizara la siguiente ecuación:

$$P = P_o (1 + i)^n$$

En donde:

P: población total proyectada

P<sub>o</sub>: población total actual

i: tasa de crecimiento poblacional

n: número de años para los que se desea realizar la proyección

Despejando:

$$i = 10^{\frac{\log(\frac{P_n}{P_o})}{n}} - 1$$

Al determinar la tasa de crecimiento por año se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 2-5 Tasa de crecimiento método geométrico*

Año	Población	Periodo de años	Tasa de crecimiento
2005	8975	2005 - 2006	0.016490251
2006	9123	2006 - 2007	0.016222734
2007	9271	2007 - 2008	0.016179484
2008	9421	2008 - 2009	0.016983335
2009	9581	2009 - 2010	0.017743451
2010	9751	2010 - 2011	0.018357092
2011	9930	2011 - 2012	0.018831823
2012	10117	2012 - 2013	0.019274488
2013	10312	2013 - 2014	0.019588829
2014	10514	2014 - 2015	0.019688035
2015	10721	2015 - 2016	0.01986755
2016	10934	2016 - 2017	0.019937809
2017	11152	2017 - 2018	0.019996413
2018	11375	2018 - 2019	0.019868132
2019	11601	2019 - 2020	0.019653478
2020	11829	2020 - 2021	0.019612816
2021	12061	2021 - 2022	0.019401376
2022	12295	2022 - 2023	0.019194795
2023	12531	2023 - 2024	0.019232304
2024	12772	2024 - 2025	0.019260883
2025	13018	<b>Promedio</b>	<b>0.018769254</b>

Se obtuvo una tasa de crecimiento promedio de 0.018769254 con la cual verificaremos la población actual:

$$P = P_0 (1 + i)^n$$

$$P = 6403 (1 + 0.018769254)^9$$

$$P = 7569.47$$

Se obtuvo una población de 7570 habitantes para el año 2016.

Luego se determina la población de diseño para el año 2036.

$$P = 7570 (1 + 0.018769254)^{20}$$

$$P = 10980.25 \text{ hab.}$$

**P=10980 habitantes**

Dando como resultado de 10980 habitantes para el año 2036.

Si se toman alrededor de 1600 parcelaciones las cuales se verán beneficiadas da un total de personas por parcelación de:

$$\text{Personas por parcelación} = 10980 / 1600$$

$$\text{Personas por parcelación} = 6.86 \text{ personas o } 7 \text{ personas}$$

Se tomara la población de diseño proyectada por medio del método geométrico ya que es un dato más conservador, para llevar a cabo el diseño de alcantarillado sanitario; este dato será usado en el capítulo IV.

Como población de diseño se tomaran 10980 habitantes.

Tomando los habitantes por parcelación tenemos un resultado de:

$$\text{Personas por parcelación} = 10980 \text{ hab.} / 1600 \text{ parcelas}$$

$$\text{Personas por parcelación} = 6.86 \text{ habitantes}$$

Se tomaran 7 personas por parcelación.

## **2.4 INFORMACION EN GENERAL DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE TURIN**

### **2.4.1 VÍAS DE COMUNICACIÓN**

Las vías de comunicación que se observan en el municipio de Turín son:

- Calles de empedrado fraguado combinado con adoquín
- Calles de concreto hidráulico
- Calles de concreto asfáltico
- Calles de tierra

A continuación se muestra un mapa en donde se han señalado las vías de comunicación en el área urbana y el tipo de pavimentación que estas tienen.



Figura 2-3 Mapa del casco urbano de Turín con vías de comunicación divididas dependiendo su pavimentación

### **2.4.2 ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES**

El aspecto medioambiental más básicamente observado en el municipio de Turín es la retención de aguas residuales en las calles y avenidas, además de la disposición de estas a los cuerpos receptores que en este caso se trata de quebradas que pasan dentro de la zona urbana o a los alrededores.

### **2.4.3 ASPECTOS ECONÓMICOS**

Dentro de las actividades primarias podemos mencionar la existencia la producción agropecuaria, crianza de ganado vacuno, producción avícola y agricultura (arroz, maíz y caña de azúcar), como actividades secundarias podemos mencionar la existencia de panaderías, ferreterías, agroservicios pequeños, trabajos en casa y tiendas, y como actividades terciarias se tiene personal de salud, policía nacional civil (PNC), profesores y personal jurídico.

# **CAPITULO III: FUNDAMENTOS TEORICOS**

## **3.1 AGUAS RESIDUALES**

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. (Mayo Peternell, 2010)

### **3.1.1 CLASIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

#### ***3.1.1.1 Aguas Residuales Urbanas***

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos. Los aportes que generan esta agua son: aguas negras o fecales, aguas de lavado doméstico, aguas de limpieza de calles, aguas de lluvia y lixiviados, etc.

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc. (Mayo Peternell, 2010)

#### ***3.1.1.2 Aguas Residuales Industriales***

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso. (Mayo Peternell, 2010)

### ***3.1.1.3 Tipos de contaminantes***

La contaminación de los cauces naturales se origina por diversas fuentes, las cuales se pueden generalizar en vertidos urbanos, industriales, agroindustriales, químicos, residuos clínicos, etc. Las sustancias contaminantes que pueden aparecer en un agua residual son muchas y diversas. (Mayo Peternell, 2010)

#### **Contaminantes orgánicos**

**Proteínas:** proceden fundamentalmente de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.

**Carbohidratos:** incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas, de excretas y desperdicios.

**Aceites y grasas:** altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades. (Mayo Peternell, 2010)

### **Contaminantes inorgánicos**

Son de origen mineral y de naturaleza variada: sales, óxidos, ácidos y bases inorgánicas, metales, etc. Aparecen en cualquier tipo de agua residual, aunque son más abundantes en los vertidos generados por la industria. Los componentes inorgánicos de las aguas residuales estarán en función del material contaminante así como de la propia naturaleza de la fuente contaminante. (Mayo Peternell, 2010)

### **Contaminantes habituales en aguas residuales**

**Arenas:** son partículas de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar. (Mayo Peternell, 2010)

**Grasas y aceites:** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

**Nitrógeno y fósforo:** Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

**Agentes patógenos:** Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

**Otros contaminantes específicos:** Incluimos sustancias de naturaleza muy diversa que provienen de aportes muy concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc. (Mayo Peternell, 2010)

## 3.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

### 3.2.1 TRATAMIENTO PRELIMINAR

Las características presentadas por las aguas residuales de una comunidad, como la presencia de sólidos gruesos y partículas abrasivas, hacen necesaria la utilización en unidades de tratamiento preliminar de dispositivos de retención, remoción y/o trituración. (Mendonça, 2000)

#### 3.2.1.1 Rejillas

Son dispositivos formados por barras metálicas, paralelas, del mismo espesor e igualmente espaciadas (Ver. Fig. 3.1). Se destinan a la remoción de sólidos gruesos en suspensión, así como de cuerpos flotantes, como estopas, papel, paño, madera, y plástico.

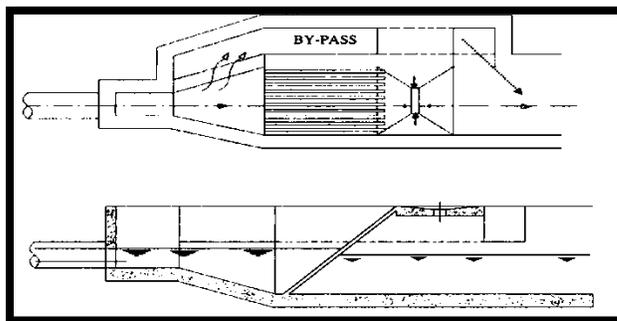


Figura 3-1 Rejillas

Tienen como finalidad la protección de los dispositivos de transporte de las aguas residuales contra obstrucción, principalmente bombas, registros, tuberías, piezas especiales, etc. (Mendonça, 2000)

### 3.2.1.2 Desarenadores

El objetivo de los desarenadores es separar arenas, término que engloba a las arenas propiamente dichas, gravas, cenizas y cualquier otra materia pesada que tenga velocidad de sedimentación o peso específico superiores a los sólidos orgánicos putrescibles del agua residual. Los desarenadores se ubican a continuación de las unidades de rejilla y antes de los tanques de sedimentación primaria o de homogeneización de caudales, en caso de contar con esta unidad, con el propósito de reducir la formación de depósitos pesados en las tuberías, canales, conductos y unidades de digestión, para disminuir la frecuencia de limpieza por causa de acumulación excesiva de arena en tales unidades.

El sistema más utilizado para extraer la arena es el desarenador rectangular de flujo horizontal, el cual está conformado por una caja o canal, en donde la velocidad disminuye lo suficiente para que las partículas se separen del líquido por gravedad. Normalmente se construye dos canales en forma paralela con la intención de dejar funcionando un canal mientras el otro se limpia. (Mendonça, 2000)

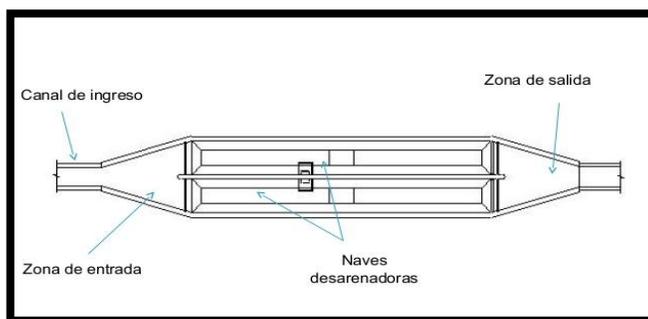


Figura 3-2 Desarenador

### 3.2.1.3 Canaleta Parshall

El medidor Parshall está incluido entre los medidores de régimen de flujo crítico. Consiste en una estructura de paredes verticales, constituida a partir de la entrada por un trecho convergente con el fondo, en los sentidos longitudinales y transversales, de un trecho contraído y de una sección divergente en pendiente, dispuesta en la planta y en corte (Ver Fig. 3.3) del proceso y naturaleza del agua residual. La mayoría de los separadores de grasa son rectangulares o circulares y están provistos para un tiempo de retención de 1 a 15 minutos. (Mendonça, 2000)

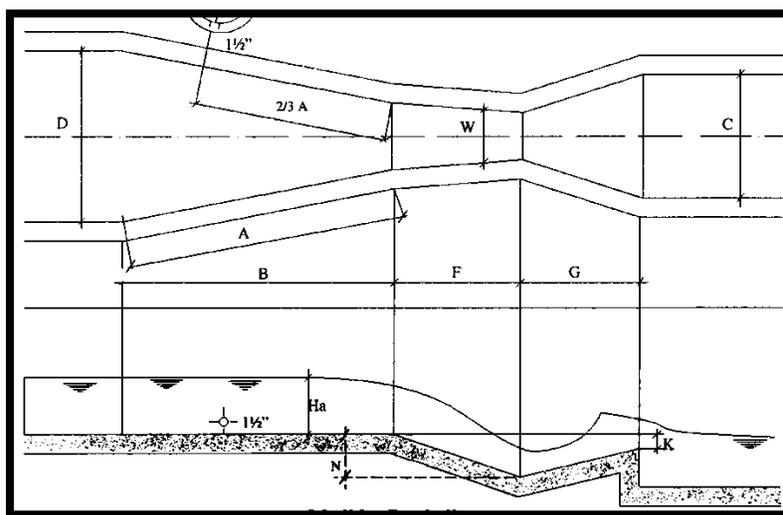


Figura 3-3 Canaleta Parshall

### 3.2.2 LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Las lagunas de estabilización son el método más simple de tratamiento de aguas residuales que existe. Están constituidas por excavaciones poco profundas cercadas por taludes de tierra. Generalmente tienen forma rectangular o cuadrada.

El tratamiento a través de lagunas tiene tres objetivos:

- Remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación.
- Eliminar los microorganismos patógenos que representan un grave peligro para la salud.
- Utilizar su efluente para reutilización con otras finalidades, como agricultura, por ejemplo.

Por tanto, los factores que influyen sobre la calidad deseada para el efluente de las lagunas de estabilización dependen de la visión de los diferentes sectores:

- Salud: número de microorganismos patógenos o indicadores.
- Medio ambiente: Principales indicadores de la contaminación, es decir, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los sólidos suspendidos (SS).
- Reutilización: dependiendo del uso que se dará al efluente, se definirán los criterios para la reducción de DBO y SS y bacteriológica.

Los métodos de tratamiento convencionales (lodos activados o filtros de escurrimiento) usados en los países desarrollados consumen grandes cantidades de energía, además de usar equipos electromecánicos, sofisticados y costosos, y necesitar de técnicos especializados para su adecuada operación y mantenimiento. Esos métodos no tienen éxito en los países en desarrollo, debido principalmente a la dificultad de operar y mantener esos equipos y de mantener un inventario de repuestos adecuado, además de las barreras para la obtención de recursos financieros para tal fin.

La mayoría de los países de clima tropical ofrece condiciones ideales para el tratamiento de las aguas residuales mediante procesos naturales, como es el caso de las lagunas de

estabilización. Esto se debe principalmente a la temperatura ambiente y a la relación entre las algas y las bacterias existentes (Ver Fig. 3.4) (Mendonça, 2000)

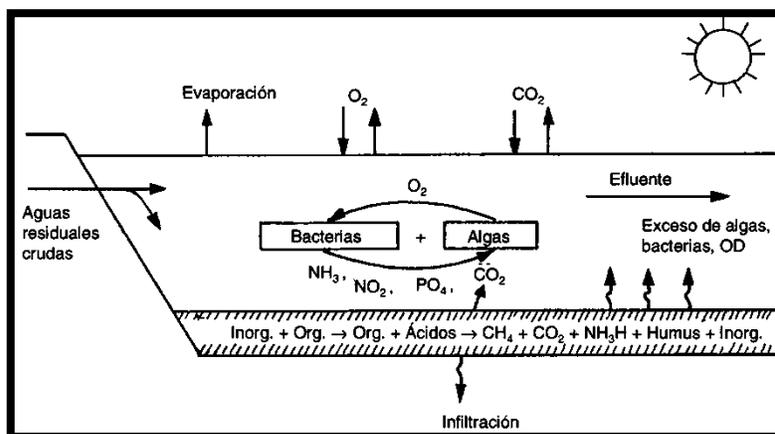


Figura 3-4 Laguna de estabilización, Relación entre las bacterias y algas

Las bacterias descomponen la materia orgánica, formando nitrógeno inorgánico, NH<sub>3</sub>, fosfato, PO<sub>4</sub>, y dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>. Las algas usan estos compuestos, junto con la energía de la luz solar, para la fotosíntesis, liberando oxígeno para la solución. El oxígeno es, a su vez, asimilado por las bacterias, cerrando así el ciclo. El efluente de una laguna de estabilización contiene algas suspendidas, y el exceso de los productos finales de la descomposición bacteriana. (Mendonça, 2000)

### Ventajas y desventajas

- Bajo costo.
- Necesitan poco o ningún componente importado.
- Nulo consumo energético.
- Simples de construir y operar.
- Confiables y fáciles de mantener.

- Pueden absorber aumentos bruscos de cargas hidráulicas u orgánicas.
- Posibilidad de uso como sistemas reguladores para riegos.
- Fácil adaptación a variaciones estacionales.
- Posibilidad de tratar vertimientos industriales fácilmente biodegradables (mataderos, lecherías, industrias de frutas, etc.)
- Elevada estabilización de la materia orgánica.
- Producen un efluente de alta calidad, con excelente reducción de microorganismos patógenos.

La única desventaja de las lagunas de estabilización es que requieren más terreno que cualquier otro tipo de tratamiento de aguas residuales.

En general, las lagunas de estabilización pueden clasificarse en cuatro tipos: anaerobias, facultativas, de maduración y estrictamente aerobias o de alta tasa. (Mendonça, 2000)

### ***3.2.2.1 Tipos de lagunas de estabilización***

#### **Lagunas aerobias**

Las lagunas estrictamente aerobias o de alta tasa de degradación son muy poco profundas, por lo general varían de 0.3 a 0.5 metros, su principal aplicación es la producción y cosecha de algas. Se diseñan para el tratamiento de aguas residuales decantadas. Constituyen un poderoso método para la producción de proteínas, por tanto, son de 100 a 1000 veces más productivas que la agricultura convencional. Según Mara (1976). Deberán usarse solo como método de tratamiento de aguas residuales, cuando hubiera la factibilidad del reaprovechamiento de la producción de algas. Su operación exige personal capaz, y su uso se restringe a unidades experimentales. En este trabajo no se presentan mayores detalles. (Mendonça, 2000)

### **Lagunas anaerobias**

Las lagunas anaerobias tienen la facilidad de oxidar compuestos orgánicos complejos antes del tratamiento, a través de los otros tipos de laguna (facultativas, maduración). Las lagunas anaerobias no dependen de la acción fotosintética de las algas, pudiendo así construirse con profundidades más grandes que las de otras lagunas, con variación de tres a cinco metros. Su área de nivel medio no debe exceder de 5 Ha. (Mendonça, 2000)

### **Lagunas facultativas**

Las lagunas facultativas tienen profundidades que varían de 1.5 a 2.5 metros. El área máxima no debe exceder de 15 Ha. Funcionan a través de la acción de las algas y bacterias, con influencia de la luz solar y la fotosíntesis. La materia orgánica contenida en los desechos se estabiliza, en parte, transformándose en materia más estable en forma de celdas de algas, y en parte transformándose en productos inorgánicos finales que salen con el efluente.

Las lagunas son llamadas facultativas debido a las condiciones aerobias mantenidas en la superficie, liberando oxígeno, y a las condiciones anaerobias mantenidas en la parte inferior donde la materia orgánica se sedimenta. (Mendonça, 2000)

### **Lagunas de maduración**

Las lagunas de maduración tienen la principal finalidad de reducir los coliformes fecales (CF) contenidos en los desechos de las aguas residuales. Se construyen siempre después del tratamiento completo, por medio de una laguna facultativa primaria o secundaria o de una planta convencional (lodos activados o filtros de escurrimiento). Con adecuado dimensionamiento pueden conseguir remociones de coliformes de fecales mayores a 99.999%. Tienen

profundidades menores que la laguna facultativa, variando de 0.6 a 1.5 metros. El área máxima de su nivel medio no debe ser mayor a 2 ha. (Mendonça, 2000)

### **3.2.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL MECANISMO DE AUTODEPENDENCIA DE LAS LAGUNAS**

#### ***3.2.3.1 Fenómenos naturales no controlables***

##### **Acción de los vientos**

La acción de los vientos es útil cuando es posible la homogenización de la masa líquida, llevando oxígeno de la superficie a las capas más profundas, haciendo que el afluyente y los microorganismos se dispersen en toda la extensión de esa masa. Auxilian el movimiento de las algas, principalmente de aquellas especies desprovistas de movimiento propio y consideradas grandes productoras de oxígeno, como las algas verdes del género *Chlorella*. Cuando la fotosíntesis no sea suficiente por existir déficit de oxígeno, el viento puede contribuir a la transferencia y difusión de oxígeno de la atmósfera hacia la masa líquida.

Siempre que sea posible, las lagunas deben construirse en lugares donde la acción de los vientos dominantes no esté en dirección de las viviendas. Las lagunas anaerobias, las cuales pueden generar malos olores, como medida de precaución, deben construirse por lo menos a 500 o 1000 metros de la comunidad. (Mendonça, 2000)

## Temperatura

Las reacciones físicas, químicas y biológicas que ocurren en las lagunas de estabilización son muy influenciadas por la temperatura. Es un parámetro que se relaciona con la radiación solar y afecta tanto la velocidad de la fotosíntesis como la del metabolismo de las bacterias responsables de la depuración de las aguas residuales. Esos fenómenos son retardados por las bajas temperaturas. Por eso, el proyecto de las lagunas debe tener en cuenta siempre las condiciones de temperatura más adversas.

Una caída de 10 °C en la temperatura reduciría la actividad microbiológica en aproximadamente 50 %. La actividad de fermentación del lodo no ocurre significativamente en temperaturas por debajo de 17 °C. Aumentar en actividad en proporción de cerca de cuatro veces por cada 5 °C de elevación de temperatura, entre 4 °C y 22 °C.

La producción óptima de oxígeno para algunas especies de algas en las lagunas facultativas se obtiene entre 20 °C y 25 °C, con valores límite superior e inferior, respectivamente de 37 °C y 4 °C. A partir de temperaturas próximas a 35 °C, la actividad fotosintética de las algas decrece. Las chlorophytas (algas verdes) tienden a disminuir o desaparecer y las Euglenophytas (euglenas) pasan a predominar. Por encima de los 35 °C, prevalecen las Cyanophytas (algas azules) y particularmente las Oscillatorias. Además, es probable que lagunas con temperaturas más altas sean sensibles a choques hidráulicos o a repentinos aumentos de carga orgánica, con la consecuente menor eficiencia en la reducción de DBO.

La actividad bacteriana se torna más intensa en temperaturas más altas, en las cuales el oxígeno disuelto es usado a una tasa mayor. Si la cantidad de oxígeno solicitado no se compensa

por una producción más alta de oxígeno, las condiciones anaerobias pueden prevalecer y el efluente puede tornarse turbio, y aparecer malos olores.

Las actividades de las algas pueden cesar después de una brusca disminución de temperatura, originando sedimentación parcial de las mismas, lo que generará una aclaración en la coloración verdosa de las lagunas, acompañada de una disminución de su eficiencia.

Una súbita elevación de temperatura puede provocar un rápido aumento de las actividades de las bacterias aerobias facultativas, una multiplicación del número de esas bacterias y, en consecuencia, un mayor consumo de oxígeno que podría no ser suplido por las algas, así ellas pasen por un proceso de desarrollo.

Se ha verificado con relación a la calidad del efluente, que en los meses más fríos hay un aumento en la concentración de amoníaco y fósforo y una disminución de los sólidos en suspensión. Todos estos fenómenos están íntimamente relacionados con el decrecimiento de la actividad de las algas.

En el caso de las lagunas anaerobias, se ha comprobado que la temperatura del agua durante la noche es casi siempre constante para todo el volumen de la laguna. Con una temperatura superficial levemente menor a la media de aquella que la laguna presenta en horas en que la temperatura ambiente es más baja. (Mendonça, 2000)

### **Precipitaciones pluviales**

Las precipitaciones pluviales media y máxima podrán tener alguna influencia en la actuación y confiabilidad de la laguna. El tiempo de retención del agua podrá reducirse durante periodos de lluvia. Lluvias intensas pueden diluir el contenido de las lagunas poco profundas, afectando el alimento disponible para la biomasa. El aumento repentino del caudal podrá acarrear hacia el

efluente grandes cantidades de sólidos, arrastre significativo de la población de algas y de materiales inorgánicos, principalmente arcilla. Sin embargo, la precipitación del agua lluvia directamente en el espejo de agua de la laguna no ha provocado efectos duraderos o perjuicios mensurables en las lagunas de estabilización. (Mendonça, 2000)

### Radiación solar

La energía solar es indispensable para la operación efectiva de las lagunas facultativas, ya que contribuye a la producción de oxígeno por medio de fotosíntesis de las algas. Sin embargo, la idea de que la velocidad de fotosíntesis aumente sin límite en la medida que aumenta la radiación solar no es cierta. De hecho, por encima de una determinada intensidad de radiación, la tasa de aumento de la fotosíntesis disminuye hasta que la producción de oxígeno alcance un nivel constante, una especie de límite de saturación. A partir de ese punto, la producción de oxígeno fotosintético no aumentará, así la radiación solar aumente. Para bajas intensidades de luz, es un factor limitador en la producción de oxígeno; en cambio, para altas intensidades de luz, durante varias horas de sol en día claro, la temperatura es el factor que favorece la producción de oxígeno. (Ver. Fig. 3.6) (Mendonça, 2000)

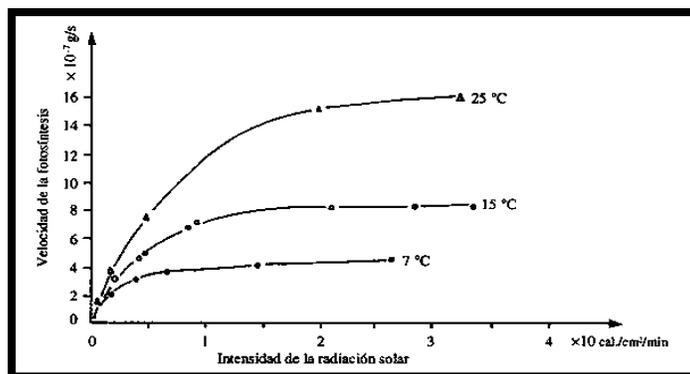


Figura 3-5 Relación entre la velocidad de fotosíntesis de algas existentes y la intensidad de relación solar (Mendonça, 2000, pág. 212 Sistemas de lagunas de estabilización)

## **Evaporación**

La evaporación es una pérdida de agua que provoca una mayor concentración de sustancias contaminantes, aumentando la salinidad del medio. El sustrato concentrado por encima del valor determinado puede dar como resultado salinidad perjudicial para el equilibrio osmótico de las paredes celulares de los microorganismos y, en consecuencia, para el equilibrio biológico.

La evaporación está íntimamente ligada a las condiciones climáticas locales, dependiendo principalmente de los vientos, del grado de humedad del aire y de la temperatura del aire y del agua. (Mendonça, 2000)

### ***3.2.3.2 Factores físicos***

#### **Área superficial**

El área superficial de una laguna de estabilización se determina en función de la carga orgánica, por lo general expresada en términos de DBO5, aplicada cada día, principalmente para las lagunas facultativas.

En climas calientes. Cargas orgánicas que varían de 150 a 400 Kg DBO5/ha.día se han usado con éxito en las lagunas facultativas. Las cargas más bajas se aplican a temperaturas del aire ambiente alrededor de 20 °C, y las más altas temperaturas, próximas a 30 °C.

Las cargas superficiales que exceden de 200 a 250 Kg DBO5/ha.día han sido objeto de problemas ocasionales de malos olores, en cuanto que las cargas que excedan 400 Kg DBO5/ha.día llevan probabilidades a la anaerobiosis, es decir, ausencia de oxígeno disuelto y/o a una caída brusca en la eficiencia total del sistema.

Las lagunas anaerobias son diseñadas en función de las tasas volumétricas o a partir de los tiempos de detención previamente fijados.

Las experiencias de otros países recomiendan cargas orgánicas volumétricas de DBO5 variando entre 100 a 400 Kg DBO5/m<sup>3</sup>.dia, tiempo de detención de 3 a más días, láminas de agua de 3 a 5 metros y cargas orgánicas superficiales que varían de 1.000 a 6.000 Kg DBO5/ha.dia. (Mendonça, 2000)

### **Altura de la lámina líquida**

Después de la construcción de las lagunas, estas deben llenarse con agua residual o agua del cuerpo receptor por medio de bombeo, a una profundidad mínima de un metro. Si la lámina mínima de agua baja hasta 60 cm, probablemente habrá un desarrollo de plantas acuáticas y gran parte de la superficie de la laguna estará cubierta de vegetación que subirá por encima de la superficie del agua. La penetración de la luz se dificultará y la eficiencia de la laguna podrá caer a un nivel inaceptable. Podrá entonces haber proliferación de mosquitos. (Mendonça, 2000)

### **3.2.3.3 Factores químicos**

#### **Valor del pH**

Tanto las lagunas anaerobias como las facultativas son operadas en forma eficiente con valores del pH ligeramente alcalino ( $\text{pH} > 7$ ). Los desechos líquidos industriales con valores extremos del pH tendrán que pasar por tanques de neutralización para corregir el pH, antes de entrar a la laguna.

En países de clima tropical, las lagunas anaerobias con tiempos de detención de 1 a 5 días y profundidades superiores a 3 metros funcionan satisfactoriamente, con pH óptimo que varía de

7,0 a 7,2, con predominio de la fase metanogénica sobre la fase ácida de formación de ácidos volátiles. (Mendonça, 2000)

### **Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto, (OD), es el mejor indicador de una operación satisfactoria en una laguna facultativa o de maduración. La principal fuente de OD, utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica y en sus funciones respiratorias, proviene del oxígeno producido por la acción fotosintética de las algas. Sin embargo, la concentración de oxígeno disuelto puede caer a menos de 1 mg/l durante la madrugada, y algunas veces, después de un día claro y soleado. La completa reducción de oxígeno puede ocurrir también durante la noche, debido a un excepcional crecimiento de algas.

La capa superficial aerobia sirve para evitar que sean liberados gases malolientes producidos por la capa anaerobia. Puede seguir presentándose problemas de mal olor de vez en cuando en las lagunas facultativas, a pesar de la presencia de oxígeno disuelto en la capa superficial. (Mendonça, 2000)

#### ***3.2.3.4 Factores microbiológicos***

##### **Nutrientes**

Tanto las bacterias como las algas necesitan de una fuente de nutrientes para crecer y multiplicarse. Varios elementos son necesarios; por ejemplo, el carbono, el nitrógeno, y el fósforo se requieren en mayor cantidad.

Las aguas residuales domésticas contienen todos los nutrientes necesarios para mantener una comunidad de bacterias y algas. Cuando la materia orgánica es suficiente para un óptimo

crecimiento bacteriano, automáticamente también es adecuada para que haya un desarrollo de una población de algas. (Mendonça, 2000)

### **3.3 ALCANTARILLADOS**

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias.

De acuerdo a las necesidades actuales de la ciudad y de los reglamentos existentes en materia de control ambiental, se ha optado por separar los sistemas de alcantarillado que por años su tendencia fue construirlos combinados por razones económicas y técnicas que en su tiempo se justificaban. (SIAPA, 2014)

#### **3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ALCANTARILLADOS**

Los sistemas de alcantarillado se clasifican de acuerdo al tipo de agua que conducen:

**A) Alcantarillado sanitario:** Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias.

**B) Alcantarillado pluvial:** Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser por infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales.

**C) Alcantarillado combinado:** Es el sistema que capta y conduce simultáneamente el 100% de las aguas de los sistemas mencionados anteriormente, pero que dada su disposición dificulta su tratamiento posterior y causa serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y por las restricciones ambientales se imposibilita su infiltración. (SIAPA, 2014)

### **3.3.2 ALCANTARILLADO SANITARIO**

La prioridad fundamental en cualquier desarrollo urbano es el abastecimiento de agua potable, pero una vez satisfecha esa necesidad se presenta el problema del desalojo de las aguas residuales. Por lo tanto se requiere la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para eliminar las aguas residuales que producen los habitantes de una zona urbana incluyendo al comercio y a la industria.

Un sistema de alcantarillado está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas residuales podrá ser desde un cuerpo receptor hasta el reusó dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio. (SIAPA, 2014)

#### ***3.3.2.1 Componentes del alcantarillado sanitario***

Los componentes principales de un alcantarillado son:

##### **Colectores**

Las aguas residuales son transportadas desde su punto de origen hasta las instalaciones depuradoras a través de tuberías. Las cuales a su vez pueden estar clasificadas de la siguiente forma:

**Colector domiciliario o terciario:** conducen las aguas residuales de los edificios o viviendas hasta otro colector.

**Colector secundario:** son tuberías de pequeño diámetro que recibe los efluentes de los colectores domiciliarios.

**Colector troncal o principal:** son las tuberías principales de gran dimensión que recibe los efluentes de varios colectores secundarios.

Generalmente los materiales utilizados para tuberías de aguas residuales de origen doméstico son de cloruro de polivinilo rígido (PVC), cemento-arena, concreto simple, concreto reforzado o hierro fundido. Sin embargo en la actualidad nuestro país utiliza más el PVC y el hierro fundido. (SIAPA, 2014)

El diámetro mínimo de las tuberías se puede especificar según su función, (Ver tabla 3.1)

*Tabla 3-1 Diámetro de tuberías según función (Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras)*

Tipo de tubería	Diámetro de tubería
Colectores de pasajes peatonales	6" (PVC, longitud $\leq$ 100m)
Acometidas domiciliarias	6"
Colectores terciarios	8"

En los tramos de conexión domiciliar la profundidad de tuberías será de 1.20 a 3.00m para protegerlas de variaciones de carga viva o de impacto. Si el espesor es menor a 1.20m deberá colocarse losetas de hormigón armado sobre muros laterales de mampostería y a profundidades mayores de 3.00m se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas

domiciliares. Mientras que para tuberías instaladas en pasajes peatonales la profundidad mínima será de 0.8m sin necesidad de protecciones.

Además se debe considerar que la pendiente mínima en los tramos iniciales de la red será de 1% y en casos debidamente justificados se aceptará pendiente mínima de 0.5% siempre y cuando el colector sea de PVC y en tramos no iniciales.

La ubicación de las alcantarillas es al lado opuesto de los acueductos, es decir al sur de las calles y al poniente en las avenidas, a 1.5m del cordón y 0.60m en pasajes peatonales. La red de alcantarillado se diseñará de tal manera que todos los colectores queden debajo de lo acueductos con una separación mínima de 20cm. (Ver Fig. 3.7) (ANDA, Especificaciones Técnicas para alcantarillado sanitario, 2015)

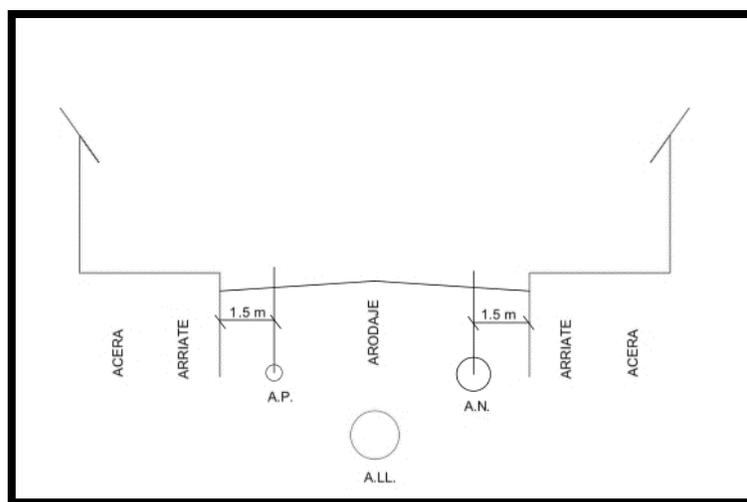
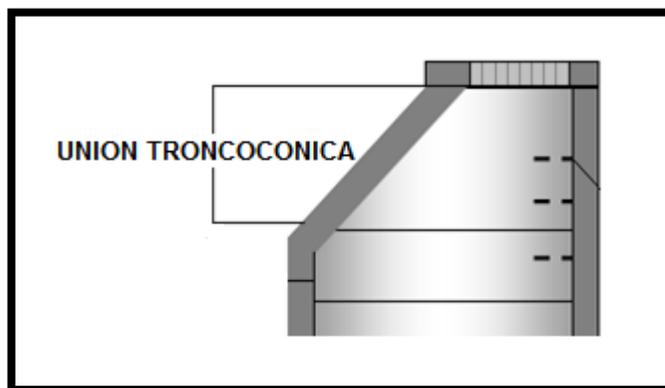


Figura 3-6 Detalle típico de ubicación de tuberías en un derecho de vía

## Pozos de visita

Los pozos de visita se emplean como medio de acceso para la inspección y limpiezas, también se usan en puntos donde se producen cambios de dirección o de sección de tubería, o cuando se encuentra una considerable variación de pendiente. Así como para aforo, muestreo y análisis de aguas residuales.

Los pozos de inspección son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma tronco-cónica (Ver Fig. 3.7). El diámetro del cilindro es generalmente de 1.20m para tuberías menores o iguales a 24", y en la superficie tiene una tapa de aproximadamente 0.60m de diámetro. La tapa será de hierro fundido para tránsito vehicular y de concreto armado en pasajes peatonales (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014).



*Figura 3-7 Unión Tronco-Cónica*

Sin embargo, el diámetro del pozo se puede variar según el diámetro de la tubería de salida (Ver Tabla 3.2).

Tabla 3-2 Diámetro del pozo según el diámetro de la tubería de salida (Lopez Cualla, 2000)

<b>Diámetro del colector de salida</b>	<b>Diámetro del pozo</b>
<b>8” – 24”</b>	<b>1.20 m</b>
<b>27” – 30”</b>	<b>1.50 m</b>
<b>33” – 36”</b>	<b>1.80 m</b>

Adicionalmente en la base del cilindro se localiza la cañuela, la cual se encarga de la transición entre un colector y otro. El cilindro y la reducción tronco-cónica son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o construidos in situ. Los pozos de visita podrán ser prefabricados siempre que se compruebe su funcionalidad y resistencia.

La distancia máxima entre pozos de visita, en tramos rectos, no excederá de 100m si el diámetro de la tubería es menos o igual a 24” (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014).

En los puntos en que las tuberías secundarias se interceptan con alguna alcantarilla más profunda, se puede economizar la excavación manteniendo la tubería a un nivel superior y estableciendo una caída vertical en el pozo de visita. A éstas cámaras se les conoce como caja de sostén y permite que la tubería de la alcantarilla atraviese la pared del pozo de inspección, lo que permite su limpieza. El fondo se dispone de modo que las aguas caigan en un canal inclinado, sin salpicar y sin que puedan sedimentarse los sólidos arrastrados.

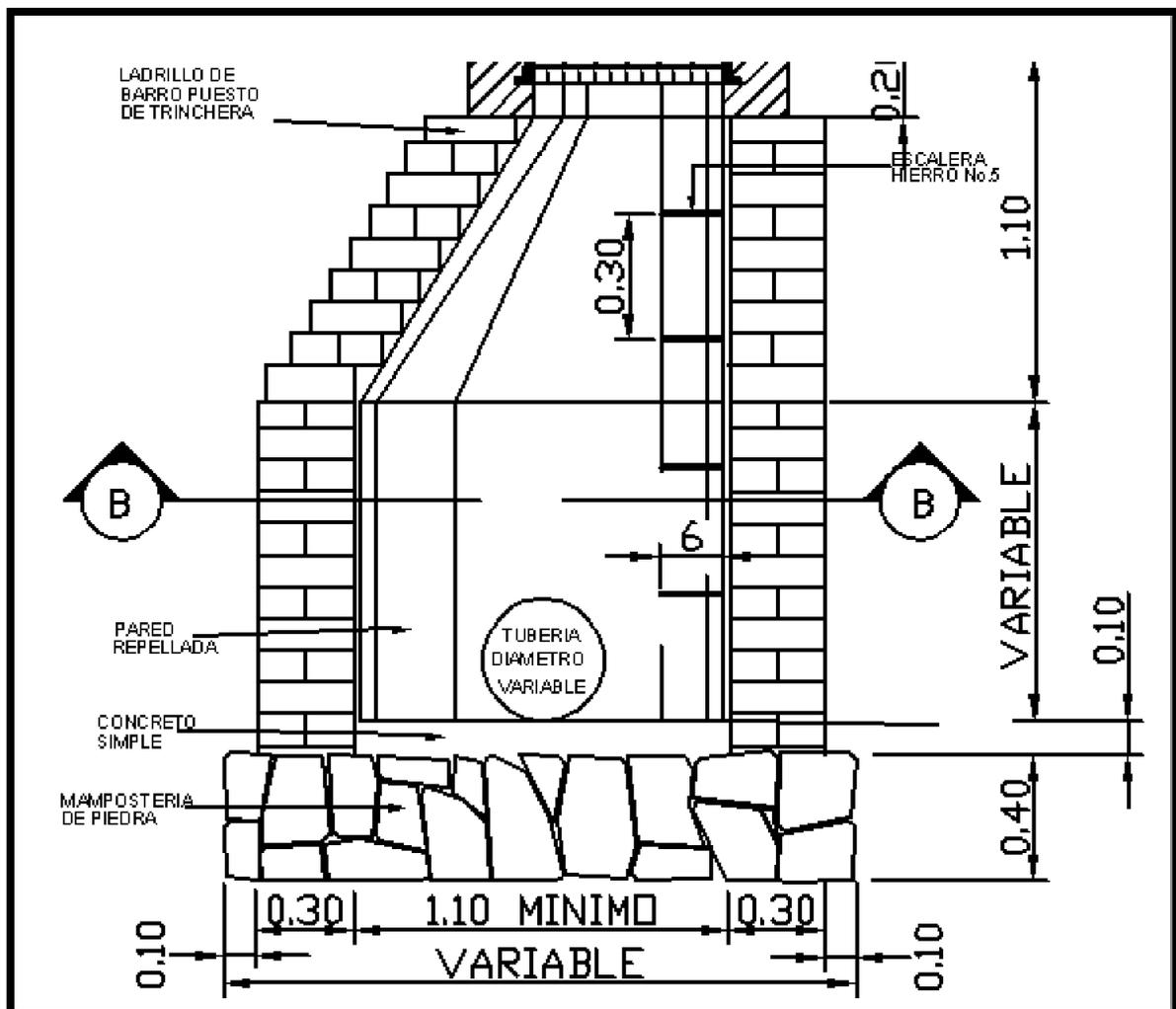


Figura 3-8 Cambio de pendiente y diámetro menor de 24 pulgadas

Para esto la norma de ANDA nos dice que si la tubería entrante alcanza al pozo de visita a más de 1.00m sobre el nivel del fondo, se construirá un pozo con caja de sostén en el cual la caída no excederá de 4.00m y hasta 7.50m si se usan cajas dobles. Y cuando se desemboquen tuberías de diferente diámetro en un pozo de visita, la de menor diámetro tendrá una caída mínima igual a la mitad del diámetro mayor.

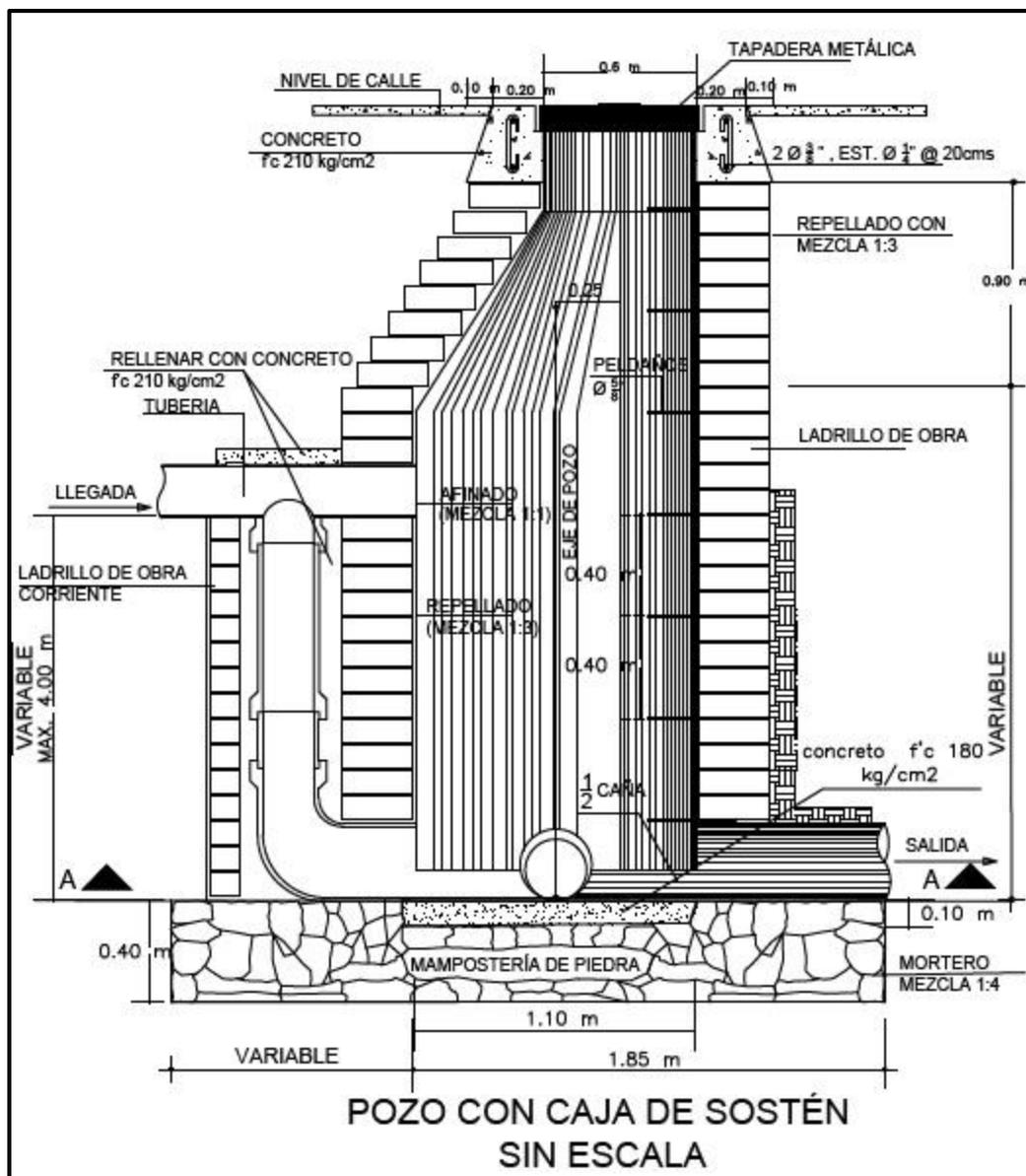


Figura 3-9 Pozo de inspección con caja de sostén

### Cajas de Inspección

Son estructuras que conectan a las tuberías que evacuan aguas negras del interior de los edificios a los colectores secundarios o laterales de la red. Éstas se construyen usualmente en pasajes peatonales.

La norma técnica de ANDA establece que si la cama hidráulica del pozo se encuentra a una profundidad mayor de 1.40m se construirá un pozo de diámetro interno igual a 1.10m, pero si la profundidad es menor se construirá una caja de 1.00x1.00 (m) según modelo de ANDA.

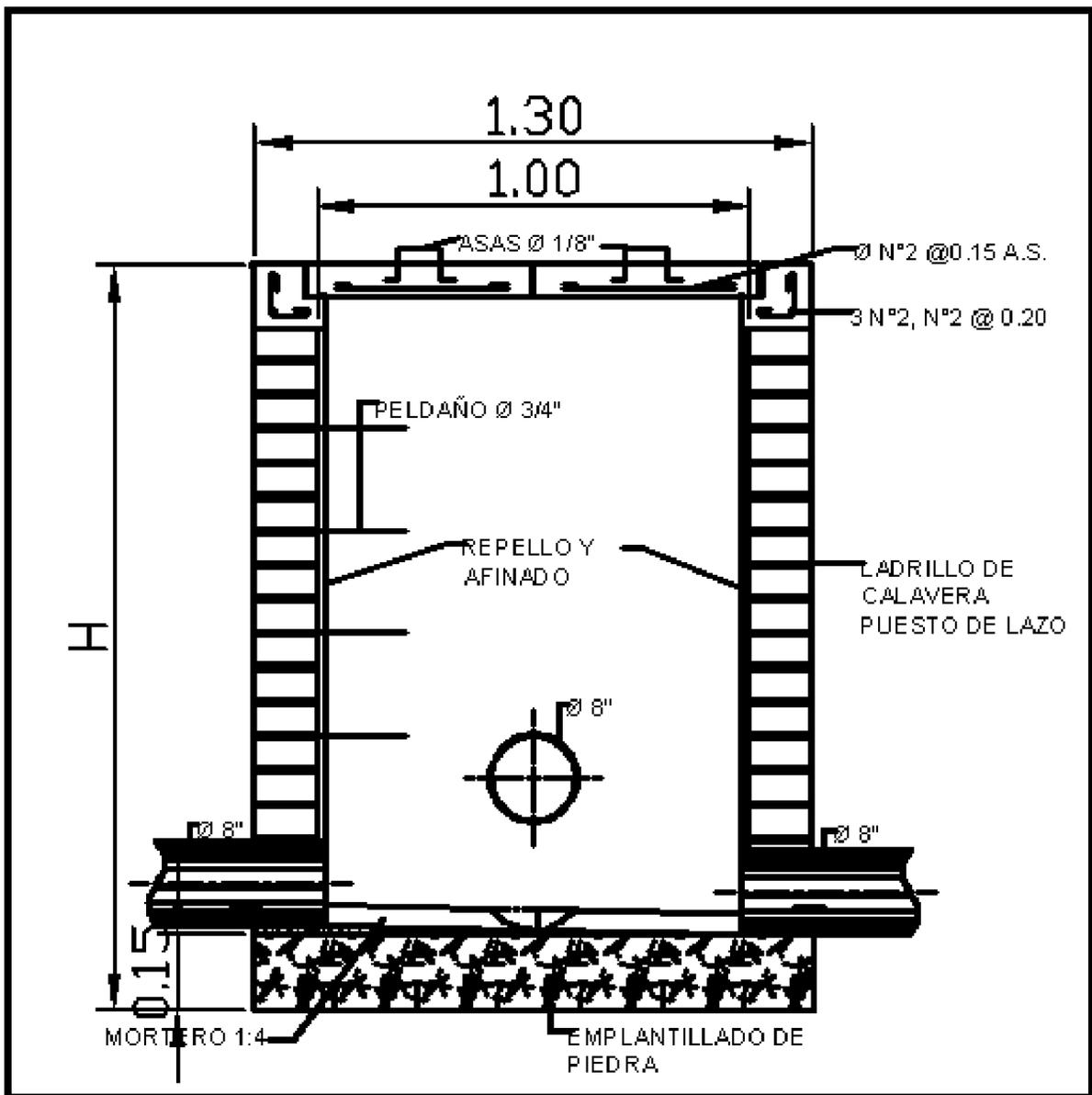


Figura 3-10 Detalle de caja de registro

### **Conexiones domiciliarias**

Son llamadas también como acometidas, las cuales son tuberías de pequeño diámetro (6 pulgadas) que van desde los edificios o viviendas hasta la alcantarilla pública de la calle.

El diámetro mínimo de las conexiones de los edificios o viviendas es de 6 pulgadas. La llegada de la tubería domiciliar a la secundaria es en ángulo de 45° en dirección del flujo del agua, utilizando para ello el accesorio denominado Yee-tee.

Las conexiones domiciliarias no se conectarán a pozos de visita ni a colectores cuya profundidad exceda los 3.00m. (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

## **3.4 METODOLOGIA DE DISEÑO**

Para la realización de un diseño de sistema de alcantarillado se debe desarrollar una serie de pasos, los cuales se describen a continuación:

### **a) Estudios previos.**

Los proyectistas deben tener información sobre la localización de los posibles obstáculos tales como: conducciones de agua, gas, eléctricas, telefónicas y otras estructuras.

Esta etapa se logra realizando visitas de campo al lugar, donde además de observar lo antes mencionado se debe analizar las condiciones en que se encuentra el sector y evaluar la problemática por la que atraviesa la población.

Asimismo, se ha de seleccionar las zonas de posible ubicación para la planta de tratamiento y evacuación de los residuos. En general suelen existir planos de las calles y que incluyen

accidentes topográficos más importantes, pero en caso de que no haya planos disponibles, se deberá realizar un levantamiento topográfico. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

### **b) Información topográfica**

La realización de diseño de sistema de alcantarillado se requiere conocer las características de los pavimentos de las calles, la localización de las estructuras existentes, los perfiles longitudinales de las calles e indicar el número de viviendas en cada tramo.

La escala de los planos suele variar entre 1:1000 y 1:3000 según el detalle deseado y a menos que el terreno sea totalmente plano, deben incluirse las curvas de nivel, así como la elevación geodésica de los puntos de intersección de las calles (PI) y también de los puntos relevantes de las curvas verticales presentes en las vías. Para esto es necesario que en el momento de realizar el levantamiento topográfico se señalen las intersecciones de las calles, los cambios bruscos de pendiente y las estructuras existentes que afecten a las alcantarillas. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

### **c) Determinación del periodo de diseño y vida útil del proyecto.**

El período de servicio de una estructura depende de su vida útil, costo inicial, facilidad de ampliación y posibilidad de obsolescencia.

La norma técnica de ANDA para éste tipo de proyectos, el período de diseño mínimo es de 20 años. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

#### d) Cálculo de la población de diseño

Luego de determinar el período de diseño del proyecto lo más difícil es estimar la población futura, la cual será el 100% o un porcentaje menor, según sea el caso, determinado por limitaciones de orden físico o legal que restrinjan el desarrollo de áreas de la ciudad y de sus habitantes.

Para obtener este dato se cuenta con varios métodos de cálculo, sin embargo solo se describirán los dos casos que se utilizarán en este trabajo. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

##### *Método Aritmético.*

Este método supone que el aumento de la población es constante e independiente del tamaño de éste, el crecimiento es lineal.

Matemáticamente se expresa de la siguiente manera, si P es la población y T es el tiempo, entonces:

$$\frac{dP}{dT} = ka$$

Integrando entre los límites del último censo (uc) y el censo inicial (ci) se tiene:

$$ka = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}}$$

En donde:

ka = pendiente de la recta

$P_{uc}$  = población del último censo

$T_{uc}$  = año del último censo

$P_{ci}$  = población del censo inicial

$T_{ci}$  = año del censo inicial

Podrá tomarse un valor de  $k_a$  promedio entre los censos o un  $k_a$  entre el primer censo y el último censo disponible. Por lo tanto la ecuación de proyección de población será:

$$P_f = P_{uc} + k_a(T_f - T_{uc})$$

En donde:

$P_f$  = población proyectada

$T_f$  = año de la proyección

(Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

### ***Método de Crecimiento Geométrico.***

El crecimiento será geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto, el cual se expresa así:

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

En donde  $r$  es la tasa de crecimiento anual. Tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación se obtiene la ecuación de proyección de población:

$$\log Pf = \log Puc + (Tf - Tuc)\log(1 + r)$$

Por otra parte, reemplazando los valores del último censo y del censo inicial en la ecuación anterior se obtiene la tasa de crecimiento anual:

Este último valor se sustituye en la ecuación de proyección de población para obtener el cálculo final. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

#### **e) Designación del consumo de agua y caudal de diseño.**

Para establecer el caudal de diseño es necesaria primero determinar el consumo de agua, el cual se conoce como el volumen de agua utilizado por una persona en un día y se expresa en litros por habitantes y por día (L/hab/d).

La norma técnica de ANDA dispone una dotación doméstica urbana de 80 a 350 L/hab/d. En donde la dotación total deberá incluir además de la dotación doméstica el consumo comercial, público, etc.

El caudal de diseño será igual al 80% del consumo máximo horario correspondiente al final del periodo de diseño más una infiltración potencial a lo largo de la tubería de 0.20 L/s/ha para tubería de cemento y 0.10 L/s/ha para tubería de PVC. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

Tabla 3-3 Consumos Específicos

CONCEPTO	CONSUMO DE AGUA
Dotación urbana total	$\geq 220$ L/p/d
Locales comerciales	20 L/m <sup>2</sup> /d
Hoteles	500 L/hab/d
Pensiones	350 L/hab/d
Restaurantes	
Escuelas	40 L/alumno/d
Externos	200 L/P/d
Internados	50 L/P/d
Personas no residentes	600 L/cama/d
Hospitales	
Clínicas	500 L/consultorio/d
Medicas	1000 L/consultorio/d
Dentales	
Vivienda	
Mínima	80-125 L/p/d
Media	125-175 L/p/d
Alta	175-350 L/p/d
Otros	
Mercados, puestos	15 L/m <sup>2</sup> /d
Cines, teatros	3 L/asiento/d
Oficinas	6 L/m <sup>2</sup> /d
Bodegas	20 L/m <sup>2</sup> /d
Gasolineras	300 L/bomba/d
Estacionamientos	2 L/m <sup>2</sup> /d
Industria	80 L/p/turno
Jardines	1.5 L/m <sup>2</sup> /d
Lavandería	50 L/kg/r.sec
Cantareras	30 L/p/d

La capacidad de las tuberías será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor, el cual dependerá de la magnitud de variaciones del caudal (ver tabla 3-4):

*Tabla 3-4 Factores según el diámetro del colector*

Ø COLECTOR	FACTOR	Ø COLECTOR	FACTOR
8"≤Ø≤12"	2.00	36"	1.4
15"	1.80	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	INTERCEPTORES	1.20
30"	1.45	O EMISARIOS	

(ANDA, Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

#### **f) Cálculos hidráulicos**

Estos cálculos se realizarán por medio de la fórmula de Chezy-Manning, la cual se expresa así:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

V = Velocidad media (m/s)

R = Radio hidráulico (tubería llena = D/4)

S = Pendiente o gradiente hidráulico

n = Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad  $n$  será de 0.015 para colectores de cemento-arena o concreto y de 0.011 para PVC.

Para identificar las velocidades límites se considerará tubo lleno, según la norma técnica de ANDA, sin embargo podrá diseñarse a caudal real para permitir pendientes mayores en el caso de PVC o similar.

La velocidad mínima real para colectores primarios y secundarios es de 0.50 m/seg a caudal de diseño durante el primer año de funcionamiento. Mientras que las velocidades máximas son de 5.0m/s en PVC, 4.0m/s en hierro fundido y 3.0m/s en tuberías de concreto. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

#### **g) Proyecto definitivo**

Lo conforman los cálculos necesarios para determinar las pendientes, dimensiones y capacidades de la red de alcantarillado y de sus instalaciones. Además se incluye los planos con la red de alcantarillado sobre la planimetría del lugar así como los perfiles correspondientes de cada calle y avenida.

En este proceso se adicionan las especificaciones técnicas y presupuesto del diseño de alcantarillado. (Chinchilla Menjivar & Rodríguez Ayala, 2010)

**CAPITULO IV: DISEÑO DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO  
DE TURIN**

## 4.1 METODOLOGIA

### 4.1.1 FORMULAS A UTILIZAR EN EL DISEÑO

La fórmula empírica de Chezy-Manning es la más práctica para el diseño de canales abiertos, actualmente se utiliza para conductos cerrados y tiene la siguiente expresión: (ANDA, Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

V = velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

R = Radio hidráulico (m)

S= Pendiente (m/m)

El radio hidráulico se define como:

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

Dónde:

$A_m$  = Área de la sección mojada (m<sup>2</sup>)

$P_m$  = Perímetro de la sección mojada (m)

Para tuberías con sección llena el radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4}$$

Dónde:

D = Diámetro (m)

Sustituyendo el valor de (R), la fórmula de Manning para tuberías a sección llena es:

$$V = \frac{0.397}{n} D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Para el cálculo de caudal a tubo lleno se utiliza la ecuación de continuidad:

$$Q=VA$$

Dónde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

A = Área de la sección circular (m<sup>2</sup>)

## 4.1.2 PROPIEDADES HIDRAULICAS DE LOS TUBOS CIRCULARES

### 4.1.2.1 Flujo en tuberías con sección llena

En el diseño de conductos circulares, se utilizan tablas, nomogramas o programas de computadora, los mismos están basados en la fórmula de Manning y relacionan la pendiente, diámetro, caudal (capacidad hidráulica) y velocidad, para condiciones de flujo a sección llena. (Berrios Benavides & Cervantes Morales, 2015)

### 4.1.2.2 Flujo en tuberías con sección parcialmente llena

El flujo a sección llena se presenta en condiciones especiales. Se debe destacar que la condición normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, es a sección parcialmente llena, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire.

Durante el diseño, es necesario determinar el caudal, velocidad, tirante y radio hidráulico, cuando el conducto fluye a sección parcialmente llena (condiciones reales). Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características de flujo a sección llena y parcialmente llena. (Berrios Benavides & Cervantes Morales, 2015)

### **4.1.3 CRITERIOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO**

#### ***4.1.3.1 Ubicación de pozos de registro y líneas de tuberías***

Tomando como base la normativa existente y la información topografía del casco urbano, se procede a la ubicación de pozos.

La llegada y salida de tuberías en los pozos de registro se deberá considerar lo siguiente:

- a) Cuando a un pozo llega más de una tubería deberá de existir una o más salidas de agua residual hacia otros colectores.
- b) El caudal de agua residual en los pozos se dividirá en el número de salidas o descargas que este posea.

#### ***4.1.3.2 Determinación del sentido del flujo***

Una vez sean ubicados los pozos de registro, se procederá a la determinación de sentido de flujo de las aguas residuales, esto se realizara para cada tramo dependiendo la pendiente de la rasante del terreno natural. Por economía se trata de lograr que la tubería de aguas residuales se mantenga paralela a la rasante del terreno natural, respetando el recubrimiento mínimo de 1.20 m y la profundidad mínima de pozos de 1.50 m.

En algunos casos dependiendo de la topografía del terreno, se establece el sentido del flujo en contrapendiente al terreno natural, es decir, que la tubería llevara una pendiente contraria a la que presenta la rasante del terreno natural.

#### ***4.1.3.3 Áreas tributarias***

Se consideran como áreas tributarias, aquellas áreas definidas por el trazo en planos de triangulaciones y que se utilizaran para definir un porcentaje de infiltración dependiendo el tipo de material a utilizar en tuberías. La unidad de medida será la hectárea (Ha).

#### ***4.1.3.4 Elaboración de planos***

Los planos finales contienen la siguiente información:

- Nivel de tapadera de pozos de visita
- Nivel de fondo de pozos de visita
- Pendiente de la tubería de aguas residuales
- Diámetro de la tubería
- Longitud del tramo
- Numero de Pozo
- Numero de Tramo
- Sentido del flujo
- Perfiles por Avenidas y calles

Nota: Las coordenadas en el Punto 1 del levantamiento topográfico fueron tomadas como Norte= 1000, Este= 1000 y Elevación= 200, debido a que no existe un banco de marca con coordenadas establecidas.

## 4.2 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO

### 4.2.1 INFILTRACIÓN

Es aquella agua que infiltra por medio de uniones que han sufrido algún tipo de defecto, incluso las que penetran por las uniones defectuosas, tubos rotos, etc.; la presencia de agua subterránea en el nivel freático elevado produce infiltraciones y un aumento de cantidad de aguas residuales.

Las normas de A.N.D.A. sugieren una estimación de la contribución de las infiltraciones en el caudal de diseño de 0.2 lt/seg./Ha. Para tuberías de cemento y 0.1 lt/seg./Ha para tubería de PVC y similar.

El caudal de diseño será igual al 80% del consumo máximo horario correspondiente al final del periodo de diseño más infiltración potencial a lo largo de la tubería.

La capacidad de las tuberías será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor, el cual depende de la magnitud de las variaciones del caudal por infiltración. (Ver tabla 4.1). (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

*Tabla 4-1 Factores según diámetro del colector*

COLECTOR	FACTOR	COLECTOR	FACTOR
8" < Ø < 12"	2.00	36"	1.4
15"	1.35	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	INTERCEPTORES O	1.2
30"	1.45	EMISARIOS	

#### **4.2.2 VELOCIDAD**

Durante el funcionamiento del sistema de alcantarillado, se tiene que cumplir la condición de auto limpieza para evitar cualquier sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. El mantenimiento continuo de la eliminación de sedimentos es costoso y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento.

La experiencia ha determinado valores para que el agua residual circule sin presentar problemas de sedimentación.

Estos límites de velocidad serán para diseños a tubo lleno, pero también, se diseñará a caudal “real” para permitir mayores pendientes de los colectores.

Teniendo en cuenta no sobrepasar velocidades recomendadas por la Norma Técnica de A.N.D.A, porque esto incurriría en erosión por altas velocidades. (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

#### **4.2.3 PENDIENTES**

El diseño se realiza calculando la pendiente mínima, con el criterio de la velocidad mínima y para condiciones de flujo a sección llena. Bajo este criterio las tuberías de alcantarillado se proyectan con pendientes que aseguren una velocidad mínima.

La pendiente tiene una relación directa con el flujo en el tubo, ya que influye en el movimiento de las aguas residuales. En la circulación por canales abiertos, el perfil hidráulico coincide con la superficie del agua, la pendiente es igual a la caída de esta por unidad de longitud.

En condiciones ordinarias, se toma como pendiente de una alcantarilla la de su colector, lo que implica que el perfil hidráulico o la superficie del agua, serán paralelas a ella. (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

### 4.3 **NORMATIVA A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO**

- **Alcance del proyecto**

Período mínimo deseable de diseño: 20 años. (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Población de diseño**

La población de diseño a considerar será para el año 2036, (ver cap. II)

- **Caudal de tuberías diseño; capacidad de las tuberías**

El caudal de diseño será igual al 80% del consumo máximo horario de agua potable correspondiente al final del período de diseño más una infiltración potencial a lo largo de la tubería de 0.20 L/s/ha para tubería de cemento y 0.10 l/s/ha para tubería PVC

La capacidad de las tuberías será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor, el cual dependerá de la magnitud de variaciones de caudal. (Ver tabla 4.1) (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Cálculos hidráulicos**

Se usará la fórmula de Chezy-Manning:  $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

Considerando el diámetro interno efectivo de la tubería. El coeficiente de rugosidad n será de 0.015 para colectores de cemento-arena o concreto y de 0.011 para PVC, donde R= Radio

Hidráulico (ANDA, Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Límites de velocidad (a tubo lleno)**

En colectores primarios y secundarios:  $V$  mínima real = 0.50 m/seg a caudal de diseño durante el primer año de funcionamiento. En colectores de urbanizaciones prevalecerá el criterio mínimo diámetro pendiente.

Velocidad máxima con el caudal de diseño. (Ver tabla 4.2)

*Tabla 4-2 Límites máximos de velocidad según material de tubería*

Material	Vmax.
PVC	5.0 m/s
Hierro	4.0 m/s
Concreto	3.0 m/s

Fuente: Norma Técnica de ANDA (ANDA, Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Diámetro mínimo de tuberías**

Colectores de pasajes peatonales (vivienda de interés social) PVC Ø 6" si longitud  $\leq$  100 m. Acometidas domiciliarias Ø 6" Colectores terciarios Ø 8" (cemento ó PVC). (ANDA, Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Pendiente mínima**

La pendiente mínima en los tramos iniciales de la red será de 1%

En casos debidamente justificados se aceptará pendiente mínima de 0.5% siempre que sea PVC y en tramos no iniciales. (ANDA, Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Clase de sistema y trazo de la red.**

El alcantarillado sanitario será de la clase "separado absoluto de las aguas lluvias".

El trazo y configuración de la red (ortogonal, con interceptores, etc.) será una resultante del aprovechamiento optimizado de las condiciones topográficas e hidrogeológicas. (ANDA, Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Profundidad de los colectores.**

En los tramos de conexión domiciliar, los límites de profundidad de tuberías en las zanjas, para protección contra las variaciones de carga viva e impacto serán de 1.20 a 3.00 m de relleno sobre la corona de la tubería.

Si el espesor del relleno es menor de 1.20 m. habrá que proteger la tubería con losetas de hormigón armado sobre muros laterales de mampostería; a profundidades mayores que 3.0 m se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas domiciliarias.

Cuando se trate de viviendas de interés social y específicamente a tuberías de drenaje de Aguas Negras instaladas en pasajes peatonales, la profundidad podrá ser como mínimo 0.8 m sin necesidad de protecciones. (ANDA, Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Pozos de visita**

Deberán permitir sin riesgos ocupacionales y con la mínima interferencia hidráulica, fácil acceso para la observación y mantenimiento del alcantarillado.

Los pozos de visita se preverán principalmente para inspección, eventual limpieza y desobstrucción de tuberías, así como para aforo, muestreo y análisis de aguas residuales,

consecuentemente se proyectarán al inicio de colectores, puntos de convergencia de colectores, cambios de diámetro o sección, cambios de dirección o pendiente, cambio de materiales de la tubería. En tramos rectos la distancia entre pozos de visita no excederá de 100 m si  $\emptyset = a 24''$ .

Podrán utilizarse pozos de visita prefabricados siempre que se comprueben su funcionalidad y resistencia. (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Pozos de visita con cajas de sostén**

Si la tubería entrante alcanza el pozo de visita a más de un metro sobre el nivel del fondo se construirá un pozo con caja de sostén; la caída no excederá de 4.00 m, hasta 7.50 m. se usarán cajas dobles. Cuando el material sea utilizado PVC las cajas de sostén se podrán sustituir por accesorios del mismo material.

Las cajas de sostén se construirán según modelos de ANDA.

Cuando desemboquen tuberías de diferente diámetro, en un pozo de visita, la de menor diámetro tendrá una caída mínima igual a la mitad del diámetro mayor. (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Ancho de zanjas**

El ancho en el fondo será igual al diámetro externo de la campana de la tubería más 20 cm. a cada lado para permitir la colocación adecuada de la tubería. (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

- **Conexiones domiciliarias**

Se construirán de acuerdo a planos tipos de ANDA.

Las conexiones Domiciliarias no se conectarán a pozos de visita ni a colectores cuya profundidad exceda de 3 m.

Se permitirán acometidas dobles y tales acometidas deberán ser de diámetro mínimo 4". (ANDA, Normas Tecnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, 2014)

## 4.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

### 4.4.1 DATOS CARACTERISTICOS DEL PROYECTO

Periodo de Diseño (n) .....	20 años
Tasa de Crecimiento (r).....	1.877 %
Área del Proyecto (At).....	1.2 km
Número de Viviendas (No).....	1600 Viviendas
Dotación Domestica (Dot).....	150 lts/persona/día
Población Actual (Po).....	7570 habitantes
Población Final (f).....	10980 habitantes
Densidad Poblacional (Ds).....	7 habitantes por vivienda

#### 4.4.2 CALCULO DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO

##### Calculo del caudal Tributario por tramo. Colector 54: 4ª Calle Poniente (Ver fig. 4.1)

Tramo 54: de pozos 38 – 53

Longitud del Tramo: 103 m



Figura 4-1 Ubicación de colector 54 4ª. Calle Pte.

- Área Tributaria: área de influencia del tramo de tubería comprendido entre los dos pozos = 0.3189 Ha.
- Calculo de número de habitantes por tramo:

$$Pt(\text{según plano catastral}) = (\text{No de viv.}) \times (Ds)$$

$$Pt = (10 \text{ viv}) \times (7 \text{ hab/viv})$$

$$Pt = 70 \text{ habitantes}$$

### Calculo de Caudal de Aguas Residuales por cada Tramo.

- Caudal Medio Diario (Qmd)

$$Q_{md} = \frac{\# \text{ de hab. por dotacion}}{86400} = \frac{70 * 150}{86400}$$

$$Q_{md} = 0.121528 \text{ lt/seg.}$$

- Calculo de caudal máximo horario (Qmáx h)

$$Q_{md} = 0.121528 \text{ lt/seg.}$$

$$K_2 = \text{Factor de variación de consumo} = 2.4$$

Entonces:

$$Q_{max h} = K_2 \times Q_{md} = 2.4 \times 0.121528 = 0.291667 \text{ lt/seg}$$

- Cálculo del Caudal de Diseño:

Es el 80% del caudal máximo horario para el tramo sumado al 10% del área tributaria calculada.

$$Q_{diseño} = 0.80 (0.291667 \text{ lts/seg.}) + 0.10 (0.3189 \text{ Ha}) = 0.265223 \text{ lts/seg.}$$

- Cálculo de la Contribución por tramo.

Resulta de multiplicar el caudal de diseño (Qdiseño), por el factor de seguridad recomendado por ANDA, para las tuberías de PVC de 8" y 12", el cual es igual a 2.

$$Q \text{ del tramo} = 0.291667 \text{ lt/seg} \times 2 = 0.530447 \text{ lts/seg.}$$

Con el cálculo de la contribución del tramo se termina de llenar el cuadro del caudal tributario. El procedimiento es el mismo para los demás tramos.

Ver tabla Excel. 4ª Calle Poniente

### **Cálculo del Diseño Hidráulico del Diámetro de Tuberías**

Colector 54: 4ª Calle Poniente

Tramo 54: del pozo 38 – 52 Pendiente del tramo: 4.35%

Diámetro de la tubería: 8" = 0.2032 m

- Área a tubo lleno: Área de la tubería utilizando el diámetro nominal del tubo.

$$Area = (\pi \times d^2)/4 = ((\pi \times (0.2032)^2)/4 = 0.03243 \text{ m}^2$$

- Velocidad a tubo lleno.

Utilizando la fórmula de Manning y sustituyendo los datos de pendiente y el área a tubo lleno; y el coeficiente de Manning para tuberías PVC = 0.011

$$Rh = d/4$$

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} = \frac{(0.0508)^{2/3} (4.35/100)^{1/2}}{0.011}$$

$$V = 2.60 \text{ m/s}$$

- Cálculo del caudal a tubo lleno

$$Q = A \times V = 0.03243 \text{ m}^2 \times 2.60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = 0.084306685 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = 84.306685 \text{ lts/seg.}$$

- Contribución por tramo: Se traslada el dato calculado en el cuadro de cálculo del caudal tributario; para este caso es de 0.530447 lts/seg.
- Caudal de Diseño acumulado

$$Q_{\text{acumulado}} = Q_{\text{acumulado anterior}} + Q_{\text{tramo que se analiza}}$$

Este cálculo depende del sentido del flujo, es decir que es el resultado de acumular los aportes del tramo, así como también la acumulación de los tramos anteriores conforme se avanza en el cálculo del colector proyectado, incluyendo el aporte de los entronques con otros colectores.

Entonces:

A este colector se entroncan dos colectores los cuales son: El tramo 53 de la 4ª Calle Poniente: su aporte es de 0.4208415 lts/seg.

El tramo 43 de la 1ª Avenida Sur: su aporte es de 1.124864 lts/seg.

$$Q_{\text{acumulado } 38 - 52} = 0.4208415 + 1.124864 + \text{caudal del tramo } 38 - 52$$

$$Q_{\text{acumulado } 38 - 52} = 0.4208415 + 1.124864 + 0.530447$$

$$Q_{\text{acumulado } 38 - 52} = 2.076152 \text{ lts/seg.}$$

- Con el  $Q_{\text{acumulado}}$ , se ingresa al programa Hcanales, además de este también se ingresan los datos siguientes (ver Fig. 4.2):

S = pendiente del tramo.

$n$  = coeficiente de Manning

$\emptyset = 5$  diámetro de la tubería

Figura 4-2 Ventana de trabajo del programa HCANALES con la evaluación del colector correspondiente al tramo 54

Los datos ingresados al programa Hcanales son los siguientes ver fig. 4.3:

Colector 54: 4<sup>a</sup> Calle Poniente

Tramo 54: del pozo 38 – 52

Pendiente del tramo: 4.35%

$n = 0.011$

Diámetro de la tubería:

8" = 0.2032 m

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: <input type="text"/>	Proyecto: <input type="text"/>
Tramo: <input type="text"/>	Revestimiento: <input type="text"/>

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="1.002076152"/>	m <sup>3</sup> /s
Diámetro (d):	<input type="text" value="0.2032"/>	m
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.011"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0435"/>	m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.0220"/>	m	<b>TH</b>	Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="0.1362"/>	m	
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0019"/>	m <sup>2</sup>		Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0139"/>	m	
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.1262"/>	m		Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0963"/>	m/s	<b>Vr</b>
Número de Froude (F):	<input type="text" value="2.8578"/>			Energía específica (E):	<input type="text" value="0.0832"/>	m·Kg/Kg	
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>						

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Ingresar el tipo de material del canal

09:53 a.m. 29/07/2016

*Figura 4-3 Cálculo de tirante hidráulico y velocidad real en Hcanales*

Y así se obtiene el Tirante Hidráulico (TH) y la Velocidad real (Vr):

$$TH = 0.022 \text{ m}$$

$$Vr = 1.0963 \text{ m/s}$$

### Revisión del Tirante Hidráulico

El tirante hidráulico calculado se compara con el tirante máximo, en este caso es el 70% del diámetro de la tubería. El resultado esperado es que el tirante hidráulico calculado debe ser menor que el tirante máximo.

$$0.022 \text{ m} < 0.1422 \text{ m}$$

El procedimiento es repetitivo en los demás tramos de los colectores.

## 4.5 PRESENTACIÓN TABLAS DEL DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

### 4.5.1 CONTENIDO DE LAS TABLAS

Presentación de tablas utilizadas para llevar a cabo el diseño de la red de alcantarillado sanitario.

#### Tabla usada para calcular el caudal tributario de un tramo.

Tabla 4-3 Calculo de caudal tributario por tramo de colector

TRAMO	DE POZO A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_m \times \text{hor} + 0.1 \text{ts}$ /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
					MEDIO (M <sup>3</sup> /S)	MAXIMO (hor) (M <sup>3</sup> /S)			

En la columna “tramo” se especifica número de tramo del colector a calcular el caudal tributario.

En la columna #ubicación” se especifica la ubicación del tramo del colector teniendo los siguientes dos casos:

- Si el tramo se ubica en un colector perteneciente a una calle, dicho tramo estará delimitado por 2 avenidas, interceptando en el pozo de inicio y pozo de llegada cada una de las avenidas.
- Si el tramo se ubica en un colector perteneciente a una avenida, dicho tramo estará delimitado por 2 calles, interceptando en el pozo de inicio y pozo de llegada cada una de las calles.

En la columna “de pozo” indica el número del pozo inicial del tramo ya especificado anteriormente.

En la columna “pozo” indica el número del pozo de llegada del tramo ya especificado.

En la columna “longitud del tramo”, se especifica la longitud horizontal del tramo delimitado entre dos pozos.

En la columna “Área tributaria” se especifica el área correspondiente al tramo antes referido y que se utiliza para determinar infiltración del agua residual en los tramos. Este dato fue obtenido haciendo uso de software AutoCAD.

El cálculo de “habitantes por tramo” se ha determinado mediante el conteo de lotes que realizaran descargas hacia el tramo del colector. Realizando la operación # de lotes \* Habitantes por lote.

El “Caudal medio” se determinó haciendo uso de la expresión siguiente para obtener dicho

$$\text{caudal en M}^3/\text{s: } \text{caudal medio} = \frac{\left( \text{dotacion lts/persona/día} \right) * (\# \text{habitantes por lote})}{86400 * 1000}$$

El “caudal máximo horario” ( $Q_{mxhor}$ ) se obtiene de multiplicar:

$$Q_{mxhor} = \text{caudal medio} * \text{coeficiente de variacion horaria}$$

El “caudal de diseño” se obtiene de la siguiente operación:

$$Q_{diseño} = 0.8Q_{mxhor} + \frac{0.1 \frac{\text{Lts}}{\text{s}} * \text{area tributaria}}{1000}$$

El “Factor de seguridad”, varía según el diámetro de tubería como se presenta en tabla según ANDA. (Ver tabla 4.1)

La “Contribución de caudal del tramo”. Este dato se obtiene de la multiplicación del  $Q_{diseño}$  \* factor de seguridad.

## Tabla usada para el diseño hidráulico del alcantarillado sanitario.

Tabla 4-4 Diseño hidráulico del diámetro de tubería

TRAMO DE POZO A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDALA TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
----------------------	---------	--------------	-------------	----------------------	---------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------	--------------------------------------	-------------------------	------------------------------	----------------------

En la columna “tramo” se especifica número de tramo del colector a realizar diseño hidráulico.

En la columna “de pozo” indica el número del pozo inicial del tramo ya especificado anteriormente.

En la columna “pozo” indica el número del pozo de llegada del tramo ya especificado.

La “pendiente” se presenta en % y es la que posee la tubería en el del tramo ya especificado.

El “diámetro de la tubería de PVC” se presenta en pulgadas, y en la siguiente columna se presenta el equivalente del diámetro en metros.

El “área a tubo lleno” es el área interna del tubo calculada mediante la expresión:

$$area\ tubo\ lleno = \pi d^2 / 4$$

Donde, d indica diámetro de tubería.

El “caudal a tubo lleno”: se calcula mediante la expresión:

$$Q = V * A$$

Dónde:

V= velocidad a tubo lleno

A= área interna del tubo

La “contribución del tramo” se obtiene directamente de la columna contribución del tramo de la tabla llamada “caudal tributario”.

El “caudal acumulado” es la suma de caudales tributarios de tramos anteriores, que se descargan su caudal al pozo inicial del tramo ya especificado.

La “relación q/Q”, se refiere a la división del caudal acumulado entre caudal a tubo lleno.

La “velocidad a tubo lleno”, se calcula mediante ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

V = velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

R = Radio hidráulico (m)

S= Pendiente (m/m)

La “velocidad real”, se calcula mediante software HCANALES, introduciendo la siguiente información:

- Caudal acumulado en (m<sup>3</sup>/s) del tramo especificado en columna 1.
- Diámetro de tubería del tramo en metros.
- Rugosidad del materia (n), en este caso al ser PVC, n=0.011.
- Pendiente de la tubería del tramo especificado en columna 1. La pendiente se introducirá en decimales.

El “Tirante hidráulico”, se calcula mediante software HCANALES.

El “tirante máximo”, según normas técnicas de ANDA, será el 70% del diámetro total de la tubería.

La obtención de datos por medio de la curva de elementos hidráulicos básicos (curva del Banano), ver Fig. 4.8, se realiza de la siguiente manera:

En primer lugar se determina la relación  $q/Q$ , es decir, relacionando en caudal de diseño con el caudal a tubo lleno y con este valor se ingresa a la curva de elementos hidráulicos básicos para un colector circular, con estos datos interceptamos la curva de DESCARGA y se lee el valor de  $y/D$  y desde el mismo punto se intercepta la curva de VELOCIDAD y se lee en el gráfico del valor de  $v/V$ . Con los valores anteriores se calcula el Tirante Normal y la Velocidad real del tubo parcialmente lleno, para cada tramo:

$$\text{VELOCIDAD REAL} = v/V \times (V_{\text{Tubo lleno}})$$

$$\text{TIRANTE HIDRAULICO} = y/D \times (\text{Diámetro de la tubería})$$

El tirante máximo considerado en este diseño está representado por el 70% del diámetro de la tubería.

Utilizando los datos anteriores tenemos:

- **Cálculo de la Relación  $q/Q$ :**

La relación entre el caudal a tubo lleno del tramo ( $Q_{\text{lleno}}$ ) y el caudal de diseño ( $Q_{\text{diseño}}$ ) es importante, ya que con este resultado se entra a la curva de elementos hidráulicos básicos (Ver Fig. 4.8)

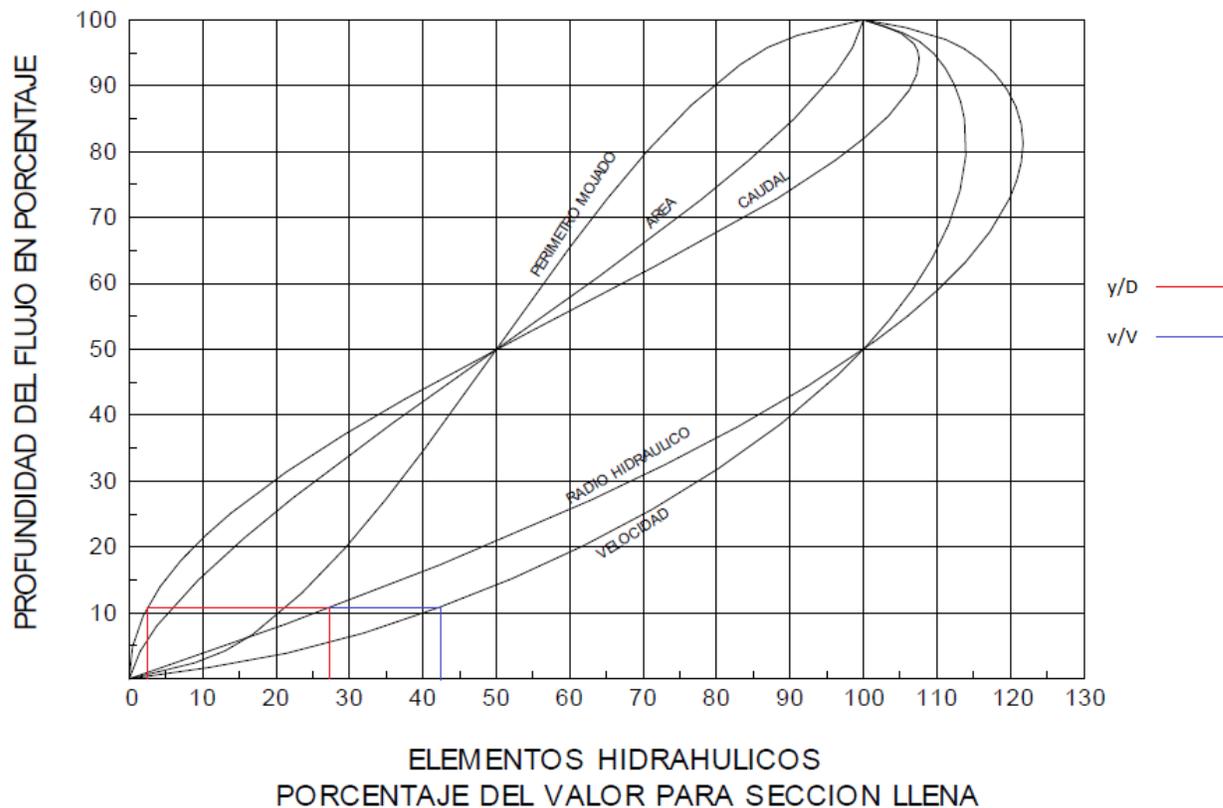


Figura 4-4 Curva del banano

$$q / Q = Q_{\text{diseño}} / Q_{\text{lleño}} = 2.076152 / 84.306685 = \mathbf{0.02462619}$$

- **Cálculo de y/D y v/V:**

Una vez calculada la relación  $q/Q$  se ingresa a la curva de elementos hidráulicos básicos interceptando la curva de DESCARGA y se lee el valor de  $y/D$  y desde el mismo punto se intercepta la curva de VELOCIDAD y se lee en el gráfico el valor de  $v/V$ .

$$y/D = 0.273$$

$$v/V = 0.420$$

- **Cálculo del Tirante Hidráulico y la Velocidad Parcialmente Llena o Velocidad real:**

Con los valores calculados con los datos anteriormente encontrados se calculan para cada tramo el tirante hidráulico y la velocidad real:

$$\text{TIRANTE HIDRÁULICO} = y/D \times (\text{Diámetro de la tubería})$$

$$\text{TIRANTE HIDRÁULICO} = 0.273 \times (0.2032) \text{ m} = \mathbf{0.055 \text{ m}}$$

$$\text{VELOCIDAD REAL} = v/V \times (\text{Velocidad a tubo lleno})$$

$$\text{VELOCIDAD REAL} = 0.420 \times 2.600 \text{ m/s} = \mathbf{1.092 \text{ m/s}}$$

- **Revisión del Tirante Hidráulico**

El tirante hidráulico calculado se compara con el tirante máximo, en este caso es el 70% del diámetro de la tubería. El resultado esperado es que el tirante hidráulico calculado debe ser menor que el tirante máximo.

$$\mathbf{0.055 \text{ m} < 0.1422 \text{ m}}$$

El procedimiento es repetitivo en los demás tramos de los colectores.

A continuación se presentan los cuadros de diseño que constituyen el resumen de todo el diseño de la red del Alcantarillado Sanitario de Turín, Ahuachapán. (**Ver Cuadros 5.75 y 5.77, en la sección de cuadros de diseño de red de alcantarillado**).

#### **4.5.2 PERFILES Y CUADROS DEL DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO:**

A continuación se presenta los respectivos perfiles y cuadros de la red de alcantarillado sanitario.

# **AVENIDAS SUR**

### CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN

**Cuadro 5.1 1A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
29	36	37	62	0,13101002	63	0,00010938	0,00026250	0,00022310	2	0,000446202
43	37	37-A	53	0,133302675	70	0,00012153	0,00029167	0,00024666	2	0,000493327
43-2	37-A	38	54	0,133302675	70	0,00012153	0,00029167	0,00024666	2	0,000493327
64	38	39	71,5	0,15148991	49	0,00008507	0,00020417	0,00017848	2	0,000356965
79	39	40	63,7	0,18956966	21	0,00003646	0,00008750	0,00008896	2	0,000177914
89	40	41	33,3	0,08320464	28	0,00004861	0,00011667	0,00010165	2	0,000203308

**Cuadro 5.2 2A AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
12	8	9	101	0.5096181	77	0.0001336806	0.000320833	0.000307628	2	0.000615257

**Cuadro 5.3 2A. AV. SUR B**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
41	12	13	91.5	0.18701739	12 y 1066 alumnos	0.00056644	0.00135944	0.00110626	2	0.00221251
62	13	15	72.5	0.17651806	63	0.00010938	0.00026250	0.00022765	2	0.00045530
77	15	16	98.5	0.26225822	119	0.00020660	0.00049583	0.00042289	2	0.00084578
87	16	17	21	0.03266077	14	0.00002431	0.00005833	0.00004993	2	0.00009987

## DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA

## POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)

Cuadro 5.4 1A. AV. SUR

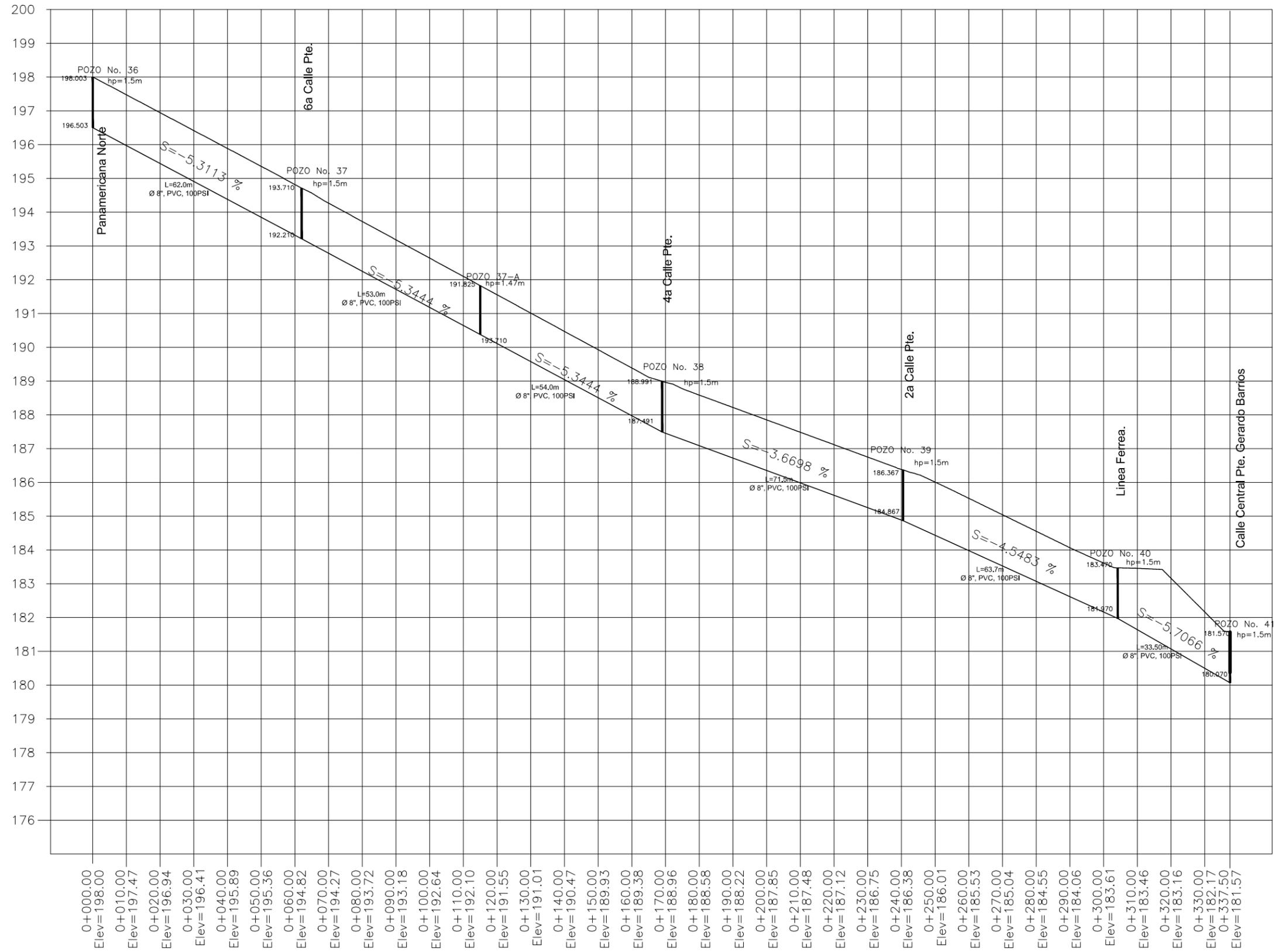
TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
29	36	37	-5.3065	8	0.203	0.0324293	0.093151356	0.000446202	0.000446202	0.0047901	2.872446138	0.7373	0.0101	0.14224
43	37	37-A	-5.3449	8	0.203	0.0324293	0.093487864	0.000493327	0.001756401	0.0187875	2.882822806	1.1	0.02	0.14224
43-2	37-A	38	-5.3449	8	0.203	0.0324293	0.093487864	0.000493327	0.002249728	0.0240644	2.882822806	1.207	0.0217	0.14224
64	38	39	-3.6699	8	0.203	0.0324293	0.077466864	0.000356965	0.001902671	0.0245611	2.388793915	1.0063	0.022	0.14224
79	39	40	-4.5479	8	0.203	0.0324293	0.086236597	0.000177914	0.00196059	0.022735	2.659220323	1.0945	0.0212	0.14224
89	40	41	-5.7057	8	0.203	0.0324293	0.096592134	0.000203308	0.001183603	0.0122536	2.97854711	1.0171	0.0158	0.14224

Cuadro 5.5 2 AV. SUR A

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
12	8	9	-6.9683	8	0.2032	0.032429279	0.106745856	0.000615257	0.000615257	0.00576375	3.291650632	0.8939	0.0111	0.14224

Cuadro 5.6 2A. AV. SUR B

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
41	12	13	-6.038	8	0.203	0.0324293	0.099367113	0.002212515	0.002212515	0.0222661	3.064117279	1.2532	0.021	0.14224
62	13	15	-1.975	10	0.254	0.0506707	0.103042476	0.000455304	0.00397623	0.0385883	2.033569271	1.0089	0.0364	0.1778
77	15	16	-2.944	8	0.203	0.0324293	0.069385379	0.000845785	0.0028339	0.0408429	2.139590561	1.0498	0.028	0.14224
87	16	17	-4.776	8	0.203	0.0324293	0.088374689	0.0000998655	0.001516816	0.0171635	2.725151235	1.0304	0.0185	0.14224



1a Av Sur  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1250  
 ESCALA VERTICAL 1 : 125

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	PRESENTA: <b>ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ</b> <b>JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO</b> <b>MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA</b>	CONTENIDO: <b>1A. AV. SUR</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
	PROYECTO: <b>DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN</b>	UBICACIÓN: <b>MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN</b>	FECHA: <b>2017</b>



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRIGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:

PERFIL 2A. AV. SUR A  
UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:

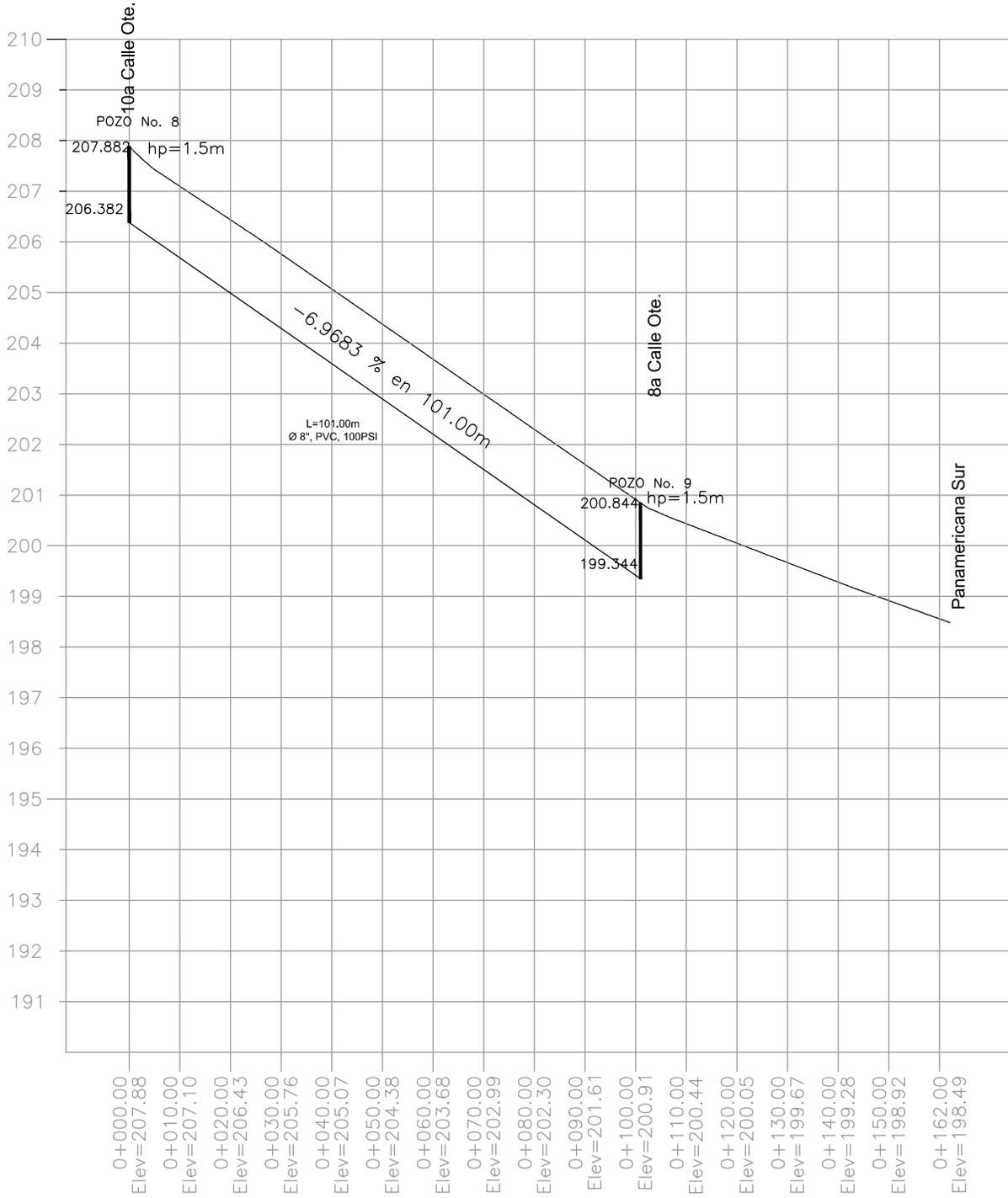
INDICADA

FECHA:

2017

PERFIL:

5-02



2a Av Sur A  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
ESCALA VERTICAL 1 : 125

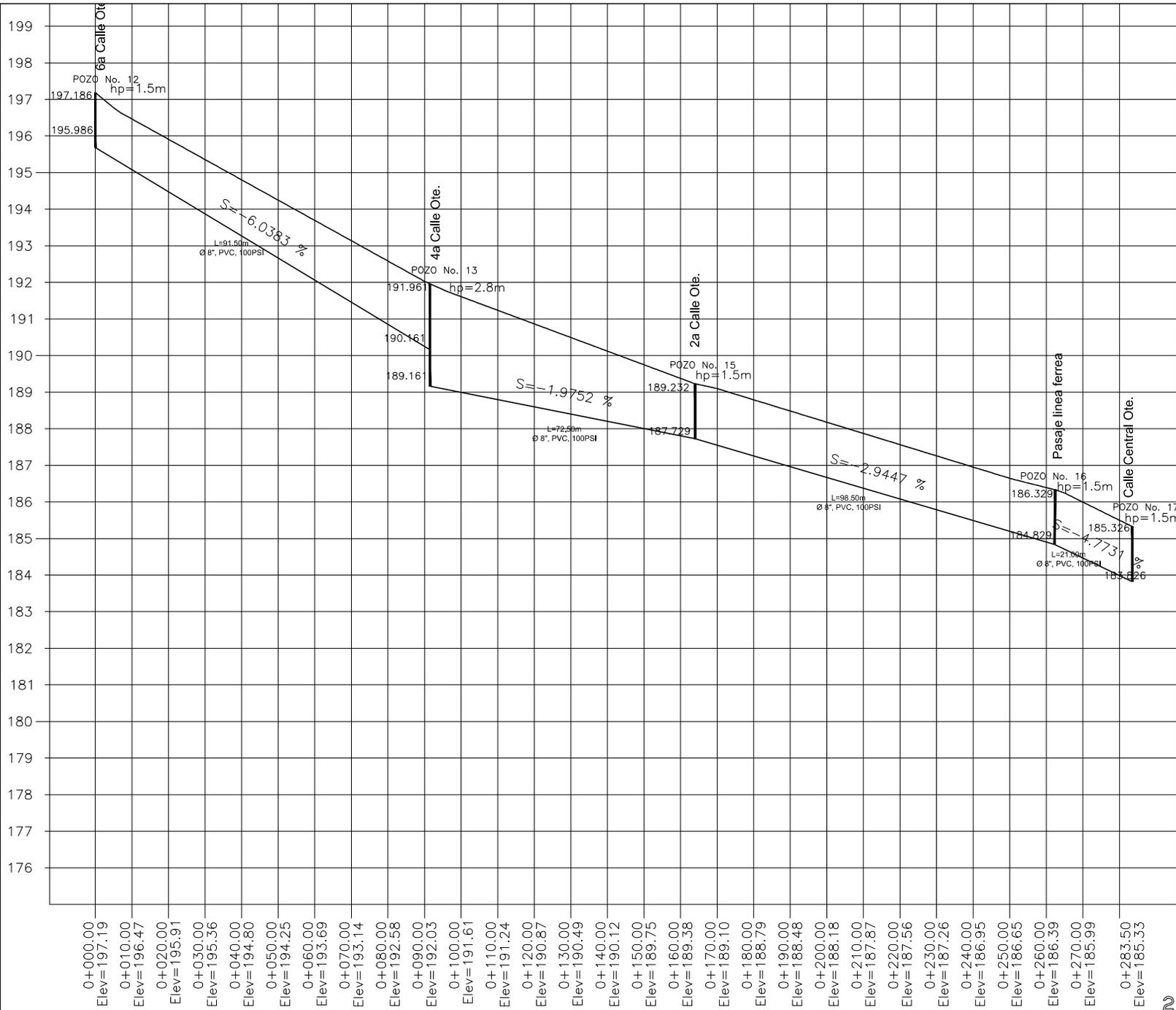


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL 2A. AV. SUB B  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-03



2a Av Sur B  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.7 3A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_m \times \text{hor} + 0.1 \text{ lts} / \text{s eg} / \text{ha}$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
65	52	53	71.6	0.16668252	35	0.0000607639	0.00014583	0.00013333	2	0.00026667
80	53	54	41	0.09023698	20	0.0000347222	0.00008333	0.00007569	2	0.000151381
90	54	55	49	0.12816325	42	0.0000729167	0.00017500	0.00015282	2	0.000305633

**Cuadro 5.8 5A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_m \times \text{hor} + 0.1 \text{ lts} / \text{s eg} / \text{ha}$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
20	60	61	100	0.40443761	105	0.00018229	0.00043750	0.00039044	2	0.00078089
21	61	154	82.4	0.30875556	42	0.00007292	0.00017500	0.00017088	2	0.00034175
22	154	63	25	0.02737487	0	0.00000000	0.00000000	0.00000274	2	0.00000547
23	63	64	70.3	0.12680484	49	0.00008507	0.00020417	0.00017601	2	0.00035203
47	64	70	53.7	0.09026702	42	0.00007292	0.00017500	0.00014903	2	0.00029805
49	70	72	38.6	0.06056489	21	0.00003646	0.00008750	0.00007606	2	0.00015211
59	72	156	80.6	0.24779685	42	0.00007292	0.00017500	0.00016478	2	0.00032956
67	156	73	82.2	0.2428972	91	0.00015799	0.00037917	0.00032762	2	0.00065525
74	73	74	15.2	0.01957711	14	0.00002431	0.00005833	0.00004862	2	0.00009725
82	74	75	11.1	0.0114518	7	0.00001215	0.00002917	0.00002448	2	0.00004896
92	75	76	63.7	0.21351944	35	0.00006076	0.00014583	0.00013802	2	0.00027604

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)**

**Cuadro 5.9 3A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
65	52	53	-3.473	8	0.203	0.0324293	0.075364784	0.00026667	0.003404746	0.0451769	2.323973498	1.175	0.0294	0.14224
80	53	54	-5.083	8	0.203	0.0324293	0.091168332	0.000151381	0.000151381	0.0016605	2.811296932	0.5222	0.0062	0.14224
90	54	55	-4.312	8	0.203	0.0324293	0.083972829	0.000305633	0.001091498	0.0129982	2.589414039	0.9002	0.0162	0.14224

**Cuadro 5.10 5A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
20	60	61	-6.7600	8	0.2032	0.03242928	0.10513817	0.00078089	0.00816755	0.07768400	3.2420756	1.9251	0.0383	0.14224
21	61	154	-7.1881	8	0.2032	0.03242928	0.10841624	0.00034175	0.01500931	0.13844149	3.34315914	2.3496	0.0511	0.14224
22	154	63	-4.8480	8	0.2032	0.03242928	0.08903656	0.00000547	0.01548079	0.17387001	2.745560988	2.0601	0.0636	0.14224
23	63	64	-2.4040	10	0.254	0.05067075	0.11367880	0.00035203	0.01666762	0.14662033	2.243479755	1.6031	0.0657	0.1778
47	64	70	-0.4860	8	0.2032	0.03242928	0.02819163	0.00029805	0.01890826	0.67070478	0.869326464	0.9319	0.1218	0.14224
49	70	72	-1.1839	8	0.2032	0.03242928	0.04399988	0.00015211	0.01946373	0.44235856	1.356795009	1.3152	0.0946	0.14224
59	72	156	-2.4032	8	0.2032	0.03242928	0.06268799	0.00032956	0.01979328	0.31574283	1.933067767	1.7135	0.0784	0.14224
67	156	73	-4.8990	8	0.2032	0.03242928	0.08950391	0.00065525	0.00725301	0.08103565	2.759972124	1.6593	0.0391	0.14224
74	73	74	-2.8553	8	0.2032	0.03242928	0.06832980	0.00009725	0.02349383	0.34382987	2.107040389	1.9112	0.0822	0.14224
82	74	75	-3.7387	8	0.2032	0.03242928	0.07818972	0.00004896	0.02354278	0.30109821	2.411084042	2.1097	0.0765	0.14224
92	75	76	-3.7049	8	0.2032	0.03242928	0.07783472	0.00027604	0.02520691	0.32385178	2.400137238	2.1422	0.0795	0.14224

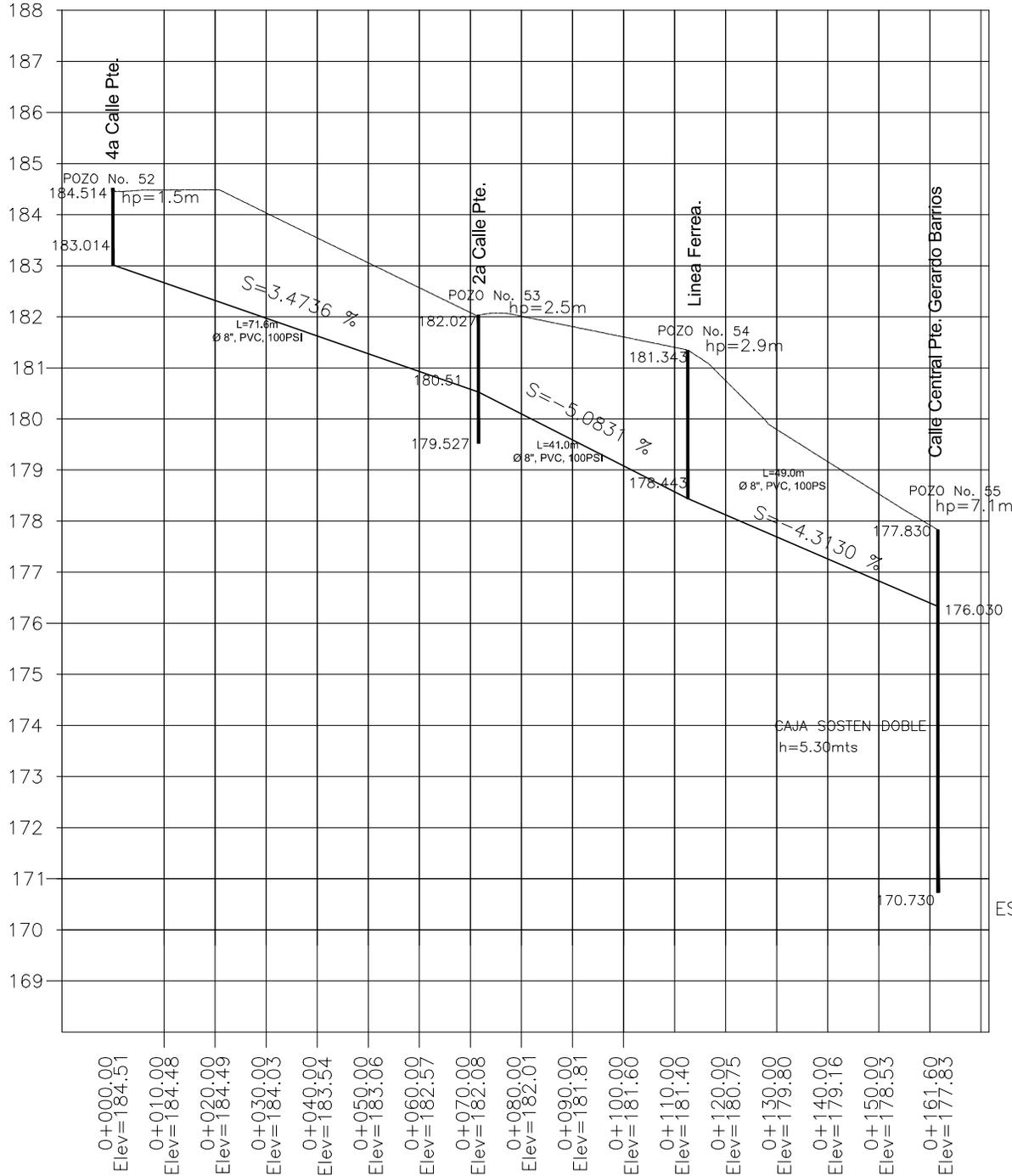


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

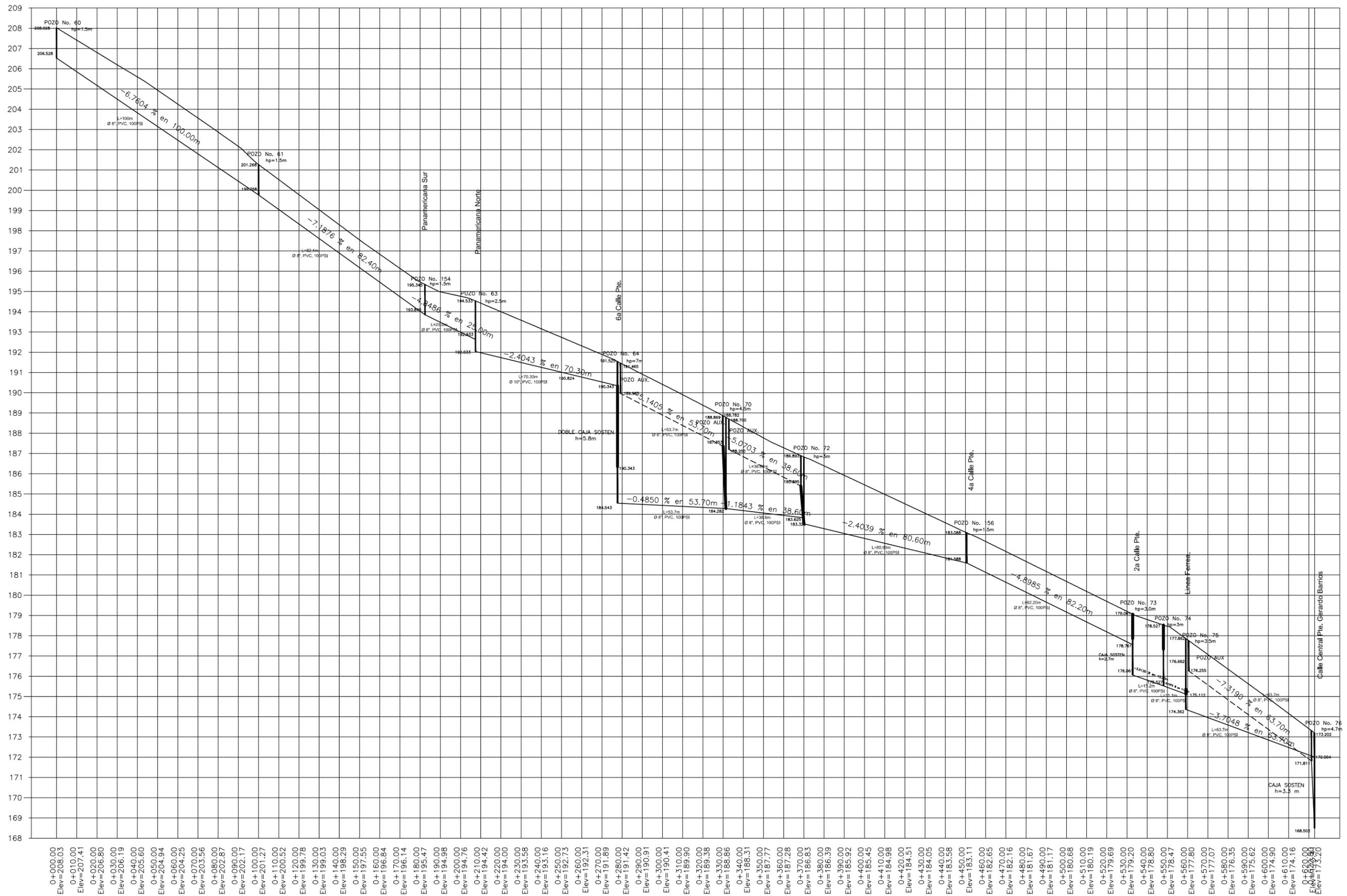
PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:  
 PERFIL 3A AV. SUR  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-04



**3a Av Sur**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1250  
 ESCALA VERTICAL 1 : 125



0+000.00	Elev=208.03
0+010.00	Elev=207.41
0+020.00	Elev=206.80
0+030.00	Elev=206.19
0+040.00	Elev=205.60
0+050.00	Elev=204.94
0+060.00	Elev=204.25
0+070.00	Elev=203.56
0+080.00	Elev=202.87
0+090.00	Elev=202.17
0+100.00	Elev=201.27
0+110.00	Elev=200.52
0+120.00	Elev=199.78
0+130.00	Elev=199.03
0+140.00	Elev=198.29
0+150.00	Elev=197.55
0+160.00	Elev=196.84
0+170.00	Elev=196.14
0+180.00	Elev=195.47
0+190.00	Elev=194.98
0+200.00	Elev=194.76
0+210.00	Elev=194.42
0+220.00	Elev=194.00
0+230.00	Elev=193.58
0+240.00	Elev=193.16
0+250.00	Elev=192.73
0+260.00	Elev=192.31
0+270.00	Elev=191.89
0+280.00	Elev=191.42
0+290.00	Elev=190.91
0+300.00	Elev=190.41
0+310.00	Elev=189.90
0+320.00	Elev=189.38
0+330.00	Elev=188.86
0+340.00	Elev=188.31
0+350.00	Elev=187.77
0+360.00	Elev=187.28
0+370.00	Elev=186.83
0+380.00	Elev=186.39
0+390.00	Elev=185.92
0+400.00	Elev=185.45
0+410.00	Elev=184.98
0+420.00	Elev=184.51
0+430.00	Elev=184.05
0+440.00	Elev=183.58
0+450.00	Elev=183.11
0+460.00	Elev=182.65
0+470.00	Elev=182.16
0+480.00	Elev=181.67
0+490.00	Elev=181.17
0+500.00	Elev=180.68
0+510.00	Elev=180.19
0+520.00	Elev=179.69
0+530.00	Elev=179.20
0+540.00	Elev=178.80
0+550.00	Elev=178.47
0+560.00	Elev=178.00
0+570.00	Elev=177.07
0+580.00	Elev=176.35
0+590.00	Elev=175.62
0+600.00	Elev=174.90
0+610.00	Elev=174.16
0+620.00	Elev=173.39
0+630.00	Elev=173.20

5a Avenida Sur  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

ESCALA:	INDICADA
	FECHA:
CONTENIDO:	5A. AV. SUR
	UBICACIÓN:
PRESENTA:	ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ
	JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO
PROYECTO:	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL
	MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN
FECHA:	2017
PERFIL:	5-05



**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.11 7A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_{mx}hor+0.1lts/s eg/ha$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
93	84	85	58.6	0.21501893	42	0.0000729167	0.000175	0.000161502	2	0.000323004

**Cuadro 5.12 9A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_{mx}hor+0.1lts/s eg/ha$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)				
68	pte.	81	82	103.7	0.33555664	105	0.000182292	0.0004375	0.0003836	2	0.000767111
94	e ce	82	102	92.2	0.2993694	70	0.000121528	0.000291667	0.0002633	2	0.000526541

**Cuadro 5.13 11A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_{mx}hor+0.1lts/s eg/ha$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
95	111	112	74.8	0.21416726	77	0.000133681	0.000320833	0.000278083	2	0.000556167

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)**

**Cuadro 5.14 7A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
93	84	85	-5.3328	8	0.203	0.0324293	0.093382024	0.000323004	0.000323004	0.003459	2.879559074	0.6693	0.0087	0.14224

**Cuadro 5.15 9A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
68	81	82	-5.9161	12	0.3048	0.072965877	0.2899891	0.000767111	0.011169865	0.03851822	3.974311174	2.0127	0.0462	0.21336
94	82	102	-3.1236	12	0.3048	0.072965877	0.210714563	0.000526541	0.012096713	0.05740805	2.88785076	1.6409	0.0566	0.21336

**Cuadro 5.16 11A. AV. SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
95	111	112	-3.05	10	0.254	0.0506707	0.128062154	0.000556167	0.000556167	0.0043429	2.527338924	0.6503	0.0128	0.1778



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRIGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:

PERFIL 7A AVENIDA SUR

UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:

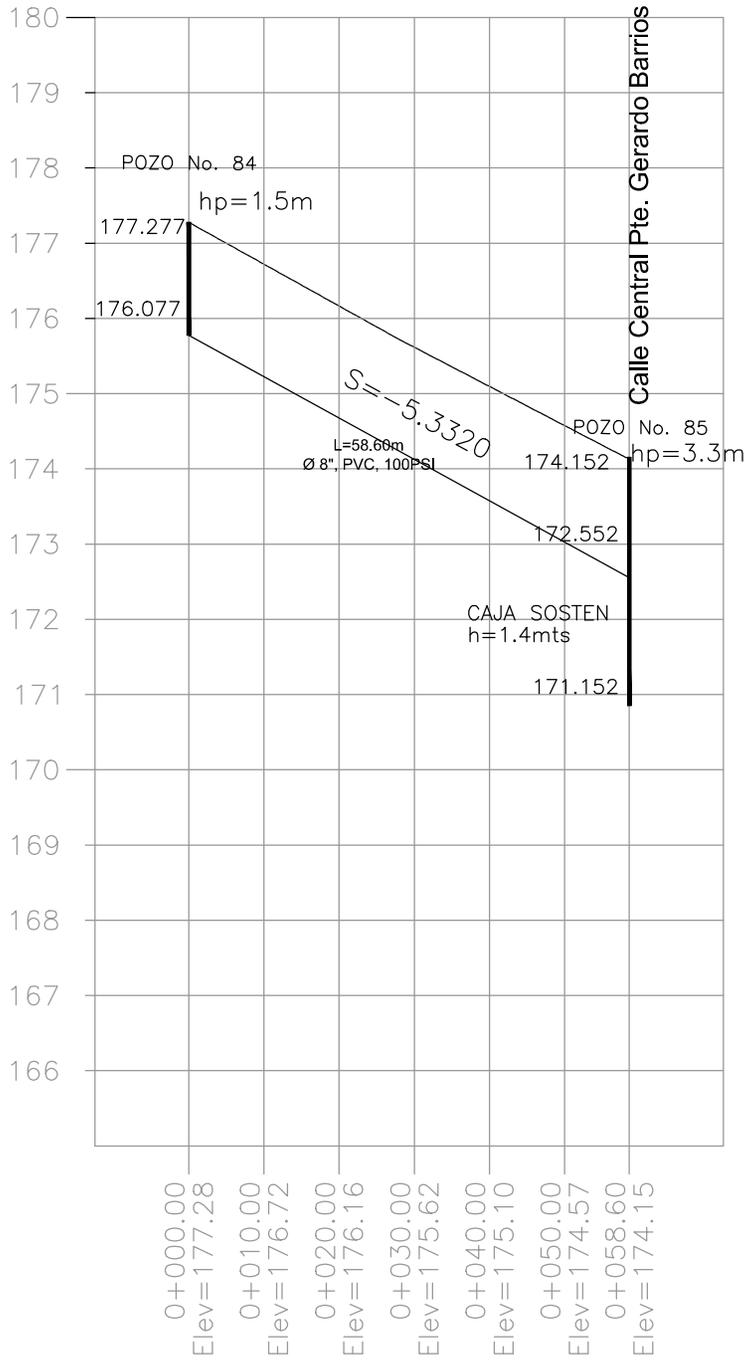
INDICADA

FECHA:

2017

PERFIL:

5-06



7a Avenida Sur  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100

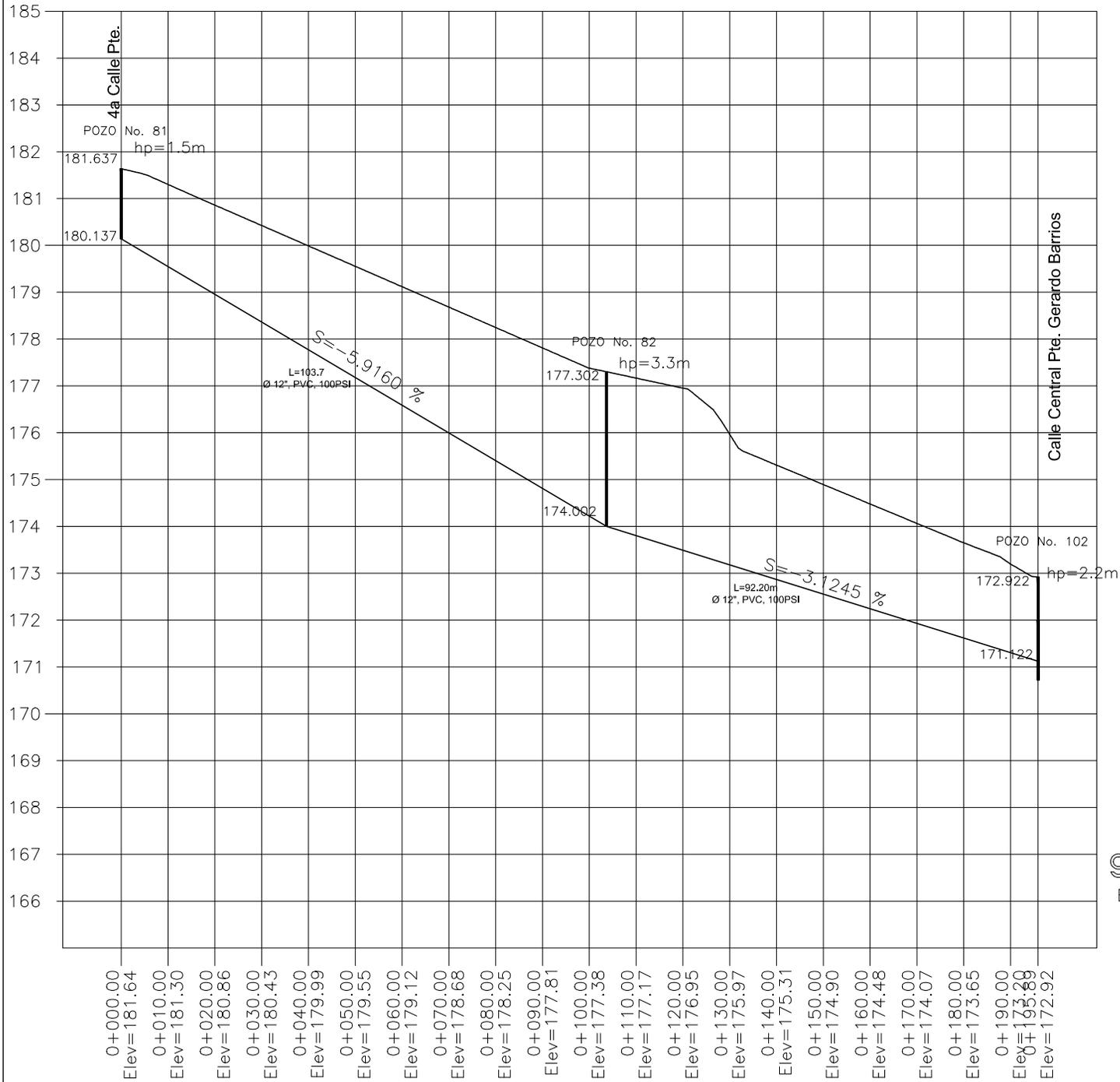


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:  
 PERFIL 9A. AVENIDA SUR  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-07



9a Avenida Sur  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1250  
 ESCALA VERTICAL 1 : 125



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRIGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:

PERFIL 11A, AVENIDA SUR

UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:

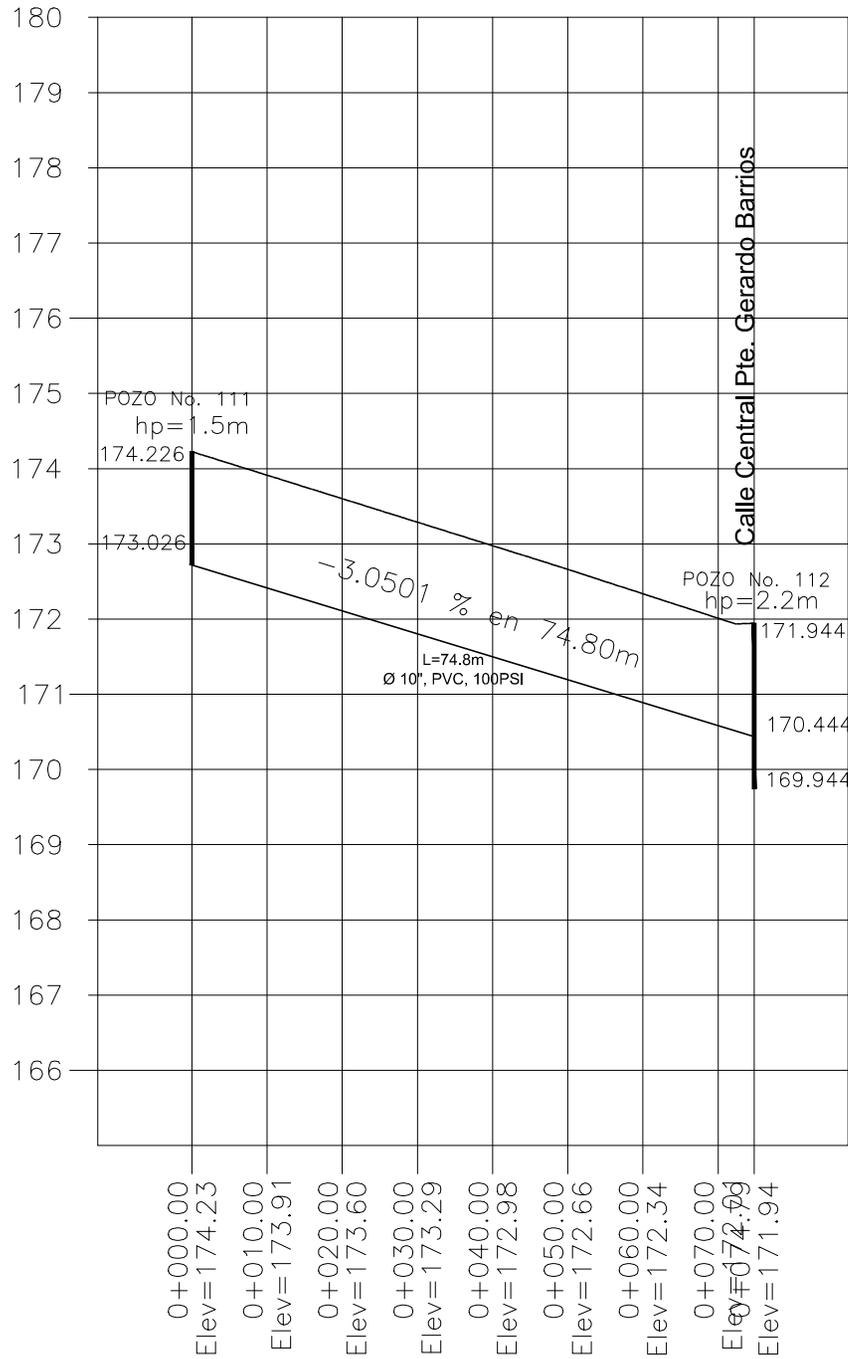
INDICADA

FECHA:

2017

PERFIL:

5-08



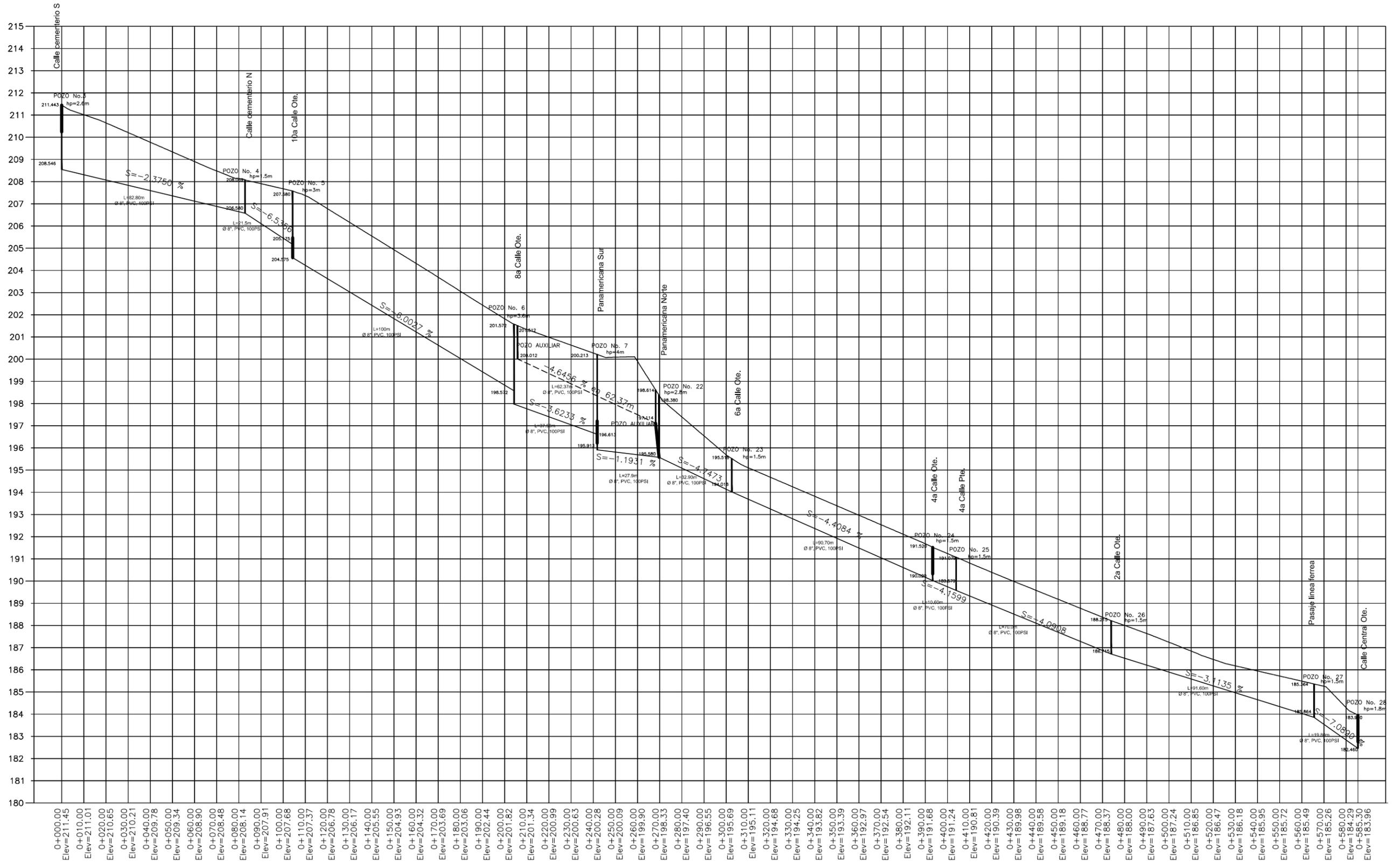
11a Avenida Sur  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.17 AV. CENTRAL SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
2	3	4	82.8	0.20153651	49	0.0000850694	0.00020417	0.0001834870	2	0.0003669740
5	4	5	21.5	0.02651732	21	0.0000364583	0.00008750	0.0000726517	2	0.0001453035
6	5	6	100	0.50043932	105	0.0001822917	0.00043750	0.0004000439	2	0.0008000879
7	6	7	37.5	0.06333792	21	0.0000364583	0.00008750	0.0000763338	2	0.0001526676
14	7	22	27.6	0.03047374	0	0.0000000000	0.00000000	0.0000030474	2	0.0000060947
28	22	23	32.9	0.04448452	21	0.0000364583	0.00008750	0.0000744485	2	0.0001488969
42	23	24	90.7	0.21163788	84	0.0001458333	0.00035000	0.0003011638	2	0.0006023276
52	24	25	10.6	0.00598887	7	0.0000121528	0.00002917	0.0000239322	2	0.0000478644
63	25	26	70	0.17002214	49	0.0000850694	0.00020417	0.0001803355	2	0.0003606711
78	26	27	91.6	0.30177575	42	0.0000729167	0.00017500	0.0001701776	2	0.0003403552
88	27	28	19.8	0.03264309	7	0.0000121528	0.00002917	0.0000265976	2	0.0000531953





**Av Central Sur**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1750  
 ESCALA VERTICAL 1 : 175



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
 OCCIDENTE

PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 AV. CENTRAL SUR  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE  
 AHUACHAPAN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-09

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.19 PASAJE AVENIDA**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
40	69	65	30.36	0.04335238	42	0.0000729167	0.0001750000	0.0001443352	2	0.0002886705

**Cuadro 5.20 PASAJE N**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
48	71	70	-3.3185	8	0.203	0.0324293	0.073664231	0.000403351	0.000403351	0.0054755	2.271534679	0.6073	0.0108	0.051565

**Cuadro 5.21 PASAJE S**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
46	50	51	70	0.185688506	77	0.0001336806	0.0003208333	0.0002752355	2	0.0005505
56	51	157	63.4	0.185688506	77	0.0001336806	0.0003208333	0.0002752355	2	0.0005505
66	157	158	76	0.18618808	63	0.0001093750	0.0002625000	0.0002286188	2	0.0004572
81	158	159	23.8	0.03350585	21	0.0000364583	0.0000875000	0.0000733506	2	0.0001467
91	159	57	65.7	0.18235267	56	0.0000972222	0.0002333333	0.0002049019	2	0.0004098

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)**

**Cuadro 5.22 PASAJE AVENIDA**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
40	69	65	-7.2727	8	0.203	0.0324293	0.109052526	0.00028867	0.00028867	0.0026471	3.362779882	0.631	0.0084	0.14224

**Cuadro 5.23 PASAJE N**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
48	71	70	-3.3185	8	0.203	0.0324293	0.073664231	0.000403351	0.000403351	0.0054755	2.271534679	0.6073	0.0108	0.051565

**Cuadro 5.24 PASAJE S**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
46	50	51	-4.470	8	0.203	0.0324293	0.085495024	0.000550471	0.003646052	0.0426464	2.636352943	1.3103	0.0286	0.14224
56	51	157	-4.905	8	0.203	0.0324293	0.089561765	0.000550471	0.004196523	0.0468562	2.761756312	1.4117	0.0299	0.14224
66	157	158	-2.466	8	0.203	0.0324293	0.063498735	0.000457238	0.010135974	0.1596248	1.958068076	1.4337	0.0549	0.14224
81	158	159	-5.071	8	0.203	0.0324293	0.091065156	0.000146701	0.000146701	0.0016109	2.808115368	0.5175	0.0061	0.14224
91	159	57	-10.055	8	0.203	0.0324293	0.128225287	0.000409804	0.000409804	0.003196	3.953997493	0.9157	0.0083	0.14224



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:

PERFIL PASAJE AVENIDA

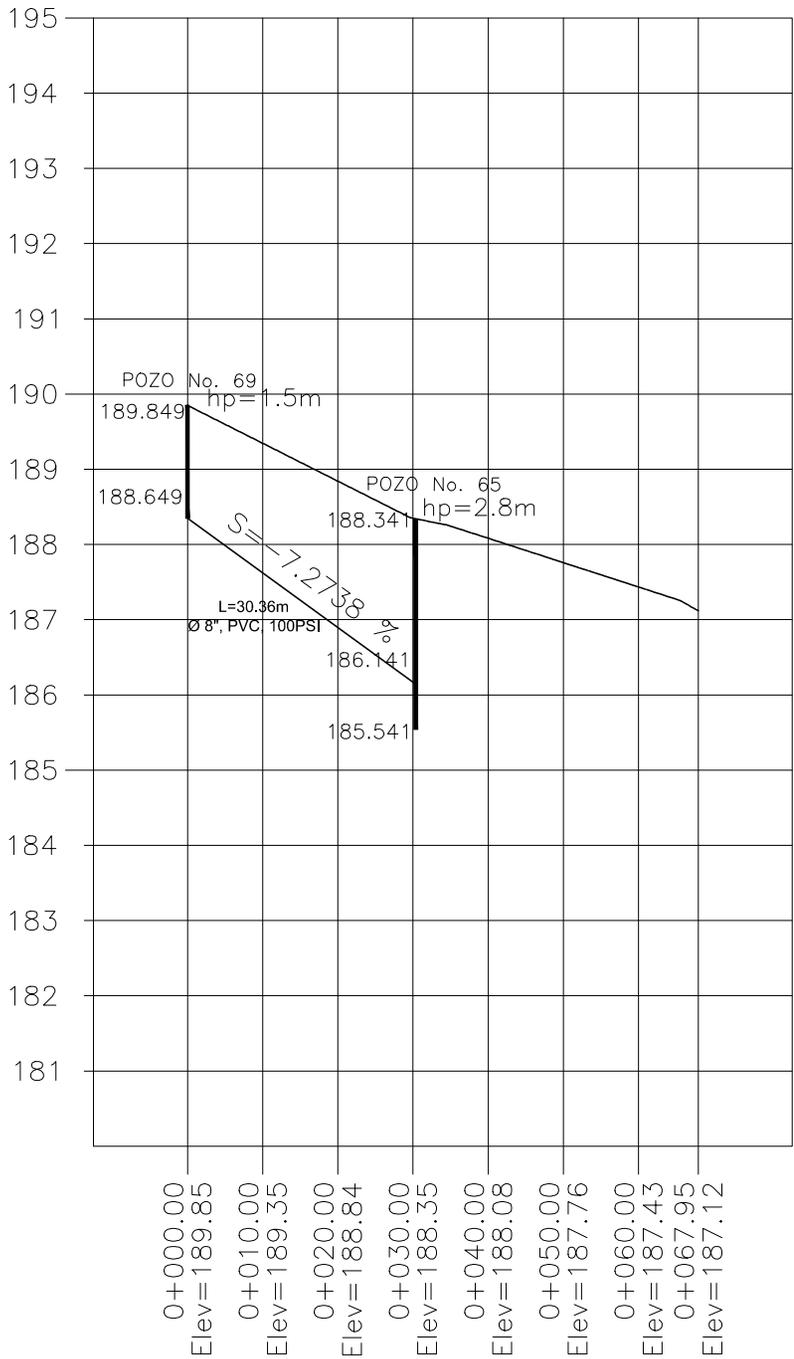
UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:

INDICADA

FECHA:  
 2017

PERFIL:  
 5-10



Pasaje Avenida  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1250  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

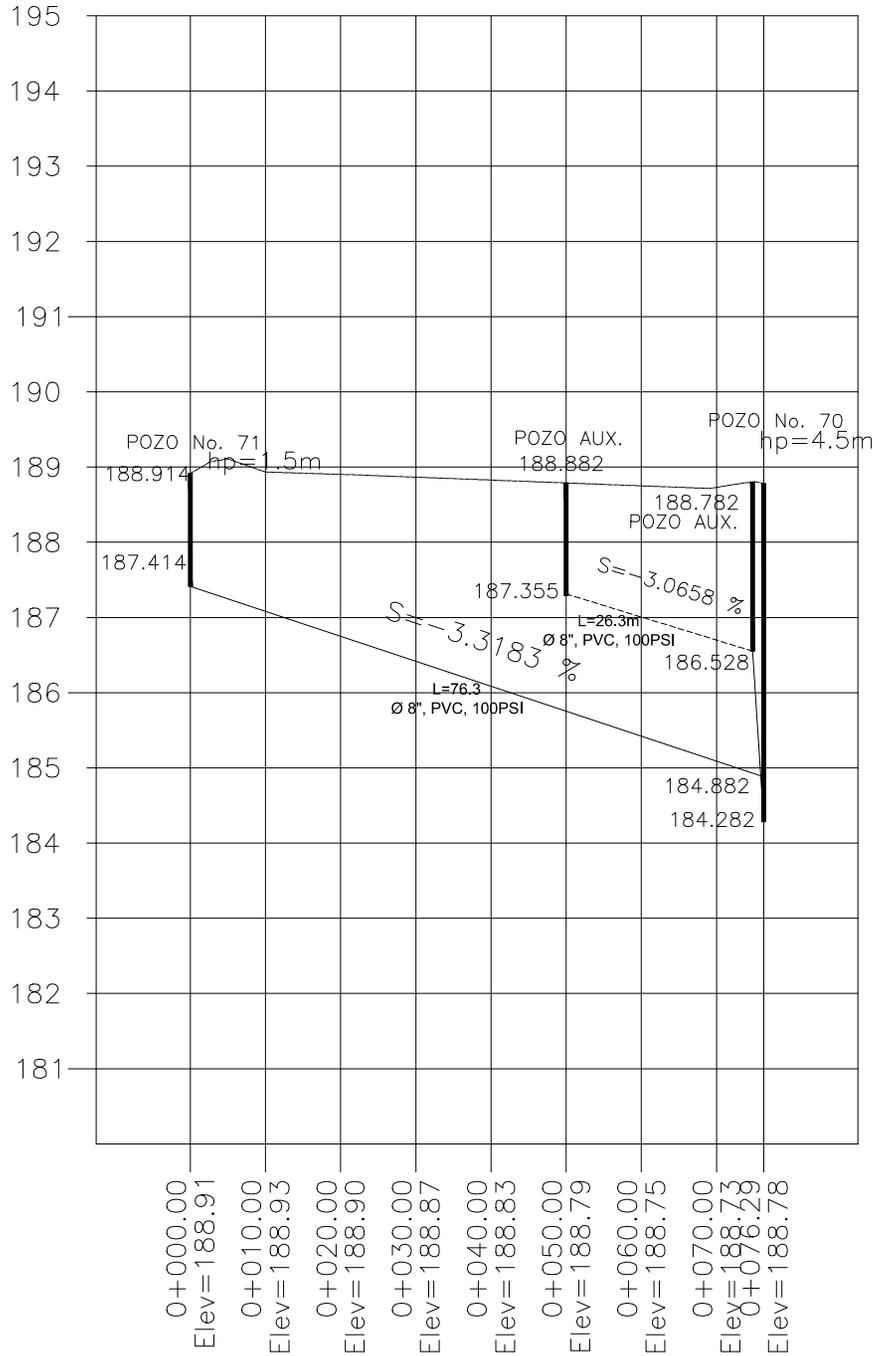


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRIGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:  
PERFIL PASAJE N  
UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
2017  
PERFIL:  
5-11



Pasaje n  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 100

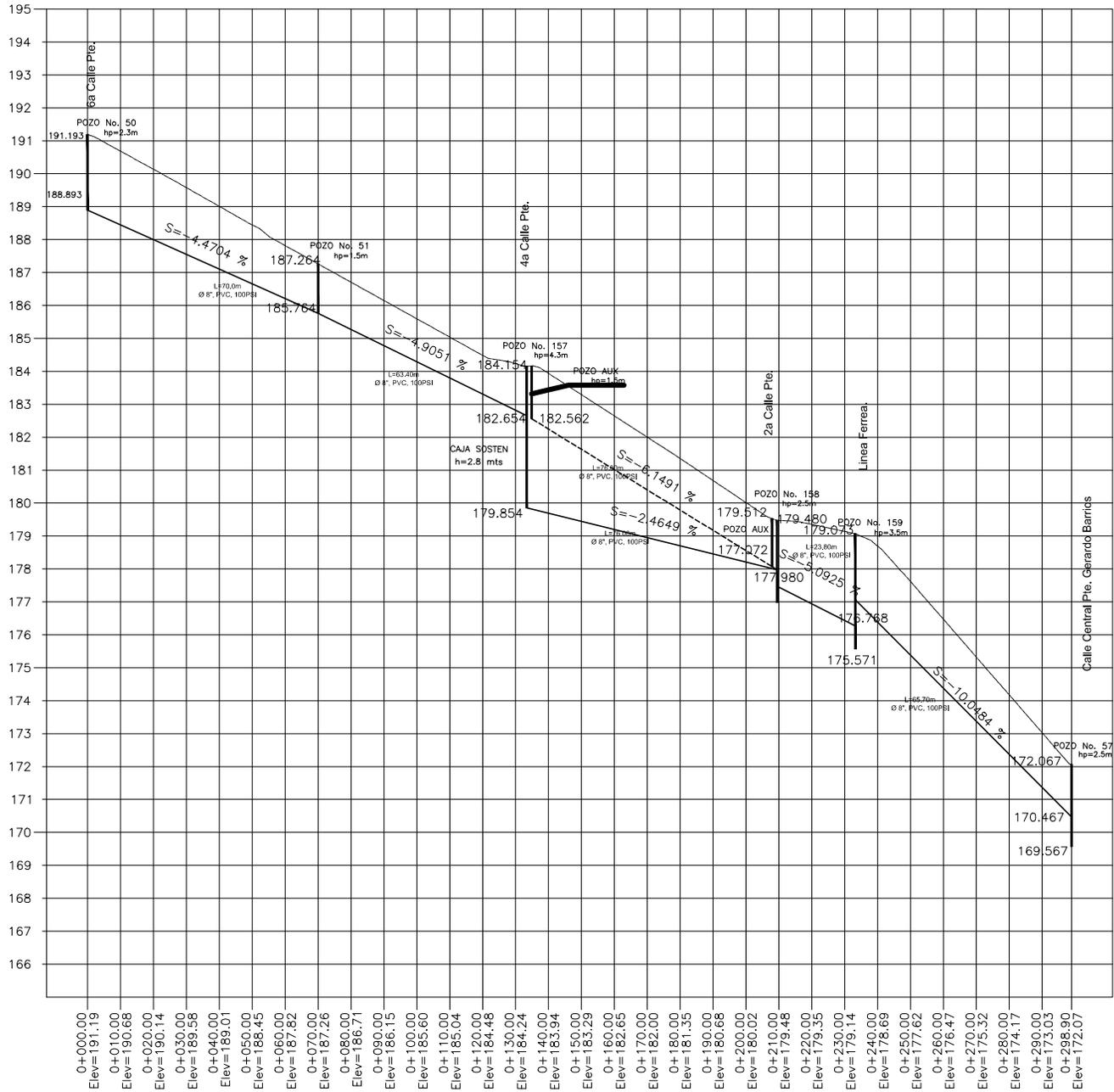


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENIA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRIGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL PASAJE S  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-12



**Pasaje S**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

# **AVENIDAS NORTE**

## CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN

Cuadro 5.25 1a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
108	41	43	101.3	0.300012	84	0.000145833	0.000350000	0.000310001	2	0.000620002
125	43	44	83	0.24195288	77	0.000133681	0.000320833	0.000280862	2	0.000561724
145	44	45	45	0.11627411	56	0.000097222	0.000233333	0.000198294	2	0.000396588

Cuadro 5.26 2a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
106	17	18	83.6	0.19049873	105	0.000182292	0.0004375	0.000369050	2	0.0007381
122	18	19	54	0.11924519	35	0.000060764	0.0001458	0.000128591	2	0.000257182
123	19	20	55	0.12340669	63	0.000109375	0.0002625	0.000222341	2	0.000444681

Cuadro 5.27 3a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
56	55-2	56	0.15095564	49	8.50694E-05	0.000204167	0.000178429	2	0.00035686	0.000356858
55-2	55	50	0.15095564	49	8.50694E-05	0.000204167	0.000178429	2	0.00035686	0.000356858

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**  
**POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes**

Cuadro 5.28 1a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
108	41	43	-4.27	8	0.2032	0.032429279	0.083574888	0.000620002	0.002434400	0.02912837	2.577142984	1.1426	0.0238	0.14224
125	43	44	-1.18	8	0.2032	0.032429279	0.043962516	0.000561724	0.003026547	0.06884381	1.355642723	0.7763	0.0361	0.14224
145	44	45	1.31	8	0.2032	0.032429279	0.046224209	0.000396588	0.000396588	0.00857966	1.425385038	0.4373	0.0133	0.14224

Cuadro 5.29 2a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
106	17	18	-4.69	8	0.2032	0.032429279	0.087620105	0.0007381	0.001496508	0.0170795	2.701882644	1.0198	0.0185	0.14224
122	18	19	-5.19	8	0.2032	0.032429279	0.092130143	0.000257182	0.001005436	0.01091322	2.84095568	0.9366	0.0149	0.14224
123	19	20	-5.79	8	0.2032	0.032429279	0.09728011	0.000444681	0.001450118	0.01490662	2.999761758	1.0872	0.0173	0.14224

Cuadro 5.30 3a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
109	56	55-2	-0.5964	8	0.2032	0.032429279	0.015614374	0.000356858	0.003197428	0.20477463	0.962980061	0.62	0.0439	0.14224
109	55-2	55	-0.7760	8	0.2032	0.032429279	0.015614374	0.000356858	0.003554286	0.22762907	1.098450903	0.7019	0.0434	0.14224

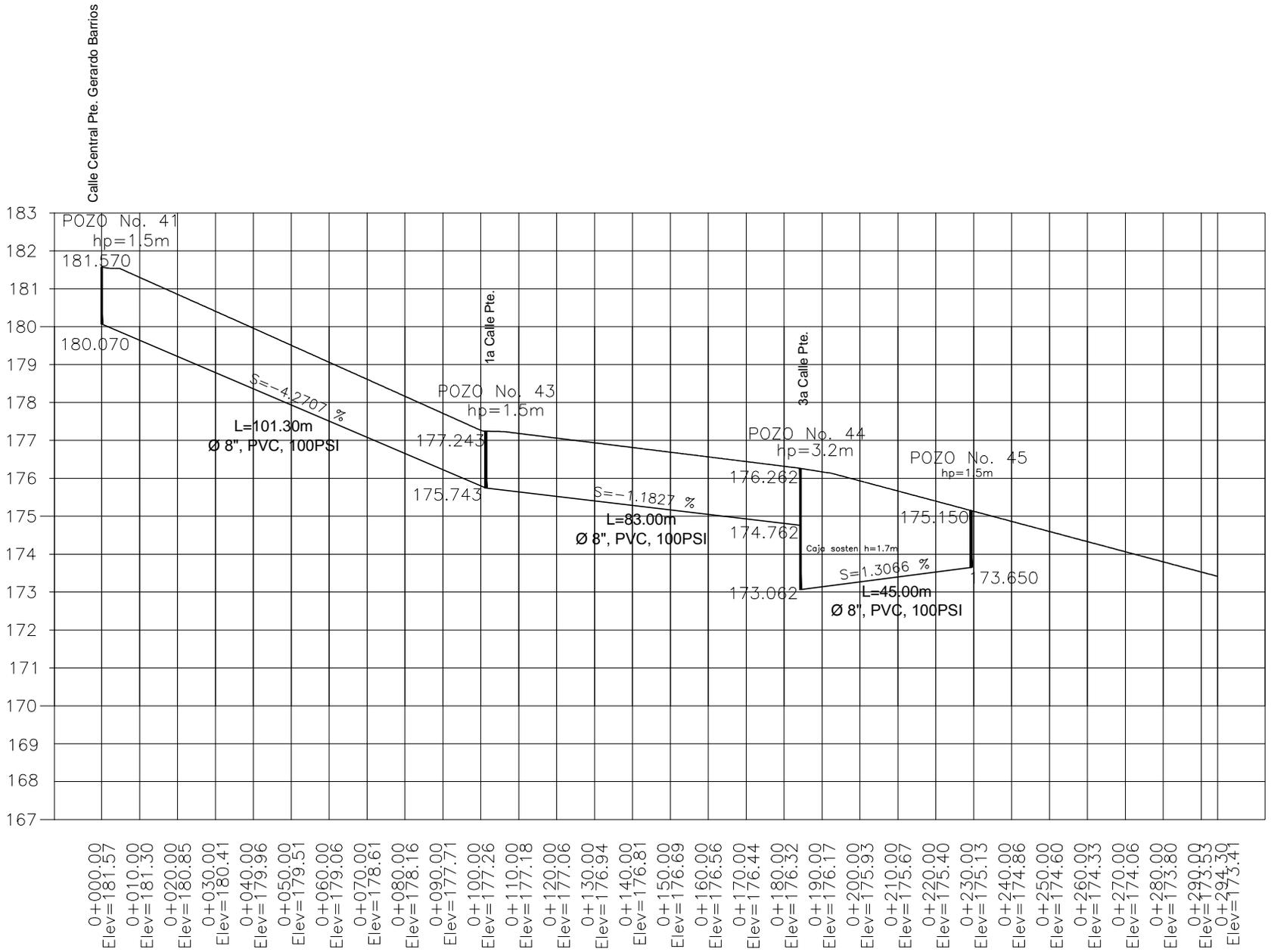


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTRIBUCIÓN:  
 PERFIL 1a AV. NORTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FIGURA:  
 5-13



1a Av. Norte

ESCALA HORIZONTAL 1 : 2000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

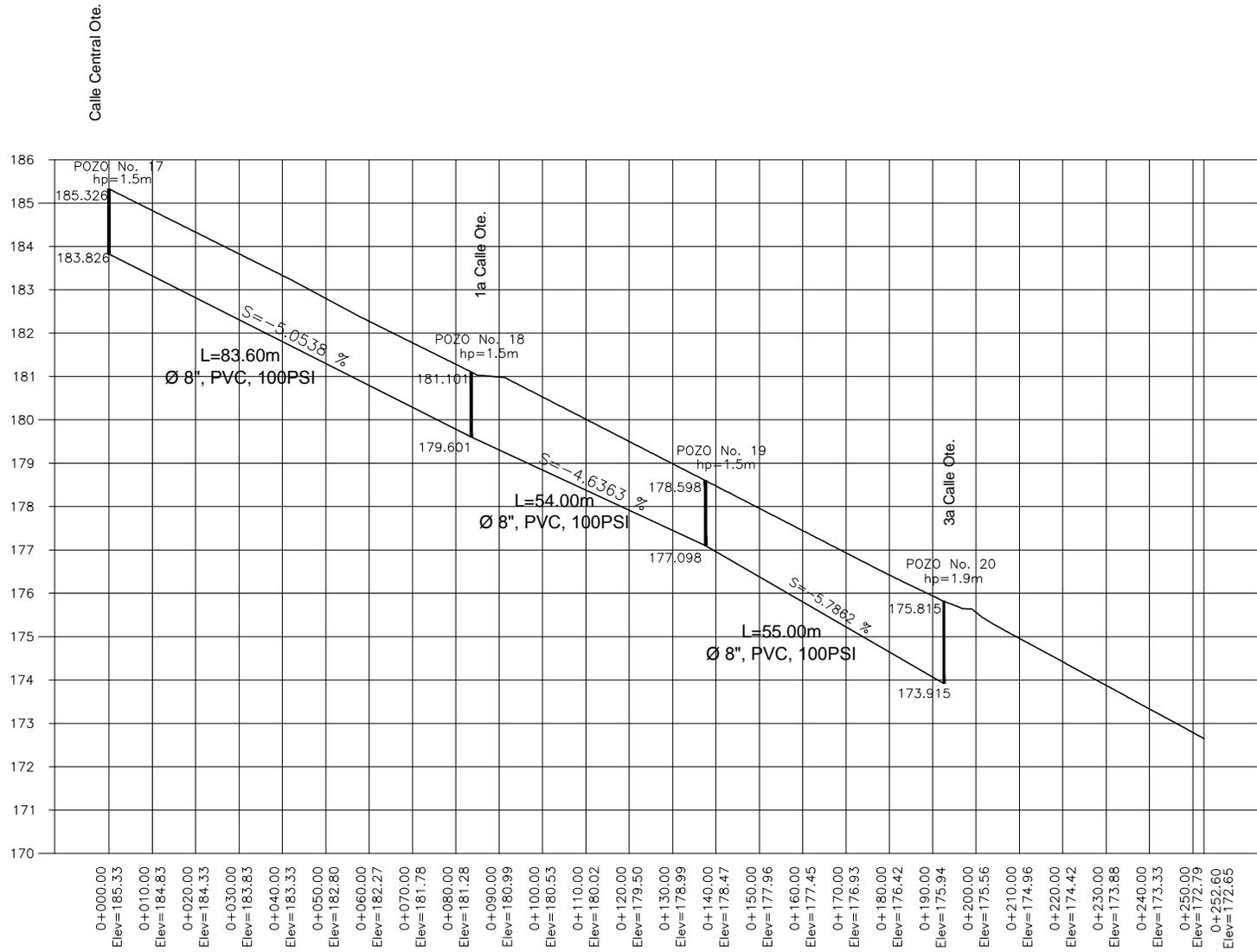


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTRIBUCIÓN:  
 PERFIL 2a AV. NORTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FIGURA:  
 5-14



2a Av. Norte

ESCALA HORIZONTAL 1 : 2000

ESCALA VERTICAL 1 : 200

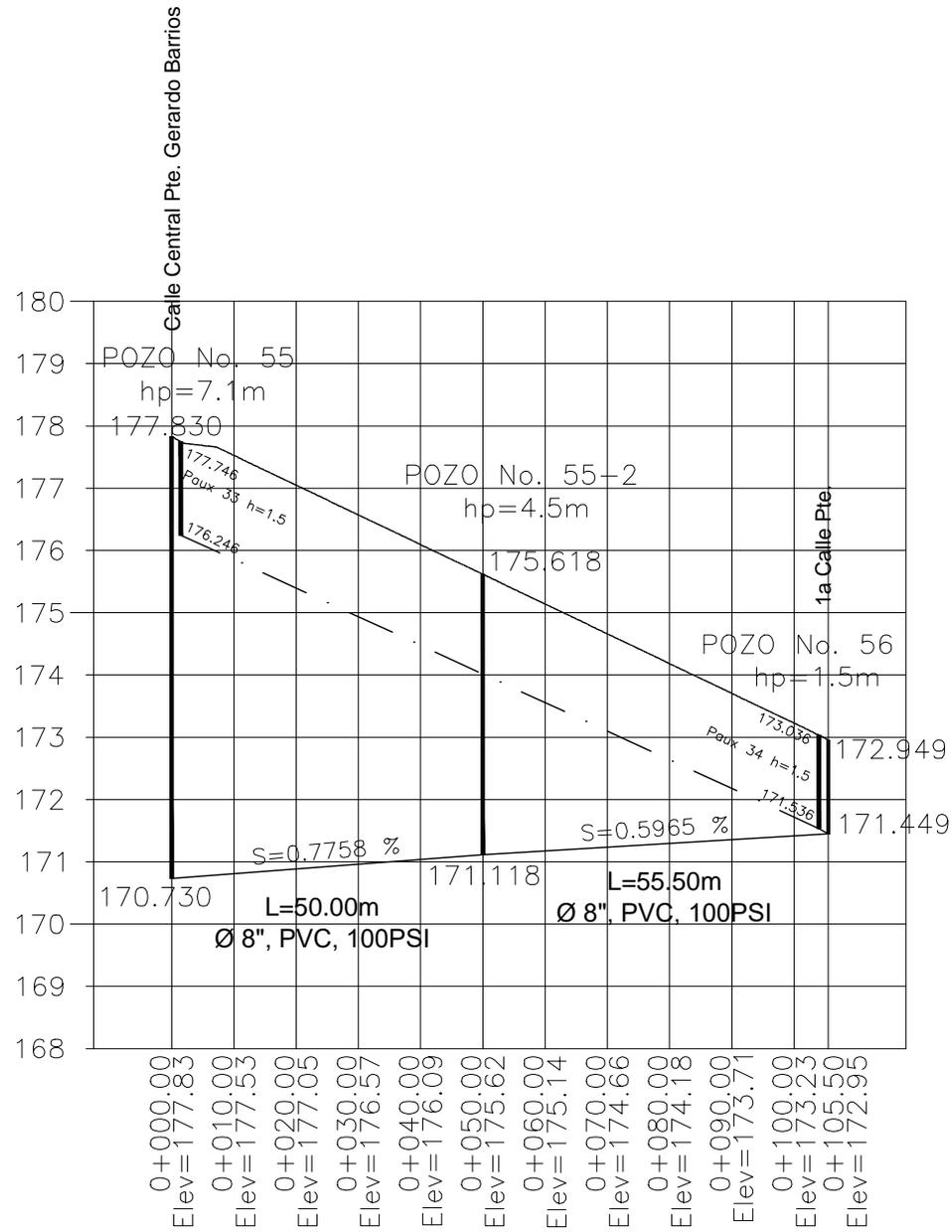


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTE:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL 3a AV. NORTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FOLIOS:  
 5-15



ESCALA HORIZONTAL 1 : 2000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 200

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.31 5a AVENIDA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
110	76	77	104.2	0.42003554	63	0.000109375	0.000262500	0.000252004	2	0.000504007
126	77	78	62.9	0.2473258	56	0.000097222	0.000233333	0.000211399	2	0.000422798

**Cuadro 5.32 7a AVENIDA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
111	85	86	98.6	0.5498711	63	0.00010938	0.0002625	0.000264987	2	0.000529974
127	86	87	66.8	0.33616835	42	0.00007292	0.000175	0.000173617	2	0.000347234
137	87	88	40.7	0.14979376	49	0.00008507	0.000204167	0.000178313	2	0.000356625
140	88	91	9.4	0.007038	0	0	0	0.000000704	2	0.00000141
146	91	94	49.8	0.13163522	70	0.00012153	0.000291667	0.000246497	2	0.000492994
154	94	97	49.35	0.09123852	56	0.00009722	0.000233333	0.000195791	2	0.000391581
157	97	100	48.7	0.06185509	49	0.00008507	0.000204167	0.000169519	2	0.000339038
163	100	101	60.1	0.17860985	70	0.00012153	0.000291667	0.000251194	2	0.000502389

## DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA

POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes

Cuadro 5.33 5a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
110	76	77	-1.04	8	0.2032	0.032429279	0.041149441	0.000504007	0.034129419	0.82940177	1.268897824	1.4212	0.141	0.14224
126	77	78	-4.98	8	0.2032	0.032429279	0.090234503	0.000422798	0.034552218	0.38291581	2.782501093	2.5976	0.0872	0.14224

Cuadro 5.34 7a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
111	85	86	-5.32	8	0.2032	0.032429279	0.093283354	0.000529974	0.000701776	0.00752306	2.876516466	0.8471	0.0125	0.14224
127	86	87	-3.02	8	0.2032	0.032429279	0.070267062	0.000347234	0.001237330	0.01760896	2.166778450	0.8257	0.0187	0.14224
137	87	88	-4.38	8	0.2032	0.032429279	0.084590547	0.000356625	0.037191766	0.43966811	2.608462183	2.5255	0.0943	0.14224
140	88	91	-7.66	10	0.254	0.050670748	0.202915910	0.000001408	0.041151927	0.20280286	4.004596712	2.043	0.1065	0.1778
146	91	94	-3.34	10	0.254	0.050670748	0.133941333	0.000492994	0.042584661	0.31793517	2.643366023	2.5825	0.0917	0.1778
154	94	97	-3.71	10	0.254	0.050670748	0.141303017	0.000391581	0.044088629	0.31201477	2.788650700	2.4629	0.0975	0.1778
157	97	100	-3.07	10	0.254	0.050670748	0.128374629	0.000339038	0.045649116	0.35559297	2.533505715	2.3201	0.1046	0.1778
163	100	101	-1.73	10	0.254	0.050670748	0.096447997	0.000502389	0.047164878	0.48901874	1.903425568	1.8927	0.1254	0.1778

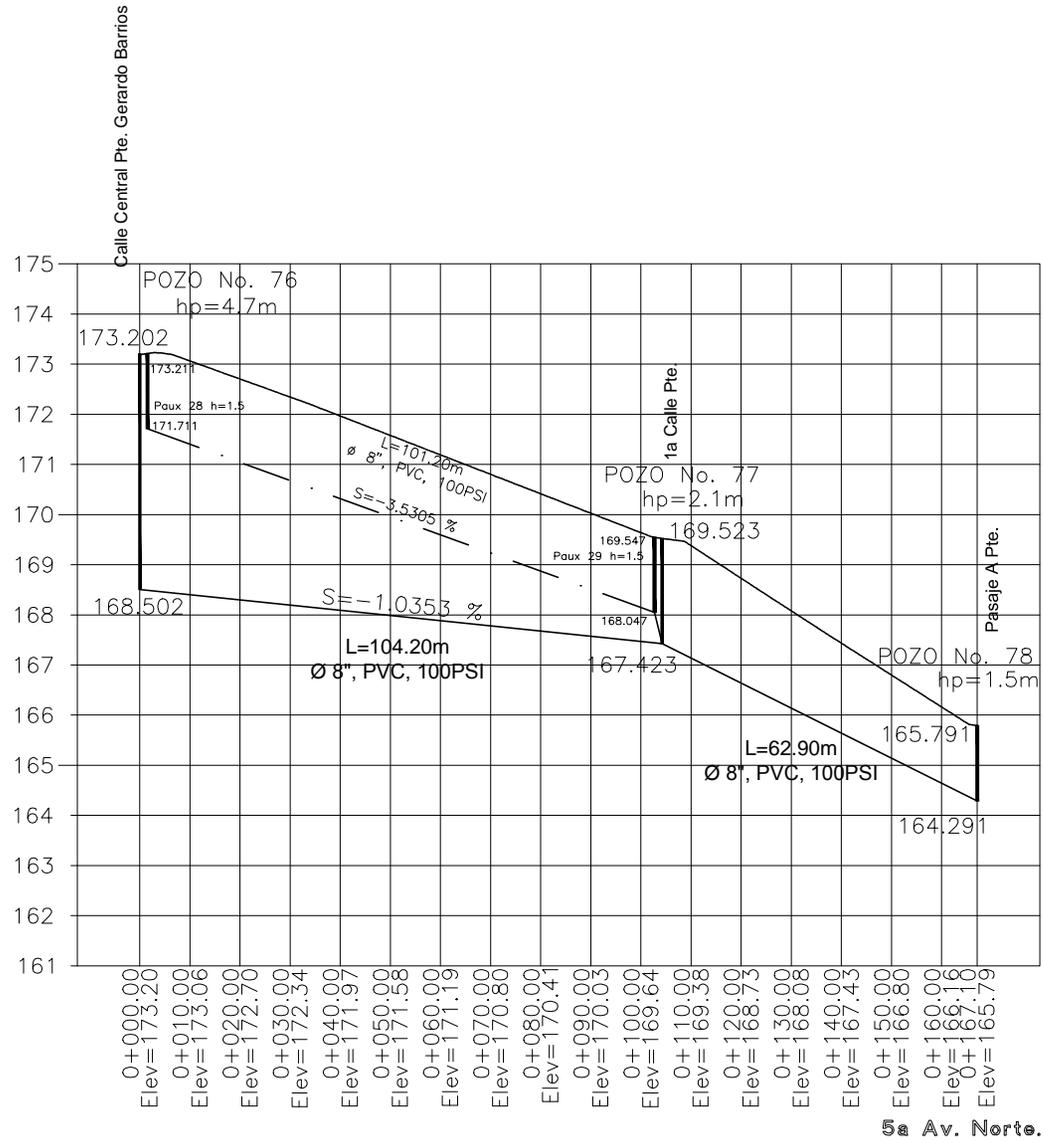


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

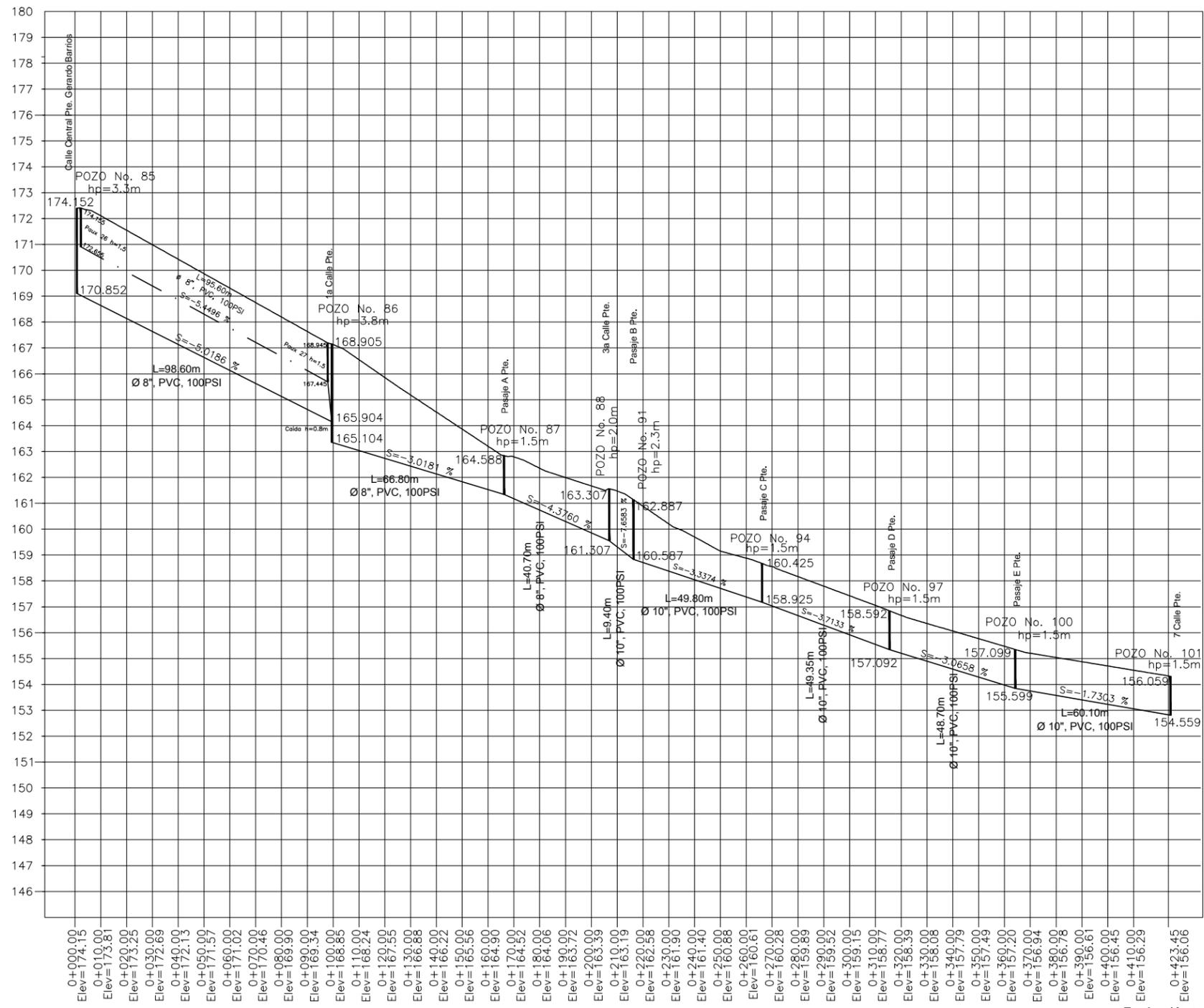
CONTRIBUCIÓN:  
 PERFIL 5a AV. NORTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FIGURA:  
 5-16



5a Av. Norte.

ESCALA HORIZONTAL 1 : 200  
 ESCALA VERTICAL 1 : 200



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: PERFIL 7a AV. NORTE  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 2017  
 FIGURA: 5-17

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.35 9a AVENIDA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
112	102	103	93	0.57908662	70	0.000121528	0.000291667	0.000291242	2	0.000582484
128	103	104	50	0.33023704	28	0.000048611	0.000116667	0.000126357	2	0.000252714
129	104	105	58.3	0.38636374	70	0.000121528	0.000291667	0.000271970	2	0.000543939
149	105	106	103	0.68237659	105	0.000182292	0.000437500	0.000418238	2	0.000836475
160	106	107	51.35	0.23466927	21	0.000036458	0.000087500	0.000093467	2	0.000186934
165	107	110	51.65	0.14744676	14	0.000024306	0.000058333	0.000061411	2	0.000122823

**Cuadro 5.36 11a AVENIDA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
113	112	113	90.9	0.654637	70	0.000121528	0.000291667	0.000298797	2	0.000597594
130	113	114	100.4	0.741449	105	0.000182292	0.0004375	0.000424145	2	0.00084829
150	114	115	101	0.7029	84	0.000145833	0.00035	0.00035029	2	0.00070058
161	115	116	50	0.234074	28	4.86111E-05	0.000116667	0.000116741	2	0.000233481
166	116	117	55.1	0.235093	28	4.86111E-05	0.000116667	0.000116843	2	0.000233685
193	117	118	64.95	0.315491	28	4.86111E-05	0.000116667	0.000124882	2	0.000249765
194	118	119	76	0.267676	0	0	0	0.000026768	2	0.000053535
195	119	139	37.95	0.056215	0	0	0	0.000005622	1.8	0.000010119

## DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA

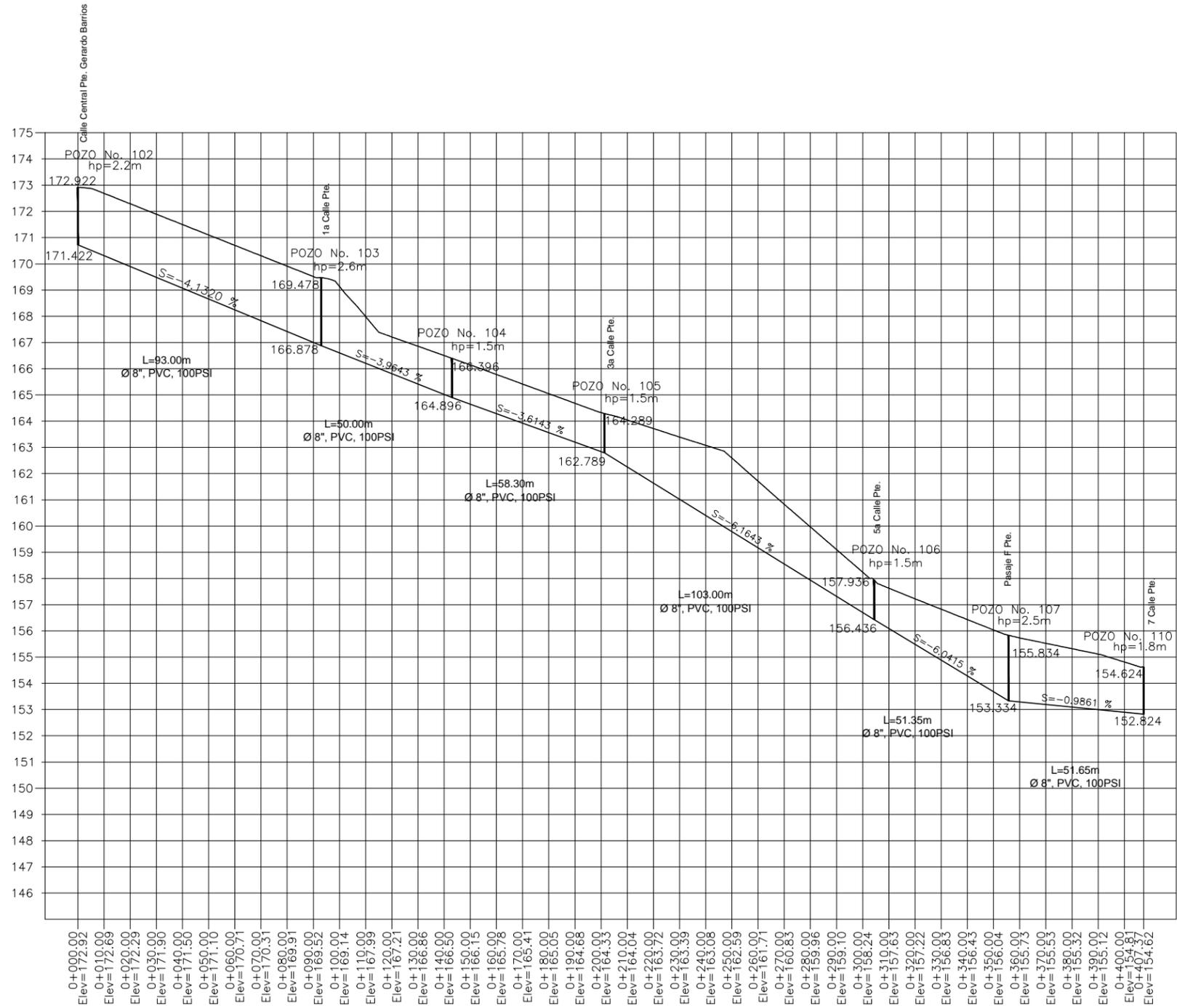
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes

Cuadro 5.37 9a AVENIDA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
112	102	103	-4.13	8	0.2032	0.032429279	0.082212394	0.000582484	0.006761345	0.08224241	2.535128659	1.5303	0.0394	0.14224
128	103	104	-3.96	8	0.2032	0.032429279	0.080510755	0.000252714	0.007014059	0.08711953	2.482656373	1.5241	0.0405	0.14224
129	104	105	-3.61	8	0.2032	0.032429279	0.076874989	0.000543939	0.007557998	0.09831544	2.370542687	1.5077	0.043	0.14224
149	105	106	-6.17	8	0.2032	0.032429279	0.100428712	0.000836475	0.003355808	0.03341483	3.0968531	1.4311	0.0254	0.14224
160	106	107	-6.04	8	0.2032	0.032429279	0.09938887	0.000186934	0.003830675	0.03854229	3.064788169	1.4778	0.0272	0.14224
165	107	110	-0.99	8	0.2032	0.032429279	0.040182505	0.000122823	0.004211151	0.1048006	1.239081049	0.804	0.0444	0.14224

Cuadro 5.38 11a AVENIDA NORTE

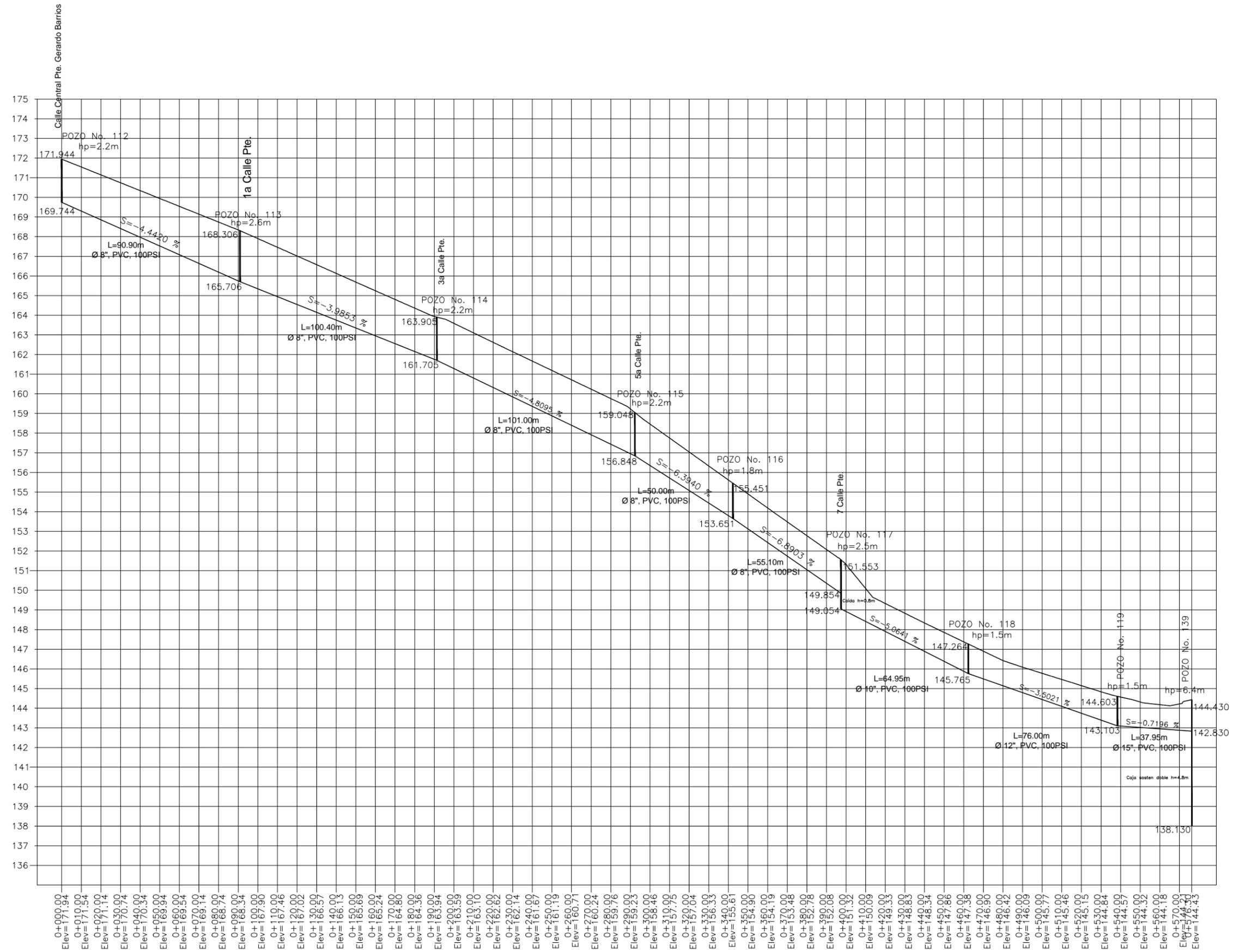
TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
113	112	113	-4.44	8	0.2032	0.032429279	0.085229177	0.000597594	0.004343758	0.05096562	2.628155184	1.3772	0.0312	0.14224
130	113	114	-3.99	8	0.2032	0.032429279	0.080724339	0.00084829	0.005562395	0.06890604	2.48924251	1.4273	0.0361	0.14224
150	114	115	-4.81	8	0.2032	0.032429279	0.088676888	0.00070058	0.009201461	0.10376391	2.734469946	1.7676	0.0442	0.14224
161	115	116	-6.39	8	0.2032	0.032429279	0.102252373	0.000233481	0.009434942	0.09227113	3.153088101	1.9689	0.0417	0.14224
166	116	117	-6.89	8	0.2032	0.032429279	0.10615283	0.000233685	0.009668628	0.09108215	3.273363902	2.0365	0.0414	0.14224
193	117	118	-5.06	10	0.254	0.050670748	0.164989436	0.000249765	0.070961169	0.43009523	3.256108171	3.0624	0.1185	0.1778
194	118	119	-3.50	12	0.3048	0.072965877	0.223089644	5.35352E-05	0.071014705	0.31832363	3.05745169	2.7158	0.1182	0.21336
195	119	139	-0.72	15	0.381	0.114009183	0.183343663	1.01187E-05	0.071024823	0.3873863	1.608148208	1.5063	0.1646	0.2667



ESCALA HORIZONTAL 1 : 2500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 250

PRESENTA: <b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</b> FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA	CONTENIDO: <b>PERFIL 9a AV. NORTE</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN	UBICACIÓN: <b>MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN</b>	FECHA: <b>2017</b>  FIGURA: <b>5-18</b>





11 Av. Norte  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

PRESENTA: <b>ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ</b> <b>JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO</b> <b>MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
	FECHA: <b>2017</b>
CONTENIDO: <b>PERFIL 11a AV. NORTE</b>	UBICACIÓN: <b>MUNICIPIO DE TURIN,          DEPARTAMENTO DE          AHUACHAPÁN</b>
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	PROYECTO: <b>DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL          MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN</b>
	

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.39 11a AVENIDA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
113	112	113	90.9	0.654637	70	0.000121528	0.000291667	0.000298797	2	0.000597594
130	113	114	100.4	0.741449	105	0.000182292	0.0004375	0.000424145	2	0.00084829
150	114	115	101	0.7029	84	0.000145833	0.00035	0.00035029	2	0.00070058
161	115	116	50	0.234074	28	4.86111E-05	0.000116667	0.000116741	2	0.000233481
166	116	117	55.1	0.235093	28	4.86111E-05	0.000116667	0.000116843	2	0.000233685
193	117	118	64.95	0.315491	28	4.86111E-05	0.000116667	0.000124882	2	0.000249765
194	118	119	76	0.267676	0	0	0	0.000026768	2	0.000053535
195	119	139	37.95	0.056215	0	0	0	0.000005622	1.8	0.000010119

**Cuadro 5.40 13a AVENIDA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
114	120	121	94.8	0.64783165	63	0.000109375	0.000262500	0.000274783	2	0.000549566
131	121	122	96.8	0.7403639	98	0.000170139	0.000408333	0.000400703	2	0.000801406
151	122	123	100.8	0.76890624	70	0.000121528	0.000291667	0.000310224	2	0.000620448
167	123	124	96.5	0.77175355	35	0.000060764	0.000145833	0.000193842	2	0.000387684

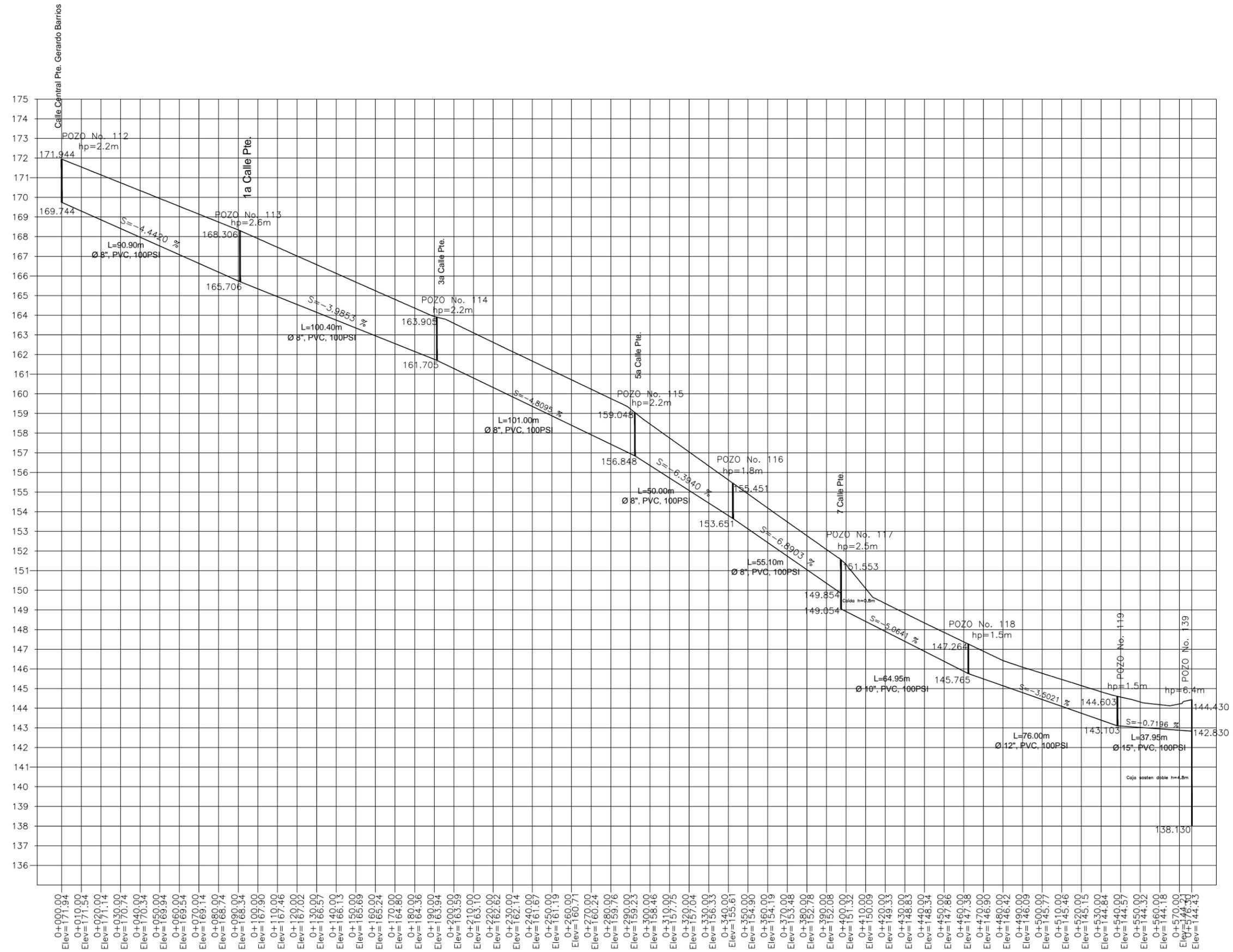
**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**  
**POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes**

**Cuadro 5.41 11a AVENIDA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
113	112	113	-4.44	8	0.2032	0.032429279	0.085229177	0.000597594	0.004343758	0.05096562	2.628155184	1.3772	0.0312	0.14224
130	113	114	-3.99	8	0.2032	0.032429279	0.080724339	0.000848290	0.005562395	0.06890604	2.48924251	1.4273	0.0361	0.14224
150	114	115	-4.02	8	0.2032	0.032429279	0.081055486	0.000700580	0.009201461	0.11352052	2.49945386	1.6588	0.0462	0.14224
161	115	116	-6.39	8	0.2032	0.032429279	0.102252373	0.000233481	0.009434942	0.09227113	3.153088101	1.9689	0.0417	0.14224
166	116	117	-6.89	8	0.2032	0.032429279	0.10615283	0.000233685	0.009668628	0.09108215	3.273363902	2.0365	0.0414	0.14224
193	117	118	-4.75	10	0.254	0.050670748	0.159868481	0.000249765	0.070961169	0.44387217	3.15504482	3.0624	0.1185	0.1778
194	118	119	-3.50	12	0.3048	0.072965877	0.223131558	0.000053535	0.071014705	0.31826383	3.058026129	2.7158	0.1182	0.21336
195	119	139	-1.25	15	0.381	0.114009183	0.241332133	0.000010119	0.071024823	0.29430322	2.116778023	1.8426	0.1415	0.2667

**Cuadro 5.42 13a AVENIDA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
114	120	121	-1.28	8	0.2032	0.032429279	0.045817163	0.000549566	0.004727783	0.10318804	1.41283326	0.9108	0.0441	0.14224
131	121	122	-4.55	8	0.2032	0.032429279	0.086282143	0.000801406	0.006042756	0.07003484	2.660624809	1.5319	0.0364	0.14224
151	122	123	-3.84	8	0.2032	0.032429279	0.079275067	0.000620448	0.007275144	0.0917709	2.444552292	1.5239	0.0416	0.14224
167	123	124	-3.78	8	0.2032	0.032429279	0.078590887	0.000387684	0.008191595	0.10423086	2.423454662	1.5689	0.0443	0.14224



11 Av. Norte

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
ESCALA VERTICAL 1 : 150

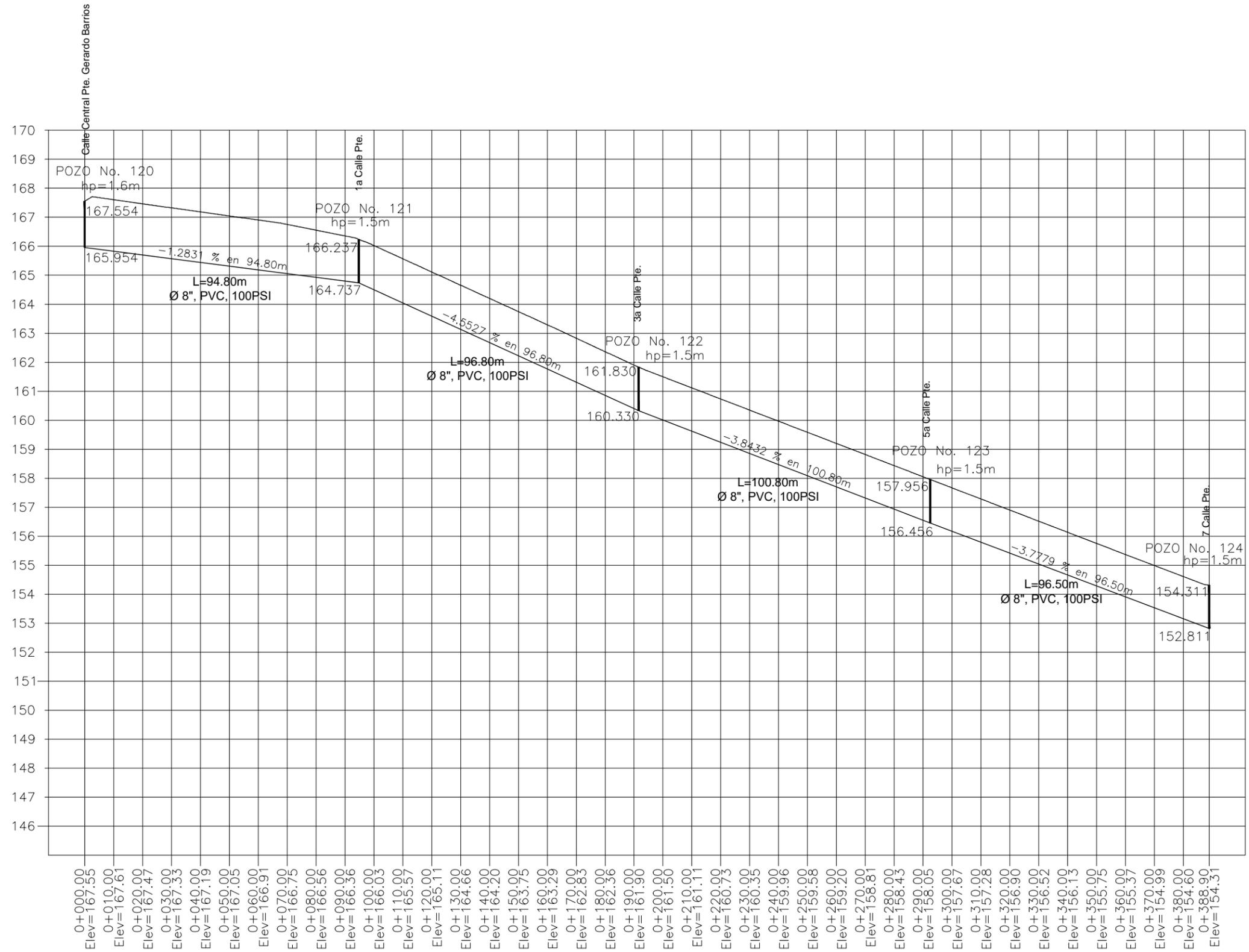


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: PERFIL 11a AV. NORTE  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA: INDICADA  
FECHA: 2017  
FIGURA: 5-19



13 av. Norte

ESCALA HORIZONTAL 1 : 2500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 250



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL 13 a AV. NORTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 2017  
 FIGURA: 5-20

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.43 AVENIDA CENTRAL NORTE**

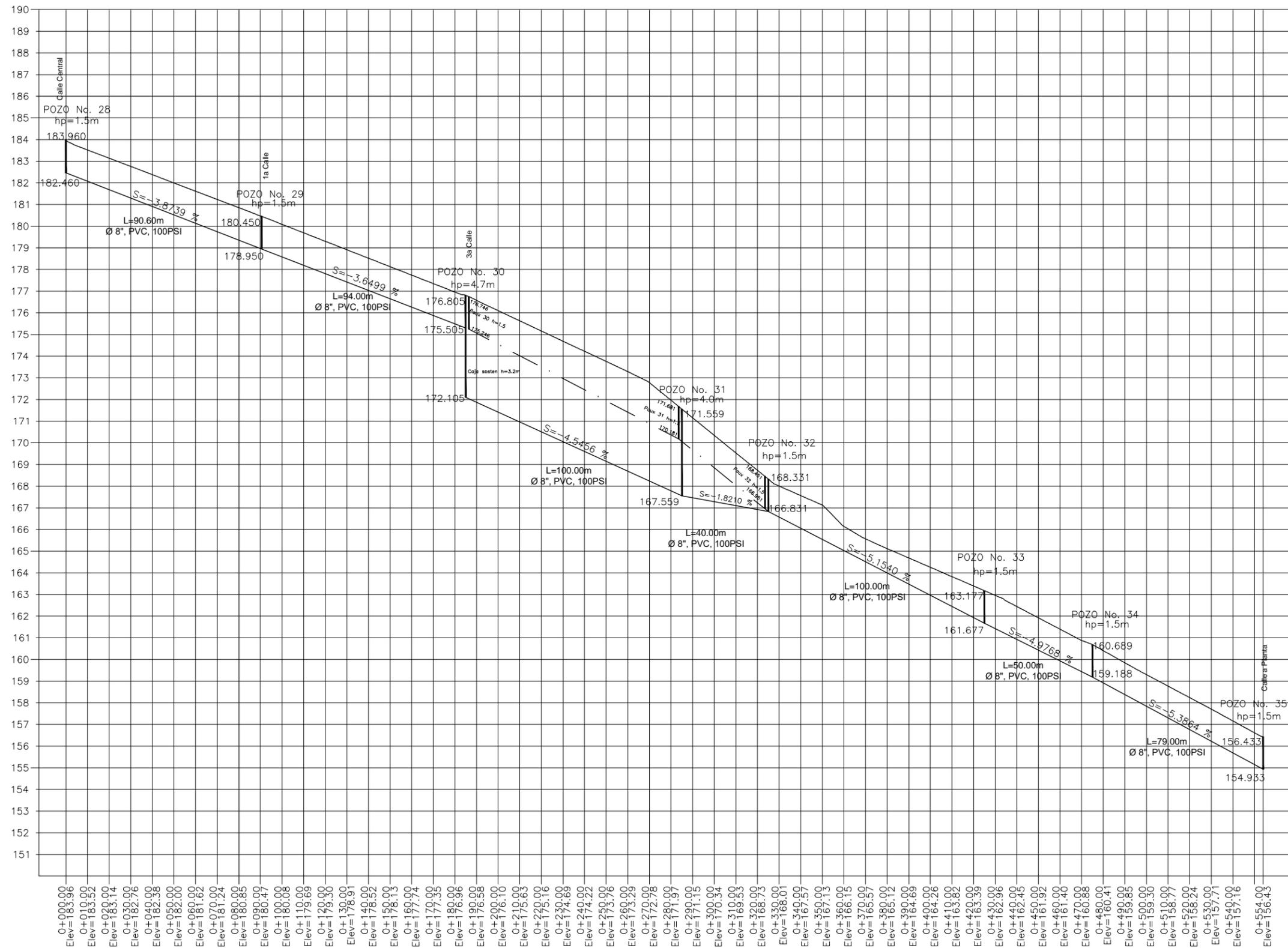
TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /seg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
107	28	29	90.6	0.25443741	119	0.000206597	0.000495833	0.000422110	2	0.000844221
124	29	30	94.4	0.24917238	105	0.000182292	0.000437500	0.000374917	2	0.000749834
173	30	31	100	0.30164622	119	0.000206597	0.000495833	0.000426831	2	0.000853663
174	31	32	40	0.07787644	28	0.000048611	0.000116667	0.000101121	2	0.000202242
175	32	33	100	0.42244561	112	0.000194444	0.000466667	0.000415578	2	0.000831156
176	33	34	50	0.1876416	91	0.000157986	0.000379167	0.000322097	2	0.000644195
177	34	35	79	0.2896503	21	0.000036458	0.000087500	0.000098965	2	0.00019793

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**

**POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes**

**Cuadro 5.44 AVENIDA CENTRAL NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
107	28	29	-3.87	8	0.2032	0.032429279	0.079593305	0.000844221	0.003109954	0.03907306	2.454365565	1.188	0.0274	0.14224
124	29	30	-3.65	8	0.2032	0.032429279	0.077249503	0.000749834	0.002773241	0.03589978	2.382091315	1.1246	0.0263	0.14224
173	30	31	-4.55	8	0.2032	0.032429279	0.086218764	0.000853663	0.008670492	0.10056387	2.65867043	1.7034	0.0435	0.14224
174	31	32	-1.82	8	0.2032	0.032429279	0.054553519	0.000202242	0.008872734	0.16264275	1.682230426	1.2384	0.0554	0.14224
175	32	33	-5.15	8	0.2032	0.032429279	0.09180351	0.000831156	0.00970389	0.10570282	2.830883498	1.8392	0.0446	0.14224
176	33	34	-4.98	8	0.2032	0.032429279	0.090204305	0.000644195	0.010348085	0.11471831	2.781569884	1.8518	0.0465	0.14224
177	34	35	-5.39	8	0.2032	0.032429279	0.093858658	0.00019793	0.010546015	0.1123606	2.894256742	1.915	0.046	0.14224



Av. Central Arturo Norte  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 2500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 250



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: PERFIL AV. CENTRAL NORTE  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 2017  
 FIGURA: 5-21

# **CALLES ORIENTE**

## CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN

Cuadro 5.45 1A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
115	18	29	96	0.24302239	21	0.000036458	0.0000875	0.000094302	2	0.000188604

Cuadro 5.46 2A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
69	15	26	105	0.23772361	77	0.000133681	0.000320833	0.000280439	2	0.000560878

Cuadro 5.47 3A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
132	21	20	82	0.202611	56	0.000097222	0.000233333	0.000206928	2	0.000413856
133	20	30	95.5	0.26455582	70	0.000121528	0.000291667	0.000259789	2	0.000519578

Cuadro 5.48 4A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
50	14	13	72	0.14140168	28	0.000048611	0.000116667	0.000107474	2	0.000214947
51	13	24	102	0.20857187	49	0.000085069	0.000204167	0.000184191	2	0.000368381

DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes

Cuadro 5.49 1A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
115	18	29	-0,99	8	0,2032	0,032429279	0,040226594	0,000188604	0,000936858	0,02328953	1,24044061	0,5143	0,0214	0,14224

Cuadro 5.50 2A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
69	15	26	-0,97	8	0,2032	0,032429279	0,039738494	0,000560878	0,002548993	0,06414418	1,225389396	0,6887	0,0348	0,14224

Cuadro 5.51 3A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
132	21	20	-1,34	8	0,2032	0,032429279	0,04681435	0,000413856	0,000413856	0,00884036	1,443582836	0,4465	0,0135	0,14224
133	20	30	-1,37	8	0,2032	0,032429279	0,047361019	0,000519578	0,001138914	0,0240475	1,460440109	0,6111	0,0217	0,14224

Cuadro 5.52 4A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
50	14	13	-4,89	8	0,2032	0,032429279	0,089423949	0,000214947	0,000214947	0,00240368	2,757506558	0,5735	0,0074	0,14224
51	13	24	0,55	8	0,2032	0,032429279	0,02993594	0,000552572	0,001093465	0,03652682	0,923114574	0,5087	0,024	0,14224

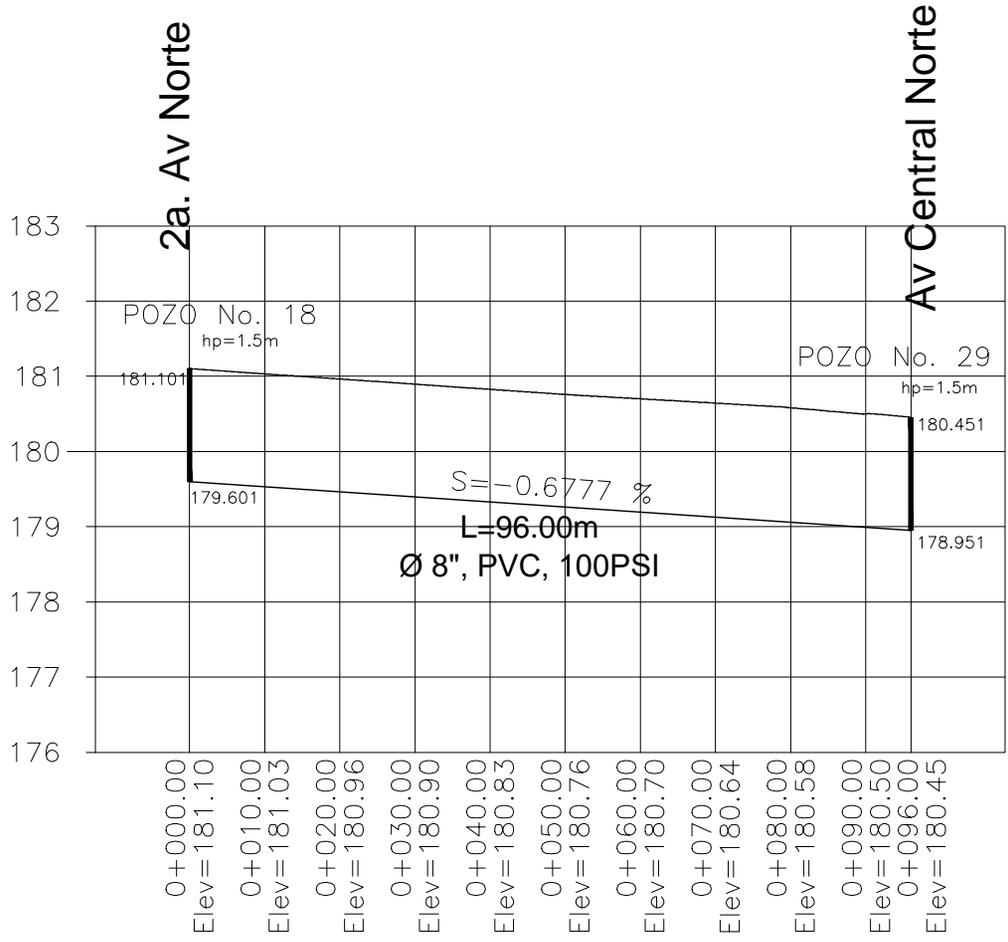


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:  
PERFIL 1a CALLE ORIENTE  
UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
2017  
FECHA:  
5-22



1a calle ote.  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 100

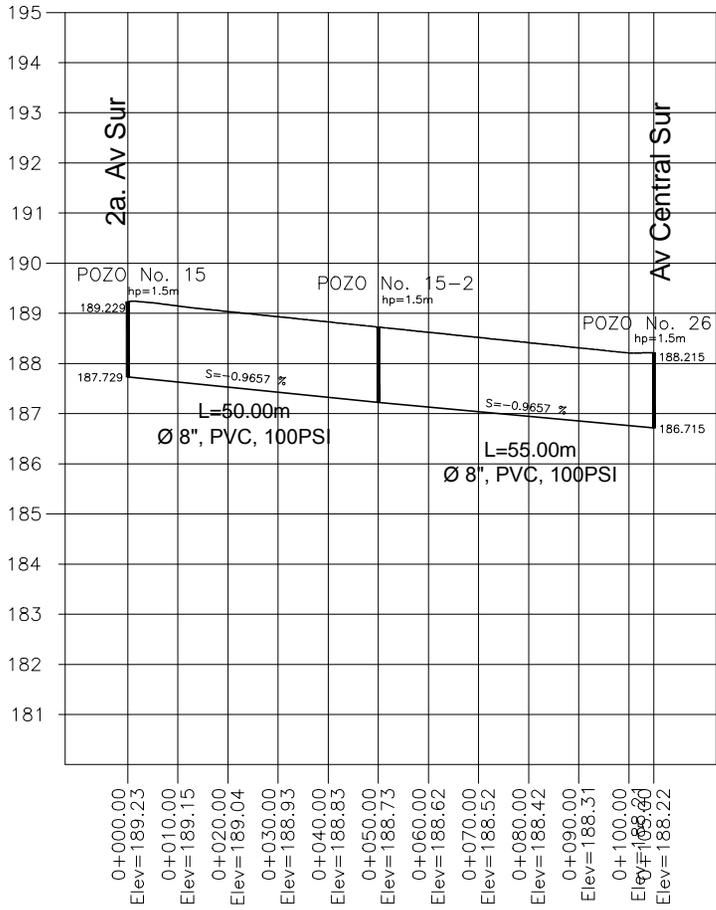


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONSTRUYENDO:  
 PERFIL 2a CALLE ORIENTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FIGURA:  
 5-23



**2a Calle Oriente**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

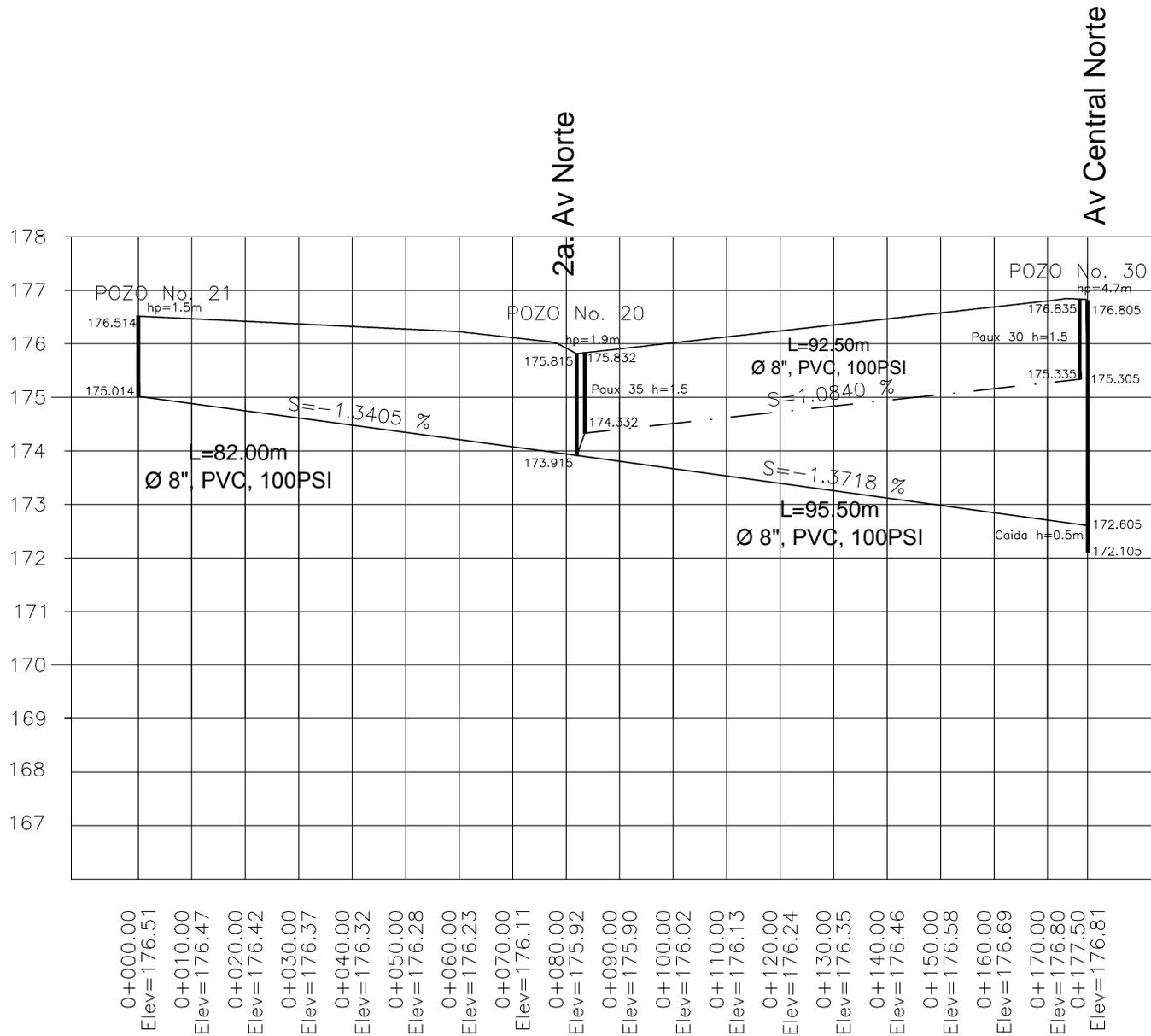


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONSTRUYE:  
 PERFIL 3a CALLE ORIENTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FIGURA:  
 5-24



3 calle Ote.  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1200  
 ESCALA VERTICAL 1 : 120

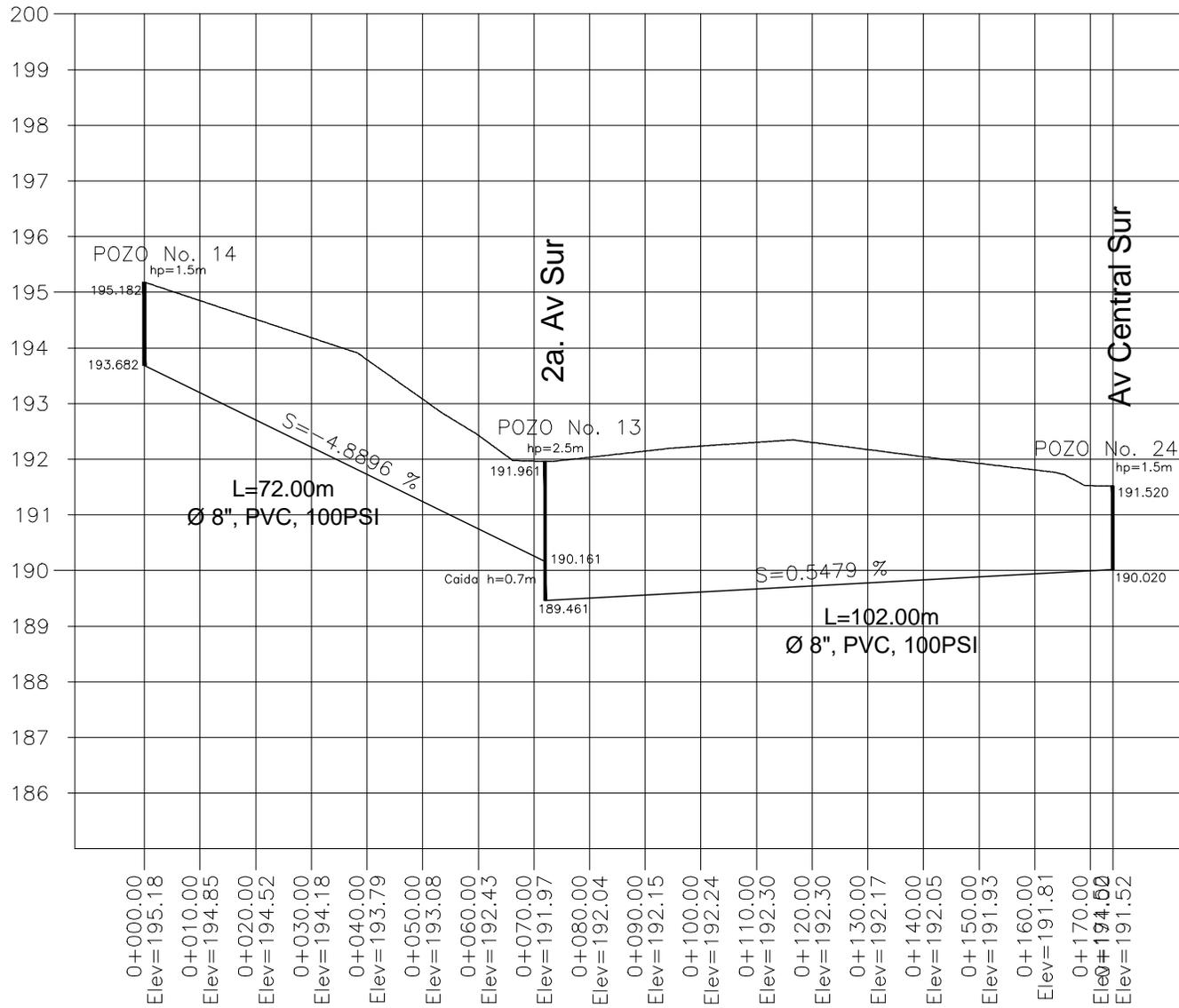


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTE:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL 4a CALLE ORIENTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FOLIO:  
 5-25



**4a Calle Oriente**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1200  
 ESCALA VERTICAL 1 : 120

## CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN

Cuadro 5.53 6A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
30	12	23	101.2	0.29729513	63	0.000109375	0.0002625	0.00023973	2	0.000479459

Cuadro 5.54 8A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
9	9	6	101	0.44340655	14	0.000024306	0.000058333	0.000091007	2	0.000182015

Cuadro 5.55 10A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
8	8	5	100.5	0.53710775	28	0.000048611	0.000116667	0.000147044	2	0.000294088

Cuadro 5.56 LINEA FERREA ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
83	16	27	102	0.18383054	14	0.000024306	0.000058333	0.000065050	2	0.000130099

DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes

Cuadro 5.57 6A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
30	12	23	-1.65	8	0.2032	0.032429279	0.051915238	0.000479459	0.000479459	0.00923542	1.600875494	0.5019	0.0138	0.14224

Cuadro 5.58 8A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
9	9	6	-1,36	8	0,2032	0,032429279	0,047130652	0,000182015	0,000489643	0,01038905	1,453336425	0,4723	0,0139	0,14224

Cuadro 5.59 10A CALLE ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
8	8	5	-1,80	8	0,2032	0,032429279	0,054222948	0,000294088	0,000294088	0,00542369	1,672036813	0,4459	0,0108	0,14224

Cuadro 5.60 LINEA FERREA ORIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
83	16	27	-1.34	8	0.2032	0.032429279	0.046744974	0.000130099	0.001547049	0.03309552	1.441443525	0.6648	0.0253	0.14224



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTE

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:

PERTIL 6a CALLE ORIENTE

UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:

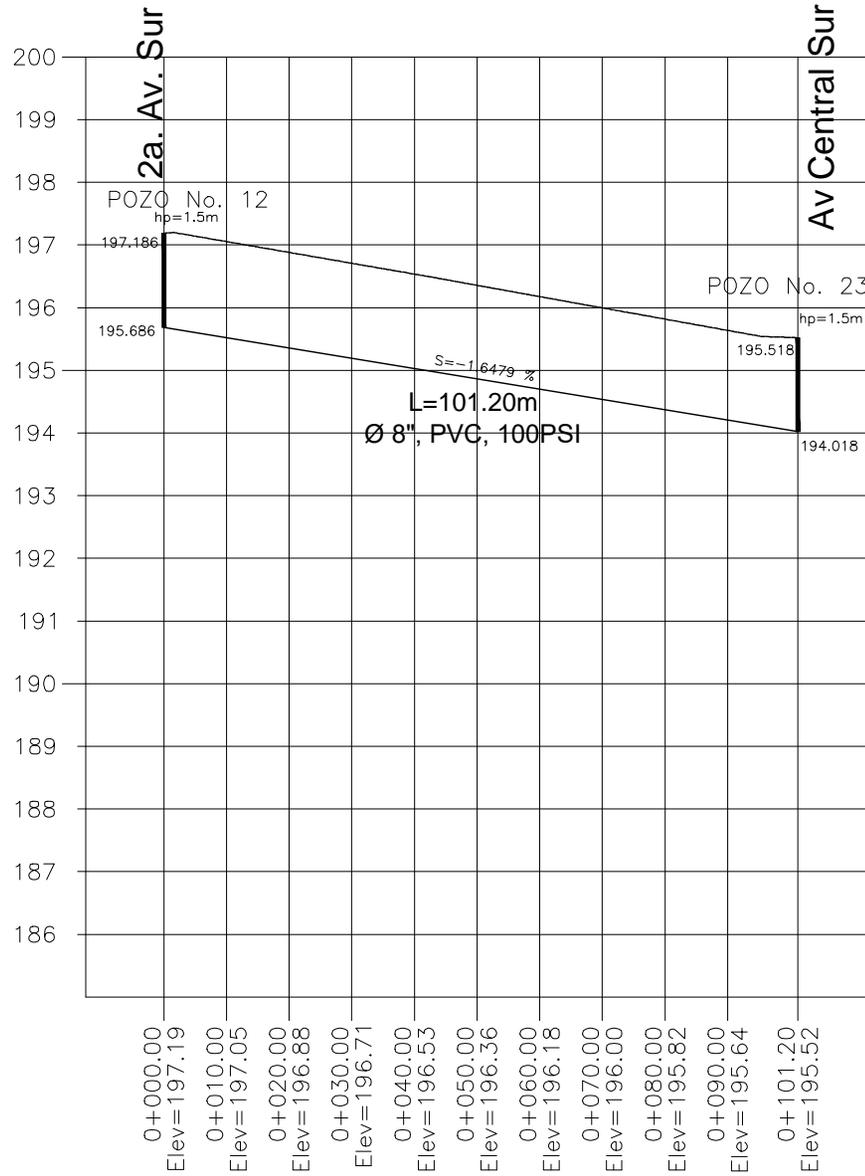
INDICADA

FECHA:

2017

FOLIOS:

5-26



### 6a Calle Oriente

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500

ESCALA VERTICAL 1 : 150



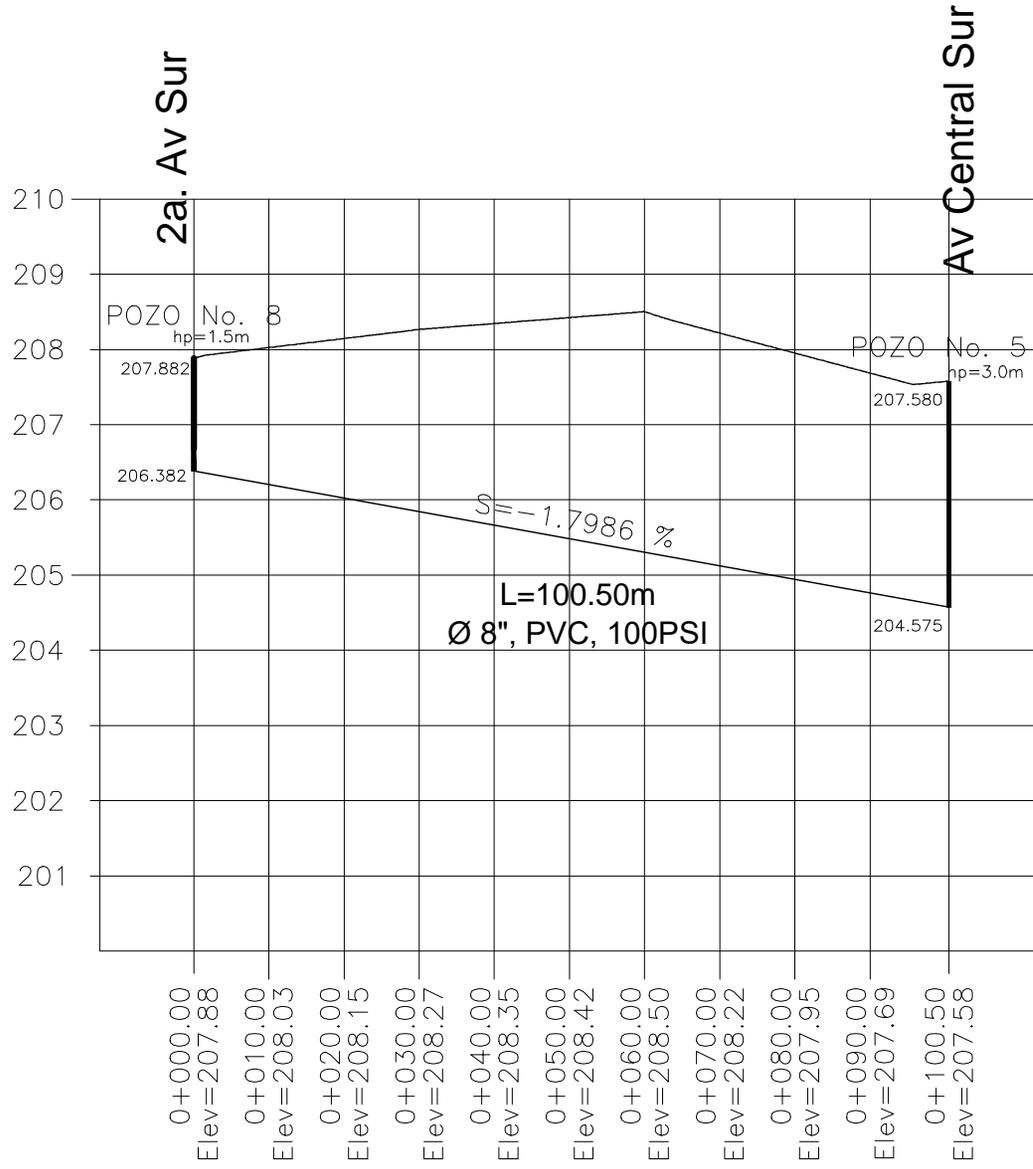


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:  
 PERFIL 10a CALLE ORIENTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FOLIO:  
 5-28



10a calle Ote  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONSTRUYE:

PERFIL CALLE LINEA FERREA  
 ORIENTE

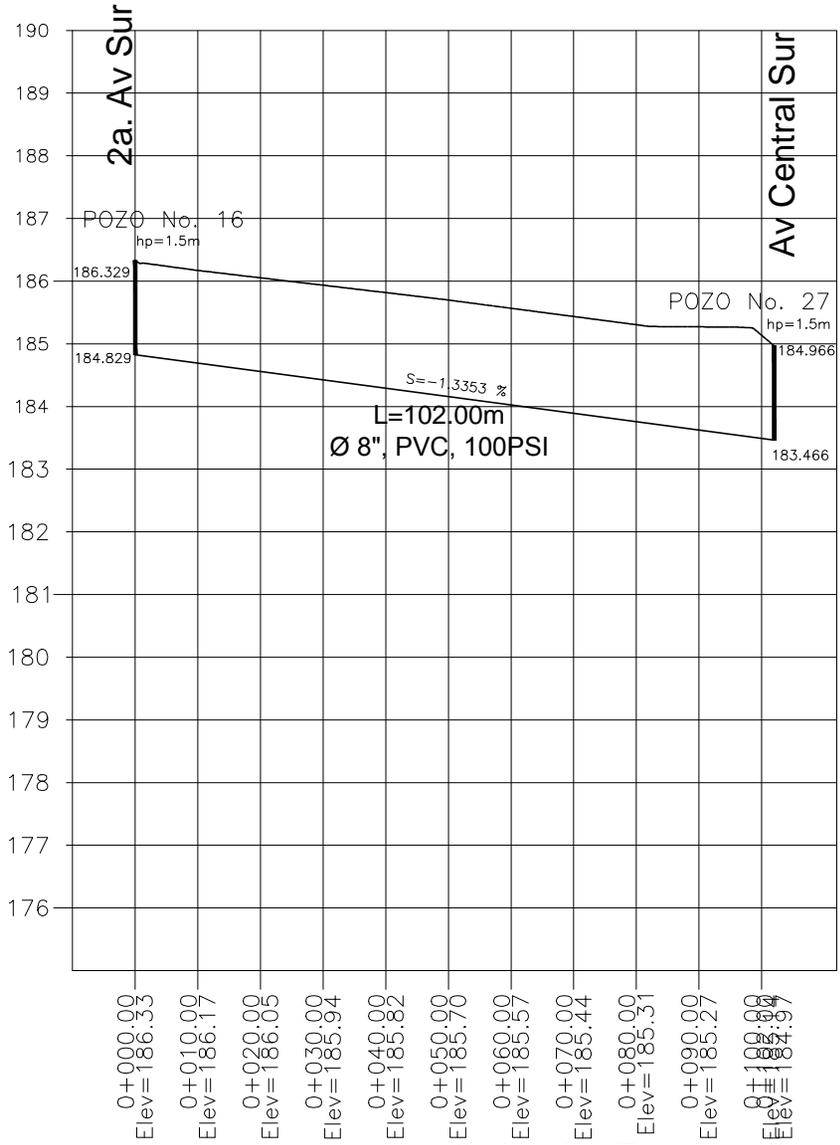
UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:

INDICADA

FECHA:  
 2017

FIGURA:  
 5-29



Calle L. Ferrea Ote.  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.61 CALLE CENTRAL ORIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_{mx}hor+0.1lts/s eg/ha$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
96	17	28	98	0.21885117	28	0.000048611	0.000116667	0.000115218	2	0.000230437

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**

POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes

**Cuadro 5.62 CALLE CENTRAL ORIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO $V_{tlleno}$ (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
96	17	28	-1,39	8	0,2032	0,032429279	0,047741866	0,000230437	0,000988845	0,02071232	1,472184027	0,5886	0,0203	0,14224

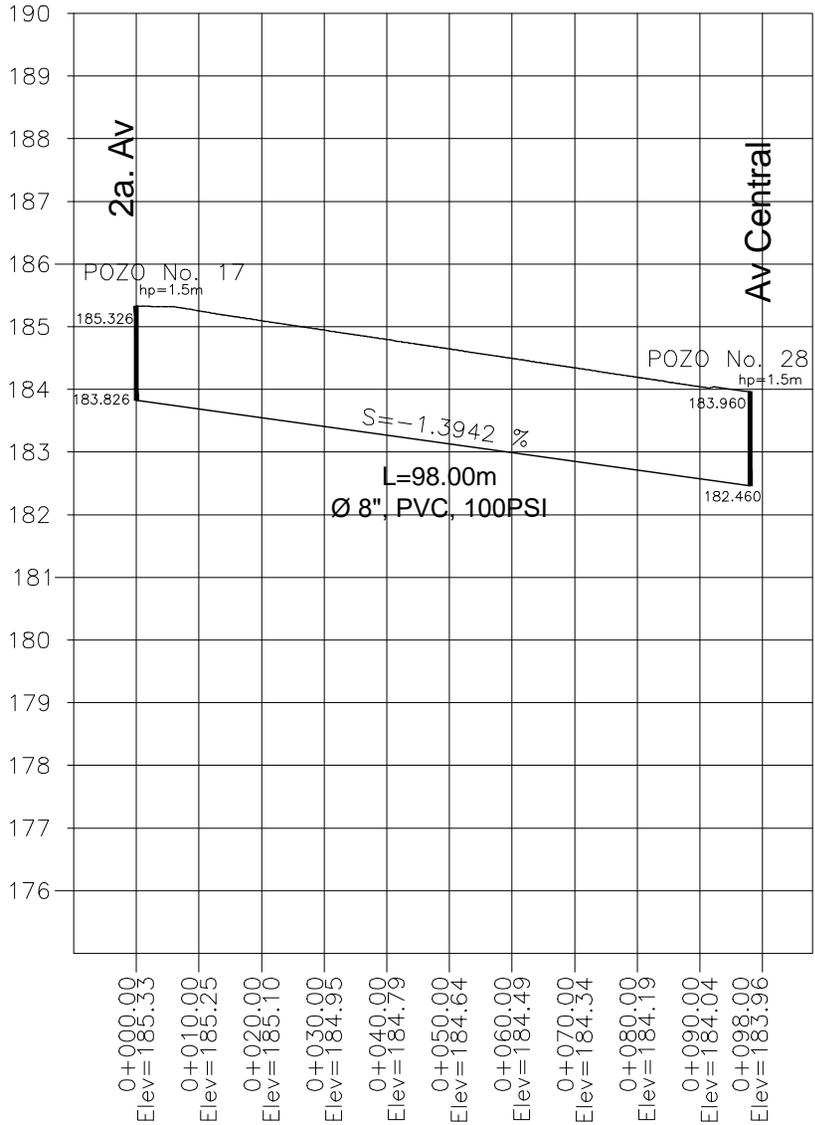


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTE:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
PERFIL CALLE CENTRAL ORIENTE  
UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
2017  
FOLIO:  
5-30



Calle Central Ote.  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1200  
ESCALA VERTICAL 1 : 120

# **CALLES PONIENTE**

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.63 1a CALLE PONIENTE A**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
116	29	43	95.52	0.2592	63	0.000109375	0.0002625	0.00023592	2	0.00047184
117	43	56	86.38	0.2454	49	8.50694E-05	0.000204167	0.000187873	2	0.000375747

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.64 1a CALLE PONIENTE B**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
posi	77	86	60	0.1008	0	0	0	0.00001008	2	0.00002016
119	86	103	76	0.1408	28	4.86111E-05	0.000116667	0.000107413	2	0.000214827

**Cuadro 5.65 2a CALLE PONIENTE A**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
70	26	39	100	0.3033		0	0	0.00003033	2	0.00006066
71	39	53	98.7	0.2993	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000216597	2	0.000433193
72	53	158	89	0.2257	14	2.43056E-05	5.83333E-05	6.92367E-05	2	0.000138473
73	158	#	60	0.1546	14	2.43056E-05	5.83333E-05	6.21267E-05	2	0.000124253
0	#	73	58	0.1546	14	2.43056E-05	5.83333E-05	6.21267E-05	2	0.000124253

DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes

Cuadro 5.66 1a CALLE PONIENTE A

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
116	29	43	-3.04	8	0.2032	0.032429279	0.070556515	0.00047184	<b>0.002495246</b>	0.03536521	2.175704119	1.022	0.0262	0.14224
117	43	56	-4.97	8	0.2032	0.032429279	0.090159501	0.000375747	<b>0.00284057</b>	0.03150605	2.780188291	1.2621	0.0247	0.14224

Cuadro 5.67 1a CALLE PONIENTE B

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
posi	77	86	-0.03	8	0.2032	0.032429279	0.007195952	0.00002016	0.00002016	<b>0.00280158</b>	<b>0.221896762</b>	<b>0.244</b>	<b>0.0027</b>	<b>0.14224</b>
119	86	103	1.15	8	0.2032	0.032429279	0.043364665	0.000214827	0.000214827	0.00495396	1.337207211	0.5244	0.0078	0.14224
120	103	113	-2.55	8	0.2032	0.032429279	0.064546037	0.000370347	0.000370347	0.00573771	1.990363008	0.54	0.011	0.14224
121	113	121	-1.99	8	0.2032	0.032429279	0.057086243	0.000513567	0.000513567	0.00899633	1.760330345	0.5471	0.0136	0.14224

Cuadro 5.68 2a CALLE PONIENTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
70	26	39	-1.85	8	0.2032	0.032429279	0.054986431	0.00006066	0.001662682	0.03023803	1.695579844	0.7605	0.0242	0.14224
71	39	53	-4.40	8	0.2032	0.032429279	0.08479561	0.000433193	0.00221587	0.02613189	2.614785561	1.1225	0.0226	0.14224
72	53	158	-2.86	8	0.2032	0.032429279	0.068407946	0.000138473	0.005759089	0.08418743	2.109450112	1.2822	0.0399	0.14224
73	158	162	-0.88	8	0.2032	0.032429279	0.037898041	0.000124253	0.016019316	0.4226951	1.168636569	1.1204	0.0922	0.14224
	162	73	-0.85	8	0.2032	0.032429279	0.037243941	0.000124253	0.01614357	0.43345492	1.148466533	1.1083	0.0935	0.14224

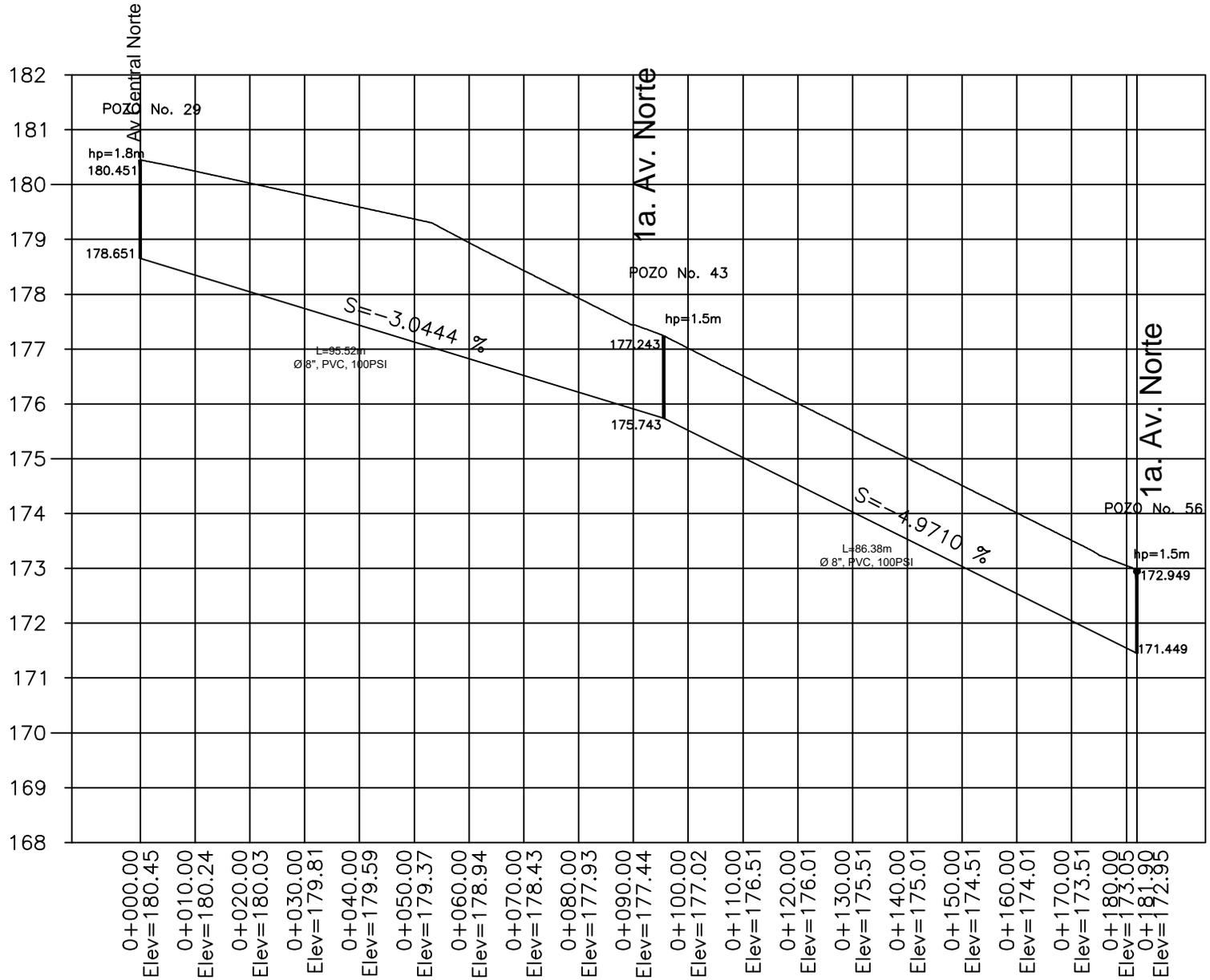


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTADO MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

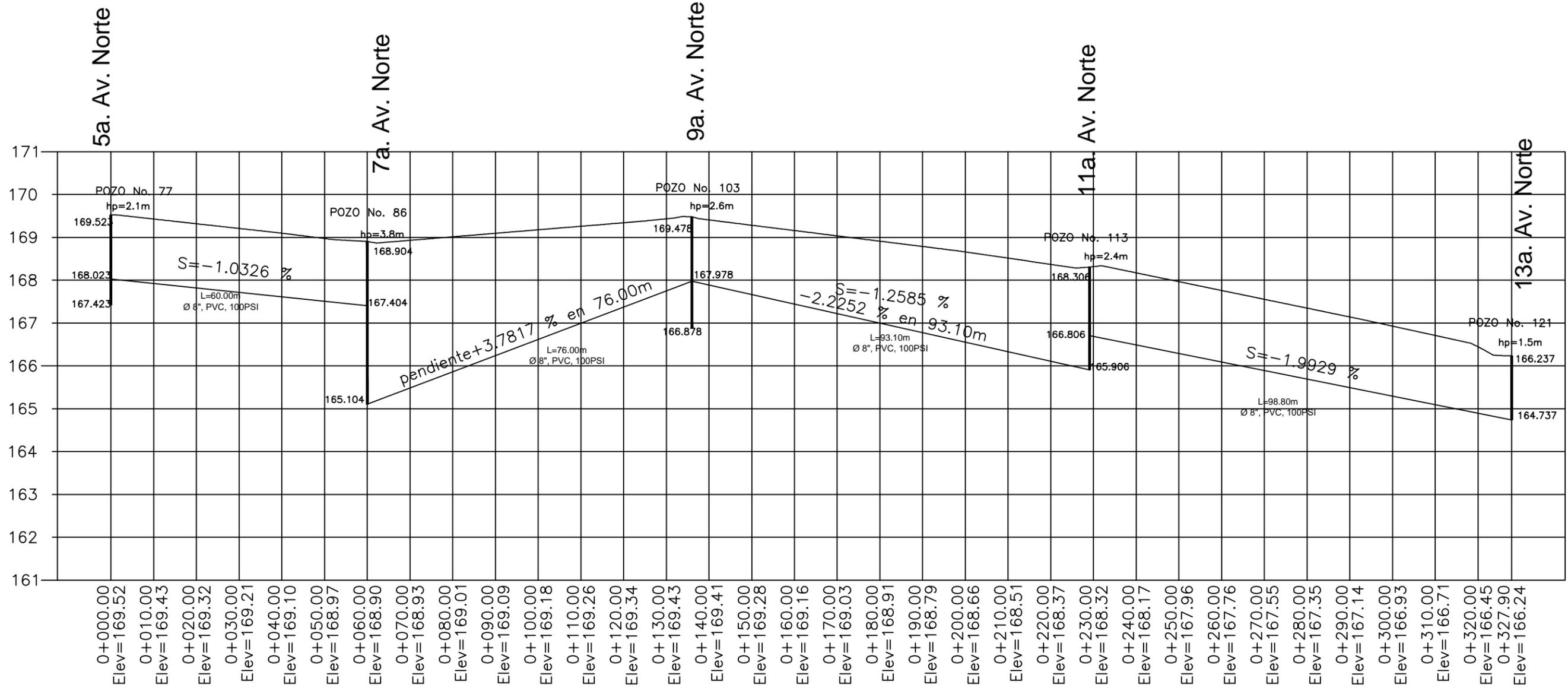
PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:  
 PERFIL 1a CALLE PONIENTE A  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-31



1a calle pte. A  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 110



1a Calle Pte. B  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

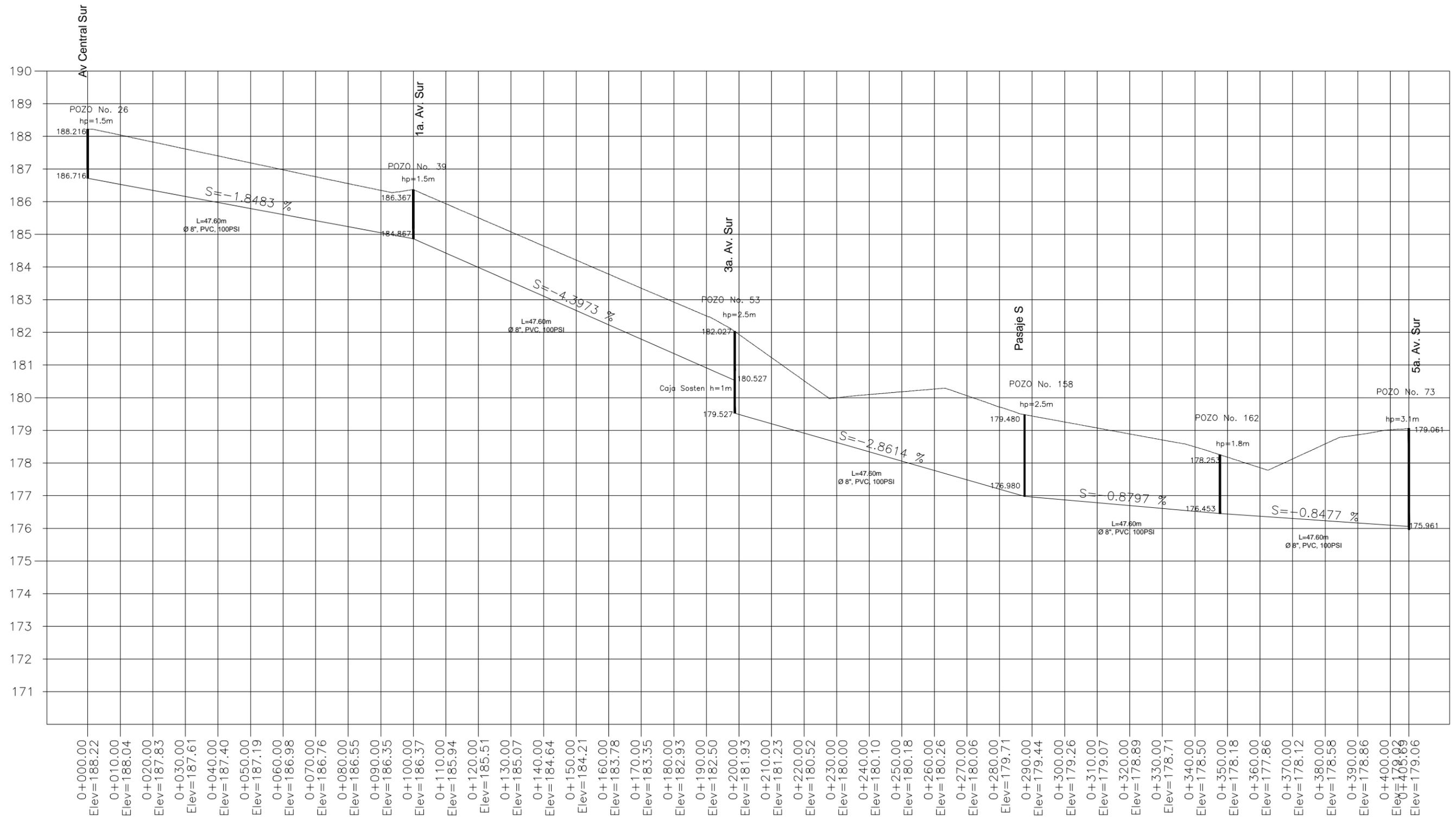
CONTENIDO:  
 PERFIL 1a CALLE PONIENTE B

UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA: INDICADA

FECHA: 2017

PERFIL: 5-32



**2a Calle Poniente**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1200  
 ESCALA VERTICAL 1 : 120



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: PERFIL 2a CALLE PONIENTE A  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 2017  
 PERFIL: 5-33

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.69 2a CALLE PONIENTE B**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
75	74	83	70	0.2005	28	4.86111E-05	0.000116667	0.000113383	2	0.000226767
76	83	82	61.3	0.1677	21	3.64583E-05	0.0000875	0.00008677	2	0.00017354

**Cuadro 5.70 3a CALLE PONIENTE A**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
134	30	44	93.5	0.3077	63	0.000109375	0.0002625	0.00024077	2	0.00048154

**Cuadro 5.71 3a CALLE PONIENTE B**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
141	88	105	83.2	0.1971	21	3.64583E-05	0.0000875	0.00008971	2	0.00017942
142	105	114	101.8	0.2291	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000209577	2	0.000419153
143	114	122	89.6	0.2597	84	0.000145833	0.00035	0.00030597	2	0.00061194

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**  
**POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes**

**Cuadro 5.72 2a CALLE PONIENTE B**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
75	74	83	-2.70	8	0.2032	0.032429279	0.066446018	0.000226767	0.000226767	0.0034128	2.048951468	0.4743	0.0087	0.14224
76	83	82	-1.85	8	0.2032	0.032429279	0.055024331	0.00017354	0.000400307	0.00727508	1.696748536	0.4945	0.0123	0.14224

**Cuadro 5.73 3a CALLE PONIENTE A**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
134	30	44	1.02	8	0.2032	0.032429279	0.040910731	0.00048154	0.003904675	0.09544378	1.261536885	0.7948	0.0424	0.14224

**Cuadro 5.74 3a CALLE PONIENTE B**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
141	88	105	1.66	8	0.2032	0.032429279	0.052117003	0.00017942	0.002698753	0.05178258	1.607097213	0.8461	0.0314	0.14224
142	105	114	-0.96	8	0.2032	0.032429279	0.039533895	0.000419153	0.002938486	0.07432827	1.219080321	0.7156	0.0374	0.14224
143	114	122	-2.44	8	0.2032	0.032429279	0.063162331	0.00061194	0.00061194	0.00968837	1.947694616	0.6194	0.0141	0.14224



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTE:

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:

PERFIL 2a CALLE PONIENTE B

UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:

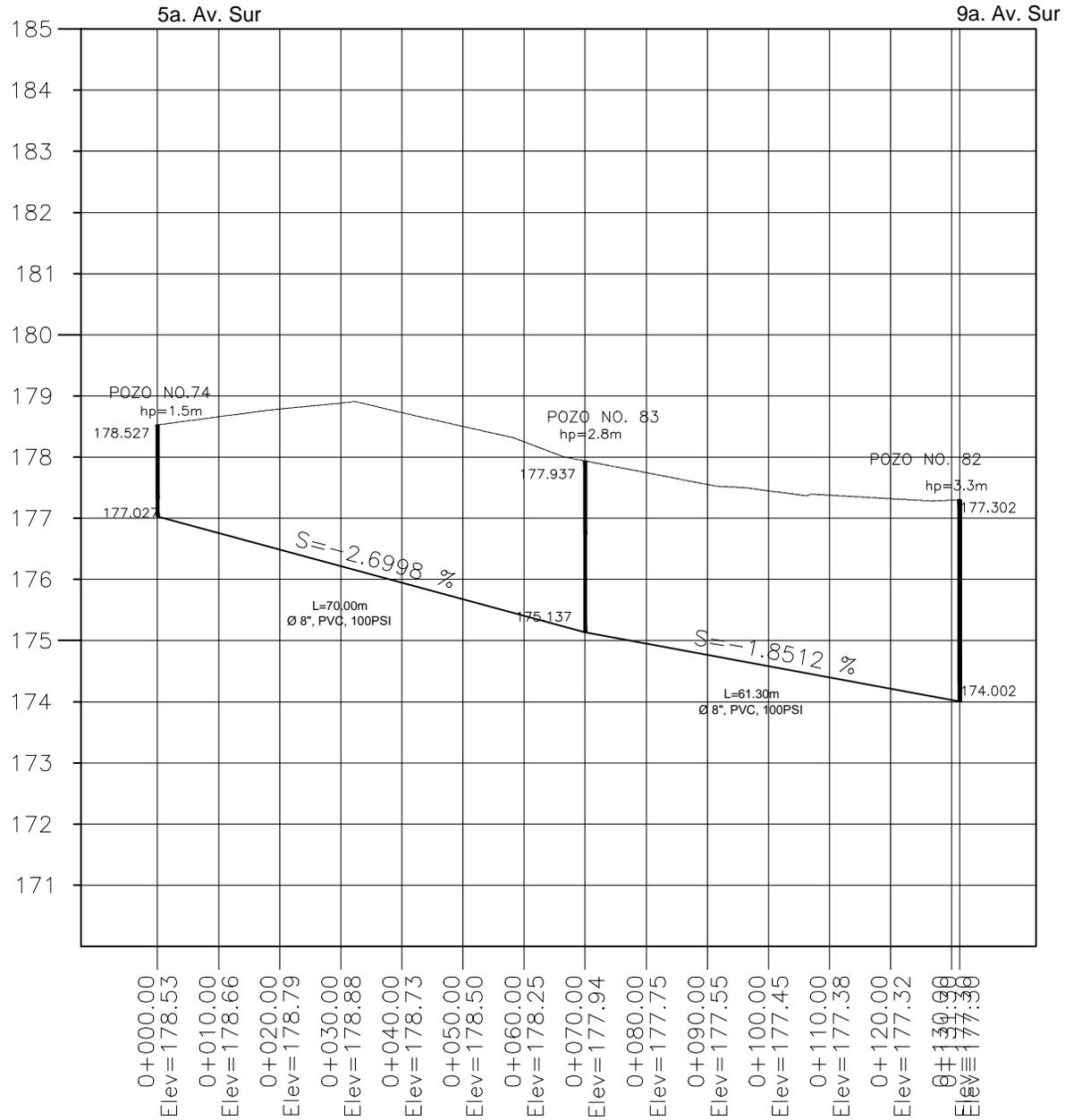
INDICADA

FECHA:

2017

PERFIL:

5-34



## 2A Calle Poniente B

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1100

ESCALA VERTICAL 1 : 110

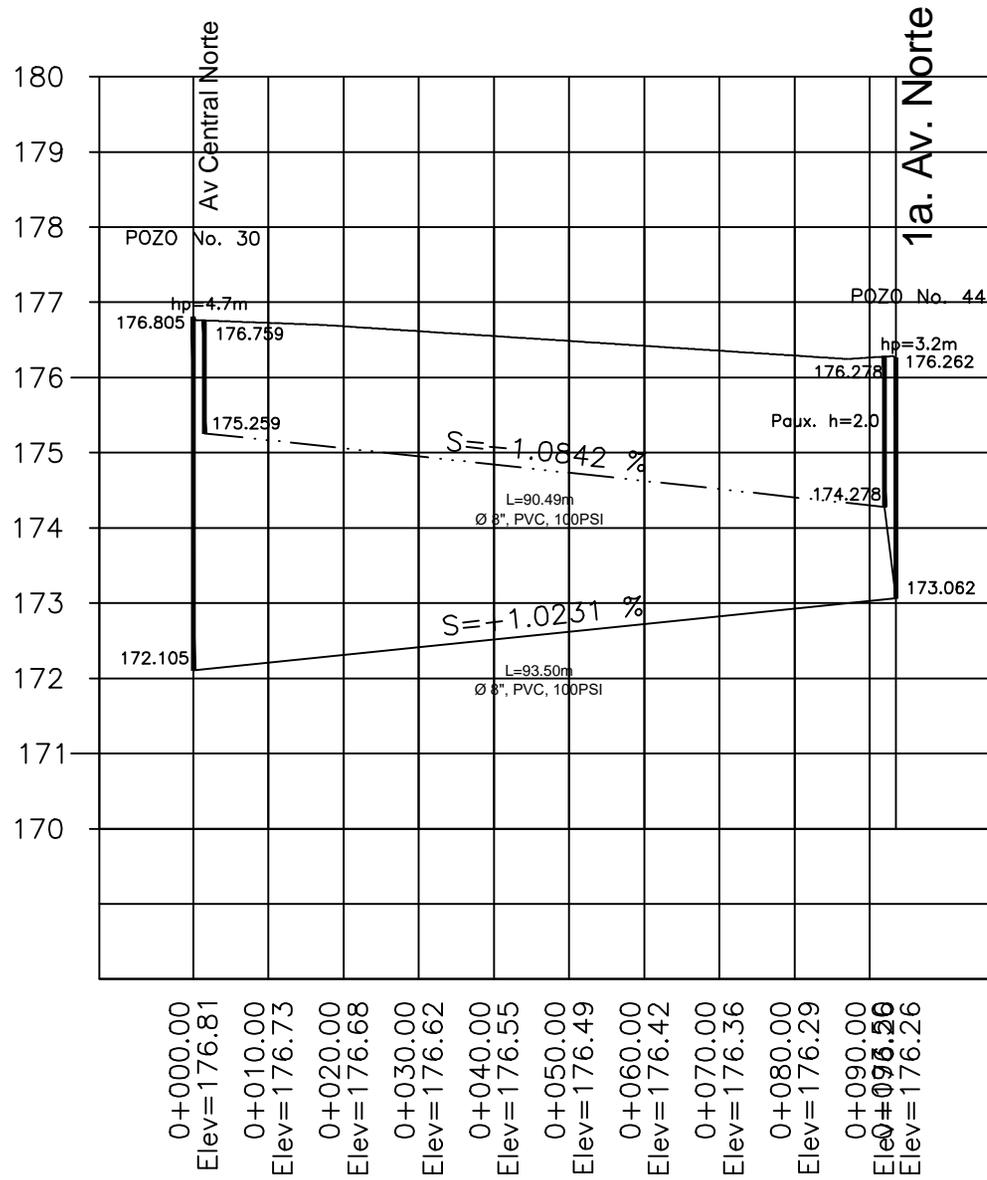


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

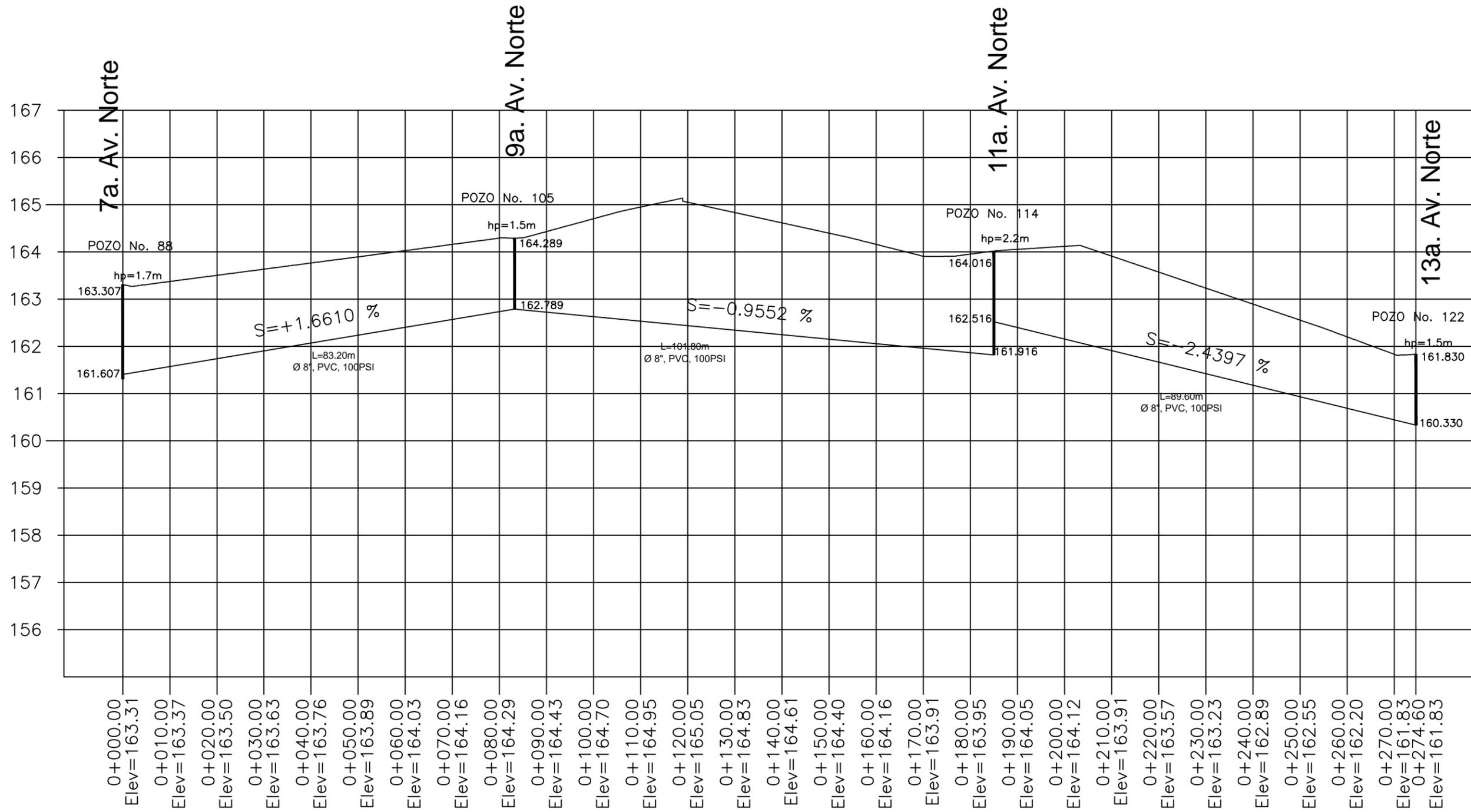
PRESENTE:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTRIBUCIÓN:  
 PERFIL 3a CALLE PONIENTE A  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-35



3 calle Pte. A  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



**3a Calle Pte. B**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 900  
 ESCALA VERTICAL 1 : 90



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
 OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL 3a CALLE PONIENTE B  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE  
 AHUACHAPAN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-36

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.75 4a CALLE PONIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
53	25	38	107.4	0.2888		0	0	0.00002888	2	0.00005776
54	38	52	103	0.3189	70	0.000121528	0.000291667	0.000265223	2	0.000530447
55	52	157	71.6	0.2137	14	2.43056E-05	5.83333E-05	6.80367E-05	2	0.000136073
57	157	58	60	0.2072	42	7.29167E-05	0.000175	0.00016072	2	0.00032144
58	58	156	67.2	0.2072	63	0.000109375	0.0002625	0.00023072	2	0.00046144
60	156	80	50	0.17915	21	3.64583E-05	0.0000875	0.000087915	2	0.00017583
61	80	81	66.62	0.17915	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000134582	2	0.000269163

**Cuadro 5.76 5a CALLE PONIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
155	106	115	91.5	0.273	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000143967	2	0.000287933
156	115	123	100	0.3105	70	0.000121528	0.000291667	0.000264383	2	0.000528767

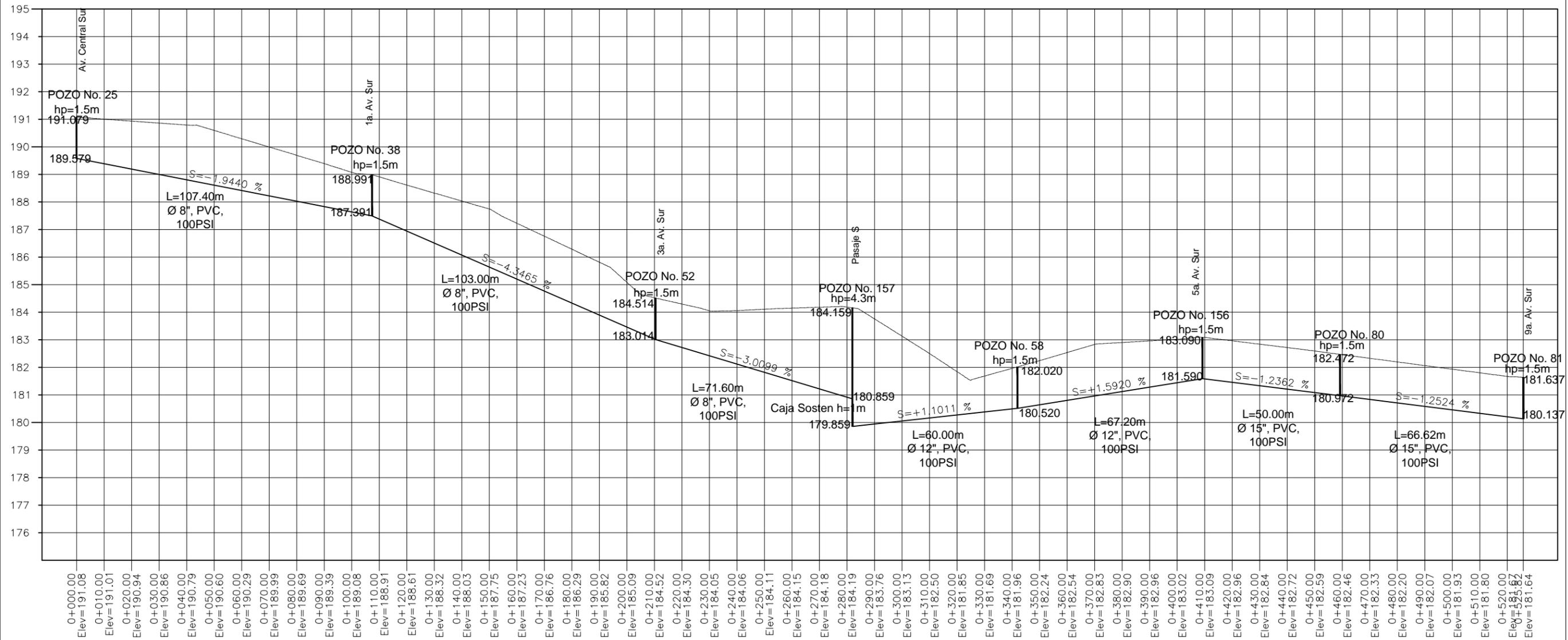
**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**  
**POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes**

**Cuadro 5.77 4a CALLE PONIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
53	25	38	-1.94	8	0.2032	0.032429279	0.05638326	0.00005776	0.000841683	0.01492789	1.738652928	0.6298	0.0173	0.14224
54	38	52	-4.35	8	0.2032	0.032429279	0.084306685	0.000530447	0.002076152	0.02462619	2.599708921	1.0963	0.022	0.14224
55	52	157	-3.01	8	0.2032	0.032429279	0.070154285	0.000136073	0.001174149	0.01673667	2.163300824	0.8118	0.0183	0.14224
57	157	58	1.10	12	0.3048	0.072965877	0.125137903	0.00032144	0.007380641	0.05898006	1.715019518	0.9815	0.0574	0.21336
58	58	156	1.59	12	0.3048	0.072965877	0.150442666	0.00046144	0.007059201	0.04692287	2.061822216	1.1051	0.0511	0.21336
60	156	80	-1.24	15	0.381	0.114009183	0.240325418	0.00017583	0.006773591	0.02818508	2.107947902	0.9995	0.0533	0.2667
61	80	81	-1.25	15	0.381	0.114009183	0.242008931	0.000269163	0.007042754	0.02910122	2.122714377	1.0137	0.0542	0.2667

**Cuadro 5.78 5a CALLE PONIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
155	106	115	-1.18	8	0.2032	0.032429279	0.043953087	0.000287933	0.000287933	0.00655092	1.355351965	0.3825	0.0118	0.14224
156	115	123	-1.09	8	0.2032	0.032429279	0.042237621	0.000528767	0.000528767	0.01251886	1.302453314	0.4475	0.0159	0.14224



**4a Calle Poniente**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

PRESENTA: <b>ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ</b> JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA	CONTENIDO: <b>PERFIL 4a CALLE PONIENTE</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
	UBICACIÓN: <b>MUNICIPIO DE TURIN,          DEPARTAMENTO DE          AHUACHAPÁN</b>	FECHA: <b>2017</b>
PROYECTO: <b>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR          FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE          OCCIDENTE          DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL          MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN</b>	PERFIL: <b>5-37</b>	





**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.79 6a CALLE PONIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
31	23	160	60	0.1538	49	8.50694E-05	0.000204167	0.000178713	2	0.000357427
	160	37	56	0.1532	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000131987	2	0.000263973
32	37	46	43.3	0.0758	7	1.21528E-05	2.91667E-05	3.09133E-05	2	6.18267E-05
33	46	48	59.7	0.1298	84	0.000145833	0.00035	0.00029298	2	0.00058596
34	48	50	62.8	0.1404	77	0.000133681	0.000320833	0.000270707	2	0.000541413
35	50	59	70	0.1832	91	0.000157986	0.000379167	0.000321653	2	0.000643307
36	59	161	38	0.0879	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000195457	2	0.000390913
	161	64	38.6	0.0939	42	7.29167E-05	0.000175	0.00014939	2	0.00029878
37	64	65	101.1	0.2275	70	0.000121528	0.000291667	0.000256083	2	0.000512167
38	65	68	47.75	0.1033	63	0.000109375	0.0002625	0.00022033	2	0.00044066

**Cuadro 5.80 7a CALLE PONIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
168	101	109	62.4	0.1323	77	0.000133681	0.000320833	0.000269897	2	0.000539793
169	109	110	16.5	0.0154	0	0	0	0.00000154	2	0.00000308
170	110	160	56.5	0.1243	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000199097	2	0.000398193
171	160	117	42	0.102	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000126867	2	0.000253733
172	117	124	99	0.2351	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000140177	2	0.000280353

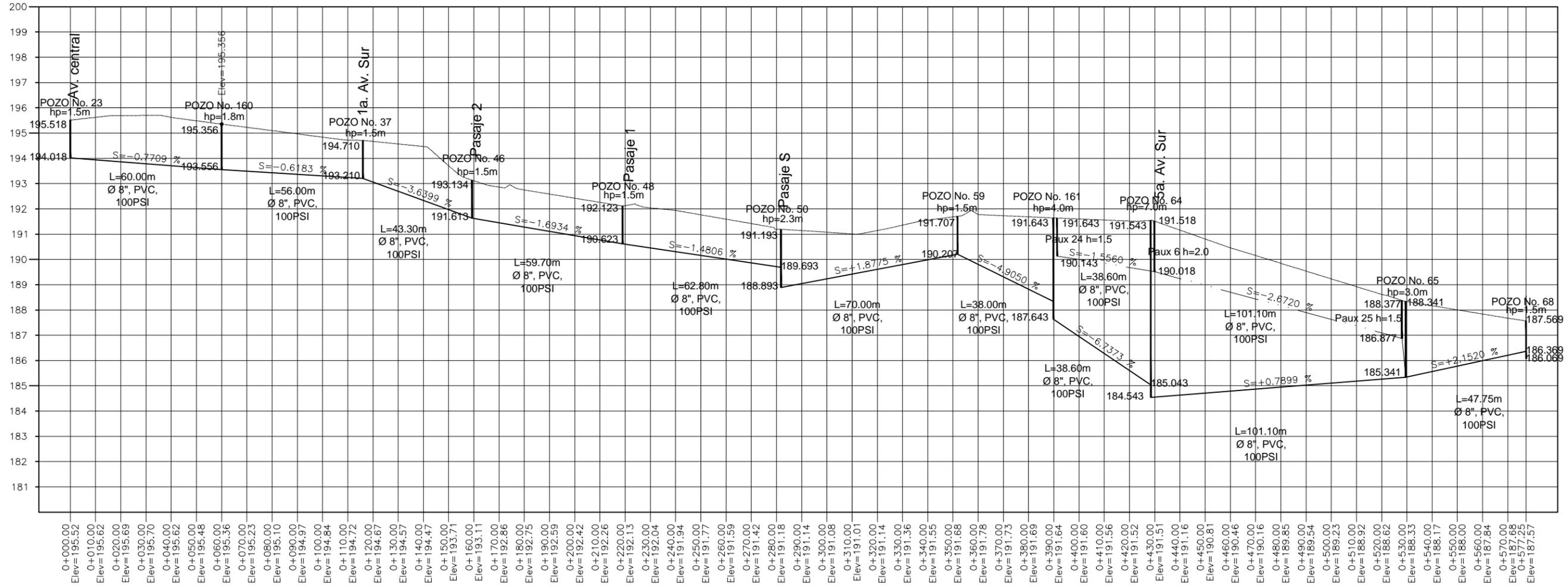
**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**  
**POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes**

**Cuadro 5.81 6a CALLE PONIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
31	23	160	-0.77	8	0.2032	0.032429279	0.035483989	0.000357427	0.001815973	0.05117725	1.094196074	0.5742	0.0313	0.14224
	160	37	-0.62	8	0.2032	0.032429279	0.031785651	0.000263973	0.002079947	0.06543665	0.980152892	0.5539	0.0352	0.14224
32	37	46	-3.64	8	0.2032	0.032429279	0.07714739	6.18267E-05	0.001324901	0.01717363	2.378942516	0.8997	0.0185	0.14224
33	46	48	-1.69	8	0.2032	0.032429279	0.052622986	0.00058596	0.001910861	0.03631229	1.622699872	0.7681	0.0265	0.14224
34	48	50	-1.48	8	0.2032	0.032429279	0.049209475	0.000541413	0.002452274	0.04983338	1.5174397	0.7899	0.0309	0.14224
35	50	59	1.88	8	0.2032	0.032429279	0.055403314	0.000643307	0.000643307	0.01161134	1.708434969	0.5743	0.0154	0.14224
	59	161	-4.91	8	0.2032	0.032429279	0.089560856	0.000390913	0.000390913	0.00436478	2.761728269	0.6893	0.0097	0.14224
36	161	64	-8.03	8	0.2032	0.032429279	0.11459727	0.00029878	0.000689693	0.00601841	3.533759461	0.9149	0.0118	0.14224
37	64	65	0.79	8	0.2032	0.032429279	0.035926338	0.000512167	0.001439559	0.04006973	1.107836469	0.5186	0.026	0.14224
38	65	68	2.15	8	0.2032	0.032429279	0.059333087	0.00044066	0.00044066	0.00742688	1.829614776	0.5365	0.0125	0.14224

**Cuadro 5.82 7a CALLE PONIENTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
168	101	109	-2.43	10	0.254	0.050670748	0.114393243	0.000539793	0.047704671	0.41702351	2.257579522	2.1538	0.1144	0.1778
169	109	110	-1.31	12	0.3048	0.072965877	0.136410774	0.00000308	0.047707751	0.34973595	1.86951462	1.704	0.1244	0.21336
170	110	160	-2.34	10	0.254	0.050670748	0.112236354	0.000398193	0.052317096	0.46613324	2.215012767	2.175	0.122	0.1778
171	160	117	-4.16	10	0.254	0.050670748	0.149532497	0.000253733	0.052570829	0.35156792	2.951061582	2.693	0.104	0.1778
172	117	124	3.09	8	0.2032	0.032429279	0.071070312	0.000280353	0.008471948	0.11920517	2.191547726	1.6596	0.0436	0.14224



**6a Calle Poniente**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1700  
 ESCALA VERTICAL 1 : 170

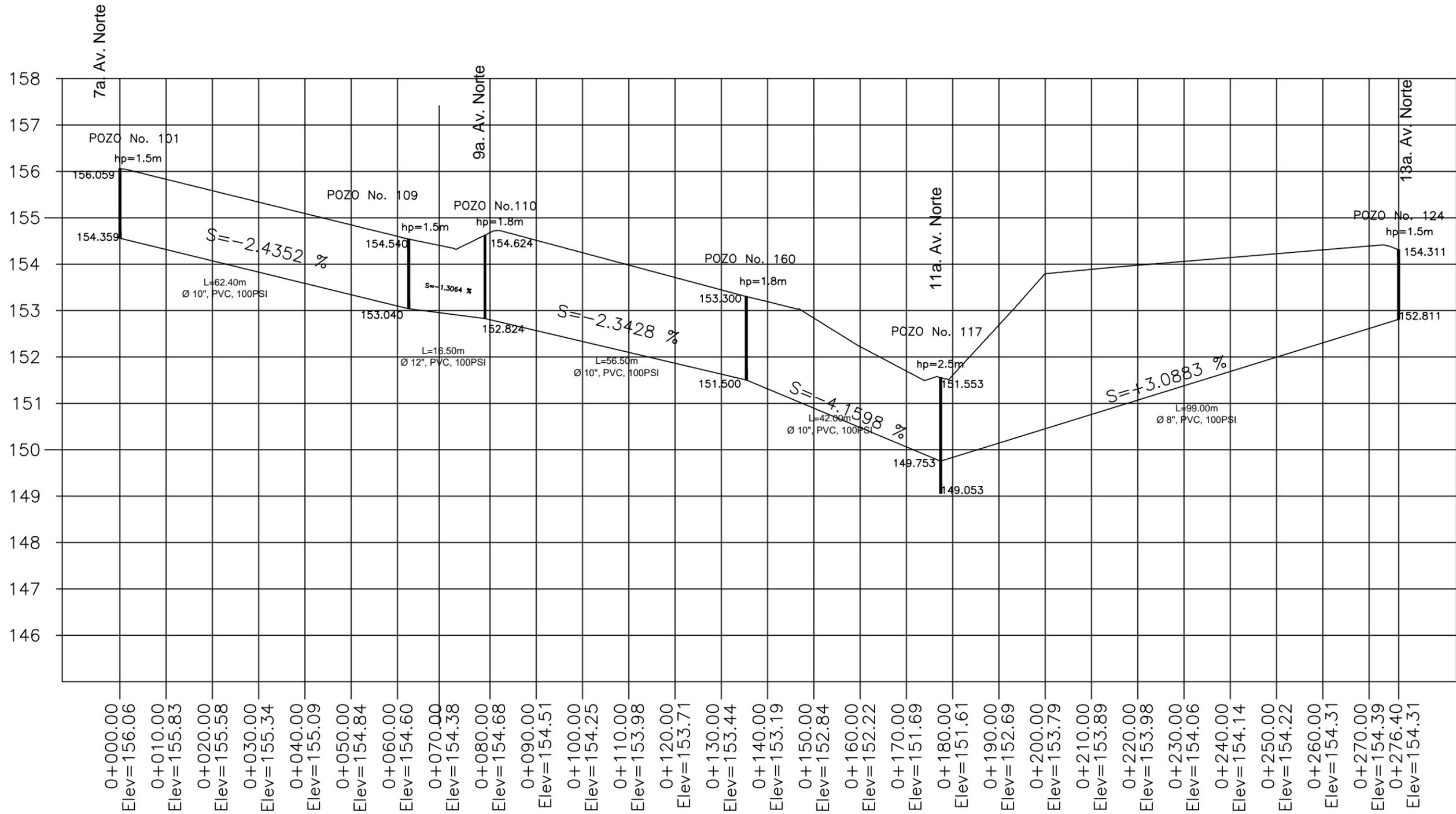


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: PERFIL 6a CALLE PONIENTE  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 2017  
 PERFIL: 5-39



**7a Calle Pte.**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 900  
 ESCALA VERTICAL 1 : 90



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: PERFIL 7a CALLE PONIENTE  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 2017  
 PERFIL: 5-40

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.83 CALLE CENTRAL**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
97	28	42	30.6	0.0321	7	1.21528E-05	2.91667E-05	2.65433E-05	2	5.30867E-05
98	42	41	64.1	0.1652	14	2.43056E-05	5.83333E-05	6.31867E-05	2	0.000126373
99	41	154	50	0.1395	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000130617	2	0.000261233
99	154	55	47.6	0.1362	42	7.29167E-05	0.000175	0.00015362	2	0.00030724
100	55	57	107.3	0.4117	91	0.000157986	0.000379167	0.000344503	2	0.000689007
101	57	76	103.2	0.2885	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000145517	2	0.000291033
102	76	85	57.2	0.103	0	0	0	0.0000103	2	0.0000206
103	85	102	81.2	0.2127	7	1.21528E-05	2.91667E-05	4.46033E-05	2	8.92067E-05
104	102	112	96.5	0.2865	105	0.000182292	0.0004375	0.00037865	2	0.0007573
105	112	120	95.7	0.2936	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000216027	2	0.000432053

**Cuadro 5.84 CALLE LINEA FERREA**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
84	40	54	99	0.3336	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000220027	2	0.000440053
85	54	159	97	0.3194	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000148607	2	0.000297213
86	159	75	116.9	0.3249	14	2.43056E-05	5.83333E-05	7.91567E-05	2	0.000158313

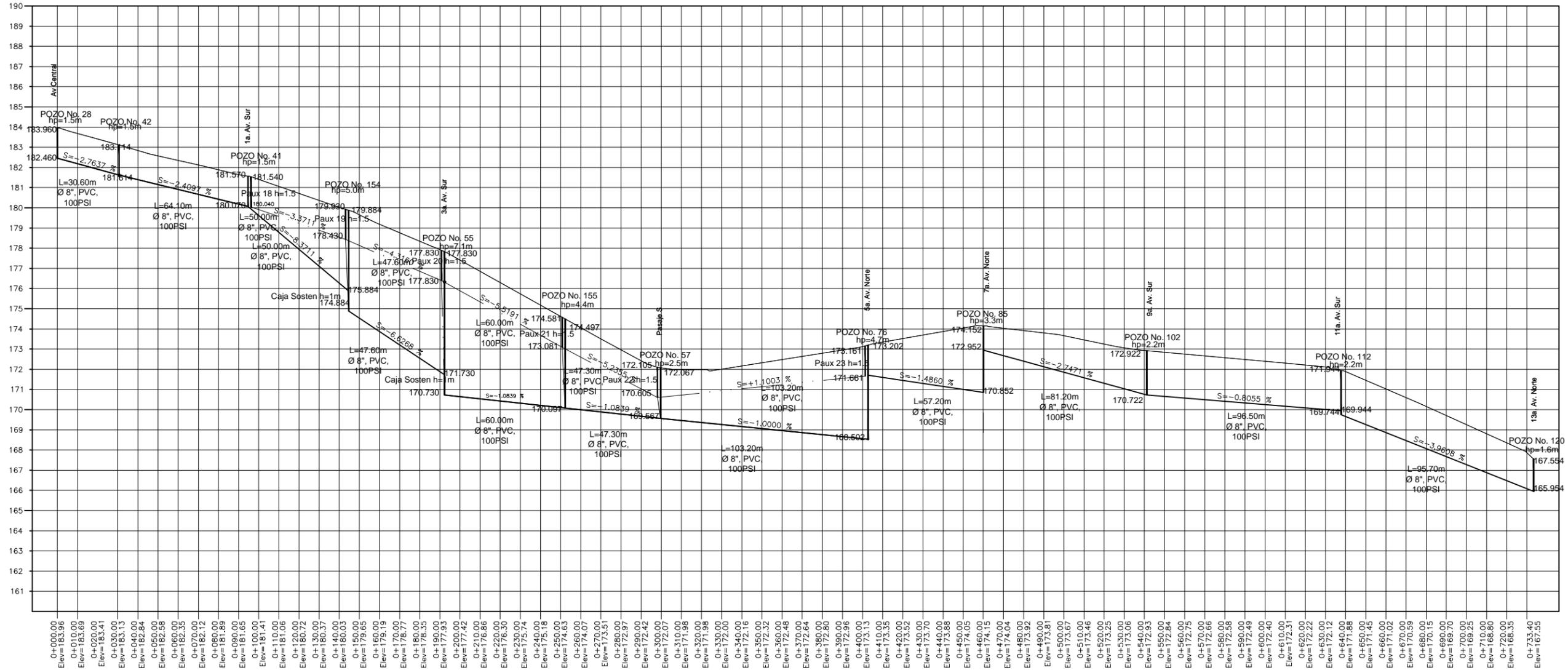
**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**  
**POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes**

**Cuadro 5.85: CALLE CENTRAL**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
97	28	42	-2.76	8	0.2032	0.032429279	0.067237498	5.30867E-05	0.00231882	0.034487	2.073357815	0.9665	0.0258	0.14224
98	42	41	-2.41	8	0.2032	0.032429279	0.062759823	0.000126373	0.002445193	0.03896112	1.935282738	0.9364	0.0274	0.14224
99	41	154	-8.37	8	0.2032	0.032429279	0.117004264	0.000261233	0.002075631	0.01773979	3.60798231	1.3778	0.0188	0.14224
99	154	55	-6.63	8	0.2032	0.032429279	0.104091303	0.00030724	0.002382871	0.02289213	3.209793977	1.3241	0.0212	0.14224
100	55	57	-1.08	8	0.2032	0.032429279	0.042099513	0.000689007	0.007717662	0.18331951	1.298194563	0.9876	0.059	0.14224
101	57	76	-1.03	8	0.2032	0.032429279	0.041079205	0.000291033	0.008418499	0.20493335	1.266732009	0.9952	0.0624	0.14224
102	76	85	-1.49	8	0.2032	0.032429279	0.049294507	0.0000206	0.0000206	0.0004179	1.520061776	0.1853	0.0033	0.14224
103	85	102	-2.75	8	0.2032	0.032429279	0.067013376	8.92067E-05	0.000261009	0.00389487	2.066446693	0.4982	0.0092	0.14224
104	102	112	-0.81	8	0.2032	0.032429279	0.036308911	0.0007573	0.006936161	0.19103192	1.119633622	0.9353	0.0568	0.14224
105	112	120	-3.96	8	0.2032	0.032429279	0.080478252	0.000432053	0.004178217	0.05191735	2.48165409	1.3878	0.0302	0.14224

**Cuadro 5.86 CALLE LINEA FERREA**

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULIC O TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
84	40	54	-2.65	8	0.2032	0.032429279	0.065871798	0.000440053	0.001420348	0.02156231	2.031244624	0.8224	0.0206	0.14224
85	54	159	-2.34	8	0.2032	0.032429279	0.061887847	0.000297213	0.001083078	0.01750066	1.908394192	0.7256	0.0187	0.14224
86	159	75	-1.03	8	0.2032	0.032429279	0.041123775	0.000158313	0.001388092	0.03375401	1.268106371	0.5869	0.0256	0.14224



**Calle Central Pto.**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 2200  
 ESCALA VERTICAL 1 : 220

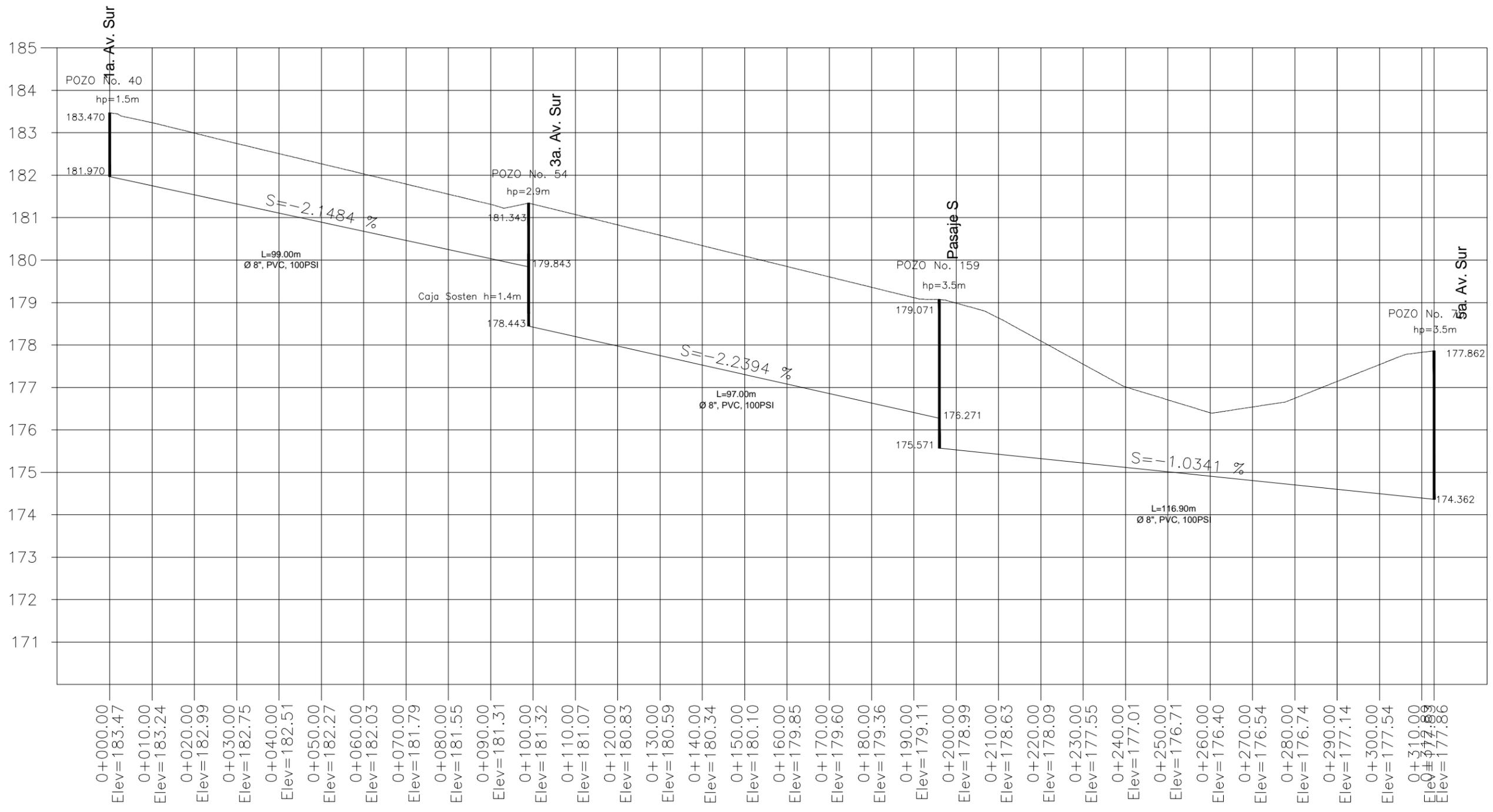


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL CALLE CENTRAL  
 UBICACION:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-41



**Linea Ferrea**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
 OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL CALLE LINEA FERREA  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE  
 AHUACHAPAN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-42

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.87 PASAJE A**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
135	79	78	72.6	0.2397	98	0.000170139	0.000408333	0.000350637	2	0.000701273
136	78	87	56.6	0.1216	49	8.50694E-05	0.000204167	0.000175493	2	0.000350987

**Cuadro 5.88 PASAJE B**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
138	89	90	60	0.2909	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000215757	2	0.000431513
139	90	91	63.5	0.2078	70	0.000121528	0.000291667	0.000254113	2	0.000508227

**Cuadro 5.89 PASAJE C**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
147	92	93	60	0.2319	84	0.000145833	0.00035	0.00030319	2	0.00060638
148	93	94	58.25	0.1967	70	0.000121528	0.000291667	0.000253003	2	0.000506007

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA**  
**POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes**

Cuadro 5.90 PASAJE A

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
135	79	78	-1.40	8	0.2032	0.032429279	0.047860722	0.000701273	0.000701273	0.01465238	1.475849103	0.5319	0.0172	0.14224
136	78	87	-2.13	10	0.254	0.050670748	0.10689032	0.000350987	0.035604478	0.33309357	2.109507448	1.8986	0.1009	0.1778

Cuadro 5.91 PASAJE B

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
138	89	90	-1.04	8	0.2032	0.032429279	0.041172444	0.000431513	0.000431513	0.01048063	1.269607142	0.5216	0.0125	0.14224
139	90	91	-1.09	8	0.2032	0.032429279	0.042152638	0.000508227	0.00093974	0.02229374	1.299832742	0.4715	0.0228	0.14224

Cuadro 5.92 PASAJE C

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
147	92	93	-2.57	8	0.2032	0.032429279	0.064826659	0.00060638	0.00060638	0.00935387	1.999016374	0.629	0.0139	0.14224
148	93	94	-1.39	8	0.2032	0.032429279	0.047714408	0.000506007	0.001112387	0.02331343	1.471337324	0.6098	0.0214	0.14224



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENIA

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:

PERFIL PASAJE A PONIENTE

UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:

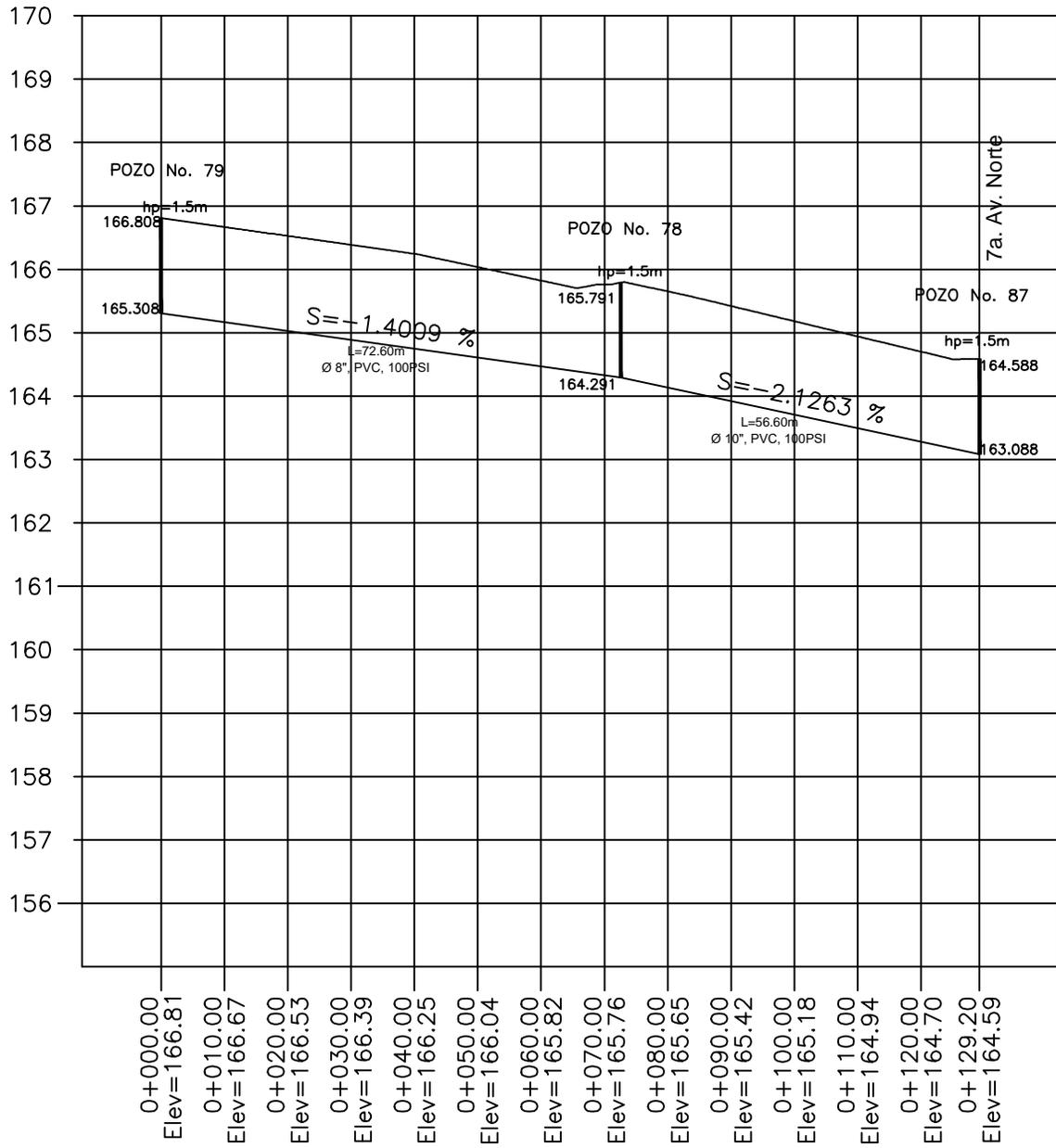
INDICADA

FECHA:

2017

PERFIL:

5-43



**Pasaje A Pte**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 110

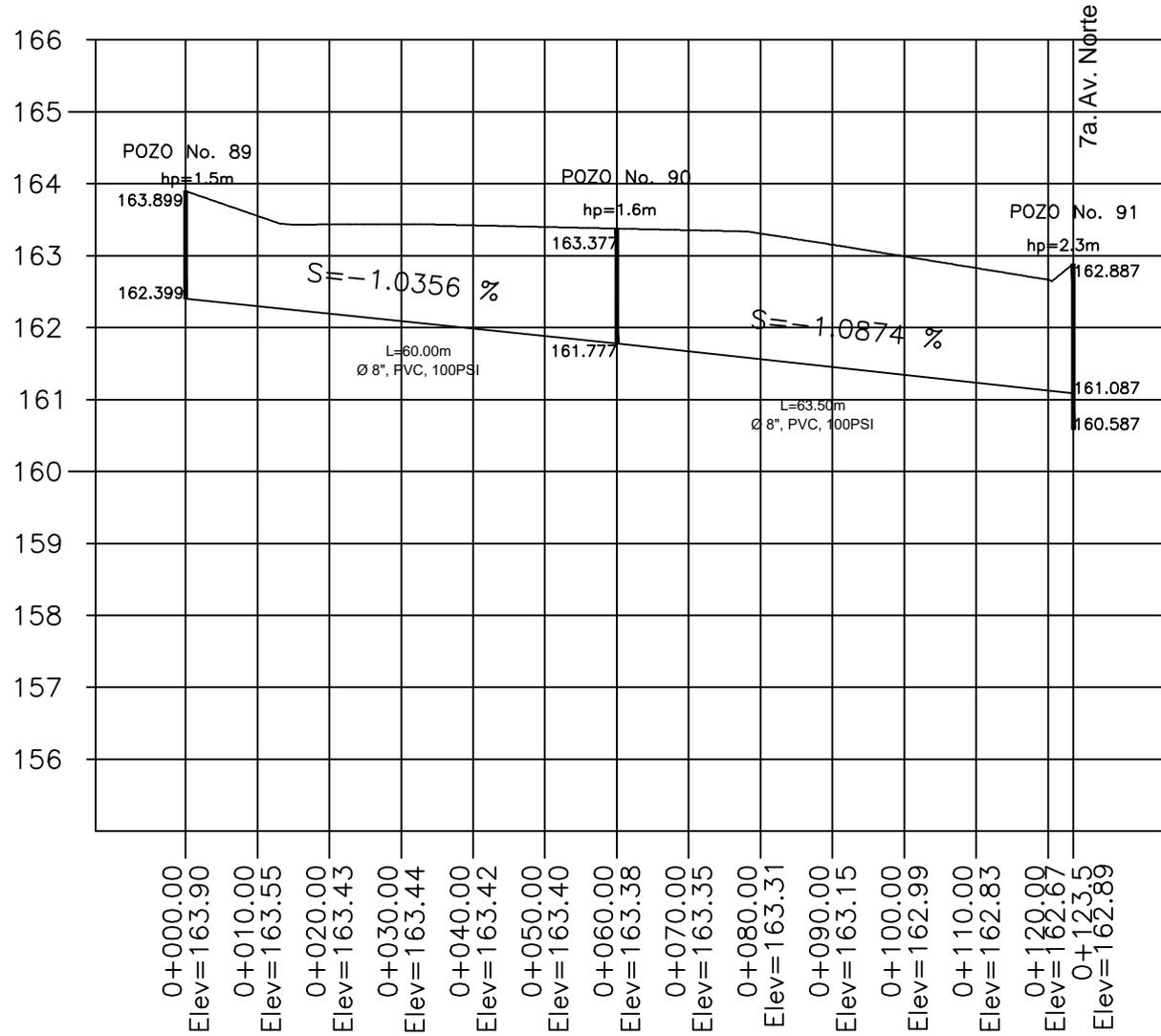


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENIA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL PASAJE B PONIENTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-44



Pasaje B Pte  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100

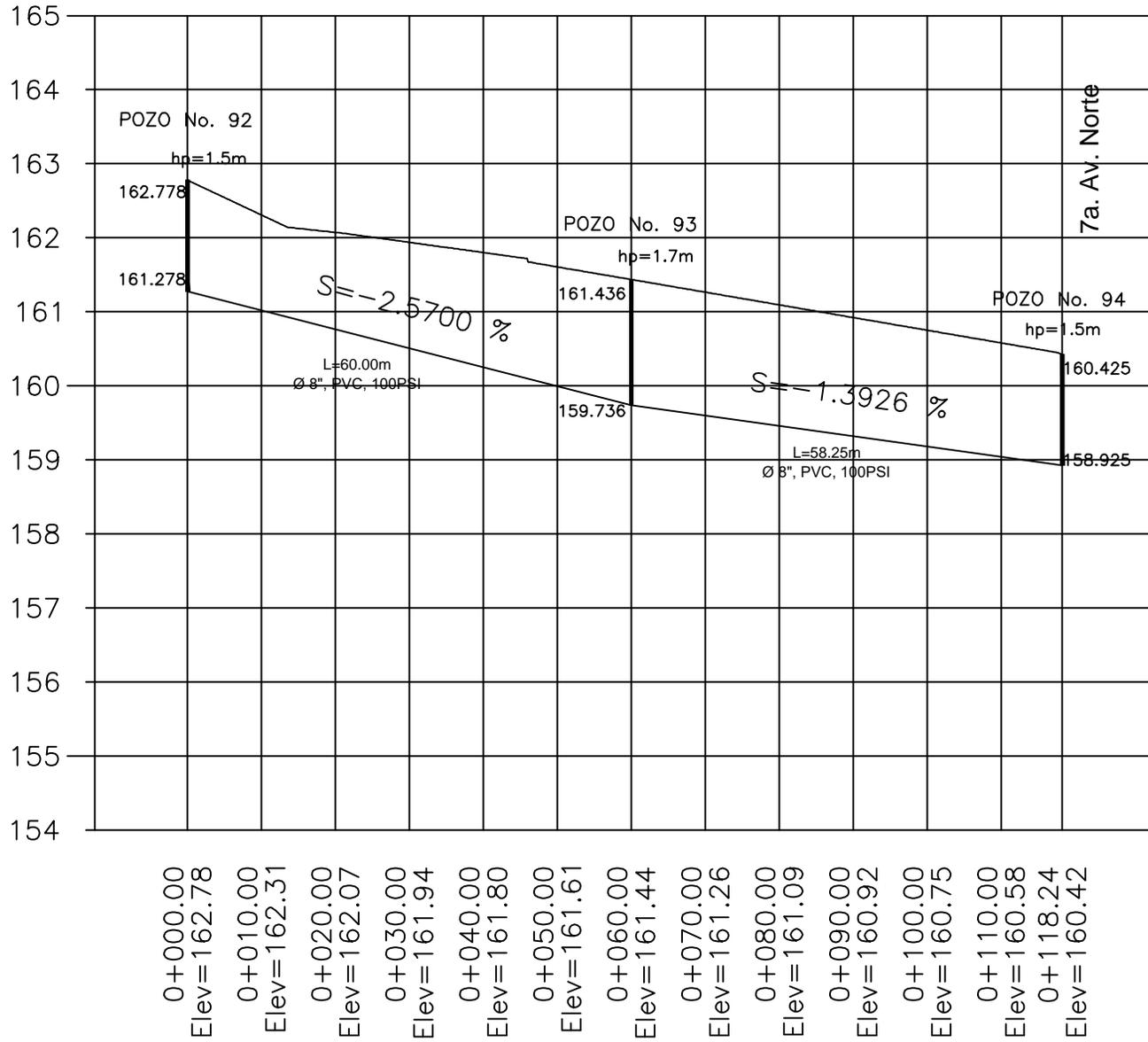


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTADO MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENIA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL PASAJE C PONIENTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-45



**Pasaje C Pte**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 900  
 ESCALA VERTICAL 1 : 90

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.93 PASAJE D**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
152	95	96	60	0.2314	84	0.000145833	0.00035	0.00030314	2	0.00060628
153	96	97	51.3	0.1839	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000205057	3	0.00061517

**Cuadro 5.94 PASAJE E**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
158	98	99	60	0.232	84	0.000145833	0.00035	0.0003032	2	0.0006064
159	99	100	50	0.1682	56	9.72222E-05	0.000233333	0.000203487	2	0.000406973

**Cuadro 5.95: PASAJE F**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
164	108	107	53.66	0.1216	35	6.07639E-05	0.000145833	0.000128827	2	0.000257653

DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes

Cuadro 5.96 PASAJE D

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
152	95	96	-2.28	8	0.2032	0.032429279	0.061104295	0.00060628	0.00060628	0.00992205	1.884232316	0.6032	0.0143	0.14224
153	96	97	-2.02	8	0.2032	0.032429279	0.057521085	0.00061517	0.00122145	0.02123482	1.773739281	0.7148	0.0205	0.14224

Cuadro 5.97 PASAJE E

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
158	98	99	-1.26	8	0.2032	0.032429279	0.045361241	0.0006064	0.0006064	0.01336824	1.398774287	0.4906	0.0164	0.14224
159	99	100	-2.30	8	0.2032	0.032429279	0.061380202	0.000406973	0.001013373	0.01650978	1.892740291	0.7069	0.0182	0.14224

Cuadro 5.98: PASAJE F

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
164	108	107	-1.10	8	0.2032	0.032429279	0.042353606	0.000257653	0.000257653	0.00608339	1.306029851	0.3609	0.0113	0.14224

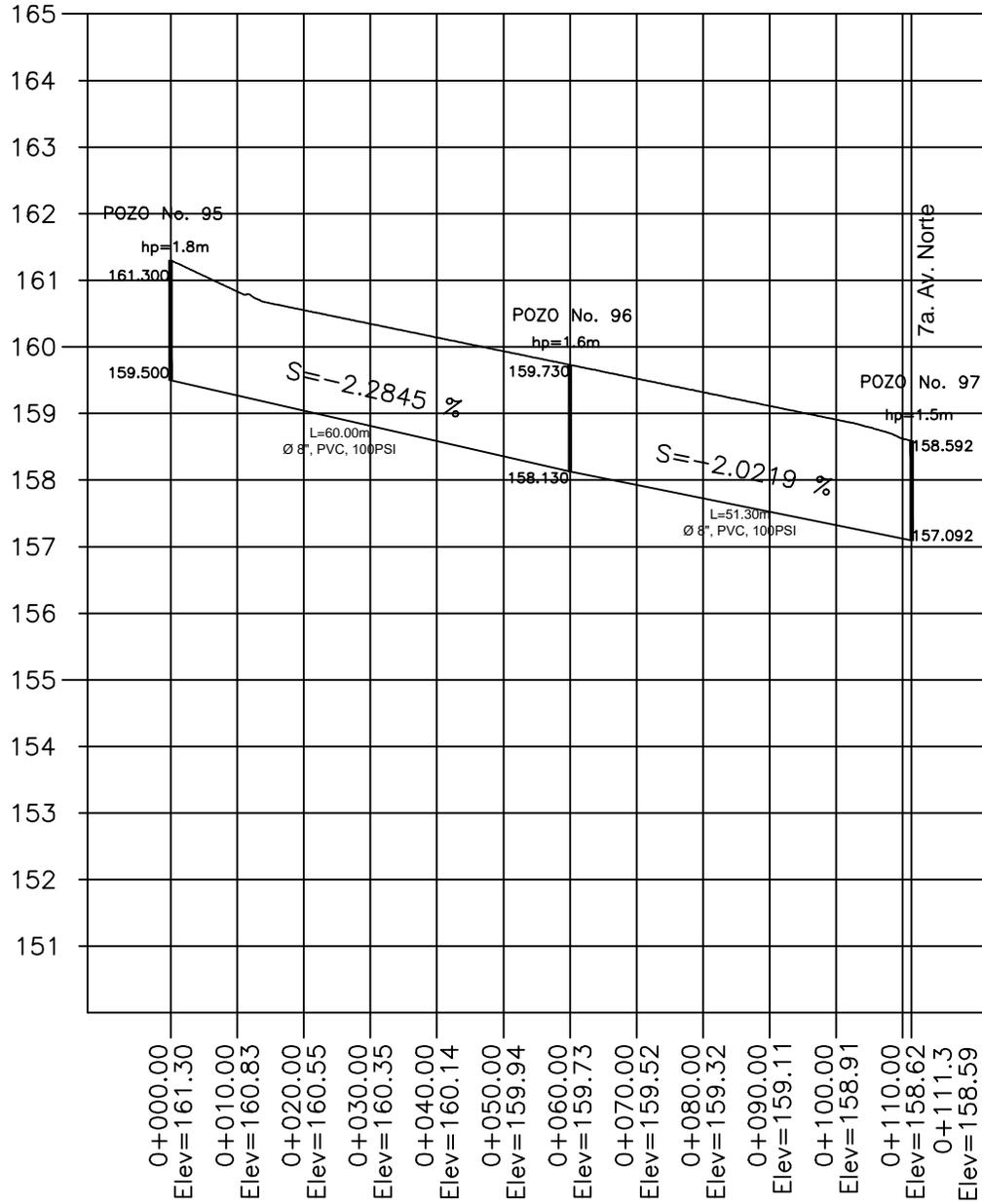


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENIA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
PERFIL PASAJE D PONIENTE  
UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
2017  
PERFIL:  
5-46



Pasaje D Pte  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1100  
ESCALA VERTICAL 1 : 110

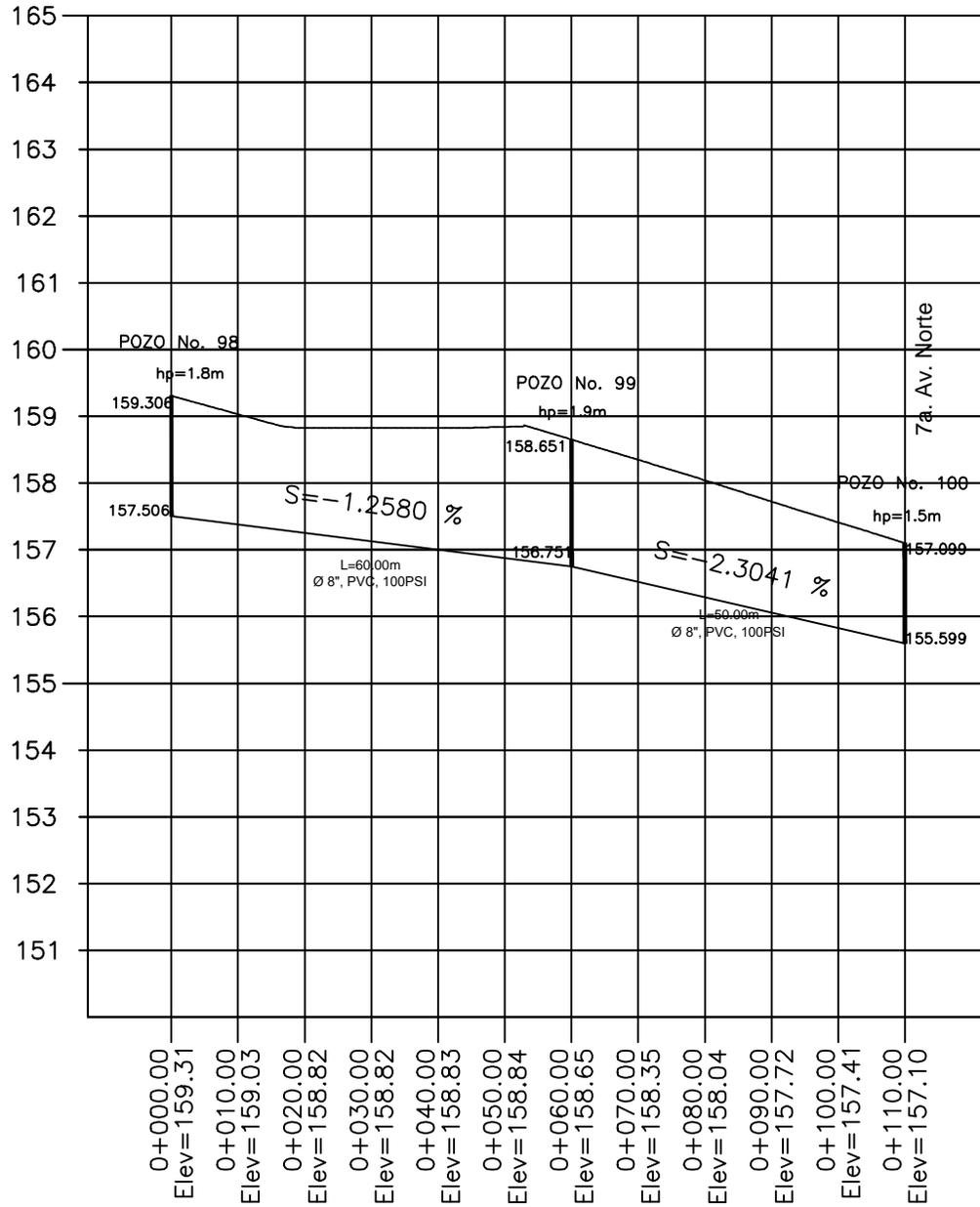


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENIA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL PASAJE E PONIENTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-47



**Pasaje E Pte**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 110

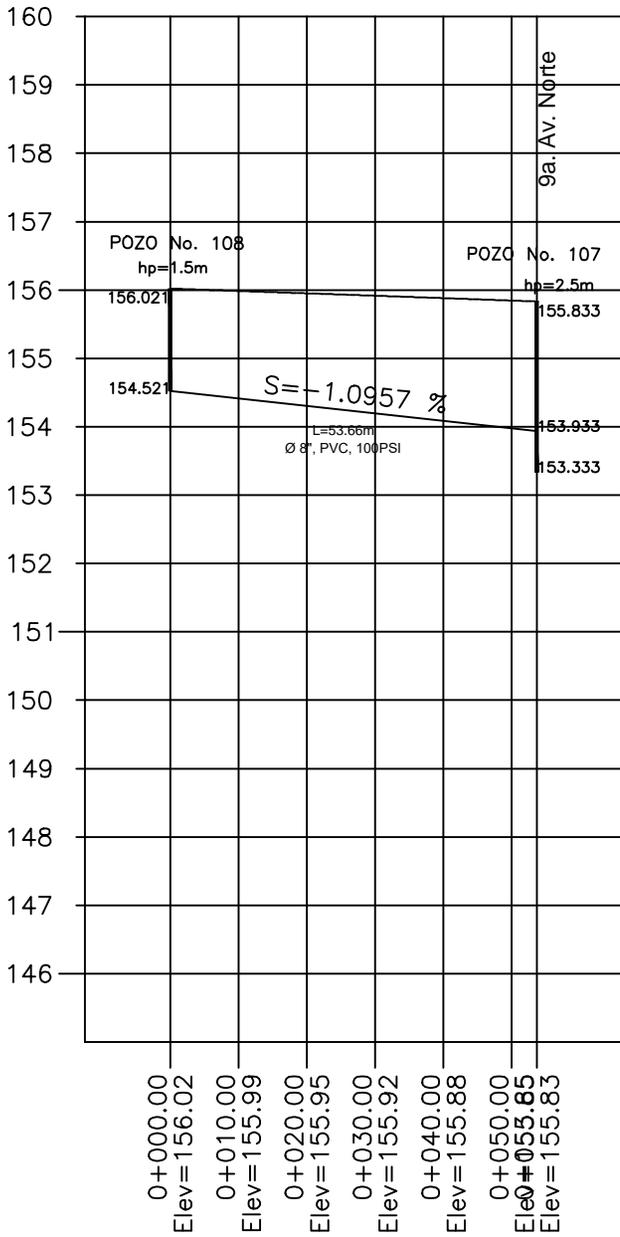


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTE:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL PASAJE F PONIENTE  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 PERFIL:  
 5-48



**Pasaje F Pte.**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 110

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.99 PANAMERICANA NORTE**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
24	22	#	60	0.1479	21	0.00003646	0.00008750	0.00008479	2	0.00016958
	#	36	60.9	0.1524	14	0.00002431	0.00005833	0.00006191	2	0.000123813
25	36	155	99.1	0.3059	14	0.00002431	0.00005833	0.00007726	2	0.000154513
26	155	62	100	0.2417	14	0.00002431	0.00005833	0.00007084	2	0.000141673
27	62	63	102.8	0.2928	28	0.00004861	0.00011667	0.00012261	2	0.000245227

**Cuadro 5.100 PANAMERICANA SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
11	11	7	57	0.17512667	7	0.00001215	0.00002917	0.0000408460	2	0.0000816920
15	7	161	100	0.22573294	7	0.00001215	0.00002917	0.0000459066	2	0.0000918133
18	163	164	63	0.1604419	21	0.00003646	0.00008750	0.0000860442	2	0.0001720884
19	164	154	53	0.09572137	14	0.00002431	0.00005833	0.0000562388	2	0.0001124776

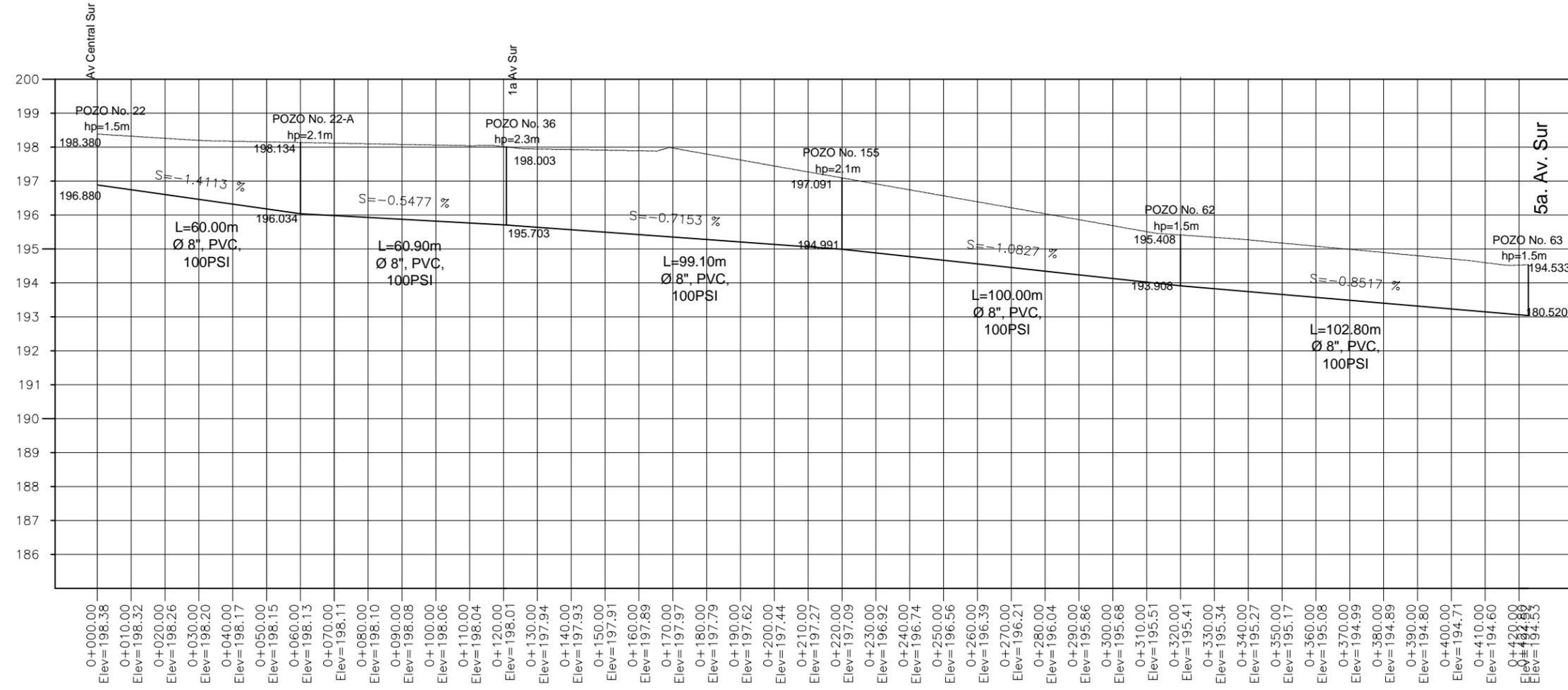
DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes

Cuadro 5.101 PANAMERICANA NORTE

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
24	22	#	-1.41	8	0.2032	0.032429279	0.048045549	0.00016958	<b>0.00016958</b>	0.00352957	1.481548488	0.3463	0.0088	0.14224
	#	36	-0.55	8	0.2032	0.032429279	0.029902021	0.000123813	<b>0.000293393</b>	0.00981182	0.922068658	0.295	0.0142	0.14224
25	36	155	-0.72	8	0.2032	0.032429279	0.034203722	0.000154513	<b>0.000447907</b>	0.01309526	1.054717325	0.3683	0.0163	0.14224
26	155	62	-1.88	8	0.2032	0.032429279	0.055489682	0.000141673	<b>0.00058958</b>	0.01062504	1.71109826	0.5593	0.0148	0.14224
27	62	63	-1.34	8	0.2032	0.032429279	0.046767254	0.000245227	<b>0.000834807</b>	0.01785024	1.442130565	0.5522	0.0189	0.14224

Cuadro 5.102 PANAMERICANA SUR

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
11	11	7	-2.6368	8	0.203	0.0324293	0.065664273	8.1692E-05	0.00008169	0.0012441	2.024845318	0.6548	0.0145	0.14224
15	7	161	2.2190	8	0.203	0.0324293	0.060237332	9.18133E-05	0.000173505	0.0028804	1.857498368	0.4956	0.0109	0.14224
18	163	164	-1.7254	8	0.203	0.0324293	0.05311676	0.000172088	0.000345594	0.0065063	1.637926038	0.4647	0.0118	0.14224
19	164	154	-1.9283	8	0.203	0.0324293	0.05615321	0.000112478	0.000458071	0.0081575	1.731559035	0.5254	0.0131	0.14224



**Panamericana Norte**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

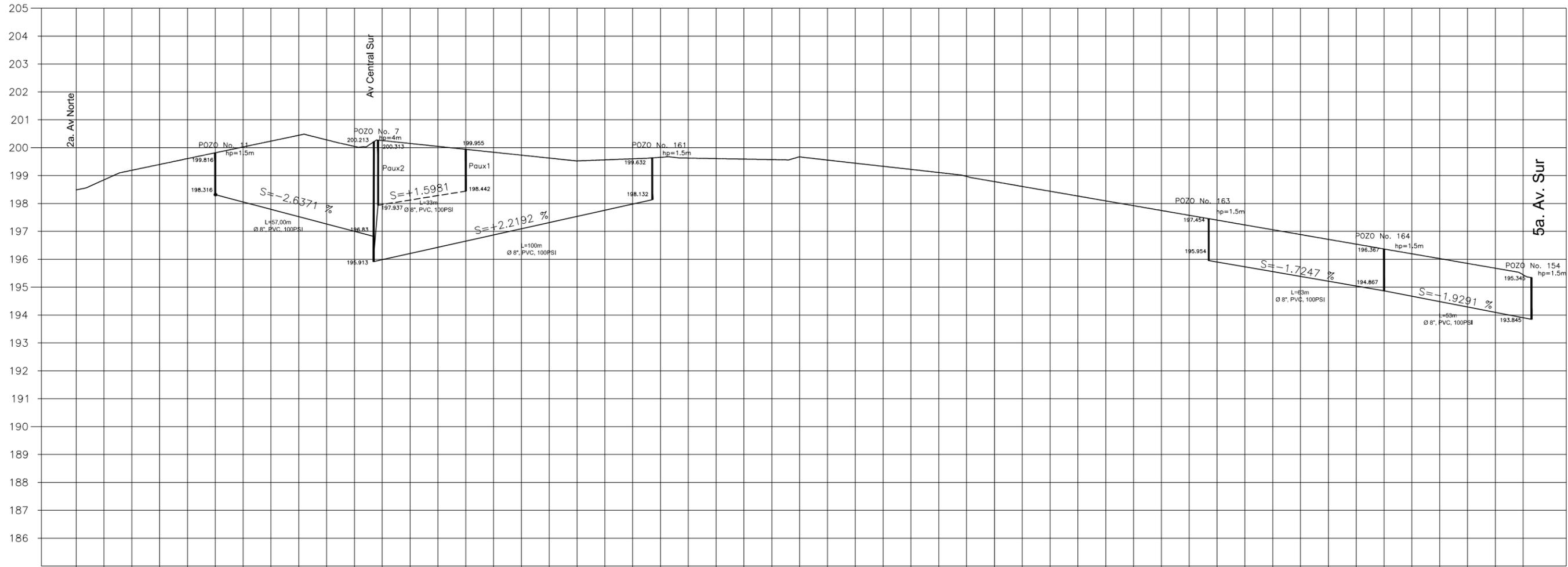


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: PERFIL CALLE PANAMERICANA NORTE  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 2017  
 PERFIL: 5-49



0+000.00	Elev=198.49
0+010.00	Elev=198.85
0+020.00	Elev=199.19
0+030.00	Elev=199.40
0+040.00	Elev=199.61
0+050.00	Elev=199.82
0+060.00	Elev=200.03
0+070.00	Elev=200.23
0+080.00	Elev=200.44
0+090.00	Elev=200.28
0+100.00	Elev=200.05
0+110.00	Elev=200.25
0+120.00	Elev=200.15
0+130.00	Elev=200.05
0+140.00	Elev=199.94
0+150.00	Elev=199.84
0+160.00	Elev=199.73
0+170.00	Elev=199.63
0+180.00	Elev=199.52
0+190.00	Elev=199.56
0+200.00	Elev=199.60
0+210.00	Elev=199.65
0+220.00	Elev=199.63
0+230.00	Elev=199.61
0+240.00	Elev=199.59
0+250.00	Elev=199.57
0+260.00	Elev=199.67
0+270.00	Elev=199.56
0+280.00	Elev=199.44
0+290.00	Elev=199.33
0+300.00	Elev=199.22
0+310.00	Elev=199.11
0+320.00	Elev=198.97
0+330.00	Elev=198.78
0+340.00	Elev=198.61
0+350.00	Elev=198.44
0+360.00	Elev=198.26
0+370.00	Elev=198.09
0+380.00	Elev=197.92
0+390.00	Elev=197.75
0+400.00	Elev=197.57
0+410.00	Elev=197.40
0+420.00	Elev=197.23
0+430.00	Elev=197.06
0+440.00	Elev=196.88
0+450.00	Elev=196.71
0+460.00	Elev=196.54
0+470.00	Elev=196.37
0+480.00	Elev=196.19
0+490.00	Elev=196.02
0+500.00	Elev=195.85
0+510.00	Elev=195.68
0+523.00	Elev=195.35

**Panamericana Sur**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA	CONTENIDO: PANAMERICANA SUR	ESCALA: INDICADA
	PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN	UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN	FECHA: 2017 PERFIL: 5-50

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.103 CALLE CEMENTERIO N**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_{mx}hor+0.1lts/s eg/ha$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
4	2	4	33.4	0.03533038	21	0.00003646	0.0000875	0.00007353	2	0.000147066

**Cuadro 5.104 CALLE CEMENTERIO SUR**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_{mx}hor+0.1lts/s eg/ha$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
1	1	3	30.3	0.04154513	7	0.0000121528	0.0000291667	0.0000274878	2	0.00005498

**Cuadro 5.105 CALLE CEMENTERIO S**

TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= $0.8Q_{mx}hor+0.1lts/s eg/ha$	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCION DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
3	1	2	79.5	0.22494424	49	0.0000850694	0.000204167	0.000185828	2	0.000371656

DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)= 10980 habitantes

Cuadro 5.106 CALLE CEMENTERIO N

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
4	2	4	-2.94	8	0.2032	0.032429279	0.069337725	0.000147066	0.000518722	0.00748109	2.138121104	0.6286	0.0125	0.14224

Cuadro 5.107 CALLE CEMENTERIO S

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
1	1	3	-11.2673	8	0.2032	0.032429279	0.135736774	0.00005498	0.0000549757	0.00040502	4.185624205	0.5049	0.0032	0.14224

Cuadro 5.108 AVENIDA CEMENTERIO

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
3	1	2	-5.5321	8	0.203	0.0324293	0.095111083	0.000371656	0.000371656	255.91194	2.93287692	0.7075	0.0092	0.14224

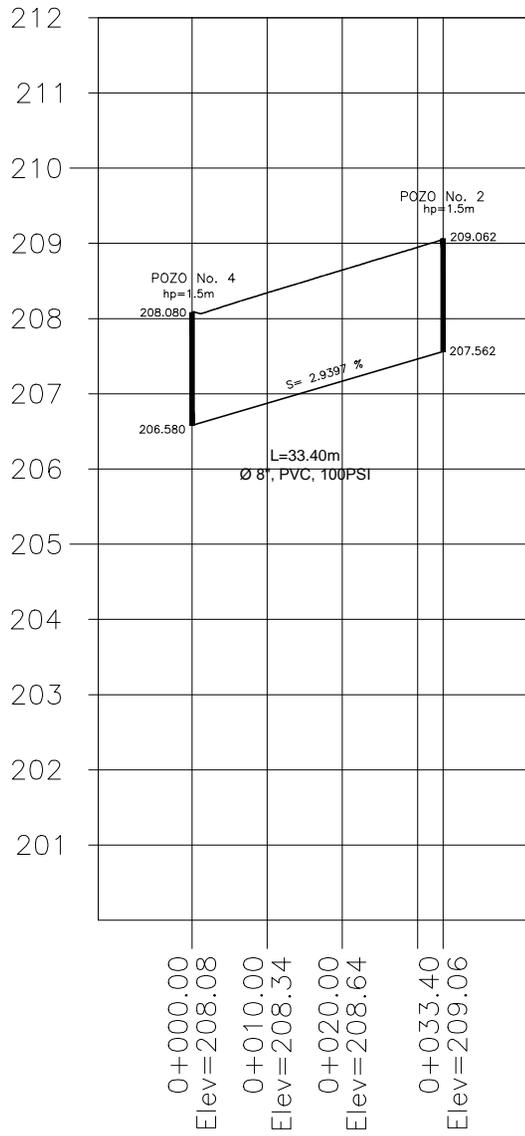


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:  
PERFIL CALLE CEMENTERIO N  
UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
2017  
FIGURA:  
5-51



Calle Cementerio N  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRIGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:

PERFIL CALLE CEMENTERIO S

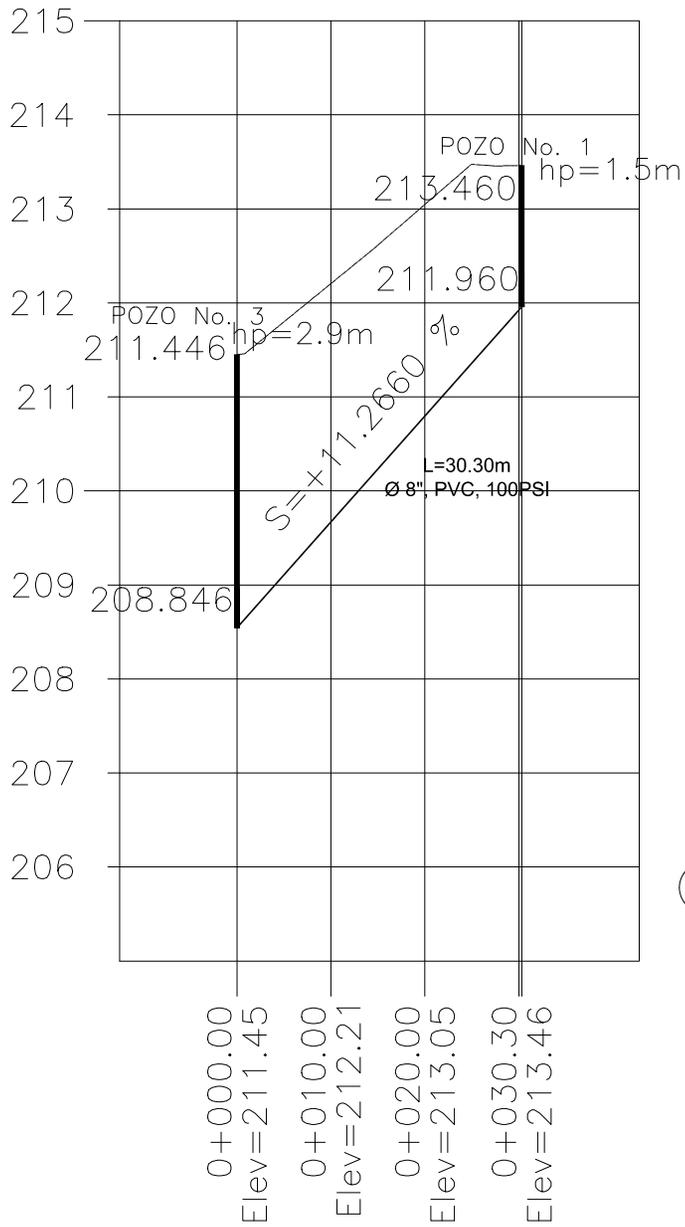
UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:

INDICADA

FECHA:  
 2017

PERFIL:  
 5-52



# Calle Cementerio S

ESCALA HORIZONTAL 1 : 800

ESCALA VERTICAL 1 : 80



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:

ERICK ALEXANDER SALINAS RODRIGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:

PERFIL AV. CEMENTERIO

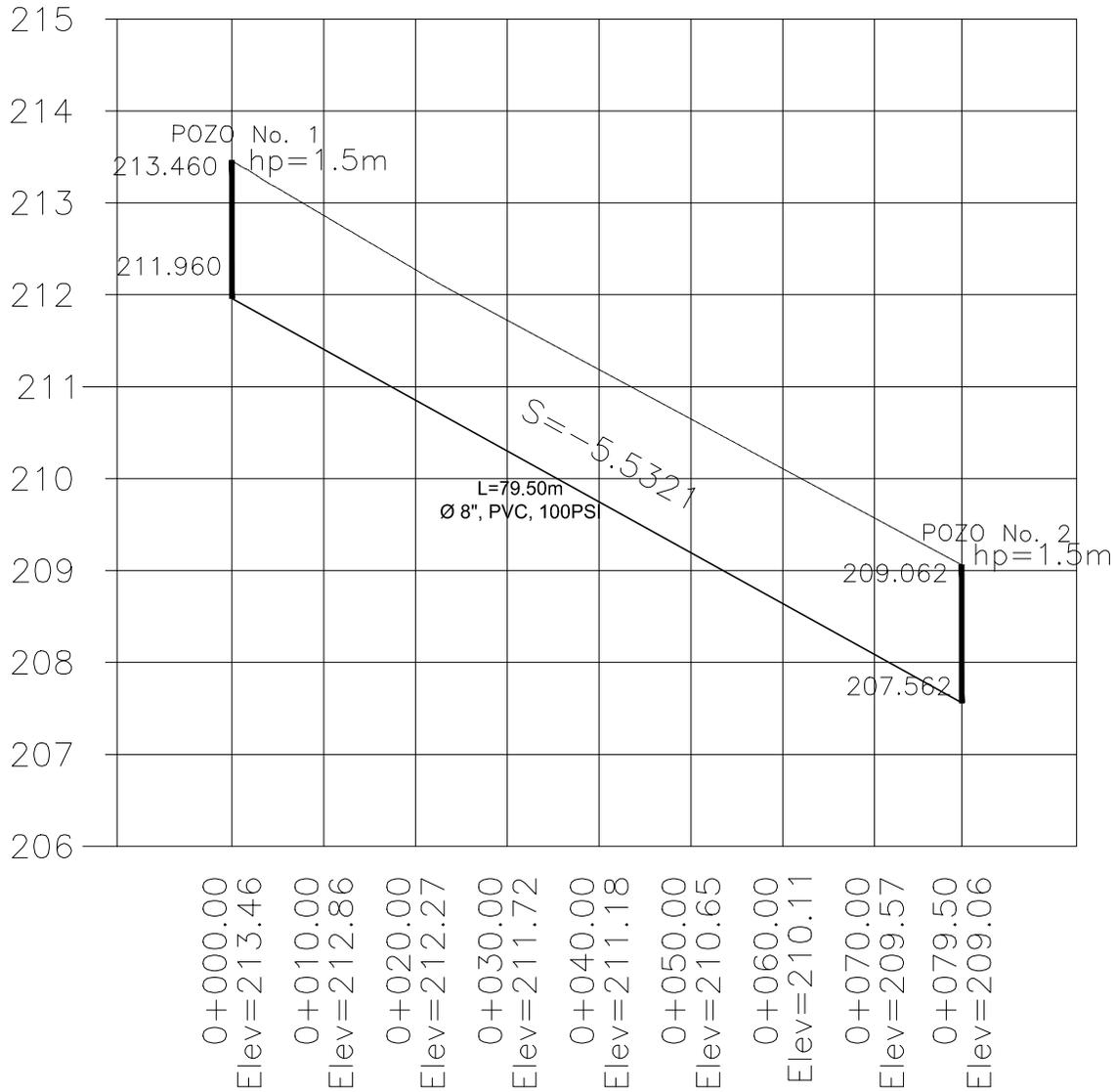
UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA:

INDICADA

FECHA:  
 2017

PERFIL:  
 5-53



# Av. Cementerio

ESCALA HORIZONTAL 1 : 800

ESCALA VERTICAL 1 : 80

**CALCULO DEL CAUDAL TRIBUTARIO POR TRAMOS COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE TURIN**

**Cuadro 5.109 CALLE HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO**

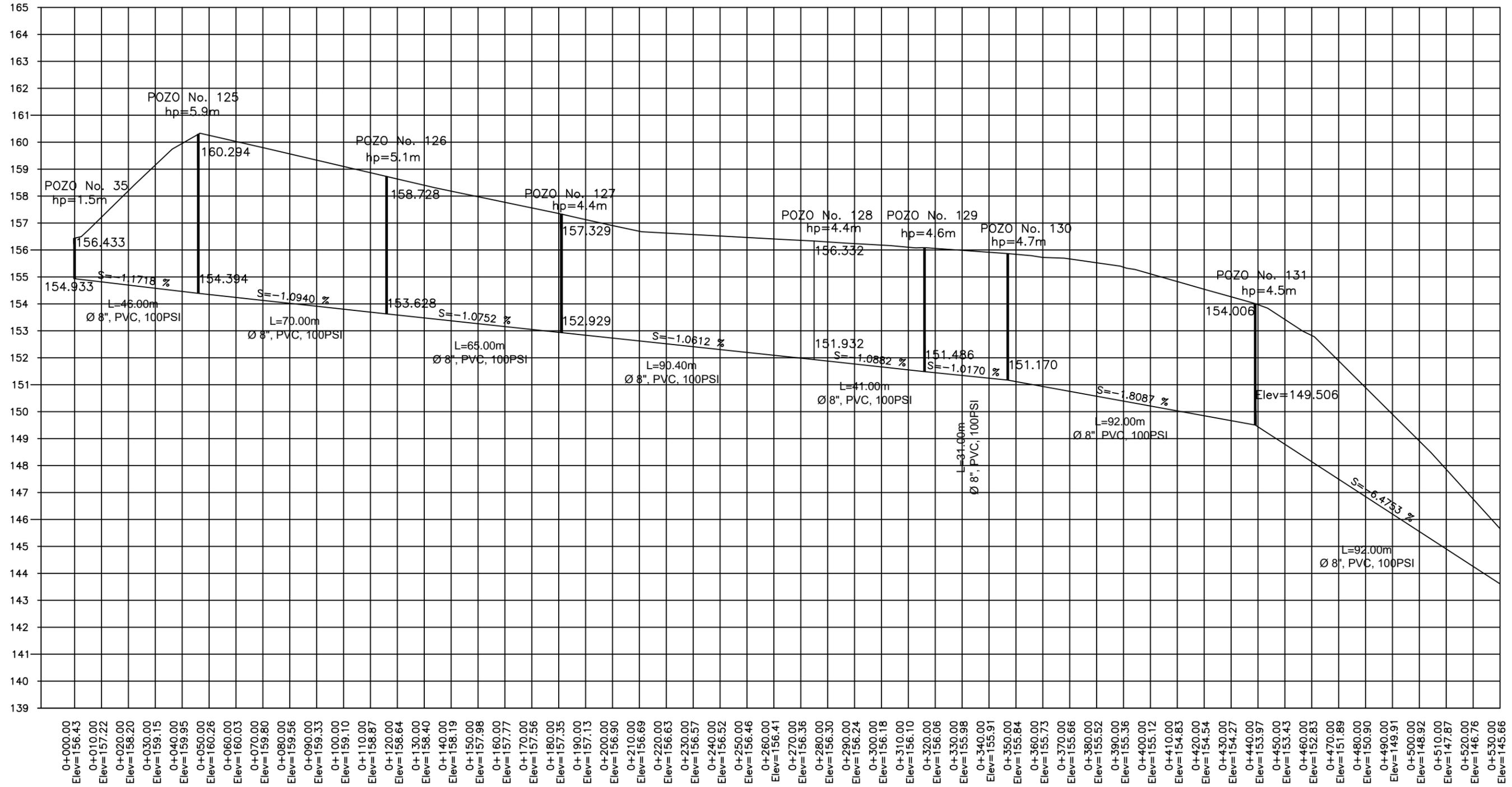
TRAMO	DE POZO	A POZO	LONGITUD DEL TRAMO (M)	AREA TRIBUTARIA (ha)	HABITANTES POR TRAMO	CAUDAL DE AGUA RESIDUAL		Q DISEÑO= 0.8Qmxhor+0.1lts /s eg/ha	FACTOR DE SEGURIDAD	CONTRIBUCIO N DEL TRAMO
						MEDIO (M3/S)	MAXIMO (hor) (M3/S)			
178	35	125	46	0.083479	0	0	0	8.3479E-06	2	1.66958E-05
179	125	126	70	0.186917	0	0	0	1.86917E-05	2	3.73834E-05
180	126	127	65	0.169877	0	0	0	1.69877E-05	2	3.39754E-05
181	127	128	94	0.261292	0	0	0	2.61292E-05	2	5.22584E-05
182	128	129	41	0.089733	0	0	0	8.9733E-06	2	1.79466E-05
183	129	130	31	0.057362	0	0	0	5.7362E-06	2	1.14724E-05
184	130	131	92	0.20178	0	0	0	0.000020178	2	0.000040356
185	131	132	92	0.208643	0	0	0	2.08643E-05	2	4.17286E-05
186	132	133	45	0.094146	0	0	0	9.4146E-06	2	1.88292E-05
187	133	134	30	0.048366	0	0	0	4.8366E-06	2	9.6732E-06
188	134	135	34	0.052409	0	0	0	5.2409E-06	2	1.04818E-05
189	135	136	38	0.057196	0	0	0	5.7196E-06	2	1.14392E-05
190	136	137	18	0.019207	0	0	0	1.9207E-06	2	3.8414E-06
191	137	138	29	0.04662	0	0	0	0.000004662	2	0.000009324
192	138	139	93.1	0.158533	0	0	0	1.58533E-05	2	3.17066E-05
196	139	140	50	0.0871	0	0	0	0.00000871	1.8	0.000015678
197	140	141	55.9	0.0957	0	0	0	0.00000957	1.8	0.000017226
198	141	142	29	0.0452	0	0	0	0.00000452	1.8	0.000008136
199	142	143	53	0.0863	0	0	0	0.00000863	1.8	0.000015534
200	143	144	56.5	0.0939	0	0	0	0.00000939	1.8	0.000016902
201	144	145	50	0.0803	0	0	0	0.00000803	1.8	0.000014454
202	145	146	57	0.0822	0	0	0	0.00000822	1.8	0.000014796
203	146	147	60	0.0831	0	0	0	0.00000831	1.8	0.000014958
204	147	148	63	0.1014	0	0	0	0.00001014	1.8	0.000018252
205	148	149	28	0.0417	0	0	0	0.00000417	1.8	0.000007506
206	149	150	110.5	0.1976	0	0	0	0.00001976	1.8	0.000035568
207	150	151	53	0.0812	0	0	0	0.00000812	1.8	0.000014616
208	151	152	33.5	0.0366	0	0	0	0.00000366	1.8	0.000006588
209	152	153	58	0.0916	0	0	0	0.00000916	1.8	0.000016488

## DISEÑO HIDRAULICO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA

POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO CIUDAD DE TURIN (AÑO 2036)=10980 habitantes

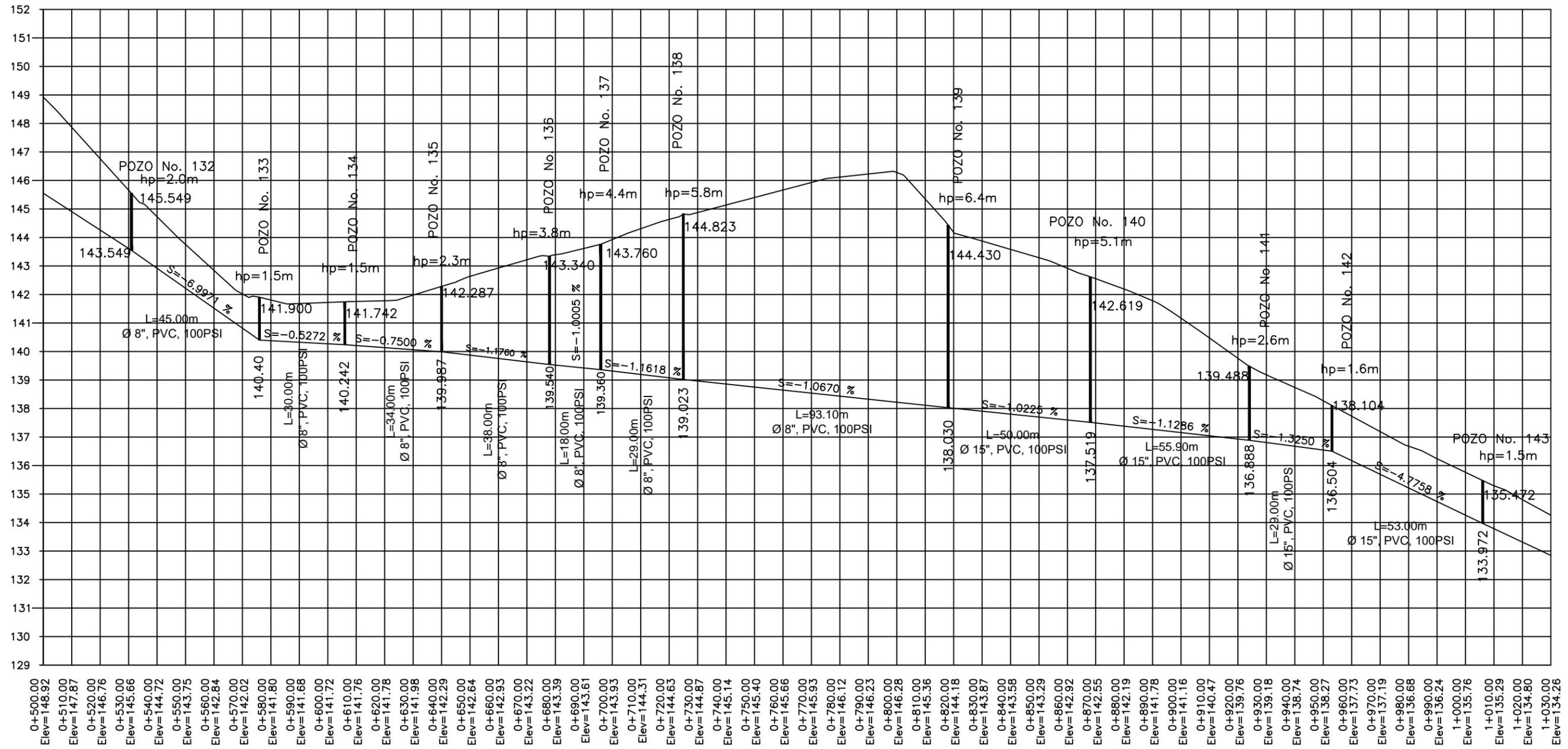
Cuadro 5.110 CALLE HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO

TRAMO	DE POZO	A POZO	PEND. %	DIAM. (PULG)	DIAM. (MTS)	AREA TUBO LLENO (M2)	CAUDAL A TUBO LLENO (M3/S)	CONTRIBUCION DEL TRAMO (M3/S)	Q DE DISEÑO QACUMULADO (q)(M3/S)	RELACION q/Q	VELOCIDAD A TUBO LLENO Vtlleno (M/S)	VELOCIDAD REAL (M/S) VR	TIRANTE HIDRAULICO TH (MTS)	TIRANTE MAXIMO (MTS)
178	35	125	-1.17	8	0.2032	0.032429279	0.04377262	1.66958E-05	0.010562711	0.24130863	1.349787048	1.1104	0.068	0.14224
179	125	126	-1.09	8	0.2032	0.032429279	0.042301176	3.73834E-05	0.010600094	0.25058628	1.304413108	1.0835	0.0694	0.14224
180	126	127	-1.08	8	0.2032	0.032429279	0.04193426	3.39754E-05	0.01063407	0.25358906	1.293098772	1.0808	0.0697	0.14224
181	127	128	-1.06	8	0.2032	0.032429279	0.041645754	5.22584E-05	0.010686328	0.25660067	1.284202296	1.075	0.0702	0.14224
182	128	129	-1.09	8	0.2032	0.032429279	0.042175727	1.79466E-05	0.010704275	0.25380178	1.300544721	1.0864	0.0698	0.14224
183	129	130	-1.02	8	0.2032	0.032429279	0.040827217	1.14724E-05	0.010715747	0.26246578	1.258961601	1.061	0.071	0.14224
184	130	131	-1.81	8	0.2032	0.032429279	0.054383834	0.000040356	0.010756103	0.19778126	1.67699797	1.3056	0.0613	0.14224
185	131	132	-6.47	8	0.2032	0.032429279	0.102898007	4.17286E-05	0.010797832	0.10493723	3.172997107	2.0571	0.0445	0.14224
186	132	133	-6.997	8	0.2032	0.032429279	0.106965325	1.88292E-05	0.010816661	0.10112306	3.298418265	2.1164	0.0436	0.14224
187	133	134	-0.527	8	0.2032	0.032429279	0.029355696	9.6732E-06	0.010826334	0.36879841	0.905221994	0.8384	0.0853	0.14224
188	134	135	-0.75	8	0.2032	0.032429279	0.035020126	1.04818E-05	0.010836816	0.30944537	1.079892243	0.952	0.0776	0.14224
189	135	136	-1.18	8	0.2032	0.032429279	0.043858022	1.14392E-05	0.010848255	0.2473494	1.352420524	1.1221	0.0688	0.14224
190	136	137	-1.00	8	0.2032	0.032429279	0.040437759	3.8414E-06	0.010852097	0.26836543	1.246952154	1.0571	0.0719	0.14224
191	137	138	-1.16	8	0.2032	0.032429279	0.043591622	0.000009324	0.010861421	0.24916303	1.344205726	1.1156	0.0692	0.14224
192	138	139	-1.07	8	0.2032	0.032429279	0.041762536	3.17066E-05	0.010893127	0.26083491	1.287803418	1.0844	0.0708	0.14224
196	139	140	-1.02	15	0.381	0.114009183	0.218532442	0.000015678	0.081933628	0.37492661	1.916796844	1.7781	0.1617	0.2667
197	140	141	-1.13	15	0.381	0.114009183	0.229667343	0.000017226	0.081950854	0.35682415	2.014463549	1.8462	0.1572	0.2667
198	141	142	-1.32	15	0.381	0.114009183	0.24874656	0.000008136	0.08195899	0.32948793	2.181811623	1.9542	0.1507	0.2667
199	142	143	-4.78	15	0.381	0.114009183	0.472481041	0.000015534	0.081974524	0.17349802	4.144236712	3.1082	0.1074	0.2667
200	143	144	-4.69	15	0.381	0.114009183	0.468242802	0.000016902	0.081991426	0.17510451	4.107062177	3.0874	0.1079	0.2667
201	144	145	-4.56	15	0.381	0.114009183	0.461607538	0.000014454	0.08200588	0.17765282	4.048862787	3.0567	0.1087	0.2667
202	145	146	-4.56	15	0.381	0.114009183	0.461589778	0.000014796	0.082020676	0.17769171	4.04870701	3.0568	0.1087	0.2667
203	146	147	-2.56	15	0.381	0.114009183	0.345868056	0.000014958	0.082035634	0.23718766	3.033685951	2.2976	0.1337	0.2667
204	147	148	-3.72	15	0.381	0.114009183	0.416928843	0.000018252	0.082053886	0.19680549	3.656975979	2.845	0.1145	0.2667
205	148	149	-6.06	15	0.381	0.114009183	0.532141075	0.000007506	0.082061392	0.15420984	4.667528192	3.3839	0.1011	0.2667
206	149	150	-1.01	15	0.381	0.114009183	0.217532612	0.000035568	0.08209696	0.3774007	1.908027114	1.7726	0.1623	0.2667
207	150	151	-1.13	15	0.381	0.114009183	0.230191759	0.000014616	0.082111576	0.35670945	2.019063319	1.8472	0.1574	0.2667
208	151	152	-1.14	15	0.381	0.114009183	0.231135926	0.000006588	0.082118164	0.35528083	2.027344817	1.8532	0.157	0.2667
209	152	153	-1.16	15	0.381	0.114009183	0.232854163	0.000016488	0.082134652	0.35273001	2.042415854	1.8652	0.1563	0.2667



**Calle a planta de tratamiento**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
 ESCALA VERTICAL 1 : 150

	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN	PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA	CONTENIDO: PERFIL CALLE HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN
		ESCALA: INDICADA	FECHA: 2017
			FIGURA: 5-54 (1/3)



Calle a planta de tratamiento

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1500  
ESCALA VERTICAL 1 : 150

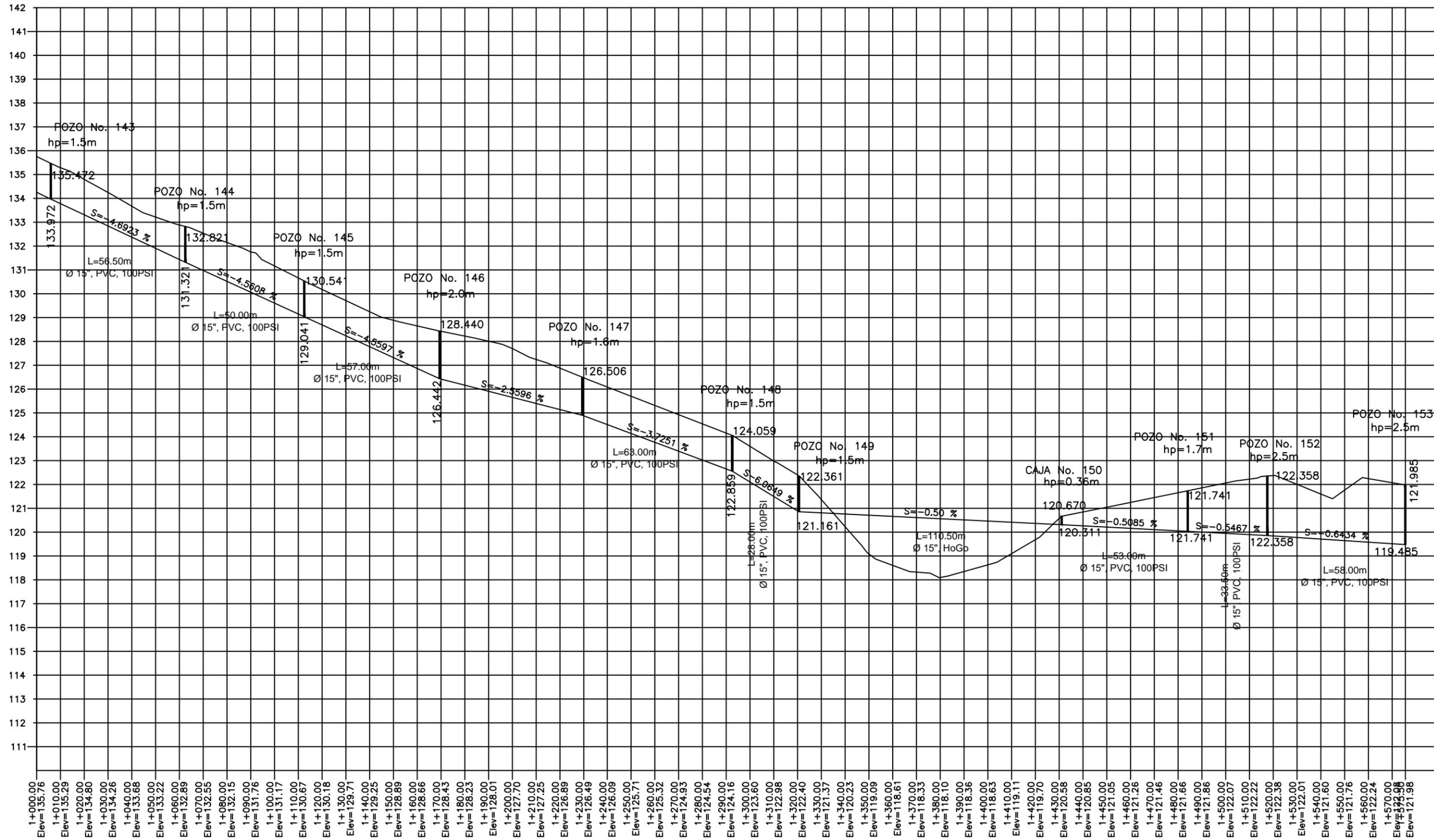


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: PERFIL CALLE HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

ESCALA: INDICADA  
FECHA: 2017  
FIGURA: 5-54 (2/3)



**Calle a planta de tratamiento**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1750  
 ESCALA VERTICAL 1 : 175



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 PERFIL CALLE HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO  
 UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 2017  
 FIGURA: 5-54 (3/3)

## 4.6 DISEÑO DE PASO AEREO

### 4.6.1 DISEÑO DE VIGA METALICA ARMADA

- Datos de entrada

Tabla 4-5 Datos de entrada

$W_u =$	0.511	t/m
$M_u =$	14.139	t-m
$V_u =$	5.064	t
Peralte, $h =$	60	cm
Ancho, $b =$	40	cm
Esf. fluencia de perfiles, $f_{yp} =$	36	ksi
$f_{yp} =$	2536.2	kg/cm <sup>2</sup>
$F_u =$	58	ksi
$f_{up} =$	4086.1	kg/cm <sup>2</sup>
$E =$	29000	ksi
$G =$	11600	ksi
4 Ángulos principales de :	5x5x3/8	
Celosía :	5/8"	Pulg
Inclinación de celosía, $\alpha =$	60	°
Cantidad de celosías cruzadas, $n =$	1	Simple
Área de una celosía, $A_c =$	12.77	cm <sup>2</sup>
Radio de giro de celosía, $r_{cel} =$	0.4	cm
Esf. flu. de celosía, $f_{yc} =$	2800	kg/cm <sup>2</sup>
Espesor de doble ángulo, $t_{da} =$	0	Pulg
Ala de doble ángulo, $b_{da} =$	0	Pulg
Longitud total, $L =$	18	m
Cantidad de apoyos laterales =	2	
Long, no apoyada lateralmente, $L_b =$	14.62	m

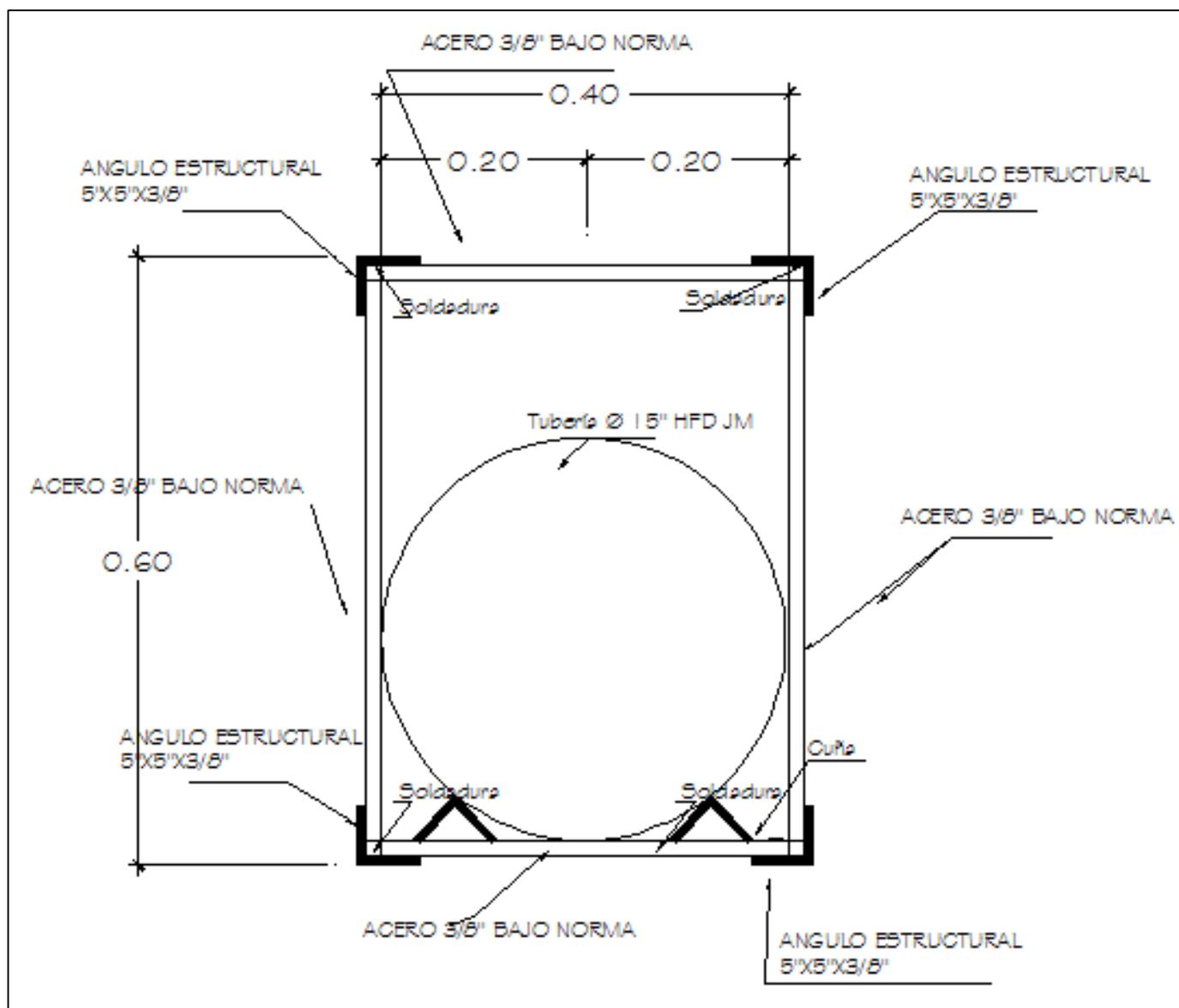


Figura 4-5 Sección transversal de viga armada sin escala

- **Calculo de propiedades.**

Tabla 4-6 Propiedades geométricas de viga metálica armada

	Unidad	Símbolo	Angular		DobAng	Sección
			Simple	Doble	Simple	4 ang
Área	cm <sup>2</sup>	A	23.29	46.58	0	93.161
Inercia	cm <sup>4</sup>	Ixx	363.79	33363.26	0	66726.53
Módulo elástico	cm <sup>3</sup>	Sxx	39.66	79.31	0	2224.218
Módulo plástico	cm <sup>4</sup>	Zxx	71.45	1375.85	0	2751.71
Inercia	cm <sup>4</sup>	Iyy	363.79	13362.13	0	26724.27
radio de giro	cm	rx	3.96	3.96	0	26.763
radio de giro	cm	ry	3.96	16.94	0	16.94
radio de giro min	cm	r z min	2.51			
Inercia polar	cm <sup>4</sup>	Jo	727.57	46725.4	0	93450.8
Centroide	cm	x	3.53	0	0	0
Centroide	cm	y	3.53	26.47	0	26.469
Constante torsión	cm <sup>4</sup>	J	7.62	15.23	0	30.468
Cte. Alabeo	cm <sup>6</sup>	Cw	87.81	175.62	0	351.24
Radio polar	cm	ro	7.09	31.67		
Constante		H	0.63	0.3		
Dim menor	cm	b	12.7			
Dim mayor	cm	a	12.7			
Espesor	cm	t	0.95			

- **Resistencia a la flexión por pandeo local**

$$b/t = 13.33$$

$$\lambda_r = 49.81 > b/t \text{ No es esbelto}$$

$$\lambda = b/t = 13.33$$

$$\lambda_p = 10.82 < b/t < \lambda_r = 49.81$$

Hay pandeo local inelástico del ala

$$L_b = 1462 \text{ cm}$$

$$F_r = 1376.2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_p = 836.44 \text{ cm}$$

$$M_r = 30.6097 \text{ t - m}$$

$$M_p = 69.79 \text{ t - m}$$

$$M_{n1} = 67.27 \text{ t - m}$$

$$F_r = 1116 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Resistencia a la flexión por pandeo lateral torsional**

$$L_b = 1462 \text{ cm}$$

$$L_b/r_y = 86.32$$

$$L_n = 826.436 \text{ cm}$$

$$L_r = 853.154 \text{ cm}$$

$$L_p < L_b > L_r$$

$$M_{n2} = M_{cr} = 24.912 \text{ t - m}$$

- **Capacidad flexionante mínima**

$$M_n = 24.912 \text{ t - m}$$

$$\phi M_n = 22.421 \text{ t - m} \geq M_u, \text{ cumple}$$

- **Revisión de la capacidad cortante**

Celosía simple

$$Ln = 45.79 \text{ cm}$$

Celosía de 5/8"

$$r_{cel} = 0.4 \text{ cm}$$

$C_{cel} = 6.5 \text{ t}$ , compresión en la celosía

$$Ln/r_{cel} = 115.37 \leq 200, \text{ cumple}$$

$$\lambda_c = 1.36$$

$$F_{cr \text{ cel}} = 1286.04 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{cel} = 25.54 \text{ cm}^2$$

$$F_{act} = 254.39 \text{ kg/cm}^2 < F_{cr \text{ cel}}, \text{ cumple}$$

## 4.6.2 DISEÑO BIAXIAL DE COLUMNA

- **Datos de entrada**

*Tabla 4-7 Datos de entrada*

Base, B =	50
Altura, H =	50
Rec =	5
Cantidad:	10
Tipo:	Estribos
$\Phi$ =	0.65

- **Propiedades mecánicas de los materiales**

Área Sec. = 2500  
 B1 = 0.85  
 e y = 0.0014  
 e cu = 0.003  
 Rho = 1.552 %  
 f 'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 F Y = 2800 kg/cm<sup>2</sup>  
 Es = 2030000

- **Esfuerzos últimos**

ULTIMO  
 Pu = 9.275t  
 Mux = 4.504t-m  
 Muy = 1.126t-m

- **Diagrama de iteración**

*Tabla 4-8 Datos obtenidos para graficar diagrama de iteración*

alfa	c	Mnx	Mny	$\Phi$ Pn	$\Phi$ Mn
0.001	-10.18506	24.44	-0.64	20.918	-0.5511
5	-12.95514	24.22	2.1703	20.73	1.8574
10	-15.42275	23.73	4.8305	20.309	4.1341
15	-17.68855	23.03	7.3644	19.711	6.3027
20	-19.82566	22.22	9.7905	19.015	8.379
25	-21.67683	21.4	11.859	18.316	10.149
30	-23.17017	20.63	13.577	17.654	11.62
40	-25.14828	19.02	16.58	16.274	14.19
50	-25.09471	17.08	18.54	14.619	15.867
60	-23.00442	14.24	20.052	12.189	17.161
65	-21.45474	12.65	20.743	10.83	17.753
70	-19.54934	10.78	21.443	9.227	18.352
75	-17.33382	8.57	22.125	7.3346	18.936
80	-14.97231	6.29	22.666	5.3869	19.399
85	-12.55832	3.64	23.067	3.1128	19.742
89.99	-10.0652	0.5	23.405	0.4244	20.031

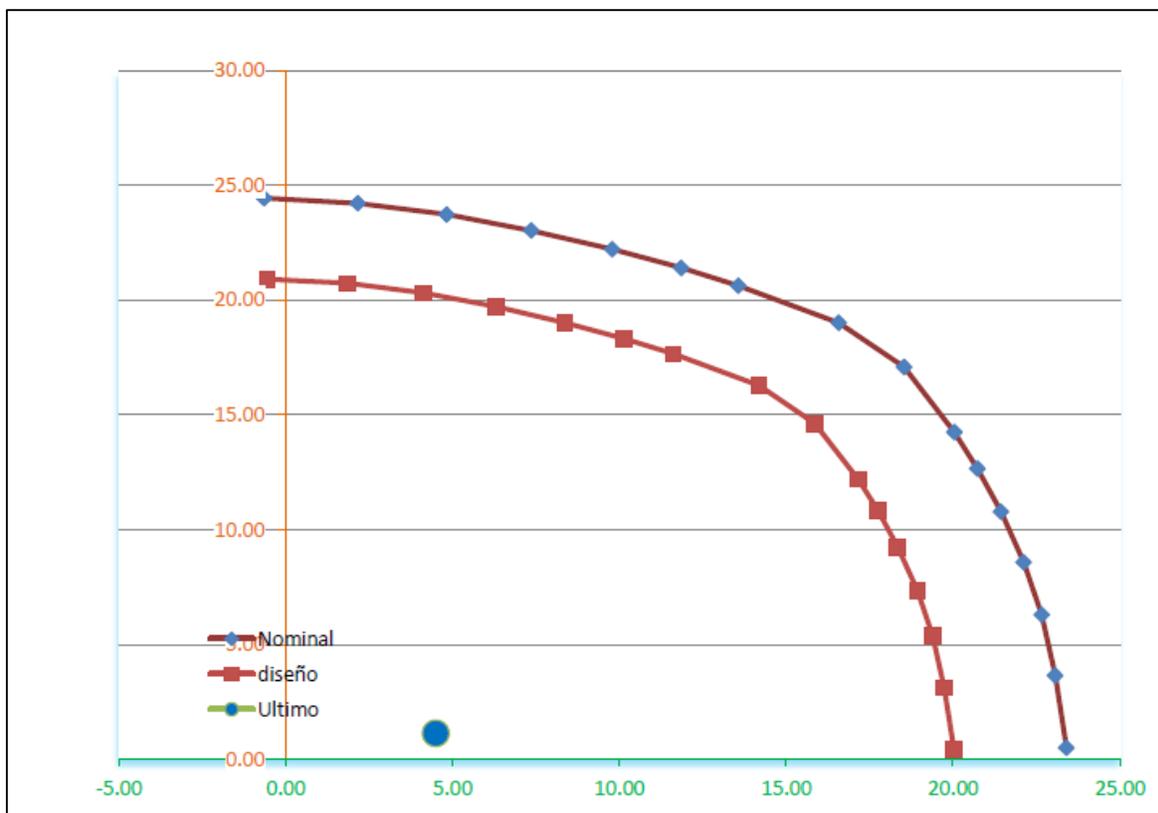


Figura 4-6 Grafica de iteración

### 4.6.3 DISEÑO DE ANCLAJE EN COLUMNA DE 0.5M\*0.5M

Tabla 4-9 Datos de entrada y resumen

Resistencia del concreto	$f'c =$	3	ksi
Resistencia del anclaje	$f_u a =$	65	ksi
Esfuerzo de fluencia de la placa base	$f_y =$	36	ksi
Extensión crítica de la placa base en x	$m =$	1.9	in
Extensión crítica de la placa base en y	$n =$	1.9	in
Carga axial última en el punto de trabajo	$P_u =$	22.611	kips
Cortante último en el punto de trabajo	$V_u =$	9.92	kips
Momento último en el punto de trabajo	$M_{u x} =$	8.127	ft-kips
Momento último en el punto de trabajo	$M_{u y} =$	5.68	ft-kips
Profundidad efectiva embebida	$h_{ef} =$	45	cm
Diámetro de cada anclaje	$D_{per} =$	0.75	in
Área efectiva del perno de anclaje	$A_{per} =$	0.334	in <sup>2</sup>
Cantidad de anclajes	$\#_{per} =$	4	
Espesor de la placa base	$t_p =$	5/8	in
Calibre del refuerzo principal del pedestal	$\# =$	7	
Largo de columna	$h_p =$	19.685	in
Ancho de columna	$b_p =$	19.685	in
Peralte del perfil W (placa metálica)	$d =$	15.748	in
Ancho del perfil W	$bf =$	15.748	in

- **Localización de anclajes desde punto de trabajo.**

Anch or	X(in)	Y(in)	X <sup>2</sup> (in)	Y <sup>2</sup> (in)	Nu(Pu)	Nu(Mux)	Nu(Muy)	Nua,2	Muy(Nu )	Mux(Nu )	Vua	
1	-6.774	6.7740157	45.887	45.8873	-5.65	3.6	-3.35	-5.41	36.63	-36.63	2.48	
2	0	6.7740157	0	45.8873	-5.65	3.6	0	-2.05	0	-13.91	2.48	
3	-6.774	-6.774016	45.887	45.8873	-5.65	-3.6	-3.35	-12.61	85.39	85.39	2.48	
4	6.774	6.7740157	45.887	45.8873	-5.65	3.6	3.35	1.3	8.81	8.81	2.48	
$\Sigma$			137.66	183.549	-22.611	7.19839	-3.354	-18.767	130.83	43.66	9.92	
									$\Sigma$	10.9027	3.63836	

Borde libre de placa a perfil			Distancia borde de placa - perno		
m =	1.9	in	D pp =	3	in
n =	1.9	in	Distancia libre borde de placa - perno		
			DL pp =	2.63	in

- **Tensión máxima en anclaje**

$$Nu_{max} = 1.3 \text{ kips}$$

$$Nu_a = 1.3 \text{ kips}$$

Tabla 4-10 Tamaño de placa base

vértices	X (in)	Y (in)	Cumple
1	-9.774	9.774	in
2	-9.774	-9.774	in
3	9.77402	9.774	in
4	9.77402	-9.774	in
Área	382.1255354		in <sup>2</sup>

- **Revisión de la tensión del anclaje que rige (ACI 318, D.5.1.2)**

$$\phi = 0.75$$

$$\phi N_s = 0.75\phi * A_{per} * f_{ua} = 12.2119 \text{ kips} > Nu_a$$

Cumple con la resistencia requerida (ACI 318-08 D4.4 & D3.3.3)

- **Revisión del cortante del anclaje que rige (ACI 318, D.6.1.2b Y ASCE 7-05 14.2.2.17)**

$$\phi = 0.75$$

$$\phi V_s = 0.60 * \phi * A_{per} * f_{ua} = 6.35018 \text{ kips} > Vu_a$$

Cumple con la resistencia requerida

- **Revisión de interacción de tensión y corte de los anclajes que rigen (ACI 318, D.7)**

La ecuación de interacción a usar es

$$\frac{N_{ua,2}}{\phi N_n} + \frac{V_{ua,2}}{\phi V_n} < 1.2$$

$$0.497 < 1.2$$

- **Revisión del espesor de la placa base (AISC guía 1, Ec-3.3.14a)**

$$f_{pmax} = 1.6575 \text{ ksi}$$

$$t_{reqD} = 1.5m \sqrt{\frac{f_p}{F_y}} = 0.612 \text{ in}$$

$$t_{pl} = 0.625 \text{ in} > t_{req}, \text{ cumple}$$

- **Revisión del traslape entre anclaje y varillas de refuerzo**

$$\rho_{req} / \rho_{pro} = 0.80 \quad (\text{As req} / \text{As pro}, 0 \text{ si no aplica, ACI 318-08, 12.2.5 y 12.15.1})$$

$$d_b = D_{per} = 1 \quad \text{in, del anclaje que rige}$$

$$f_y = 50 \quad \text{ksi}$$

$$\psi_t = 1.0 \quad (1.3 \text{ para refuerzo horizontal más allá de las } 12" \text{ de concreto, ACI 318-08 12.2.4})$$

$$\psi_e = 1.0 \quad (1.2 \text{ si se fija con epóxico}, \text{ ACI 318-08 12.2.4})$$

$$\psi_s = 1.0 \quad (0.8 \text{ para diámetros menores que el } \# 6, 1.0 \text{ para otros})$$

$$\lambda = 1.0 \quad (0.75 \text{ para concreto de peso ligero, ACI 318-08, 12.2.4})$$

$$c_b = 2.3 \quad \text{in, (ACI 318-08, 12.2.4)}$$

$$K_{tr} = 0 \quad (\text{ACI 318-08, 12.2.3})$$

$$(c_b + K_{tr}) / d_b = 2.3 < 2.5, \text{ (ACI 318-08, 12.2.3)}$$

$$L_d = MAX \left( \frac{\rho_{req}}{\rho_{pro}} \frac{0.075 \Psi_t \Psi_e \Psi_s d_s f_y}{\lambda \sqrt{f'_c} \left( \frac{c + K_{tr}}{d_b} \right)} \right), 12 \text{ in} = 12 \text{ in}$$

$$hef_{min} = 1.3L + 2 = 17.6 \text{ plg} = 44.704 \text{ cm}$$

$$hef_{min} = 45 \text{ cm} > hef_{min}$$

Cumple con la resistencia requerida.

#### 4.6.4 DISEÑO DE ZAPATA AISLADA

Tabla 4-11 Datos de entrada

DATOS		Unidad
Xp =	<b>0.7</b>	m
Yp =	<b>0.7</b>	m
Xz =	<b>1.4</b>	m
Yz =	<b>1.4</b>	m
t z =	<b>0.3</b>	m
Xc =	<b>0.7</b>	m
hf =	<b>1.5</b>	m
Y s =	<b>1.5</b>	t/m <sup>3</sup>
Y c =	<b>2.4</b>	t/m <sup>3</sup>
f adm =	<b>1.5</b>	kg/cm <sup>2</sup>
d =	0.225	m
# Ref x =	<b>5</b>	
As x =	1.979	cm <sup>2</sup>
Sep Ref x =	<b>15</b>	cm
# Ref y =	<b>5</b>	
As x =	1.979	cm <sup>2</sup>
Sep Ref y =	<b>15</b>	cm
f c =	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
f y =	<b>2800</b>	kg/cm <sup>2</sup>

Elemento	Peso(t)	BrazoX( Br Xp (m)		M (t-m)
Positivo	<b>2.127</b>			<b>3.151</b>
Negativo	<b>0.783</b>			<b>-1.407</b>
Pedestal	0.27	0.7	0	0
Placa	1.411	0.7	0	0
Suelo	3.528	0.7	0	0
$\delta P_o =$	5.209		$\delta M_o =$	0

Tabla 4-12 Cargas de diseño

	Pu	Mu
Positivo	7.336	3.151
Negativo	5.9922	-1.407

Considerando: #5 @ 15 cm		
As=	18.474	cm <sup>2</sup>
a =	2.0699	cm
Cc=	51.726	t
Ts=	51.726	t
Mn=	11.103	t-m

Pu	Mu	f1	x	f2	Verifica
7.336	3.151	0.341	0	0.45	SI
5.992	-1.407	0.944	2.01	0	SI

Tabla 4-13 Verificación del diseño

RESISTENCIA A FLEXION, CORTE Y PUNZONAMIENTO				
	Flexión	Corte	Punzón	unidades
x	0.95	1.06	0.6125	m
dx	0.45	0.34	0.6125	m
f	0.415	0.424	0.424	kg/cm <sup>2</sup>
F		<b>2.064</b>	<b>5.747</b>	t-m
MF	<b>0.621</b>			t-m
$\Phi M_n$	<b>9.993</b>			t-m
$\Phi V_n$		<b>20.564</b>	<b>305.555</b>	t-m
Verificación	SI	SI	SI	

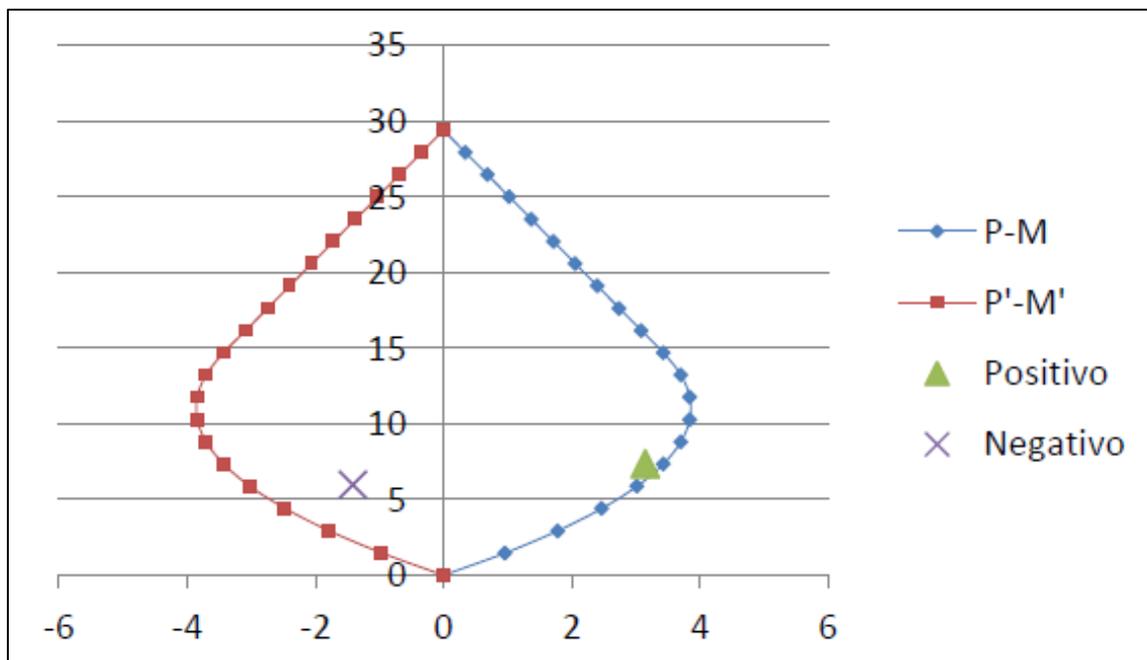


Figura 4-7 Evaluación del diseño de zapata aislada

**CAPITULO V: ESPECIFICACIONES  
TECNICAS Y PRESUPUESTO DEL  
ALCANTARILLADO SANITARIO**

## **5.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **5.1.1 TRAZO Y NIVELACIÓN**

Este trabajo consiste en colocar el estacado necesario y suficiente para identificar en el terreno los ejes de la tubería, estructuras principales y obras complementarias, así como también las longitudes, anchos y niveles para ejecutar las excavaciones como se indica en los planos. Esto debe realizarse antes de iniciar el desmonte, limpieza, descapote o ruptura de pavimentos.

El constructor deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de puntos ubicados en elementos inamovibles, las instalaciones existentes de agua potable, ductos telefónicos enterrados, postes de energía eléctrica y de teléfonos, etc.

Los niveles y cotas de referencia indicados en los planos se fijan de acuerdo a estos y después se verificarán las cotas del terreno, etc.

El constructor no podrá continuar con los trabajos correspondientes sin que previamente se aprueben los trazos. Cualquier modificación en los perfiles deberá recibir previamente la aprobación de la supervisión.

El costo de ejecución de los trabajos de topografía dependerá del área y del relieve de la región.

### 5.1.2 EXCAVACIONES DE ZANJAS

Las excavaciones de las zanjas son donde se instalarán las tuberías para los colectores y las excavaciones necesarias para la construcción de pozos de visitas y mostrados en los planos.

La excavación podrá hacerse a mano o utilizando maquinaria. Si se emplea equipo mecánico, la excavación deberá estar próxima a la pendiente de la base de la tubería, dejando la nivelación del fondo de la zanja por cuenta de la excavación manual.

Las zanjas que van a recibir los colectores se deberán excavar de acuerdo a una línea de eje (coincidente con el eje de los colectores), respetándose el alineamiento y las profundidades indicadas en los perfiles de los planos.

*Tabla 5-1 Ancho de zanjas a excavar según el diámetro de la tubería*

DIAMETRO NOMINAL		ANCHO DE ZANJA
Cm	Pulg.	Cm
15.24	6.00	55.24
20.32	8.00	60.32
25.40	10.00	65.40
30.48	12.00	70.48
38.10	15.00	78.10

El ancho de las zanjas dependerá del tamaño de los tubos, En la Tabla 5.1, se presenta valores de ancho recomendables en función a la profundidad y diámetro de la tubería.

El ancho de la zanja debe ser igual al diámetro de la tubería más 0.20cm por lado.

El material excavado deberá ser colocado a una distancia que no comprometa la estabilidad de la zanja y que no propicie su regreso a la misma, sugiriendo una distancia del borde de la zanja equivalente a la profundidad del tramo no ademado y no menor de 40 cm.

Las excavaciones para los pozos de visita deben tener las dimensiones de diseño aumentadas del espacio debido al ademado y a las formas, en caso sean necesarias.

Los taludes de las excavaciones deben ser verticales o inclinados hacia el exterior si es necesario para su estabilidad. El contratista debe proteger las excavaciones de posibles derrumbes que pudieran ocasionar daños al personal que labora en el proyecto, así como a la misma excavación.

Cuando se hagan zanjas en terrenos inestables y/o, profundidades mayores de 2 metros o con piedras que sobresalgan de las paredes del zanjo, se realizará ademado de madera que soporten los empujes causados por derrumbes de las paredes de la zanja. Las características, y formas serán definidas por el Supervisor, y el Contratista, siendo este el único responsable de los daños y prejuicios que directamente o indirectamente se deriven por fallas de los ademados. Todos los gastos de compra de materiales de construcción, instalación y desmontaje de los mismos, correrán por cuenta del Contratista.

La medición y forma de pago será por metro cúbico de excavación, tanto manual como de forma mecánica.

### 5.1.3 COMPACTACIÓN DE ZANJAS

Una vez colocadas, alineadas las tuberías y aprobadas por el interventor así como terminada la construcción de obras complementarias tales como pozos, el contratista procederá a colocar los rellenos necesarios con su correspondiente compactación.

El primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la tubería, hasta 0.20 m constituido por material selecto, se colocará en capas de 0.10 m de espesor terminado, desde la cama de apoyo compactándolo íntegramente con pisones manuales de peso aprobado, teniendo cuidado de no dañar la tubería y/o estructura.

El segundo relleno compactado, entre el primer relleno y la sub-base, se harán por capas no mayores de 0.15 m de espesor, compactándolo con vibro-apisonadores, planchas y/o rodillos vibratorios. No se permitirá el uso de pisones u otra herramienta manual.

En el caso de zonas de trabajo donde existan pavimentos y/o veredas, el segundo relleno estará comprendido entre el primer relleno hasta el nivel superior del terreno.

La compactación se deberá ejecutar de tal manera que la densidad obtenida sea de acuerdo a la densidad según norma T-180 de la AASHTO (ASTM D 1557) con el fin de conseguir una compactación mínima del 90% del Proctor. Determinado en el laboratorio para el material que esté usándose.

Se deberá ejercer un cuidado especial para obtener una adherencia efectiva entre las diferentes capas, entre el terreno excavado y las capas de relleno.

Todo material sobrante de la excavación o demolición deberá ser retirado de la obra por el contratista en volqueta con carpa, en el menor tiempo posible. El material será depositado en el sitio autorizado por el municipio, el cual será informado a través de la Supervisión.

#### **5.1.4 ALBAÑILERÍA**

El trabajo de esta sección incluye la provisión de todos los materiales, mano de obra, equipo, servicios y cualquier otro trabajo necesario para la ejecución de todas las obras de concreto simple o reforzado, según se indica en los planos y estas especificaciones.

##### ***5.1.4.1 Pozos de visita***

Los pozos de visita se construirán conforme a lo indicado en los planos.

Los pozos constan de las siguientes partes:

- Base del pozo
- Media caña
- Cilindro Principal
- Chimenea o cono de acceso
- Otros elementos: escalones de barras de acero y tapaderas.

El pozo se utilizará, sin importar el diámetro de las tuberías a él conexas, para profundidades menores de 6.0m. El diámetro interno de los pozos será de 1.80m. La base del pozo será construida en concreto armado con espesor de 0.20m., mientras que el cilindro principal y la chimenea de acceso serán construidos en mampostería de ladrillo.

La mampostería de ladrillo de obra será tipo trinchera como se muestra en los planos y el mortero utilizado será de 1:4. Además las paredes interiores llevarán repello con mortero 1:2.

Además, se construirán cajas de sostén en los pozos de visita siempre que el desnivel entre cualquier tubería de entrada y el fondo exceda de 1.0m.

Se colocarán estribos con barras de acero de 5/8" de diámetro para habilitar las escaleras de acceso. Además, se colocará tapaderas de hierro fundido de 0.6m de diámetro.

Los pozos de visita deben cumplir con las pruebas de infiltración y estanqueidad que efectuará la supervisión del proyecto.

La medición y forma de pago para los pozos de visita será por metro lineal o por unidad, dependiendo de la parte del pozo que se ha construido.

#### ***5.1.4.2 Materiales, morteros, concreto y encofrados***

##### **Cemento**

Todo el cemento usado en los trabajos será cemento Portland, Tipo I y estará de acuerdo con los requisitos de "ASTM-C150.

El cemento será entregado en bolsas fuertes y seguras, y será almacenado en un depósito seco protegido de la intemperie, con piso de madera elevado, por lo menos en plataformas de 15cm sobre la superficie del suelo. Además, no se permitirán pilas de más de 10 bolsas de cemento ni se admitirá que lleguen bolsas rotas.

Si el almacenaje del cemento se extendiera por un período superior a cuatro meses, el Contratista suministrará certificados de prueba de una firma reconocida, que confirmen que puede usarse en la obra.

### **Agregados**

Los agregados para el concreto son: el agregado grueso y el agregado fino, los cuales deberán cumplir con las normas ASTM C 33.

Los agregados necesarios serán combinados en tales proporciones para obtener una graduación satisfactoria. La curva de graduación deberá permanecer dentro de los límites que son equivalentes a la tabla 2 de la norma ASTM C 33.

El agregado grueso deberá ser de piedra triturada, no se aceptará que presente aspecto laminar. El tamaño máximo de los agregados no será mayor de 1 ½ veces la dimensión más angosta entre los lados de los encofrados, ni  $\frac{3}{4}$  de la separación entre las barras o paquetes de barras de refuerzo.

El agregado fino será arena de granos duros, carente de impurezas, su módulo de finura deberá estar entre 2.3 y 3.0.

Todos los agregados que se utilicen en la obra deberán almacenarse en un lugar que tenga piso de concreto y buen drenaje, de manera que se evite la contaminación del material con el suelo o la mezcla accidental entre los diferentes agregados.

### **Agua para mezcla**

El agua utilizada en la mezcla y en la cura del hormigón, deberá ser fresca, limpia y libre de materiales perjudiciales, tales como, aguas negras, aceite, ácidos, materiales alcalinos, materiales orgánicos u otras sustancias perjudiciales.

### **Ladrillos de barro**

Los ladrillos deberán ser sólidos, sanos, bien formados, de tamaño uniforme y sin grietas o escamas. Deberán cumplir con las normas ASTM C-62 Y C-67.

Los ladrillos serán construidos a máquina o a mano, bien cocidos, de dimensiones 7cm x 14cm x 28cm y resistencia a la ruptura por compresión igual o mayor de 80Kg/cm<sup>2</sup>. El mortero a utilizar tendrá una proporción cemento arena de 1:4

### **Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo consistirá de barras de sección circular corrugadas de acuerdo con la norma ASTM A 615, de Grado 40 con refuerzo de fluencia de 2800kg/cm<sup>2</sup>.

La prueba de calidad se realizará por medio de ensayos a tensión tomando tres muestras de cada lote de diferentes diámetros, con una longitud de 90cm.

### **Diseño de mezclas de concreto**

Cuando el concreto es fabricado en obra, el diseño de la mezcla de éste debe realizarse en un laboratorio designado por la Supervisión, cuya función es velar por el control de calidad del concreto colocado, tomando muestras cilíndricas y sometiénolas a pruebas de compresión.

La resistencia cilíndrica a la compresión requerida por el proyecto es de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Esta resistencia deberá ser comprobada por medio de especímenes preparados, curados y sometidos a prueba de conformidad con las normas American Society for Testing and Materials (ASTM) C 31, C39, C 172. Por lo menos se harán tres cilindros por cada 12 metros cúbicos o de acuerdo con las necesidades de la obra. De las tres muestras una se someterá a la prueba de compresión a los 7 días y las otras dos se probarán a los 28 días, excepto cuando se usare algún aditivo acelerante, en cuyo caso las edades de prueba serán 3 y 14 días respectivamente.

La aceptación del concreto en cuanto a su resistencia se hará en base al American Concrete Institute (ACI-318). Los cilindros deberán tener el 10% más que la resistencia requerida. Se asume que la resistencia a los 7 días corresponde al 70% de la resistencia a los 28 días.

Sin embargo, si persiste la duda, se procederá a la extracción y prueba de núcleos de concreto endurecido, según la norma ASTM C 42, y los huecos se rellenarán con mortero epóxico.

- Transporte del concreto

El concreto se trasladará hasta el elemento a colar, por métodos que prevengan la segregación o pérdida de materiales.

- Colocación del concreto

Se colocará el concreto de tal manera que se evite la segregación de los materiales pétreos, para esto se podrá hacer uso de vibradores de inmersión, teniendo cuidado que la vibración no sea demasiado prolongada provocando segregación.

- Curado del concreto

Al concreto debe protegerse con una capa de agua o algún recubrimiento que garantice un curado efectivo durante un período mínimo de 7 días, mientras se efectúa el proceso de fraguado de éste.

### **Mortero**

El mortero a utilizar será de tipo ordinario. Por lo tanto, la mezcla para mortero cemento – arena en proporción al volumen será 1:4 para el pegado de ladrillos de obra; para el repello de las paredes de ladrillo su dosificación corresponde a 1:2.

### **Repello**

El repello de los pozos será de mortero en proporción 1:2 y comprenderá todas las superficies interiores. Antes del repello se picará y humedecerán las juntas y las superficies en que quedará aplicado. El repello interior tendrá un espesor mínimo de un centímetro y medio (1 ½) y se terminará siempre con llana o regla.

El mortero se aplicará en forma continua para no dejar juntas y será necesario al estar terminado, curarlo, durante un período de tres días continuos.

Los repellos al estar terminados, deben quedar nítidos, limpios, sin manchas, parejos, a plomo, sin grietas, o irregularidades y con las aristas vivas.

### **Encofrados**

Los encofrados se usarán donde sea necesario para confinar el concreto, darle forma de acuerdo a las dimensiones requeridas. Los encofrados deberán ser madera; y deberán construirse

de tal manera de obtener las dimensiones de los elementos estructurales que se indican en los planos.

Los encofrados deberán tener buena resistencia y rigidez. Serán inspeccionados inmediatamente antes de la colocación del concreto. Las dimensiones y cotas se controlarán cuidadosamente y se corregirán todos los errores que en ella se presenten antes de iniciar las operaciones de vaciado del concreto.

El interior de los encofrados se limpiará para eliminar cualquier residuo de virutas, mortero de vaciados anteriores y en general todo material extraño a los tableros y a la estructura.

Para facilitar el curado de los concretos y para permitir las reparaciones de las imperfecciones de las superficies, se retirarán los encofrados tan pronto como el concreto haya fraguado lo suficiente para evitar daños durante el retiro de las mismas.

#### **5.1.5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC**

La tubería a utilizar en las redes de alcantarillado sanitario, deberá satisfacer una de las normas siguientes:

ASTM-F891, ASTM-D3034; ASTM-F949; ASTM-F679; ASTM-F477; ASTM-D3212; ASTM-F2736; ASTM-F2764; ASTM-F2762; ASTM-F2763; ASTM-D2680; ASTM-A746.

Las normas anteriores deberán ser en su versión posterior al año 2000.

La rigidez mínima de la tubería deberá ser de 46 PSI. El tipo de tubería a utilizar, será la definida en el formato de plan de oferta.

#### ***5.1.5.1 Colocación de tuberías a lo largo de la línea***

Cuando se alineen las tuberías fuera de la zanja, deberán ser fijadas con sacos de arena a lo largo del eje de instalación. Deberán colocarse de acuerdo a la pendiente de diseño o las instrucciones de la supervisión, no se permitirá colocar tubería con inclinaciones diferentes a la pendiente del tramo o sobre lugares donde no ofrezca estabilidad a la tubería a ser instalada.

Esta deberá ser depositada a lo largo del eje y no debe interferir con el desarrollo normal del trabajo o con el paso del equipo, vehículos, etc.

Con La tubería PVC esta deberá ser transportada al lugar de la obra solamente hasta que se comiencen trabajos de excavación y así evitar que pase mucho tiempo expuesto.

La Contratista será responsable de la colocación de las tuberías y accesorios en las localizaciones correctas.

En caso de zonas de tráfico vehicular, se deberá tomar las precauciones del caso, de manera que no se obstaculice en períodos largos el libre paso de vehículos y peatones. El Supervisor, a su criterio, podrá autorizar bajar la tubería directamente de los equipos de transporte al fondo de la zanja.

#### ***5.1.5.2 Comprobación de rasante de instalación***

Antes de bajar la tubería al fondo de la zanja se debe comprobar la correcta ejecución del fondo de la zanja, para que permita el apoyo del tubo en toda su longitud entre nichos de uniones, de modo que el tubo se apoye en toda su longitud, tenga la pendiente especificada y no quede en contacto con cuerpos que pueden dañar su recubrimiento.

### ***5.1.5.3 Verificación de daños a la tubería***

Antes de ser bajadas al fondo de la zanja, el Supervisor comprobará los posibles daños de tubería y accesorios, originados durante su manejo. Todo tubo de Hierro Fundido Dúctil (HFD) que presente daños en el revestimiento interno o externo, superiores a las microfisuraciones o pequeños despegues normales que se producen por desecamiento y que desaparecen una vez que el tubo ha sido puesto en agua, deberá ser previamente reparado a satisfacción del Supervisor. Para la tubería de PVC se debe revisar que no tenga grietas debidas a golpes en sus extremos y parte intermedia u otro tipo de daño que pueda afectar su buen funcionamiento.

Mientras el tubo se encuentra sostenido en el aire, bien sea por medio de un equipo mecánico apropiado o manualmente, previamente a su colocación se verificará:

- a. Que no contiene cuerpos o materiales extraños.
- b. Que no ha sufrido ningún daño.
- c. Que los revestimientos, eventualmente reparados, son correctos.
- d. Que las extremidades correspondientes a las juntas estén completamente limpias.

En caso de ovalización, la extremidad del tubo deberá ser reacondicionada para devolverla a su forma redonda, con un aparato aprobado por el Supervisor.

No será permitido dejar caer el tubo al fondo de la zanja; si tal accidente se produjese, el tubo deberá ser extraído de la zanja y cuidadosamente inspeccionado.

### ***5.1.5.4 Acople de tubos***

El tubo a colocar una vez bajado al fondo de la zanja, deberá ser presentado exactamente en la prolongación del tubo en espera.

Antes de unirse, las tuberías deberán limpiarse del lodo, terrones, piedras y otros objetos que puedan haber entrado. Los montajes de las juntas, deberán ser efectuados siguiendo metódicamente las especificaciones del fabricante.

Al final de la jornada de trabajo o cuando éste sea interrumpido por cualquier período, los extremos abiertos de las secciones de tubería y tuberías colocadas en las zanjas deberán cerrarse por medio de tapones, para evitar la entrada de suciedad o animales.

### **5.1.6 RUPTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO**

El trabajo consistirá en la rotura o demolición de pavimentos, de cualquier clase: de asfalto, de concreto, de adoquín, de empedrado o empedrado fraguado; incluyéndose la base sobre la cual se hayan construido cualquiera sea esta, hasta una profundidad de 40 cm. si la hubiere.

En los casos especiales en que la base tenga espesor mayor de 40 cm., se considerará y pagará como excavación en zanja a partir de la profundidad de 40 cm. de base.

Cuando el material producto de la rotura o demolición de pavimentos pueda ser utilizado posteriormente en la reconstrucción de los mismos, será dispuesto en los alrededores del área de su remoción en forma tal que no sufra deterioro alguno ni cause interferencia con la prosecución de los trabajos; en caso contrario deberá ser retirado según lo ordene el Supervisor.

Se entenderá por reposición de pavimentos, la operación consistente en construir nuevamente las Obras que hubieren sido removidos para la apertura de zanjas. Las obras reconstruidas deberán ser del mismo material y características que las originales. Deberá quedar el nivel de rasante original.

Cuando la Contratista corte cualquier tipo de pavimento fuera de ancho de zanja estipulado en este Tomo sin autorización del Supervisor, este deberá reponer el sobre ancho sin derecho a pago. (ANDA, Especificaciones Técnicas para alcantarillado sanitario, 2015)

#### ***5.1.6.1 Pavimento Asfáltico***

Para la reposición del Pavimento Asfáltico, se deberá hacer cortes rectos formando rectángulos, si el borde de la zanja es irregular, el corte deberá extenderse hasta conseguir una

arista recta, esta extensión deberá ser aprobada por el Supervisor. La base se limpiará con cepillos y si es necesario con aire comprimido según lo indique el Supervisor. La base se preparará aplicándole asfalto líquido. Si no se dispone de un equipo de riego, se pueden utilizar métodos, manuales bajo la dirección del Supervisor.

Después que el área a reparar ha sido debidamente preparada, incluyendo la limpieza de los bordes y la aplicación correcta de la capa de imprimación, debe procederse a extender la mezcla, colocando primero contra los bordes y extendiéndola hacia el centro, la Contratista debe colocar la cantidad de mezcla necesaria para poder obtener una superficie nivelada.

Para la compactación, se utilizarán equipos y procedimientos adecuados (rodillo vibratorio) sobre la superficie del material colocado, hasta alcanzar el nivel del pavimento circundante.

En caso se utilice compactadores manuales, (con autorización del Supervisor), la superficie del parche debe quedar ligeramente más alta que la del pavimento circundante.

Cuando se trate de mezclas de granulometría abierta, en complemento, la superficie será protegida por una capa delgada de agregado fino (chispa) de aproximadamente 5 mm de espesor.

#### ***5.1.6.2 Pavimento de Concreto Hidráulico***

Para la reposición de pavimentos de concreto hidráulico, deberán hacerse cortes lo más rectos posibles, paralelos y ángulos rectos con respecto a la línea central y bordes del pavimento original. Los bordes deben quedar tan verticales y rectos como sea posible, a fin de evitar que se generen filos, tanto en el nuevo como en el viejo pavimento y se extiendan a través de la unión.

Antes de colocar el nuevo concreto, los bordes deben humedecerse, hasta un punto en el cual la humedad no interfiera con la adherencia. El tipo de concreto será el especificado por el Supervisor.

A la hora de colocación del concreto se deberá tener el cuidado de conservar las juntas de dilatación que existan en el pavimento viejo. Será a criterio de la Supervisión si se necesita dejar o no este tipo de juntas.

### **5.1.6.3 Adoquinados y empedrados**

En la remoción de pisos o pavimentos adoquinados, obligada por la construcción de las obras, la Contratista deberá retirar los adoquines con el cuidado de no dañarlos para utilizarlos de nuevo. La Contratista protegerá los adoquines y arena extraída para su reutilización. Evitará asimismo que la erosión provocada por la lluvia dañe el adoquinado inalterado.

Los adoquines dañados durante la remoción serán sustituidos por nuevos de calidad y dimensiones iguales a los existentes.

La reposición de los adoquines (dañados o perdidos) o arena perdida, será a cuenta de la contratista. Si es necesario utilizar nueva arena para soporte de los adoquines, deberá ser arena limpia de río, que llene los requisitos de granulometría (Ver tabla 5.2)

*Tabla 5-2 Granulometría arena*

TAMIZ	% QUE PASA
3/8"	100
No. 4	95-100
No. 16	45-80
No. 50	10-30
No. 100	2-10

La arena y tierra para juntas deberá ser material fino y limpio, cumpliendo los requisitos de granulometría (Ver Tabla 5.3)

*Tabla 5-3 Granulometría de arena y tierra juntas*

TAMIZ	% QUE PASA
No. 8	100
No. 50	15-40
No. 100	0-10
No. 200	0-5

La reconstrucción del adoquinado se hará como sigue:

Sobre la base preparada, que puede requerir un tratamiento de suelo-cemento de acuerdo a la calidad del pavimento a restituir, se colocará una capa soporte de arena de 25 a 35mm de espesor, sobre esta capa de arena se colocarán los adoquines, dejando entre ellas una separación de 5 a 10mm.

Las juntas se rellenarán utilizando el 60% de arena y el 40% de tierra, según las especificaciones anteriores.

Una vez colocadas y selladas las juntas de los adoquines, es conveniente pasar sobre ellos, ya sea una aplanadora de rodillos metálicos o neumáticos, o en su defecto camiones cargados, hasta conseguir la correcta nivelación y acomodo de los adoquines.

Si el pavimento a restituir tiene juntas ligadas o zulaqueadas con mortero o parta de cemento, el pavimento nuevo deberá cumplir con los mismos requerimientos.

Para los empedrados en igual forma se debe comportar y nivelar la base, cuidando que al colocar las piedras estas conserven el nivel de existente antes de la intervención. Estas deben colocarse con la misma concentración que el resto del empedrado existente. En caso de

empedrado fraguado se seguirá lo mencionado anteriormente y el mortero se preparará como lo indicado en la norma ASTM C270.

Los trabajos de ruptura y reposición antes descritos deberán hacerse atendiendo en todo los lineamientos del Ministerio de Obras Públicas, Fondo Vial (MOP y FOVIAL, respectivamente), gobiernos locales u otro ente que norme estas actividades. Es obligación de la Contratista obtener los permisos necesarios y cancelar los importes correspondientes a los diversos entes que norman estas actividades; sean estas realizadas en sectores urbanos o no urbanos (calles, carreteras, caminos, etc.).

### **5.1.7 PRUEBA DE TUBERIAS PARA ALCANTARILLADO SANITARIO**

#### ***5.1.7.1 Prueba hidráulica de infiltración y estanqueidad***

Las pruebas de estanqueidad tienen por objeto asegurar la ausencia de fugas en cualquier sistema en el que intervengan fluidos a presiones iguales o distintas a la atmosférica.

Se probará cada tramo de la instalación obturando la entrada de la tubería en el pozo “aguas abajo”, rellenando con agua desde el pozo “aguas arriba”, se dejarán transcurrir 30 minutos realizándose una inspección general, comprobándose que no existen fugas.

Dicha prueba será evaluada por La Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA).

Procedimiento: (ANDA, Especificaciones Técnicas para alcantarillado sanitario, 2015)

- La prueba deberá realizarse como mínimo entre dos pozos consecutivos y en una longitud máxima de 213m
- Se deberán tapar todos las salidas e ingresos de agua y dejar solamente un ingreso de agua en el pozo aguas arriba, a partir del cual se realizará la prueba

- El tramo de colector deberá ser llenado lentamente, hasta alcanzar en el pozo aguas arriba a probar, una altura mínima de 0.60m sobre la corona del tubo. Se deberá dejar en reposo durante un periodo mínimo de 4 horas y un máximo de 72 horas, luego de las cuales se procederá a rellenar con agua hasta alcanzar la altura mínima de 0.6m o la altura definida para la prueba (hp).

- Se calculará la altura media del agua en el tramo a ser probado, de acuerdo a lo siguiente:

$$hm = \frac{LS + 2hp}{2}$$

Dónde:

Hm: es la altura media de agua sobre la tubería, en metros

L: es la longitud del tramo a probar, en metros

S: es la pendiente del tramo a probar

Hp: es la altura del agua sobre la corona del tubo aguas arriba, en metros

- Luego de alcanzar la altura de prueba y esperar el periodo de prueba, se deberá medir el volumen de pérdida de agua. El periodo mínimo de prueba será de 1 hora y el máximo no deberá exceder de 24 horas.

- El volumen de pérdida de agua medido, deberá ser menor o igual que el valor dado en la tabla 5.3, para el diámetro de la tubería sujeta a prueba.

- Los pozos deberán ser probados en forma independiente y el valor permisible de pérdida será de  $4l / (\text{metro de diámetro})(\text{metro de carga de agua})(\text{día})$  (  $4l/m.m.h$  ).

Durante el período de prueba se revisarán las juntas de tubería y accesorios y las piezas especiales, a fin de localizar posibles fugas. Cuando por tránsito vehicular u otros motivos se haya realizado un relleno completo la Contratista deberá usar métodos indirectos, para detectar posibles fugas, los cuales deberán ser aprobados por el Supervisor.

Tabla 5-4 Pérdida admisible por cada 100 m

Ø (Pulg)	Ø (mm)	Pérdida permisible (l/h)	
		Tubería de concreto	Tubería termoplástica
6	152	12	4
8	203	16	5
10	254	20	7
12	305	23	8
15	381	29	10
18	457	35	12
24	610	47	16
30	762	59	20
36	914	70	24
42	1067	82	28
48	1216	94	31
60	1524	117	39

### 5.1.7.2 Preparación de las pruebas

Las pruebas se harán en condiciones tales, que permitan efectivamente examinar los tramos de tuberías y particularmente las juntas, salvo que el Supervisor autorice relleno completo con examen por medios indirectos.

La Contratista proporcionará y colocará los tapones, conexiones de alimentación, bombas, manómetros, los apoyos y macizos de anclaje provisionales en los extremos de cada tramo, necesarios para efectuar las pruebas en las condiciones descritas, así como cualquier accesorio especial requerido para la realización de las pruebas.

Se tomarán todas las precauciones tendientes a evitar cualquier movimiento longitudinal o transversal de la tubería. Cada tubo se sobrecargará mediante un relleno parcial de la zanja dejando descubiertas las juntas y conexiones, evitando así su flotación en caso eventual de inundación de la zanja cuando la cañería está vacía.

#### ***5.1.7.3 Suministro de agua para la prueba de tuberías***

El agua necesaria para las pruebas será adquirida bajo su costo por la contratista, el punto de entrega será definido por la ANDA o el operador del sistema, atendiendo la disponibilidad en red existente en cercanías a sitios de Pruebas de tuberías.

La Contratista no podrá maniobrar válvulas o cualquier otro aparato de cañerías existentes para aprovisionarse de agua, debiendo ejecutar esas maniobras el personal de ANDA o del operador, a pedido de la Contratista a través del Supervisor.

Una vez utilizada el agua para probar un tramo, no podrá ser desechada, salvo autorización por escrito del Supervisor, debiendo la Contratista proveer un sistema adecuado para vaciarlo al siguiente tramo, evitando por todos los medios necesarios, que en su vaciado pueda caer parte de ella en la zanja.

#### ***5.1.7.4 Conformidad a la prueba***

La Contratista deberá remediar todo desperfecto de estanqueidad constatado durante la prueba, ejecutado a su cargo y de inmediato las reparaciones cuya necesidad fuera puesta en evidencia por los ensayos hidráulicos y repetir los ensayos en las mismas condiciones descritas, hasta obtener la conformidad del Supervisor.

### **5.1.7.5 Constancia de aprobación**

En un formato estándar establecido por el Supervisor y proporcionado en triplicado por la Contratista, se dejará constancia, de cada uno de los ensayos, mencionándose lo siguiente:

- a. Número de orden del ensayo.
- b. Fecha.
- c. Identificación del tramo ensayado, utilizando el número de los pozos que limitan el tramo a probar, esto según se identifican en los perfiles longitudinales de las obras.
- d. Tipo de prueba a realizar (agua o aire)
- e. Longitud del tramo a probar, diámetro del colector, pendiente, todos los elementos que constituyen el tramo probado.
- f. Volumen de agua perdido para el caso de prueba con agua o tiempo requerido para bajar 1psig.
- g. Resultados conseguidos (comparación con valores de tablas 5.3 o 5.4, según corresponda).
- h. Decisiones adoptadas para reparación de fallas detectadas.
- i. Conclusiones que puedan extraerse del o los ensayos efectuados previamente a la aceptación del Supervisor.
- j. El original de este documento, previo visto bueno del Supervisor, se entregará a ANDA.

Una copia para al Supervisor y la segunda copia quedará en poder del Contratista.

Todas las copias deberán ser firmadas por la Contratista, y el Supervisor.

Tabla 5-5 Tiempo Mínimo Requerido para una disminución de Ipsig para una longitud y diámetro dados (minutos)

Ø (Pulg)	Tmin (min)	LONGITUD DEL TRAMO EN M							
		25	50	75	100	125	150	175	200
4	3:46	3:46	3:46	3:46	3:46	3:46	3:46	3:46	4:09
6	5:40	5:40	5:40	5:40	5:40	5:50	7:00	8:10	9:20
8	7:33	7:33	7:33	7:33	8:18	10:23	12:17	14:32	16:36
10	9:27	9:27	9:27	9:44	12:58	16:13	19:28	22:42	25:57
12	11:20	11:20	11:20	14:01	18:41	23:21	28:02	32:42	37:22
15	14:14	14:14	14:36	21:54	29:12	36:30	43:48	51:6	58:24
18	17:03	17:03	21:01	31:32	42:03	52:34	63:04	73:35	84:006
24	22:47	22:47	37:22	56:04	74:45	93:27	112:08	130:50	149:31
30	28:29	29:12	58:24	87:36	116:49	146:01	175:13	204:25	233:38
36	34:21	42:03	84:06	126:09	168:13	210:16	252:19	294:22	336:26

## 5.2 PRESUPUESTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

Al contar con el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado y con las especificaciones técnicas, se puede proceder hacer una estimación de costos para su construcción. Para esto, es necesario calcular la cantidad de obra, sus costos unitarios y dividir por partidas la ejecución de la obra.

Debido a que la cantidad de colectores y estructuras complementarias de este diseño es elevada, se optó por auxiliarse de hojas electrónicas para facilitar los procesos matemáticos necesarios para el cálculo del presupuesto.

### 5.2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Para realizar el cálculo del presupuesto se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

Este presupuesto será calculado solo para la construcción del alcantarillado sanitario por gravedad e independiente de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.

En el presupuesto se incluye los costos directos, los costos indirectos y el impuesto al valor agregado (IVA) del valor de las obras, que actualmente es del 13%.

Los costos indirectos serán un porcentaje de los costos directos en cada partida del proyecto, que en este caso se considerará del 33%, en el cual se incluirá la depreciación del equipo, las instalaciones provisionales, laboratorio de suelos y materiales, etc.

Para las instalaciones provisionales se debe considerar que la empresa constructora alquile una vivienda del lugar para reducir costos.

El contratante deberá realizar la presentación de las siguientes fianzas:

- a) Garantía de mantenimiento de oferta: 5% del monto del contrato
- b) Garantía de buena inversión del anticipo: 20% del monto del contrato
- c) Garantía de cumplimiento del contrato: 10% del monto del contrato
- d) Garantía de pagos a terceros: 10% del monto de contrato
- e) Garantía de buena obra: 10% del monto de contrato por un plazo de un año

Este presupuesto se presenta de forma general, de tal manera que se aproxima lo más posible al costo real de la ejecución del proyecto. Para un presupuesto más específico se debe contar con un estudio de suelos.

La excavación será manual en todas las calles y avenidas, cuyo volumen aproximado será de 23,512.03 m<sup>3</sup>.

El ancho de las zanjas será de 40 cm más el diámetro de la tubería aproximadamente en todos los casos.

Se construirá ademados en todas las calles y avenidas, cuya cantidad es de 10,679.06 m<sup>2</sup>. Sin embargo, para esta partida se considera el reúso de madera, de por lo menos tres veces.

Se colocarán tuberías de 8 pulgadas en una longitud de 13661.70 metros lineales, mientras que para tuberías de 10 pulgadas la longitud es de 717.70 metros, tuberías de 12 pulgadas 288.70 metros y tubería de 15 pulgadas 795.70 metros. Estas tuberías son de junta rápida (Novafort).

Para calcular la demolición y reparación de las vías de acceso se deben conocer los tipos de revestimientos de las calles, avenidas y pasajes peatonales, los cuales son: 233.73 m<sup>2</sup> de superficie de asfalto, 753.95 m<sup>2</sup> con superficie fraguado empedrado, 3970.08 m<sup>2</sup> con superficie de concreto hidráulico y el resto es de tierra. En estas partidas se debe tomar en cuenta que los datos anteriores pueden variar al paso del tiempo, por lo que debe verificarse antes de la construcción.

A todos los pozos de visita y cajas de inspección se les hará repello para evitar la filtración de agua.

Todos los pozos de visita llevarán tapaderas de hierro fundido con su respectivo anillo de metal.

## 5.2.2 RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS

En la siguiente página se presentan los costos de cada partida del proyecto, con los cuales se obtiene el monto total de éste.

OFERTA ECONOMICA												
<p style="text-align: center;"><b>PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b></p> <p>OFERTA PRESENTADA POR: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE</p> <p>PARA: ALCALDIA MUNICIPAL DE TURIN FECHA: 2017</p>												
#	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	C.D. MATERIAL	C.D.MANO DE OBRA	C.D. OTROS	COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	IVA	TOTAL COSTO	COSTO	COSTO PARTIDA
1	TRAZO Y NIVELACION	15,463.87	ML	\$0.37	\$0.11	\$0.00	\$0.48	\$0.16	\$0.08	\$0.64	\$0.72	\$11,133.99
2	DEMOLICION DE CAPA DE RODAMIENTO CONCRETO E 7 CM	3,970.08	M2	\$0.00	\$1.82	\$0.04	\$1.86	\$0.61	\$0.32	\$2.47	\$2.79	\$11,076.52
3	DEMOLICION DE PAVIMENTO TIPO ACERA	233.73	M2	\$0.00	\$2.50	\$0.05	\$2.55	\$0.84	\$0.44	\$3.39	\$3.83	\$895.19
4	DESEMPEDRADO EXISTENTE	753.95	M2	\$0.00	\$0.67	\$0.01	\$0.68	\$0.22	\$0.12	\$0.90	\$1.02	\$769.03
5	EXCAVACION MATERIAL SEMIDURO DE 1.5 A 3.0 M	24992.03	M3	\$0.00	\$12.63	\$0.51	\$13.14	\$4.33	\$2.27	\$17.47	\$19.74	\$493,342.67
6	ADEMADO PARA ZANJA Y POZO H=2.5	10679.06	M2	\$0.47	\$0.80	\$0.02	\$1.29	\$0.43	\$0.22	\$1.72	\$1.94	\$20,717.38
7	BASE DE POZO INSPEC D= 2.2,E=20, N°3 @ 25 CM. A.S.	185.00	UNIDAD	\$99.16	\$32.23	\$0.97	\$132.36	\$43.68	\$22.89	\$176.04	\$198.93	\$36,802.05
8	HECHURA MEDIA CAÑA BASE DE POZO	185.00	UNIDAD	\$16.08	\$15.91	\$0.48	\$32.47	\$10.72	\$5.61	\$43.19	\$48.80	\$9,028.00
9	PARED DE POZO d=1.8 EXTERNO DOBLE PARED	233.44	ML	\$254.36	\$39.82	\$1.19	\$295.37	\$97.47	\$51.07	\$392.84	\$443.91	\$103,626.35

10	CONO DE REDUCCION	185.00	UNIDAD	\$119.83	\$51.47	\$1.54	\$172.84	\$57.04	\$29.88	\$229.88	\$259.76	\$48,055.60	
11	TAPADERA PARA POZO	185.00	UNIDAD	\$18.33	\$25.20	\$0.76	\$44.29	\$14.62	\$7.66	\$58.91	\$66.57	\$12,315.45	
12	CAJA SOSTEN	44.60	ML	\$82.00	\$0.00	\$33.64	\$115.64	\$38.16	\$19.99	\$153.80	\$173.79	\$7,751.03	
13	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECTO	1949.82	M3	\$21.95	\$4.44	\$3.00	\$29.39	\$9.70	\$5.08	\$39.09	\$44.17	\$86,123.76	
14	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC DRENAJE D 8"	13661.70	ML	\$6.13	\$1.60	\$0.05	\$7.78	\$2.57	\$1.35	\$10.35	\$11.70	\$159,841.89	
15	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC DRENAJE D 10"	717.70	ML	\$15.64	\$2.38	\$0.08	\$18.10	\$5.97	\$3.13	\$24.07	\$27.20	\$19,521.44	
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC DRENAJE D 12"	288.70	ML	19.48	2.52	0.08	\$22.08	\$7.28	\$3.82	\$29.36	\$33.18	\$9,579.07	
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC DRENAJE D 15"	795.70	ML	\$30.10	\$2.66	\$0.08	\$32.84	\$10.84	\$5.68	\$43.68	\$49.36	\$39,275.75	
18	ACOMETIDA DOMICILIAR 6" ACCESORIO 8"	1349.00	UNIDAD	\$21.09	\$0.00	\$49.91	\$71.00	\$23.43	\$12.28	\$94.43	\$106.71	\$143,951.79	
19	ACOMETIDA DOMICILIAR 6" ACCESORIO 10"	123.00	UNIDAD	\$22.00	\$0.00	\$49.91	\$71.91	\$23.73	\$12.43	\$95.64	\$108.07	\$13,292.61	
20	ACOMETIDA DOMICILIAR 6" ACCESORIO 12"	23.00	UNIDAD	\$43.50	\$0.00	\$49.91	\$93.41	\$30.83	\$16.15	\$124.24	\$140.39	\$3,228.97	
21	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL EXISTENTE	23512.03	M3	\$0.50	\$4.44	\$4.38	\$9.32	\$3.08	\$1.61	\$12.40	\$14.01	\$329,403.54	
22	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO 1 2 2 ESPESOR 7 CM	5101.65	M2	\$10.35	\$0.00	\$5.71	\$16.06	\$5.30	\$2.78	\$21.36	\$24.14	\$123,153.76	
23	PASO AEREO CON TUBERIA DE HoGo D 15"	1.00	S.G.	\$0.00	\$0.00	\$28,533.71	\$28,533.71	\$9,416.12	\$4,933.48	\$37,949.83	\$42,883.31	\$42,883.31	
<b>COSTO TOTAL</b>													
											<b>UN MILLON QUINIENTOS VEINTISIETE MIL DOSCIENTOS VEINTINUEVE 34/100 DOLARES</b>		<b>\$1527,229.34</b>
											<b>IVA 13%</b>		<b>\$198,539.81</b>
											<b>VALOR TOTAL DE LAOFERTA</b>		<b>\$1725,769.15</b>

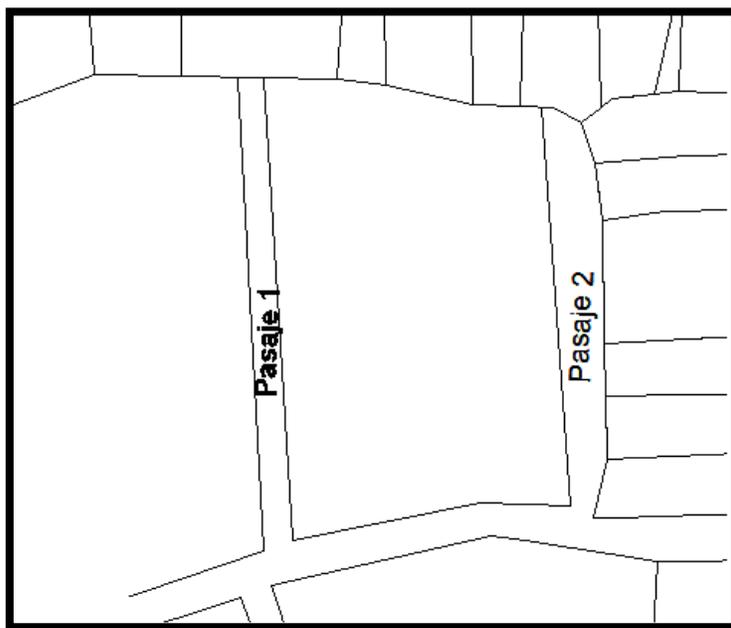
**CAPITULO VI: ALTERNATIVAS PARA  
LOS SECTORES INACCESIBLES A LA  
RED DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO**

## 6.1 SECTORES SIN ACCESO A LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

En la etapa de diseño se determinaron varios sectores que no tienen acceso al alcantarillado sanitario, debido a que no cumplen con la velocidad mínima en sus tramos y corregirla supone una cantidad significativa de dinero, o también, porque la topografía del terreno no lo permite.

Entre los sectores sin acceso a la red de alcantarillado se tienen los siguientes:

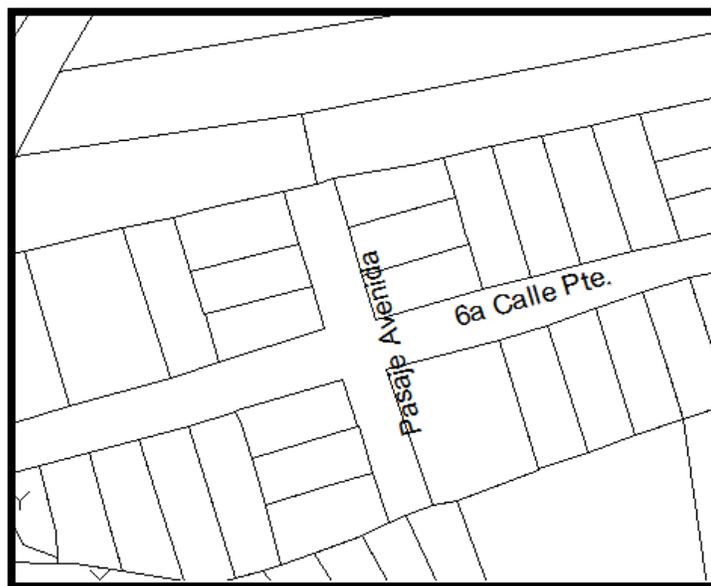
### 6.1.1 UBICACIONES Y PLANOS DE LAS PARTES SIN ACCESO



*Figura 6-1 Pasaje 1 y Pasaje 2 de lotificación los bambúes*



*Figura 6-2 Carretera Panamericana CA-1 costado sur*



*Figura 6-3 Pasaje Avenida al final de 6a. calle Pte. Tramo norte*

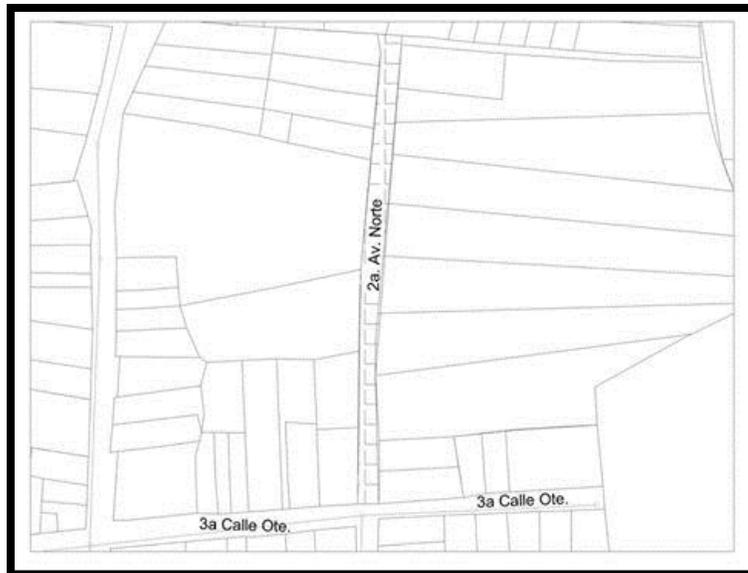


Figura 6-4 Tramo Norte de 2a. Av. Norte

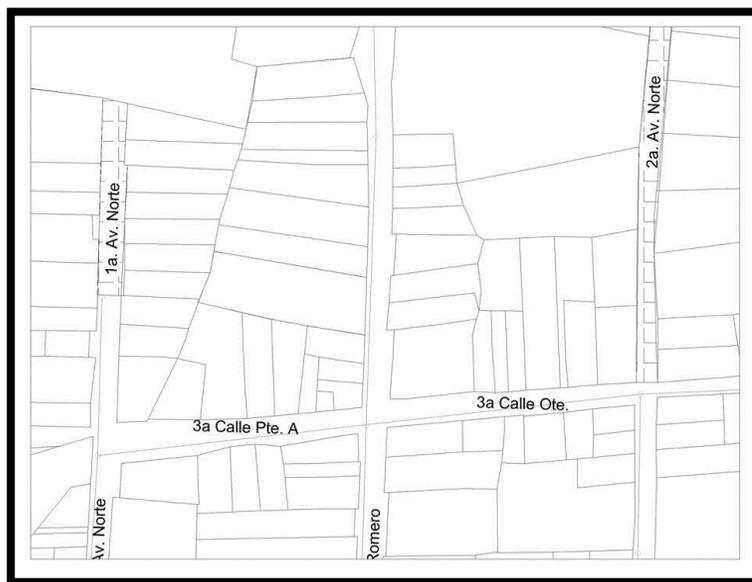


Figura 6-5 Tramo Norte de 1a. Av. Norte

## **6.2 PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Se tienen 2 alternativas de solución, las cuales se presentan a continuación:

- Fosa Séptica

Las personas pueden optar por tener fosas sépticas en sus hogares, siempre y cuando la economía se los permita.

- Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)

Esta alternativa es una opción económica para las personas que no tengan acceso a la red de alcantarillado sanitario.

Actualmente existen otras alternativa para poder conectarse al alcantarillado sanitario cuando la topografía de la zona no lo permita, esta es el bombeo de las aguas residuales, pero esta opción por no ser económicamente viable, se descartó de las alternativas de solución, teniendo en cuenta que aquellas personas que quieran conectarse al alcantarillado sanitario de la manera ya expuesta, tienen que realizar cualquier papeleo y diseño por cuenta propia.

### **6.2.1 FOSA SÉPTICA**

Los sistemas de fosas sépticas, comúnmente son utilizados en el tratamiento de las aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. Estos sistemas se pueden utilizar en localidades rurales o urbanas y generalmente están compuestos por tanques sépticos, cajas de distribución y unidades de pos - tratamiento del efluente, tales como: pozos de absorción, zanjas de infiltración y zanjas de arena filtrante.

### **6.2.1.1 Elementos de una fosa séptica**

#### **Tanque séptico**

El tanque séptico recibe las aguas negras provenientes de los servicios sanitarios del inmueble, separando los sólidos de los líquidos en dos cámaras de sedimentación. El material sedimentable decantado, en el tanque séptico, se descompone bajo condiciones anaeróbicas por acción de los microorganismos presentes en las aguas residuales. El proceso de descomposición de la materia sedimentable y la presencia de aceites y grasas dan origen a la formación de natas, que se ubican en la parte superior del tanque, y a la producción de gases que deben ser eliminados a través de las instalaciones sanitarias de la vivienda. En resumen, los tanques sépticos cumplen tres funciones:

- Eliminación y digestión de sólidos
- Tratamiento biológico
- Almacenamiento de natas y lodos

La presencia de grandes cantidades de grasas en las aguas residuales afecta el funcionamiento de los tanques sépticos, por lo que se hace necesario la construcción de trampas de grasas en aquellas instalaciones cuyas aguas residuales son ricas en estos elementos.

El empleo de desinfectantes en cantidades anormalmente grandes, también hace que el funcionamiento de los tanques sépticos sea afectado, muriendo las bacterias, inhibiendo así el proceso de digestión.

Como el efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene probablemente un elevado número de agentes patógenos, que son una fuente potencial de infección, no debe usarse para regar cultivos ni descargarse a canales o aguas superficiales.

Los principios que han de orientar el diseño de un tanque séptico son los siguientes:

- Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
- Asegurar que el tanque sea lo bastante grande para la acumulación de lodos y espumas.
- Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases.

El Ministerio de Salud de la Republica, propone dimensiones tipo para el tanque séptico dependiendo el número de personas que habitan en el hogar (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009). (Ver Tabla 6.1).

*Tabla 6-1 Dimensiones del tanque séptico*

No. Personas	Dimensiones en metros			
	A	B	C	D
6 ó menos	2.0	1.0	1.0	1.3
9	2.3	1.15	1.0	1.3
12	2.6	1.30	1.15	1.3
15	3.0	1.45	1.30	1.3
50	5.4	2.60	1.60	1.6
100	6.6	3.30	2.0	2.0

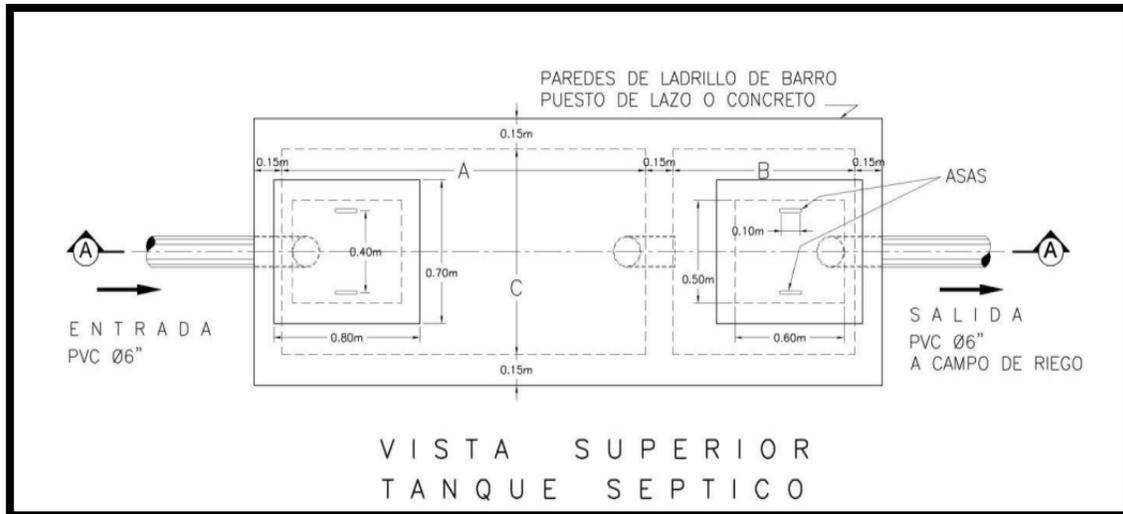


Figura 6-6 Tanque séptico vista de planta

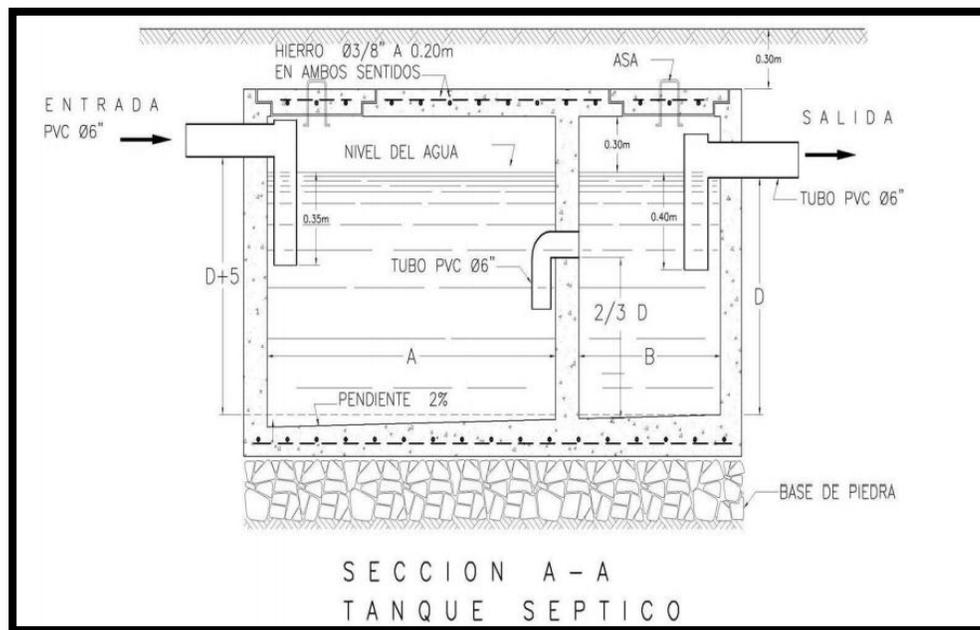


Figura 6-7 Tanque séptico vista de perfil

## Trampa de grasa

La trampa para grasa es un dispositivo que debe instalarse a la salida de los artefactos que generan aguas grises (lavaderos, lavatrastos, duchas, lavadoras y lavamanos). El agua retenida en la trampa para grasa debe canalizarse directamente al pozo de absorción u otro sistema de infiltración. Es preferible ubicarla en lugares bajo sombra para mantener bajas temperaturas, para que la grasa se solidifique y no se mezcle con el agua, lo que permite la reducción de olores. Para el diseño de la trampa para grasa debe considerarse un gasto de agua de 8 litros por persona por día. La capacidad o volumen disponible de la trampa debe ser mayor o igual a 120 litros. (Ver Fig. 6.8 y Fig. 6.9) (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009)

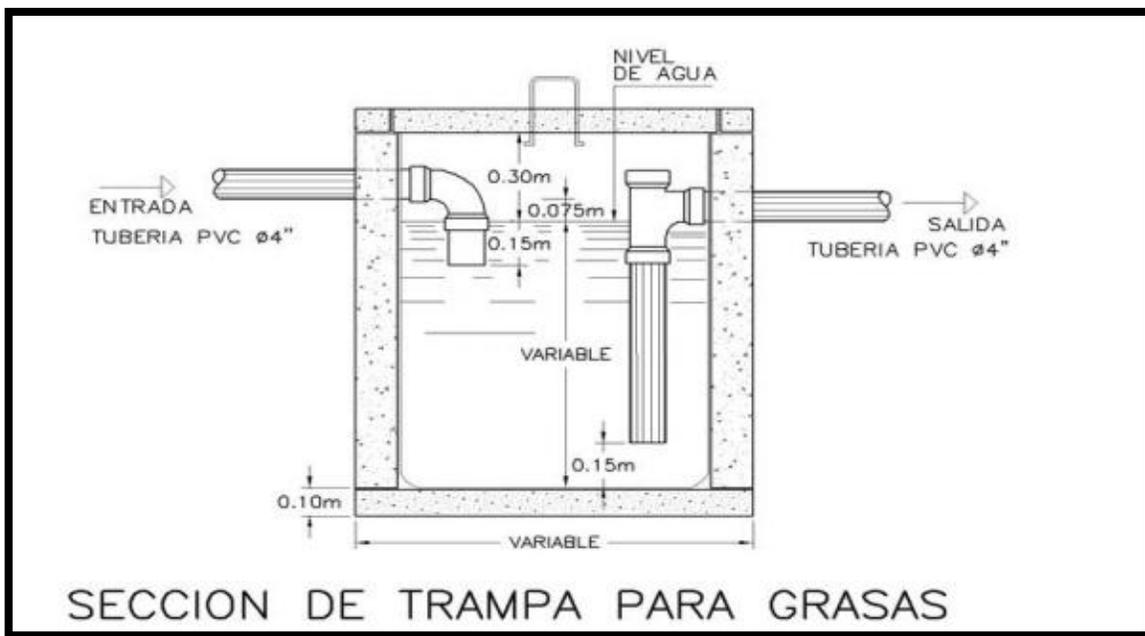
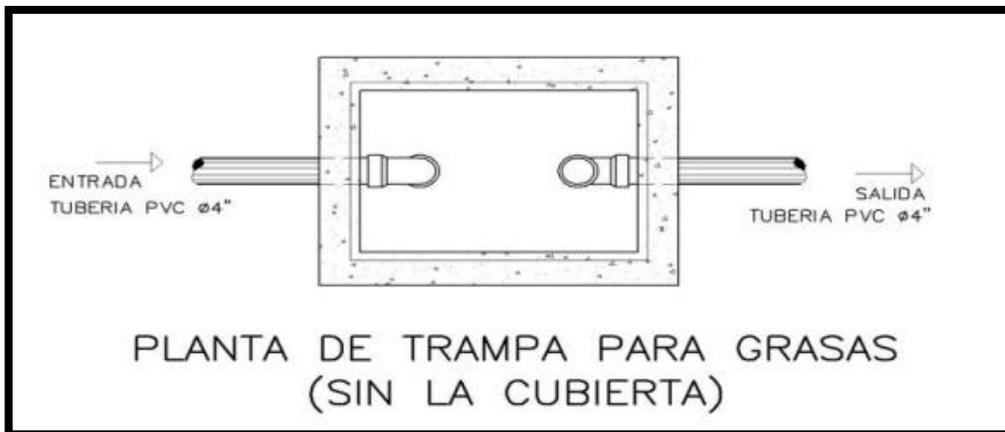


Figura 6-8 Trampa de grasas vista de perfil



*Figura 6-9 Trampa de grasa vista de planta.*

### **Pozo de absorción**

El pozo de absorción es un elemento opcional de infiltración. Es el elemento final de la fosa séptica, que recibe los líquidos provenientes del tanque séptico o trampa para grasa. El pozo de absorción permite el tratamiento de los líquidos a través de materiales pétreos como piedra, grava y arena, previo a la disposición final al cuerpo receptor (suelo). Para mantener la verticalidad y buen funcionamiento del pozo de absorción se recomienda colocar el material filtrante de la siguiente manera:

- a) Del fondo del pozo de forma ascendente colocar una capa de arena limpia.
- b) Sobre la capa de arena colocar una capa de grava.
- c) De la capa de grava hasta 50 centímetros debajo de la caída del efluente colocar piedra cuarta. El espesor de cada una de las capas a colocar dependerá de la profundidad del pozo. La distribución de las capas debe ser lo más equitativa posible en cuanto a su espesor. (Ver Fig. 6.11)

Se tiene que realizar una prueba de infiltración para determinar la profundidad de pozo de absorción, se recomienda que el suelo donde se haga la prueba no esté saturado de agua, si la prueba se realiza en época lluviosa, es preferible esperar como mínimo dos días sin lluvia para efectuarla. La ejecución de la prueba de infiltración será responsabilidad de la persona natural o jurídica solicitante, con asesoría del delegado de la Unidad de Salud respectiva. La prueba se realiza mediante la técnica descrita a continuación: La excavación donde se deposita el agua, debe tener 0,30 metros x 0,30 metros de base x 0,35 metros de profundidad. Después de finalizar la excavación, se coloca una capa de 5 centímetros de arena gruesa o grava en el fondo. Llenar con agua en toda la altura de la excavación y dejar que se consuma totalmente. Llenar nuevamente para saturar el suelo hasta una altura del agua de 15 centímetros a partir del fondo y se determina el tiempo en el que el agua baja 2,5 centímetros. Si el tiempo es mayor de 30 minutos, es un terreno inadecuado por lo que ya no se recomienda la instalación del pozo de absorción y se sugiere la instalación de un sistema de arena filtrante. Si el tiempo es menor o igual a 10 minutos es un terreno arenoso o muy permeable. Con el tiempo de infiltración se determina el coeficiente de absorción del suelo de acuerdo a tabla 6.2. Conociendo el coeficiente de absorción, la profundidad efectiva del pozo se determina con base a la siguiente formula:  $H = (K1 \times N) / (\Pi \times D)$  (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009)

Dónde:

H: profundidad efectiva del pozo en metros (altura total en la que se deposita el material filtrante; a esta altura se debe adicionar 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta hasta la caída del efluente más la altura del broquel del pozo)

K1: coeficiente de absorción en  $\text{metro}^2 / \text{persona} / \text{día}$

N: número de habitantes del inmueble

D: diámetro medio del pozo en metros

Tabla 6-2 Coeficiente promedio de absorción del terreno (para el cálculo de profundidad efectiva de pozo de absorción)

Tiempo en minuto para que el nivel del agua baje 2.5 cm	Superficie de filtración requerida por persona por día en m <sup>2</sup> (k1)
1	0.88
2	1.08
5	1.44
10	2.25
30	4.5
Más de 30	Terreno inadecuado

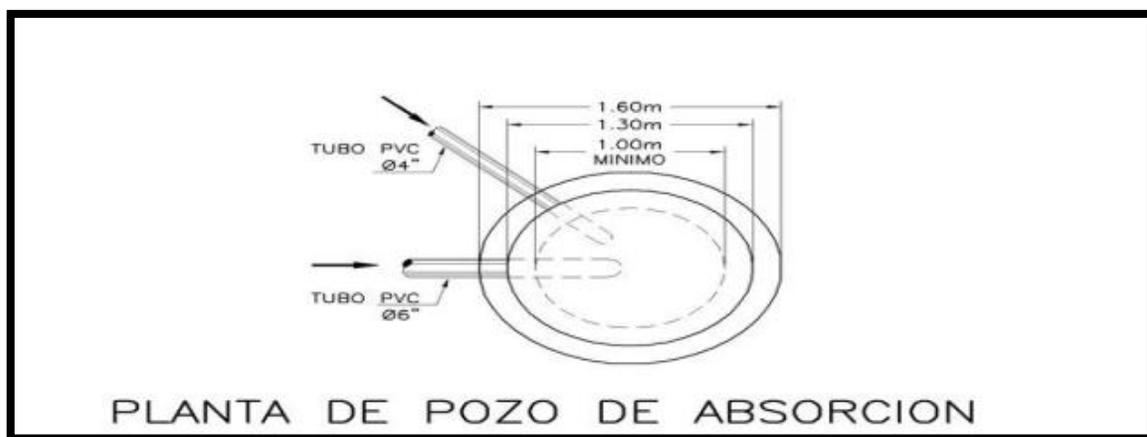


Figura 6-10 Pozo de absorción vista de planta.

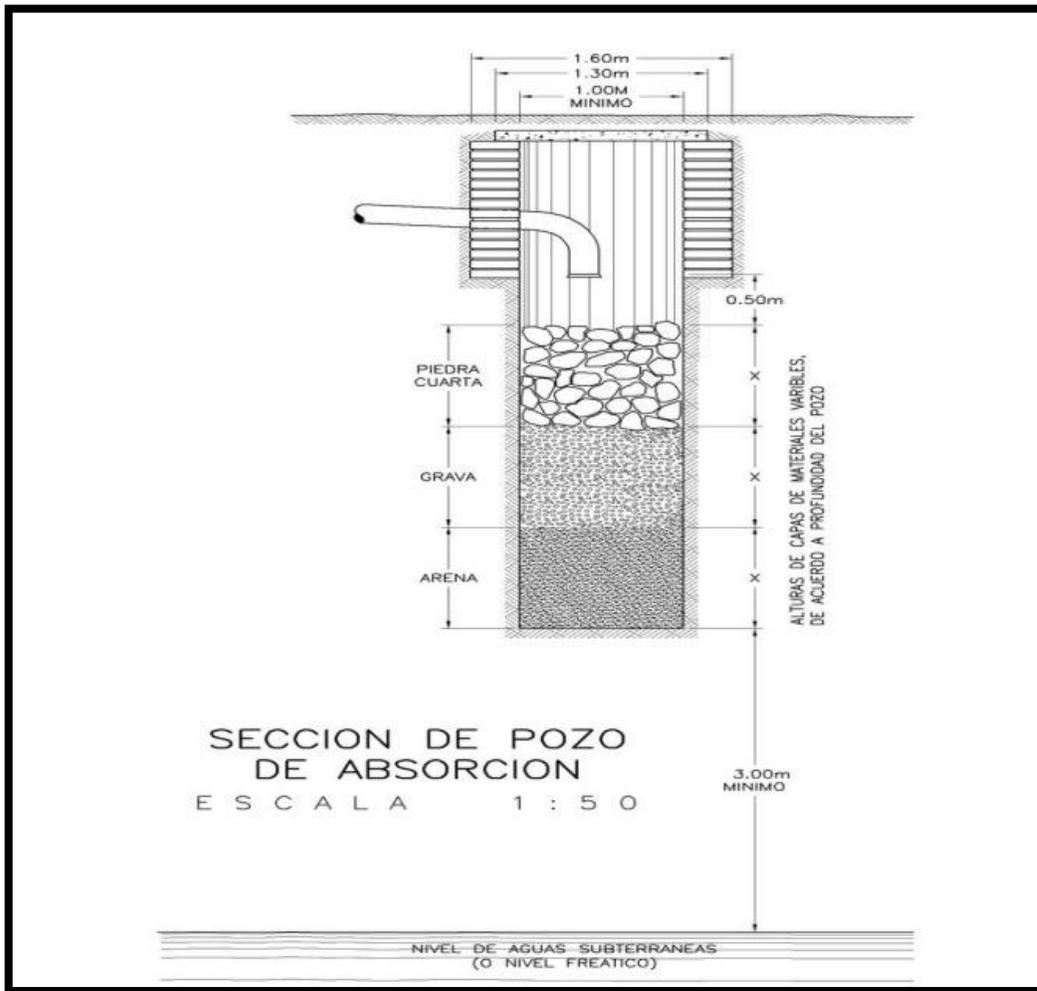


Figura 6-11 Pozo de absorción, vista de perfil

### 6.2.1.2 USO Y MANTENIMIENTO DE LA FOSA SEPTICA

#### Tanque séptico

Antes de poner en funcionamiento un tanque séptico recién construido, debe verterse, de ser posible, unas cinco cubetas con lodos provenientes de otra fosa séptica, a fin de acelerar el desarrollo de los organismos anaerobios.

El tanque séptico remueve la materia sólida de las aguas negras por decantación (precipitación o separación de sólidos), lo que permite que se hundan los sedimentos y que floten los materiales

de menor densidad del agua. Para que esta separación ocurra, las aguas negras deben permanecer en el tanque séptico por un mínimo de 24 horas. Del total de la materia sólida contenida en el tanque séptico, aproximadamente el

50% se descompone; el restante se acumula en el tanque. No es indispensable el uso de aditivos biológicos ni químicos para ayudar o acelerar la descomposición.

El sedimento continúa acumulándose en el fondo del tanque séptico mientras se utiliza el sistema, sin requerir ningún tipo de intervención.

Los tanques sépticos diseñados debidamente cuentan con espacio seguro para la acumulación de al menos tres años de sedimento.

Cuando el nivel del sedimento sobrepasa este punto, las aguas negras tienen menos tiempo para separar la materia sólida del agua antes de salir del tanque séptico, por lo que el proceso deja de realizarse con eficacia. Mientras más sube el nivel del sedimento, más materia sólida entra en el sistema de filtración.

Si el sedimento se acumula durante demasiado tiempo, no ocurre ninguna separación de materia sólida del agua y las aguas negras entran directamente en el sistema de filtración. Para prevenir esto, el sedimento tiene que ser retirado del tanque séptico periódicamente.

Para la limpieza de los tanques sépticos se puede contratar a una empresa que se dedique a la extracción de residuos provenientes de fosas sépticas. El producto extraído para este caso debe enterrarse o depositarse en un lugar autorizado por la institución competente.

Si la limpieza del tanque séptico es realizada en forma manual por parte de los usuarios, el sedimento extraído debe mezclarse con hidróxido de calcio (cal) y asolearse en un sitio seguro previo a ser enterrado, considerando la profundidad del nivel freático, de tal forma que la distancia vertical del nivel del manto freático al fondo del sedimento enterrado sea como mínimo

de 3 metros, para evitar la contaminación del agua subterránea. El sedimento extraído no debe disponerse en cuerpos superficiales de agua o depositarse a la intemperie, aun cuando éste haya sido secado o tratado con cal.

Nunca se deben usar cerillos, antorchas u otros objetos encendidos para inspeccionar un tanque séptico que haya estado en uso, ya que el gas metano acumulado en el tanque séptico, puede provocar una explosión.

El tanque séptico no debe lavarse ni desinfectarse después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento.

Independientemente de la forma de limpieza del tanque séptico, se debe dejar dentro de la cámara del tanque una cantidad de sedimento de un espesor de 10 centímetros aproximadamente para continuar con el proceso. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009)

### **Mantenimiento de trampa para grasas**

En el lavado de utensilios de cocina es importante retirar el exceso de residuos de los mismos para evitar la acumulación de grasas y sedimentos en la trampa para grasas.

Es recomendable que en el desagüe del lavadero o lavatrastos se coloque una malla o filtro para atrapar los sólidos.

Debido a la diferencia de densidades, la grasa contenida en la trampa, queda flotando sobre las aguas grises. Esta grasa debe ser extraída manualmente cada 3 a 5 días o según se requiera; posteriormente debe ser enterrada como materia orgánica o entregarla al sistema de recolección de desechos sólidos.

La trampa debe mantenerse siempre tapada y ubicada bajo sombra para mantener temperaturas bajas en su interior, evitando así que la grasa se disuelva y se mezcle con el agua. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009)

### **Mantenimiento de pozo de absorción**

No se tienen identificadas actividades para el mantenimiento del pozo de absorción, más bien con la separación de las grasas y la limpieza oportuna del tanque séptico se logra incrementar la vida útil del mismo.

Cuando el pozo de absorción se sature, debe clausurarse y excavar otro nuevo. En caso de que no haya suficiente espacio de terreno, lo más recomendable es limpiar el filtro del pozo saturado extrayendo los sólidos, a los cuales se les debe aplicar cal y exponerlos al sol para su completo secado, previo a su disposición final. Los líquidos deben extraerse en la mayor cantidad posible en forma manual o mecánica. Al resto de líquidos que no sean extraídos debe dárseles el tiempo conveniente para su infiltración dentro del pozo. Posteriormente se deben reponer los materiales filtrantes para reutilizar el pozo. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009)

### **6.2.2 LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR (LASF)**

Las letrinas aboneras seca familiar son letrinas de tipo seco, que tienen dos cámaras de descomposición, las que se usan en forma alternante, permitiendo mantener el proceso de degradación de la materia fecal.

#### ***6.2.2.1 Criterios de ubicación para letrinas del tipo lasf o solar.***

Los criterios para la ubicación de letrinas LASF son ( Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004):

- a) Que las características del predio de la vivienda no permitan la construcción de otro tipo de letrinas.
- b) La distancia mínima entre la letrina y líneas de colindancia será de 1.0 m.

c) Para su localización, debe tomarse en cuenta el patrón de lluvia de la zona, a efecto de evitar al máximo la introducción de agua en su interior, así mismo, por las condiciones propias de este tipo de letrina, no debe construirse bajo sombra, especialmente si se trata de letrina solar.

e) Se deben instalar en zonas costeras, por las características hidrogeológicas de la zona.

### 6.2.2.2 Dimensiones

Las dimensiones estipuladas por la norma vigente son ( Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004):

Tabla 6-3 Dimensiones de letrina LASF

COMPONENTE	DIMENSION (m)
<b>1.Dimension de la base</b>	
Ancho	1.3
Largo	1.8
Espesor mínimo en el centro	0.15
Espesor mínimo en los extremos	0.25
Espesor máximo en caso de inundaciones	0.6
<b>2.Dimension de cámara u hoyo</b>	
	Camara 1.7
Largo	1.7
Ancho	1.2
Alto	0.85
<b>3. Instalación de plancha</b>	
	2 unidades
<b>4.Taza</b>	
	2 unidades
<b>5-Gradas</b>	
Huella	0.3
ContraHuella	0.2
<b>6.Deposito para confinamiento de la orina</b>	

Volumen mínimo (0.4*0.4*0.5 m)	2 unidades
Ancho, largo y alto respectivamente, si el terreno es permeable, en caso contrario usar depósito plástico.	
Ubicación bajo terreno natural	0.1
7. Tubo de drenaje de orina	Manguera plástica transparente de 1" de diámetro
8. Dimensiones de caseta	
Largo	1.7
Ancho	1.2
Altura mínima en la sección frontal hasta la pared	1.8
Altura mínima en la sección posterior hasta la pared	1.7
Espacio de la puerta	
Ancho mínimo	0.7
Ancho máximo	0.9
Altura mínima	1.6
9. Instalación de techo	3 láminas galvanizadas acanaladas de 2*1 yardas No. 26
10. Compuertas de las cámaras (0.4*0.4 m) Ancho y alto respectivamente	2 unidades
11. Pasamanos	1 unidad
12. Urinario para hombres	1 unidad

Tabla 6.3 Dimensiones de letricia LASF parte 2

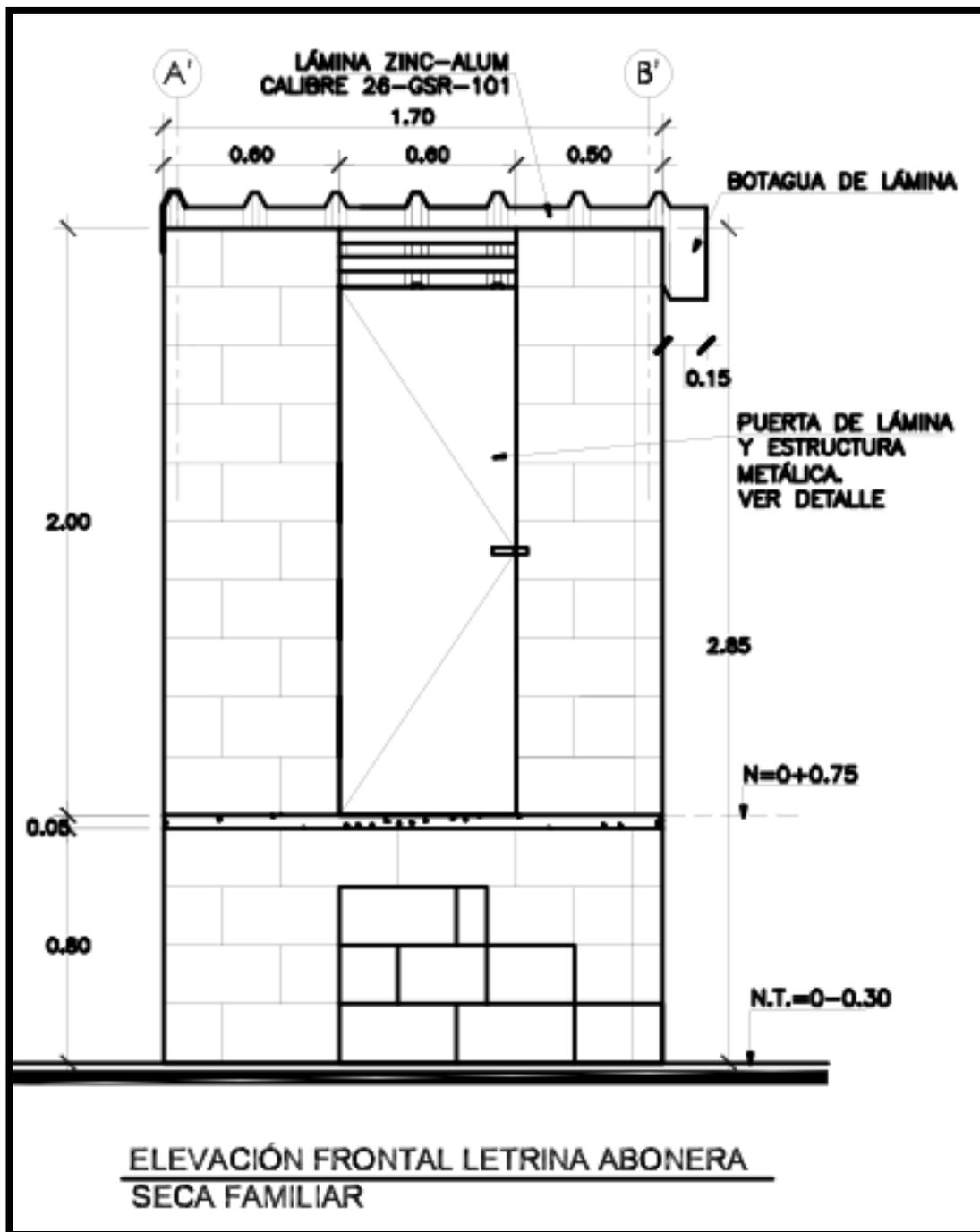


Figura 6-12 Vista frontal LASF

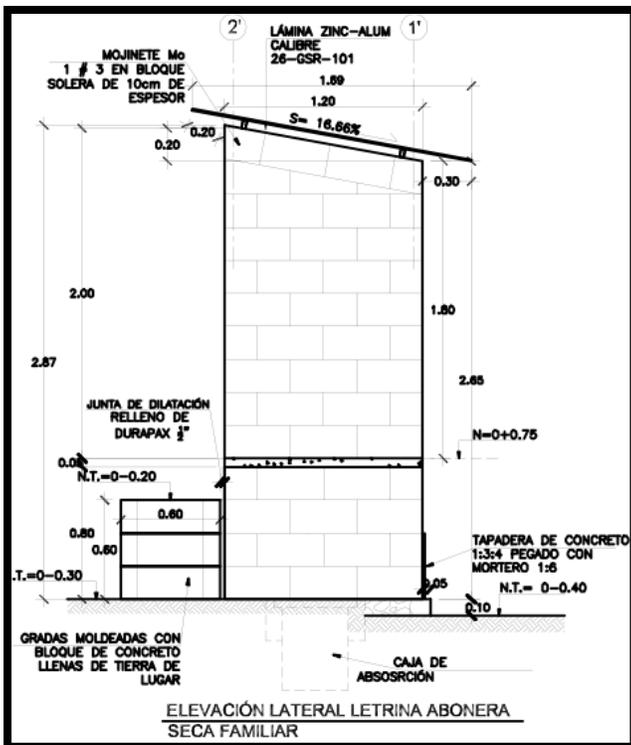


Figura 6-13 Vista perfil de LASF

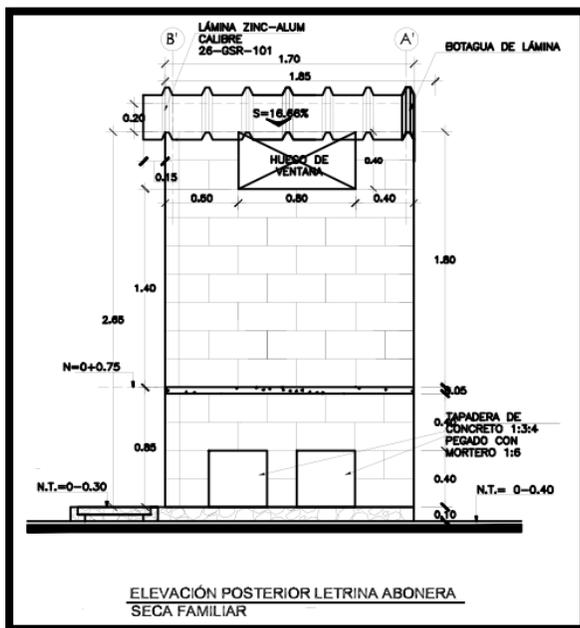


Figura 6-14 Vista parte de atrás de LASF

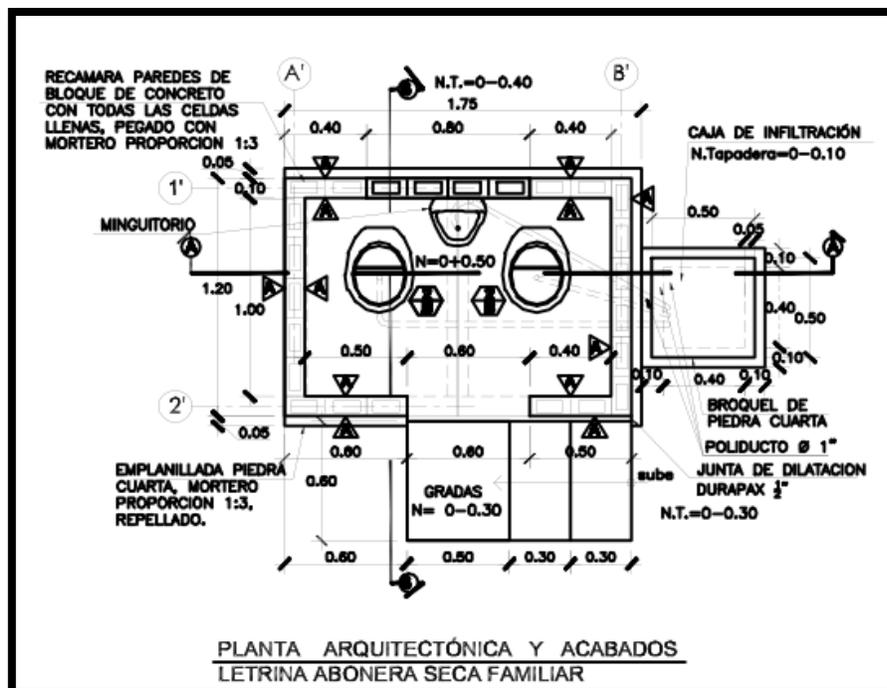


Figura 6-15 Vista planta LASF

### 6.2.2.3 Proceso de construcción LASF

Para la construcción de letrina abonera seca familiar, se debe considerar lo siguiente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004):

a) El sitio donde se construirá la letrina se debe limpiar y compactar, aplicando suelo cemento cuando exista problemas de inconsistencia o problemas de humedad especialmente en suelo arcilloso.

b) Se debe construir un emplantillado de piedra cuarta, utilizando mezcla con una proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena. Cuando se construya en terrenos arenosos, como por ejemplo en zonas costeras, la relación de cemento y arena debe ser de 1 medida de cemento por 2 de arena, dejando un espesor de 0.01 m. de mortero en su parte superior, aplicándole a su vez un repello como acabado final incluyendo esto en sus laterales. Sus aristas deben ser bien definidas y completamente a escuadra.

- c) La construcción de la base, se debe iniciar a 0.05 m. bajo el nivel natural del terreno, de manera que sobre el referido nivel solo se visualizarán 0.10 m. de la base en mención; el espesor será de 0.15 m. en el centro y de 0.25 m. en los extremos. La fundación y el amarre en las paredes se debe hacer siguiendo el detalle estructural de la letrina (LASF) (Ver figura 6-16)
- d) La periferia de la base debe ser protegida con un saliente inclinado o una cuneta a fin de proteger la estructura del escurrimiento superficial.

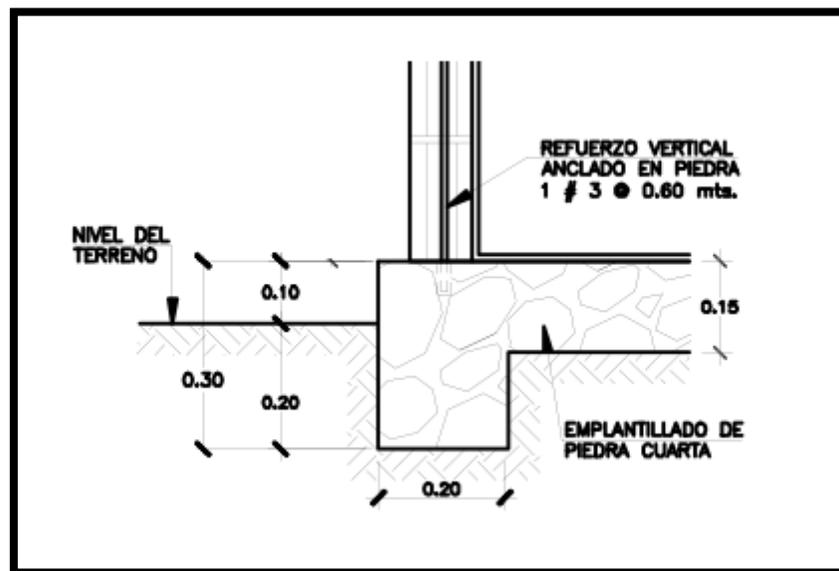


Figura 6-16 Detalle de base respecto al nivel de terreno natural

- e) La cámara debe ser construida dejando 0.05 m. libres en todo el perímetro de la base; así mismo, tomando como referencia la orilla de la pared central que divide ambas cámaras, se debe dejar un espacio libre en la parte posterior de la cámara de 0.40 m. x 0.40 m. a ambos lados, que servirá para la evacuación del material ya degradado.
- f) Para permitir el paso al conducto para drenaje de la orina, se deben hacer perforaciones en ambos laterales de la cámara, entre la primera y la segunda hilada. Este conducto debe ser de manguera plástica transparente de 1" PVC, lo que permitirá evacuar este líquido en una forma adecuada.

g) Las perforaciones se deben hacer entre 0.20 m. y 0.30 m. sobre la base, a fin de evitar dobleces que pudieran obstruir el paso de la orina hacia el foso resumidero.

h) El pegado entre ladrillo (sisa), deberá ser de 0.01 m. utilizando una mezcla con proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena; el acabado externo, debe ser con un sisado de poca profundidad eliminando al mismo tiempo todos los residuos de mezcla que hayan caído en los ladrillos, a efecto que la construcción tenga una presentación aceptable y estética.

i) Para la construcción de las paredes de las cámaras, de preferencia debe utilizarse el siguiente material:

- Bloque de concreto sólido de 0.20 m. de ancho por 0.40 m. de largo por 0.10 m. de alto.
- Ladrillo de barro cocido tipo calavera de diferentes tipos puestos de lazo con repello interno y externo con un espesor de 0.02 metros, utilizando mezcla de proporción de una medida de cemento por tres de arena. Posterior a ello, se deberá pulir la base interna de las cámaras, aplicándose por último una lechada de cemento en el lado interno de

las paredes verticales con el propósito de sellar las porosidades existentes y disminuir el riesgo de ingreso de humedad externa hacia el interior y viceversa.

- Loetas prefabricadas.

j) Para la instalación de planchas y tazas se deben utilizar dos unidades de cada una de ellas, las cuales deben instalarse posterior a la construcción de las cámaras, utilizando para ello una mezcla de proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena, teniendo el cuidado de orientarlas en forma correcta con respecto a la entrada; a su vez, debe conectarse la manguera de drenaje a la taza, la que debe instalarse correctamente a fin de evitar fugas cuando la letrina esté en uso.

k) Las gradas deben construirse posterior a la instalación de las planchas y podrán ser elaboradas con ladrillo de cualquier tipo, inclusive con piedra, utilizando para ello una mezcla de proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena. Las gradas deben ubicarse pegadas a la pared frontal de la cámara; se deben construir con una dimensión de 0.30 m de huella y 0.20m de contra-huella, para un acceso seguro y uniforme. El acabado en las huellas y los laterales de la grada, debe ser con repello de proporción de 1 medida de cemento por 4 de arena, lo que proporcionará mayor durabilidad, efecto antideslizante y una presentación adecuada. Cuando se utilice bloque de concreto sólido, éste debe sisarse en sus uniones y limpiar la mezcla que haya caído sobre los bloques para brindar calidad de presentación.

l) Para la construcción de la caseta debe dejarse entre ésta y el techo, una separación de 0.10 m. para efectos de ventilación, además debe dejarse un alero de 0.30 m. en la parte frontal de la letrina y 0.30 m. en los laterales.

m) El espacio de la puerta de la caseta debe tener un ancho mínimo de 0.70m y un máximo de 0.90 m. con un alto hasta la mocheta (costanera del techo) debido a que se carece de cargador.

n) Cuando la puerta sea de madera, lámina o materiales similares, ésta debe adaptarse a las medidas anteriores, no obstante, el alto podrá ser variable pero no menor de 1.60 m. o) Para la construcción del techo, se debe considerar que se utilizarán 3 láminas con las mismas medidas y 3 costaneras de 3 varas cada una u otro material.

p) Las compuertas de las cámaras deben tener dimensiones de 0.40 m. de ancho x 0.40 m. largo y deben ser construidas de concreto con proporción de 1 medida de cemento por 2 de arena por 4 de grava y mezcla con proporción de 1 medida de cemento por 2 de arena, con refuerzo de hierro de ¼" de diámetro a cada 0.15 m. en ambos sentidos y un espesor mínimo de 0.05 m.

q) Cada una de las compuertas de las cámaras se debe instalar en la sección posterior de ésta, sobre los espacios destinados para la evacuación del producto depositado en su interior; utilizando para ello suficiente mezcla con una proporción de 1 medida de cemento por 2 de arena, la que también servirá como sello. Antes de la instalación de las compuertas, debe colocarse primero el drenaje para la orina

#### **6.2.2.4 CARACTERISTICAS DEL FOSO RESUMIDERO PARA ORINA**

La orina resultante de las letrinas, debe depositarse en un foso resumidero con lecho filtrante, con las siguientes características ( Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004):

a) Debe tener un volumen mínimo de 0.40 m. de ancho x 0.40 m. de largo x 0.50 m. de alto. Para ello, debe tomarse en cuenta si el material subyacente reúne características de material filtrante, caso contrario, debe utilizarse un depósito plástico.

b) La excavación debe iniciarse a 0.10 m. Bajo el nivel del terreno natural.

c) En lecho filtrante debe contar con una capa de 0.15 m. de arena, una capa intermedia de 0.15 m. de grava preferentemente grava número 1 o número 2 y en su parte superior un espesor de 0.10 m. de piedra cuarta.

d) La parte superior del depósito, debe estar cubierta con una tapadera de 0.05 m. de espesor con hierro de 1/4" a 0.10 m en ambos sentidos, la cual debe ser construida con una mezcla de proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena. La tapadera debe llevar un maneral de 0.10 m. con hierro de 3/8" amarrada a la parrilla de hierro de 1/4" de la tapadera.

e) Debe contar con un brocal simple de piedra u otro material como ladrillo de barro cocido (una hilada), utilizando para pegamento una mezcla de proporción de 1 medida de cemento por 4 de arena.

f) El extremo del tubo de drenaje dentro del depósito, debe ser instalado o ubicarse de manera que las piedras no obstruyan el paso de la orina y que pueda ser retirada en caso de obstrucción

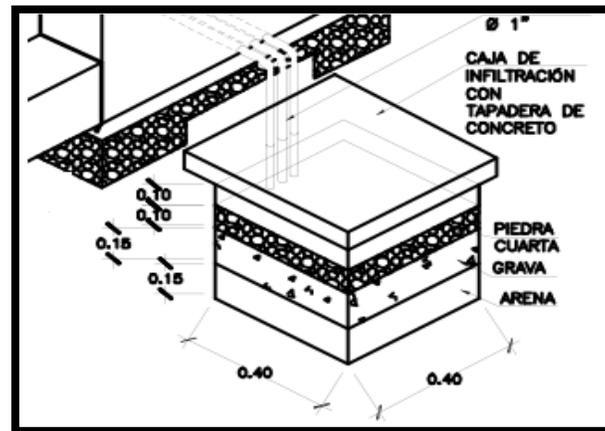


Figura 6-17 Foso resumidero para orina

#### 6.2.2.5 *Uso y mantenimiento de letrina abonera seca familiar*

Para el uso y mantenimiento de la letrina abonera seca familiar se debe considerar lo siguiente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004):

a) Cuando la letrina (LASF) esté lista para su uso, se debe sellar primero la cámara que no se utilizará; posteriormente, colocar en la cámara donde se iniciará el proceso, una capa de aproximadamente 0.03 m. de espesor de cal, ceniza o una mezcla de ambas en igual proporción, observando que la materia sólida y líquida se separen perfectamente.

b) Después de cada defecación debe agregarse una medida equivalente a media libra de material secante, de tal manera que cubra los excrementos, teniendo el cuidado de no obstruir la salida de la orina al momento de aplicar dicho material.

c) El contenido de la cámara, debe revolverse como mínimo una vez por semana a fin de homogenizar el material en proceso de degradación; continuando de esta manera hasta su

llenado. Para tal efecto, debe utilizarse un utensilio preferiblemente de madera cuyo extremo permita realizar este procedimiento y que solamente sea utilizado para tal fin.

d) Cuando el nivel de llenado ha llegado aproximadamente a 0.10 m. de la loseta o plancha, debe cubrirse con cal, ceniza o una mezcla de ambas en igual proporción hasta llegar a la plancha, sellando la tapadera con mezcla de cemento pobre de proporción de 1 medida de cemento por 8 de arena ó utilizando plástico con hule para su sostén. Posteriormente, debe iniciarse el uso de la segunda cámara siguiendo el mismo procedimiento.

e) Cuando la segunda cámara esté por llenarse, se debe extraer el producto de la primera cámara; siempre y cuando haya transcurrido un tiempo mínimo de reposo de 6 meses.

f) Cuando el contenido extraído de las cámaras tenga un aspecto seco y no presentara malos olores, éste debe enterrarse de inmediato a una profundidad no mayor de los 0.60 m. con una cubierta de tierra de 0.30 m.; y en caso que sea pastoso o que el nivel freático sea demasiado superficial, éste debe asolearse hasta lograr que esté seco, teniendo cuidado en la manipulación del mismo y verificando que el lugar destinado para el secado sea adecuado, a fin de evitar riesgos de contaminación en el agua y los alimentos, malos olores y proliferación de insectos.

g) Los materiales secantes que deben aplicarse a las letrinas (LASF) son los siguientes: cal, ceniza, cal y ceniza mezcladas en iguales proporciones.

h) Dentro de la letrina debe ubicarse un depósito de 20 Litros para el almacenamiento del material secante a utilizar y un depósito más pequeño que pueda contener un aproximado de media libra como mínimo (de material secante), con el que se realizará la aplicación directa después de cada uso.

i) Con la finalidad de optimizar la capacidad de las cámaras y el proceso de degradación del material contenido en éstas, no debe depositarse el papel de desecho dentro de las cámaras de la letrina.

j) Debe cerciorarse que la cámara contenga suficiente material secante y su aspecto seco y de color oscuro (gris á negro).

k) Aproximadamente a los 6 meses (tiempo promedio), se debe realizar el vaciado de la cámara respectiva previa separación de la compuerta ubicada en la parte trasera de la cámara, utilizando para ello las herramientas adecuadas.

l) Se debe revisar frecuentemente la salida del drenaje de la orina a fin de eliminar cualquier objeto que pudiera obstruirlo o producir malos olores.

m) Se debe realizar limpieza periódica de la letrina, dentro y en el entorno de la misma, esto incluye, la limpieza del asiento con agua y jabón o detergentes (utilizando para ello, esponjas ó similares como tela húmeda), a fin de evitar al máximo que caiga agua dentro de la cámara. Al depósito de la orina, debe aplicársele suficiente agua con cal a efecto que disminuyan los malos olores, limpie las mangueras de drenaje y evite al de insectos que son propios de estos ambientes. Posterior a este proceso de limpieza, se debe tomar las medidas higiénicas necesarias para evitar daños a la salud.

n) El piso debe permanecer limpio y completamente seco.

o) La taza debe permanecer completamente tapada.

p) Se debe realizar en forma pronta y oportuna cualquier reparación que amerite en su infraestructura.

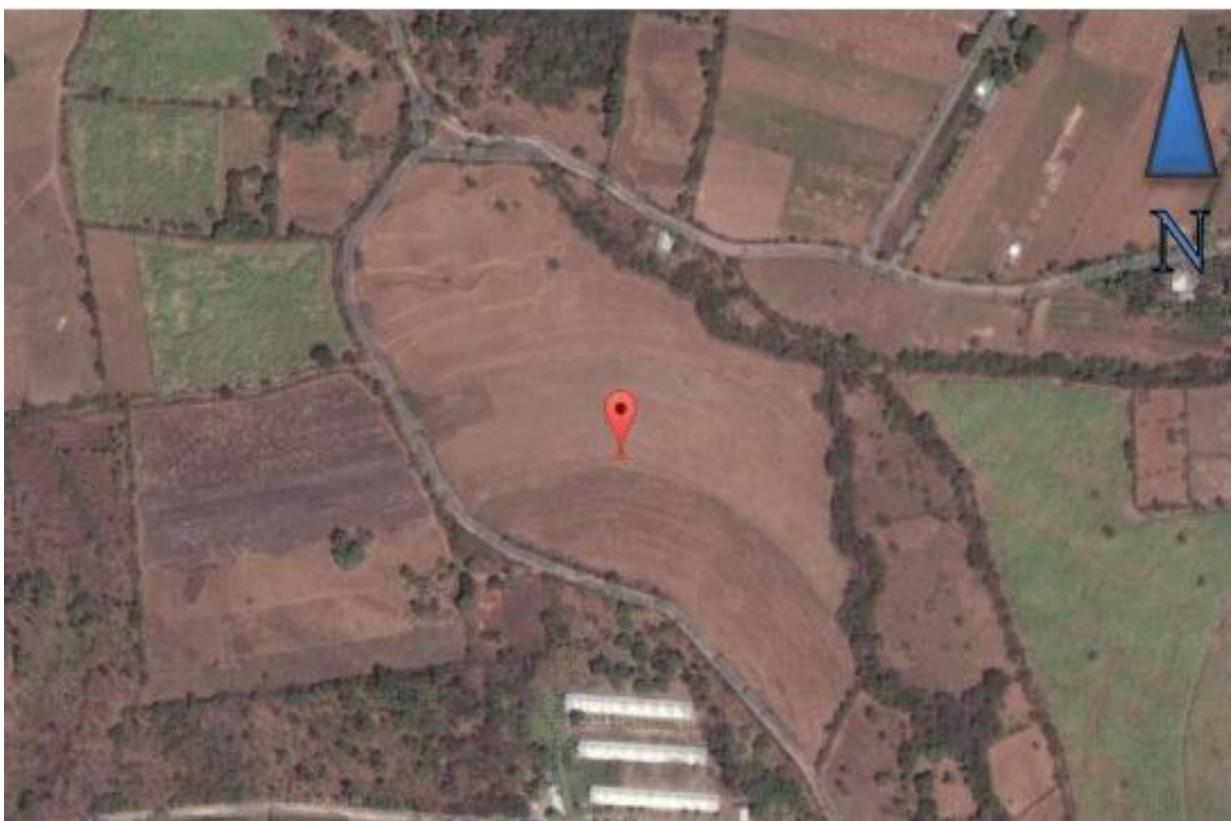
q) Se debe propiciar a la infraestructura de la letrina, las condiciones de estética que se consideren pertinentes a fin de que esta brinde una vista y ambiente agradable en la vivienda.

- r) No debe usarse como bodega, ni darle otros usos distintos para los que fue construida.
- s) Antes de usar nuevamente una de las cámaras de la letrina a la cual ya se le haya extraído el material degradado, debe esperarse a que ésta se encuentre completamente seca y depositar una capa de material secante de aproximadamente 0.03 m. de espesor.
- t) Cuando la cámara presente humedad sin presencia de gusanos, se debe duplicar la cantidad de material secante. La remoción se debe realizar diariamente, hasta que el problema desaparezca. Será preciso, investigar la causa que provoca el problema de humedad en la cámara, a fin de corregir el problema en forma definitiva.
- u) Cuando la cámara presente humedad con presencia de gusanos, se debe aplicar ceniza caliente, teniendo cuidado de no dañar la manguera que evacúa la orina, duplicando la dosis de material secante y removiendo diariamente hasta que el problema desaparezca.

**CAPITULO VII: DISEÑO DE PLANTA  
DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES**

## 7.1 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

El terreno donde se propone la instalación de la planta de tratamiento, se ubica al norte del casco urbano del municipio de Turín. El cual posee una superficie que permite que los componentes de la planta puedan ser ubicados de la mejor manera posible para que puedan funcionar adecuadamente, encontrándose cerca el lugar en el que se realizará la descarga del agua residual tratada. El área con que cuenta el terreno es 93,361.75 m<sup>2</sup>, y se muestra en la figura 7.1.



*Figura 7-1 Terreno propuesto para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales*

## 7.2 PARÁMETROS DE DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL

El tratamiento de aguas residuales se encuentra dentro de la temática de Medio Ambiente, dicho proceso tiene por objetivo la depuración de aguas con carga contaminante disminuyendo así el impacto al medio ambiente.

En el país la legislación con la que se cuenta para el control de aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor, es la establecida por el CONACYT. Dichas normas establecen los siguientes parámetros máximos permitidos, en la descarga de aguas residuales de origen doméstico.

*Tabla 7-1 Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor (CONACYT, 2009)*

<b>PARAMETRO</b>	<b>VALOR MAXIMO PERMISIBLE</b>
DQO (mg/l)	150
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	60
Solidos Sedimentables (ml/l)	1
Solidos Suspendidos Totales (mg/l)	60
Aceites y grasas (mg/l)	20

Debido a que el municipio de Turín no cuenta con el sistema de alcantarillado, la obtención de muestras para el análisis del agua residual y su caracterización a través de pruebas de laboratorio es imposible, por lo tanto las muestras fueron tomadas del municipio de San Lorenzo, ya que presentan similitud en aspectos como actividades y costumbres.

Tabla 7-2 Valores de parámetros para estudio de efluente en estado crudo

PARAMETRO	RESULTADO
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	180
Solidos Suspendingidos Totales (mg/l)	87
Coliformes Fecales	124,800,000

### 7.3 CALCULO DE CAUDAL

Para el cálculo del caudal se proyecta la población por el método geométrico, para un periodo de 20 años.

Nº de habitantes:  $P_{2016}=7569$

Periodo de diseño de la planta de tratamiento:  $n= 20$  años

Tasa de crecimiento poblacional:  $i= 1.877\%$

$$P = 7570 (1 + 0.01877)^{20}$$

$$P = 10980.41 \text{ hab.}$$

**P=10980 habitantes**

Tabla 7-3 Dotación y datos obtenidos

Parámetro	Dotación	Datos	Resultados	Totales
<b>Población</b>	150 lts/hab/día	10980 hab.	1647000	
<b>Local comercial</b>	20 lts/m <sup>2</sup> /d	300 m <sup>2</sup>	6000	
<b>Consult. Medico</b>	500 lts/con/d	3 consultorio	1500	
<b>Consult. Dental</b>	1000 lts/con/d	1 consultorio	1000	1700340
<b>Oficina</b>	6 lts/m <sup>2</sup> /d	700 m <sup>2</sup>	4200	
<b>Escuelas</b>	40 lts/alum/d	1106 alumnos	40640	
<b>Área de Infiltración</b>	0.1 lts/s/hect	120 hectáreas	12	12

- **Caudal medio**

$$Q_{md} = 0.8 \left( \frac{PxD}{86400} \right) + 0.1 * A_{inf}$$

$$Q_{md} = 0.8 \left( \frac{1700340 \text{ lts/d}}{86400} \right) + 12 \text{ lts/s}$$

$$Q_{md} = 27.744 \text{ lts/s}$$

- **Caudal máximo**

Coefficiente máximo horario,  $K_2 = 2.4$

$$Q_{max} = K_2 * Q_{md}$$

$$Q_{max} = 2.4 * 27.744 \text{ lts/s}$$

$$Q_{max} = 66.586 \text{ lts/s}$$

- **Caudal mínimo**

Coefficiente mínimo horario,  $K_3 = 0.3$

$$Q_{min} = K_3 \times Q_{md}$$

$$Q_{min} = 0.3 \times 27.744 \text{ lts/s}$$

$$Q_{min} = 8.323 \text{ lts/s}$$

## 7.4 DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

El diseño consiste en un tratamiento preliminar y una laguna facultativa y otra de maduración, con el fin de llevar las aguas residuales domesticas del casco urbano por gravedad. La planta cuenta con los siguientes elementos: (Mendonça, 2000)

- ✓ Tratamiento preliminar
  - Sistema de rejas
  - Desarenador
  - Medidor de caudal
- ✓ Laguna facultativa
- ✓ Laguna de maduración

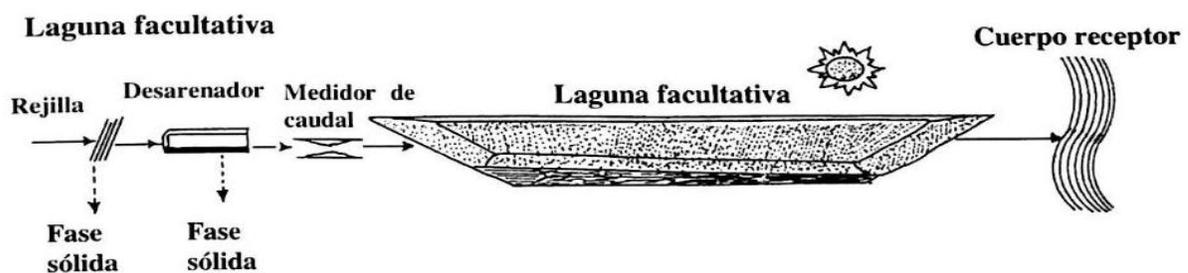


Figura 7-2 Sistema de tratamiento de aguas residuales

## 7.4.1 DISEÑO DE TRATAMIENTO PRELIMINAR

### 7.4.1.1 Dimensionamiento de canaleta Parshall:

Considerando el caudal máximo igual a  $Q_{\max} = 66.587$  lts/s, según la tabla 7.4 se verifica que el menor medidor aplicable es el de  $W = 15.2$  cm (6").

Tabla 7-4 Medidores Parshall con escurrimiento libre: límites de aplicación

W		Capacidad (l/s)	
(Pulg/pies )	(cm)	mínima	Máxima
3	7.6	0.85	53.8
6	15.2	1.52	110.4
9	22.9	2.55	251.9
1	30.5	3.11	455.6
1.5	45.7	4.25	696.2
2	61.0	11.89	937.7
3	91.4	17.26	1426.3
4	121.9	36.79	1921.5
5	152.4	62.8	2422
6	182.9	74.4	2929
7	213.4	115.4	3440
8	243.8	130.7	3950
10	304.8	200	5660

Fuente: adaptado de Azevedo Netto et al (1998).

W= sección o garganta contraída

La profundidad de la lámina de agua deberá estimarse para los tres caudales. La ecuación general para el medidor Parshall está dada de la siguiente manera:

$$H = \left(\frac{Q}{K}\right)^{1/n}$$

Donde:

H = Profundidad de lámina de agua

Q = Caudal, en m<sup>3</sup>/s

K = Coeficiente en función de la garganta del medidor Parshall, en m

n = Coeficiente adimensional, en función de la garganta del medidor Parshall.

Los valores de K = 0.381 m y n = 1.580 se encuentran en la tabla 7.4

*Tabla 7-5 Medidor Parshall: valores del exponente n y del coeficiente k*

W		n	K	
(Pulg/pies)	(m)		Unidades métricas	Unidades americanas
3	0.076	1.547	0.176	0.0992
6	0.152	1.58	0.381	2.06
9	0.229	1.53	0.535	3.07
1	0.305	1.522	0.69	4
1.5	0.457	1.538	1.054	6
2	0.610	1.55	1.426	8
3	0.914	1.556	2.182	12
4	1.219	1.578	2.935	16

5	1.524	1.587	3.728	20
6	1.829	1.595	4.515	24
7	2.134	1.601	5.306	28
8	2.438	1.606	6.101	32

Fuente: adaptado de Azevedo Netto et al (1998).

Tabla 7.6 Medidor Parshall: valores del exponente  $n$  y del coeficiente  $k$  parte 2.

Sustituyendo valores en la ecuación para cada uno de los caudales:

$$H_{max} = \left( \frac{0.066586 \text{ m}^3/\text{s}}{0.381 \text{ m}} \right)^{1/1.580} H_{max} = 0.332 \text{ m}$$

$$H_{med} = \left( \frac{0.027744 \text{ m}^3/\text{s}}{0.381 \text{ m}} \right)^{1/1.580} H_{med} = 0.191 \text{ m}$$

$$H_{min} = \left( \frac{0.008323 \text{ m}^3/\text{s}}{0.381 \text{ m}} \right)^{1/1.580} H_{min} = 0.089 \text{ m}$$

El resalto  $Z$  que deberá darse al medidor Parshall se presenta como:

$$Z = \frac{Q_{max}H_{min} - Q_{min}H_{max}}{Q_{max} - Q_{min}}$$

Sustituyendo valores se tiene lo siguiente:

$$Z = \frac{0.066586 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 0.089 \text{ m} - 0.008323 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 0.332 \text{ m}}{0.066586 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} - 0.008323 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

$$Z = 0.054 \text{ m}$$

Las dimensiones del medidor Parshall se estiman por medio de la tabla 7.6

Tabla 7-6 Dimensiones estándar de medidores Parshall, en centímetros

W		A	B	C	D	E	F	G	K	N
(Pulg/pies)	(cm)									
3	7.6	46.6	45.7	17.8	25.9	45.7	15.2	30.5	2.5	5.7
6	15.2	62.1	61.0	30.5	40.3	53.3	30.5	45.7	3.8	11.4
9	22.9	88.0	86.4	45.7	57.5	61.0	45.7	61.0	6.9	17.1
1	30.5	137.1	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
1.5	45.7	144.8	142.0	76.2	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
2	61.0	152.3	149.3	91.5	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
3	91.4	167.7	164.2	122.0	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
4	121.9	182.8	179.2	152.5	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
5	152.4	198.0	194.1	183.0	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
6	182.9	213.3	209.1	213.5	266.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
7	213.4	228.6	224.0	244.0	303.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
8	243.8	244.0	239.0	274.5	340.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9

Fuente: adaptado de Azevedo Netto et al (1998).

### 7.4.1.2 Dimensionamiento del desarenador

El desarenador tendrá dos canales iguales y paralelos. El dimensionamiento se establece para un canal. El nivel del canal se determina por medio del resalto Z.

La altura máxima de la lámina de agua en el desarenador está dada de la siguiente manera:

$$H = H_{max} - Z = 0.332 \text{ m} - 0.054 \text{ m}$$

$$H = 0.278 \text{ m}$$

El ancho del desarenador se estima de la siguiente manera, suponiendo  $V = 0.30 \text{ m/s}$ .

$$b = \frac{Q_{max}}{HV} = \frac{0.066586 \text{ m}^3/\text{s}}{0.278 \text{ m} \times 0.30 \text{ m/s}}$$

$$b = 0.80 \text{ m}$$

La estimación de las velocidades reales para los diferentes caudales se obtiene utilizando el modelo de la tabla 7.7.

Los valores obtenidos son adecuados, pues las velocidades reales no deben tener diferencias mayores del  $\pm 20\%$  con respecto al valor teórico adoptado, es decir,  $V = 0.30 \text{ m/s}$ .

Tabla 7-7 Velocidades reales

Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	(H-Z) (m)	S = b(H-Z) (m <sup>2</sup> )	V = Q/S (m/s)
0.066586	0.332	0.278	0.222	0.30
0.027744	0.191	0.137	0.110	0.25
0.008323	0.089	0.035	0.028	0.30

La longitud del desarenador se estima por las ecuaciones siguientes:

$$L = 25H = 25(H_{max} - Z) = 25 \times 0.278 \text{ m}$$

$$L = 6.95 \text{ m} \approx 7.00 \text{ m}$$

#### 7.4.1.3 Dimensionamiento de las rejillas

Aunque existen diferentes formas de sección transversal de las barras, la más común es la rectangular, y su variación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7-8 Espaciamiento entre rejillas

Tipo	Espaciamiento	
	Pulgadas	Milímetros
Gruesa	Por encima de 1 1/2	40 a 100
Media	3/4 a 1 1/2	20 a 40
Fina	3/8 a 3/4	10 a 20

Fuente: adaptado de Azevedo Netto et al (1973).

La rejilla será de barras de sección rectangular de 1/2" con espaciamiento libre (abertura),  $a=1''$  (2.5 cm).

La eficiencia de la rejilla E es igual a 0.667 como se muestra en la tabla 7.9.

Tabla 7-9 Eficiencia de las rejillas en función del espeso de las barras

Espesor de las barras (t)	Eficiencia: valores de E			
	a = 3/4"	a = 1 "	a = 1 1/4"	a = 1 1/2"
	(20 mm)	(25 mm)	(30 mm)	(40 mm)
1/4" (6 mm)	0.750	0.800	0.834	0.857
5/16" (8 mm)	0.706	0.768	0.803	0.826
3/8" (10 mm)	0.677	0.728	0.770	0.800
7/16" (11 mm)	0.632	0.696	0.741	0.774
1/2" (13 mm)	0.600	0.667	0.715	0.755

Fuente: adaptado de Azevedo Netto et al. (1973)

Suponiendo que para el caudal máximo la velocidad a través de la rejilla es igual a 0.7 m/s, se estima por la fórmula de continuidad el área útil necesaria para el escurrimiento:

$$A_u = \frac{Q_{max}}{V} = \frac{0.066586 \text{ m}^3/\text{s}}{0.70 \text{ m/s}}$$

$$A_u = 0.095 \text{ m}^2$$

Siendo el área útil  $A_u=0.095 \text{ m}^2$ , el área total, incluidas las barras, se obtiene de la siguiente manera:

$$S = \frac{A_u}{E} = \frac{0.095 \text{ m}^2}{0.667}$$

$$S = 0.142 \text{ m}^2$$

La longitud del canal se obtiene al suponer movimiento uniforme para un tiempo  $t= 3 \text{ s}$ , de la siguiente manera:

$$L = \frac{Q_{max}}{S} \times 3 = \frac{0.066586 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 3}{0.142 \text{ m}^2}$$

$$L = 1.41 \text{ m}$$

El ancho del canal será:

$$b = \frac{S}{H} = \frac{S}{H_{max} - Z} = \frac{0.142 \text{ m}^2}{0.278 \text{ m}}$$

$$b = 0.510 \text{ m}$$

La estimación de las velocidades reales para los distintos caudales se efectúa utilizando el modelo de la tabla 7.10

Tabla 7-10 Estimación de velocidades reales

Q (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	(H-Z) (m)	S=b(H-Z) (m <sup>2</sup> )	A <sub>u</sub> =SE (m <sup>2</sup> )	V = Q/S (m/s)
0.066586	0.332	0.278	0.142	0.095	0.70
0.027744	0.191	0.137	0.070	0.047	0.59
0.008323	0.089	0.035	0.018	0.012	0.69

Los valores obtenidos son adecuados, pues las velocidades reales no deben tener diferencias mayores de  $\pm 20\%$  con respecto al valor teórico adoptado, o sea,  $V = 0.70$  m/s.

Utilizando la siguiente ecuación, se estiman las pérdidas de carga a través de la rejilla. Para la rejilla con agua limpia, la velocidad adoptada es  $v = 0.70$  m/s, y la velocidad a través de la rejilla,  $v = VE = 0.70$  m/s  $\times 0.667 = 0.47$  m/s.

$$h_f = \frac{1}{0.70} \frac{(V^2 - v^2)}{2g} = \frac{(0.70 \text{ m/s})^2 - (0.47 \text{ m/s})^2}{0.7 \times 2 \times 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 0.02 \text{ m}$$

Considerando la rejilla 50% sucia, la velocidad adoptada es  $V' = 2V = 2 \times 0.70$  m/s = 1.40 m/s.

Las pérdidas son:

$$h_f = \frac{(1.40 \text{ m/s})^2 - (0.47 \text{ m/s})^2}{0.7 \times 2 \times 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 0.13 \text{ m}$$

Las cotas del canal de aguas servidas en función del colector de llegada con diámetro igual a 381 mm y pendiente de 0.005 m/m, además considerando un canal de concreto con un

coeficiente de rugosidad según Manning de  $n=0.013$ . Se estiman los valores de lámina de agua y, para cada uno de los caudales, realizando el procedimiento en el programa Hcanales, se obtienen los siguientes datos:

$$Q_{\max} = 66.586 \text{ lts/s} \quad y_{\max} = 0.20 \text{ m}$$

$$Q_{\text{med}} = 27.744 \text{ lts/s} \quad y_{\text{med}} = 0.12 \text{ m}$$

$$Q_{\min} = 8.323 \text{ lts/s} \quad y_{\min} = 0.07 \text{ m}$$

Para las cotas en el colector de llegada asumiendo una cota de 600.00 m desde la base, se tiene:

$$NA_{\max} = 600.00 + 0.20 = 600.20$$

$$NA_{\text{med}} = 600.00 + 0.12 = 600.12$$

$$NA_{\min} = 600.00 + 0.07 = 600.07$$

Aguas abajo de la rejilla, se tiene:

$$NA_{\max} = 600.18 - 0.13 = 600.05 \text{ m}$$

$$NA_{\text{canal}} = 600.05 - 0.28 = 599.77 \text{ m}$$

$$NA_{\text{med}} = 599.77 + 0.14 = 599.91 \text{ m}$$

$$NA_{\min} = 599.77 + 0.04 = 600.81 \text{ m}$$

## 7.4.2 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Se diseñará un sistema de lagunas de estabilización destinado al tratamiento de las aguas residuales domésticas del municipio de Turín. Para servir a una población de 10980 habitantes hasta el 2036, la alternativa de tratamiento consta de dos lagunas facultativas y una de maduración en serie.

Los criterios exigidos para el efluente final son:

- $DBO_5 \leq 60$  mg/l.

Debido a que el municipio de Turín no cuenta con el sistema de alcantarillado, la obtención de muestras para el análisis del agua residual y su caracterización a través de pruebas de laboratorio es imposible, por lo tanto las muestras fueron tomadas del municipio de San Lorenzo, ya que presentan similitud en aspectos como actividades y costumbres.

*Tabla 7-11 Valores de parámetros para estudio de efluente en estado crudo*

<b>PARAMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	180
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	87

Los datos disponibles para el diseño son:

- Caudal medio del sistema:  $Q_{med} = 27.744 \frac{lt/s}{s} \approx 2397.08 m^3/d$
- Concentración de DBO<sub>5</sub> de las aguas residuales crudas:  $S_o = 180$  mg/lts
- Temperatura media mensual de las aguas residuales:

La información que a continuación se presenta del municipio de Ahuachapán fue proporcionada por la Dirección General del Observatorio Ambiental. (DOA/MARN, 2016)

Tabla 7-12 Temperatura media mensual de los últimos diez años, Estación de Ahuachapán

Longitud	-89.860083°	Latitud	13.943111°	Elevación	708 msnm									
Temperatura media														
Índice	Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
H-08	Ahuachapán	2006	22.8	23	23.9	24.5	24	23.3	23.8	24.3	23.4	23.8	22.4	23.1
H-08	Ahuachapán	2007	23.4	23.3	24.6	24.7	24.7	24	23.7	23.3	22.9	22.3	22.8	23.4
H-08	Ahuachapán	2008	22.4	23.2	23.6	24.4	24.5	23.4	23.2	23.3	23.2	22.8	22	22.5
H-08	Ahuachapán	2009	22.7	22.8	23.3	24.8	24.4	23.9	24.5	24.3	24.3	24.1	22.8	22.7
H-08	Ahuachapán	2010	22.3	23.9	24.6	25.3	24.6	23.5	23.3	23.1	22.6	22.9	22.1	22.1
H-08	Ahuachapán	2011	22.5	23.2	23	23.9	24.5	23.5	23.4	23.4	23.3	22.1	22.5	22.5
H-08	Ahuachapán	2012	22.7	23.6	24.1	24.1	24	23.4	23.8	23.4	23.5	23.1	22.6	22.8
H-08	Ahuachapán	2013	23.2	23.2	23.5	25	24.5	23.6	23.7	23.5	23.1	23.5	23.2	22.8
H-08	Ahuachapán	2014	22.4	23.8	25	25.2	24.6	24	25.1	24.2	23.2	23	22.7	22.6
H-08	Ahuachapán	2015	23	23.2	24.8	25.3	25.1	24.5	24.6	25.1	23.8	24.2	23.9	24.2
H-08	Ahuachapán	2016	23.1	23.1	25.5	26.2	26	24.3	24.5	24.5				
	Promedio		22.8	23.3	24.2	24.9	24.6	23.8	24	23.9	23.3	23.2	22.7	22.9

Para el diseño del sistema de lagunas de estabilización se tomará en cuenta el dato del mes más frío del año según estadística, en este caso para el mes de noviembre:  $T = 22.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- Profundidad de laguna Facultativa:  $h = 2\text{ m}$
- Carga superficial de la laguna facultativa:

Se utilizará la ecuación para calcular la carga superficial por el método de McGarry y Pescod (1970), la cual se incrementa con la temperatura.

$$\lambda_{s \max} = 60(1.099)^T$$

Donde:

$\lambda_{s \max}$  = carga organica superficial, en kg DBO<sub>5</sub>/ha-día

T = temperatura media mensual mínima del aire, en °C

Entonces:

$$\lambda_{s \max} = 60(1.099)^{22.7}$$

$$\lambda_{s \max} = 511.445 \text{ kg } DOB_5/\text{ha} - \text{dia}$$

- Coeficiente de velocidad de remoción de DBO<sub>5</sub> de la laguna facultativa:

El coeficiente de velocidad de remoción de DBO<sub>5</sub> para lagunas facultativas puede estimarse mediante la siguiente ecuación, presentada por Mara (1976):

$$K_l = 0.3(1.05)^{T-20}$$

Entonces:

$$K_l = 0.3(1.05)^{22.7-20}$$

$$K_l = 0.342/\text{dia}$$

- Profundidad de la laguna de maduración:  $h_{\text{mad}} = 1.5 \text{ m}$
- Coeficiente de velocidad de remoción de DBO<sub>5</sub> de la laguna de maduración:

El coeficiente de velocidad de remoción de DBO<sub>5</sub> para lagunas de maduración puede estimarse mediante la siguiente ecuación, presentada por Hoff-Arrhenius:

$$K_{lT} = K_{l20^{\circ}\text{C}} \times 1.07^{T-20}, \text{ donde el valor de } K_{l20^{\circ}\text{C}} = 0.07 \text{ día}^{-1}.$$

Entonces:

$$K_{lT} = 0.07 \text{ día}^{-1} \times 1.07^{22.7-20}$$

$$K_{lT} = 0.084/\text{día}$$

Luego de tener todos los datos necesarios, se procede al diseño de las lagunas facultativas y de maduración.

#### 7.4.2.1 Laguna facultativa

a) Área requerida para el tratamiento:

$$A_t = \frac{10S_o Q_{med}}{\lambda_{s \text{ prim}}}$$

$$A_t = \frac{10 \times 180 \text{ mg/l} \times 2397.08 \text{ m}^3/\text{d}}{511.445 \text{ kg DOB}_5/\text{ha} - \text{día}}$$

$$A_t = 8436.4 \text{ m}^2$$

Considerando 2 lagunas facultativas, se divide el área entre 2:

$$A = \frac{8436.4 \text{ m}^2}{2}$$

$$A = 4218.2 \text{ m}^2$$

Dimensionando para cada laguna con una relación de lados 3:1 y una altura  $h = 2 \text{ m}$ , se tiene:

$$l = \sqrt{3 \times A_t}$$

$$l = \sqrt{3 \times 4218.2 \text{ m}^2}$$

$$l = 112.5 \text{ m} \approx 115 \text{ m}$$

$$a = l/3$$

$$a = 115 \text{ m}/3$$

$$a = 38.3 \text{ m} \approx 39 \text{ m}$$

b) Tiempo de retención (TTH):

$$t = \frac{Ah}{Q_{med}}$$

$$t = \frac{8436.4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}}{2397.08 \text{ m}^3/d}$$

$$t = 7.04 \text{ dias}$$

c) Eficiencia:

$$E = \frac{100K_t t}{1 + K_t t}$$

$$E = \frac{100 \times 0.342/\text{dia} \times 7.04 \text{ dia}}{1 + 0.342/\text{dia} \times 7.04 \text{ dia}}$$

$$E = 70.7 \%$$

d) Concentración de DBO<sub>5</sub> del efluente:

$$S_e = S_0(1 - E)$$

$$S_e = 180 \text{ mg/l} (1 - 0.707)$$

$$S_e = 52.74 \text{ mg/l}$$

e) Remoción de lodos:

Se estima la acumulación de lodos por año en la laguna facultativas, usando la ecuación siguiente:

$$V_{L-a} = 0.00156 \times Q_{med} \times SS$$

$$V_{L-a} = 0.00156 \times 2397.08 \text{ m}^3/\text{d} \times 87 \text{ mg/l}$$

$$V_{L-a} = 325.33 \text{ m}^3/\text{año}$$

Se proyecta la frecuencia de remoción de lodos cuando el volumen de los lodos alcance el 25% del volumen de la laguna.

$$t_L = 0.25 \frac{V_f}{V_{L-a}}$$

$$t_L = 0.25 \frac{16872.8 \text{ m}^3}{325.33 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$t_L = 13 \text{ años}$$

### 7.4.2.2 Laguna de maduración

a) Área requerida para el tratamiento:

Tomando como tiempo de retención para la laguna de maduración  $t = 3$  días y altura  $h = 2$  m.

$$A_t = \frac{Q_{med}t}{h}$$

$$A_t = \frac{2397.08 \text{ m}^3/\text{d} \times 3 \text{ d}}{2 \text{ m}}$$

$$A_t = 3595.62 \text{ m}^2$$

Dimensionando la laguna con una relación de lados 3:1 y una altura  $h = 2$  m, se tiene:

$$l = \sqrt{3x A_t}$$

$$l = \sqrt{3 \times 3595.62 \text{ m}^2}$$

$$l = 104 \text{ m}$$

$$a = l/3$$

$$a = 104 \text{ m}/3$$

$$a = 34 \text{ m}$$

b) Eficiencia:

$$E = \frac{100K_t t}{1 + K_t t}$$

$$E = \frac{100 \times 0.084/\text{dia} \times 3 \text{ dia}}{1 + 0.084/\text{dia} \times 3 \text{ dia}}$$

$$E = 20.1 \%$$

c) Concentración de DBO<sub>5</sub> del efluente:

$$S_e = S_0(1 - E)$$

$$S_e = 52.74 \text{ mg/l} (1 - 0.201)$$

$$S_e = 42.1 \text{ mg/l}$$

d) Porcentaje de reducción de DBO<sub>5</sub> en el sistema:

$$E_{DBO_5} = \frac{S_0 - S_e}{S_0} \times 100$$

$$E_{DBO_5} = \frac{180 \text{ mg/l} - 42.1 \text{ mg/l}}{180 \text{ mg/l}} \times 100$$

$$E_{DBO_5} = 76.61 \%$$

**CAPITULO VIII: ESPECIFICACIONES  
TÉCNICAS Y PRESUPUESTO DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES**

## **8.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Al contar con el diseño de las plantas de tratamiento ya definido, se procede a describir las especificaciones técnicas necesarias para la construcción de dicha obra. En esta parte se definen las normas, exigencias y procedimientos para ser empleados y aplicados en todas las actividades de construcción del proyecto.

Las especificaciones técnicas no constituyen un manual de construcción, sin embargo contiene los requisitos mínimos que debe obtenerse en la obra terminada. Cabe mencionar, que la omisión de cualquier detalle en planos, en especificaciones técnicas o en ambos, no exonera al contratista de la responsabilidad y obligación de ejecutarlos. Por lo tanto, no podrá tomarse como base para reclamaciones o demandas posteriores, puesto que se supone que el contratista conoce bien las prácticas correctas de construcción.

### **8.1.1 OBRAS PRELIMINARES**

En esta partida se incluye todas las operaciones necesarias para iniciar el proceso constructivo, tales como: limpieza del terreno, construcción de bodega y oficina, construcción de cerca de seguridad, etc.

El descapote consistirá en retirar toda vegetación, roca o estructura que interfiera con el proceso constructivo de la obra.

Las bodegas del contratista serán de dimensiones adecuadas al volumen de equipos y materiales que se usarán en la obra. Se deberá construir con techo de lámina galvanizada; paredes y estructuras de madera o lámina; piso de mortero (cemento y arena). Sin embargo,

debido a la cercanía de los terrenos a la Ciudad, es una opción factible rentar alguna casa para mantenerla como bodega y oficinas.

Para la cerca de seguridad, se utilizará de una sola vez la cerca perimetral que se contempla en los planos, cuya construcción deberá cumplir las especificaciones técnicas para estructuras metálicas que se describe más adelante.

### **8.1.2 TRAZO Y NIVELACIÓN**

El contratista establecerá las referencias planimétricas y altimétricas (bancos de marca) necesarias para replantear ejes y niveles presentados en los planos.

El trazo se realizará mediante el uso de teodolito y niveles de madera.

### **8.1.3 EXCAVACIÓN Y RELLENO**

El trabajo de esta partida incluye el suministro de materiales, mano de obra, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos de excavación y relleno en la construcción de fundaciones, tuberías y demás instalaciones enterradas.

#### ***8.1.3.1 Excavación***

La excavación llegará a las profundidades indicadas en los planos y se extenderá lo apropiado a cada lado de las paredes para permitir la colocación de encofrados, arriostramientos y la inspección de la obra terminada.

Si existieran suelos sueltos o inapropiados o mantos de rocas, el contratista deberá removerlos antes de realizar un colado, si así lo indica el supervisor. A la vez habrá que compactar un espesor de 20 cm consuelo cemento 1:20. Estos volúmenes de sobre excavación y compactado serán pagados al precio unitario aceptado en el plan de propuesta.

Las paredes de excavación se harán a plomo y tomando las precauciones necesarias para evitar derrumbes ocasionados por cortes y rellenos.

Para las tuberías, se deberá compactar en caso de que el suelo resulte suelto o inapropiado, una capa de suelo cemento de proporción 1:20, con un alto y ancho equivalente a 1.5 veces el diámetro de la tubería.

### ***8.1.3.2 Relleno, nivelación y compactación***

El material a utilizar en la compactación de fundaciones o tuberías deberá ser sometido a pruebas de laboratorio y al no ser adecuado, se utilizará limo arenoso o tierra blanca en su sustitución.

El relleno será depositado en capas no mayores de 15cm, compactando cada capa con el equipo aprobado por el supervisor. En caso de que se utilicen apisonadores manuales o mecánicos, se deberá tener cuidado de no dañar las estructuras o tuberías.

El compactado sobre estructuras se realizará después de 7 días de haber realizado el colado o cuando el supervisor lo estime conveniente.

El control de densidad y humedad de la compactación se efectuará hasta alcanzar el 90% de la densidad máxima, obtenida mediante la norma AASHTO T-180. Cuando haya cambios de pendientes, se redondearán los bordes.

- **Suelo cemento**

Cuando sea necesario la aplicación de suelo cemento se realizará con una proporción de 20 partes de tierra blanca y una parte de cemento, esta mezcla deberá realizarse en volumen suelto.

El control de densidad y humedad de la compactación deberá alcanzar el 95% de la densidad máxima, obtenida mediante la norma AASHTO T-180.

#### **8.1.4 CONCRETO ESTRUCTURAL**

En esta partida están comprendidas todas las obras de concreto indicadas en los planos y sus respectivos procesos de construcción, tales como: fabricación, colocación, curado y resanado de concreto.

##### **8.1.4.1 Materiales**

- **Cemento**

Todo el cemento debe ser del tipo Portland y cumplirá con las especificaciones ASTM C-150 Tipo I o II. El cemento será entregado en el sitio en bolsas selladas por el fabricante, no se aceptará el cemento contenido en bolsas abiertas o rotas.

El cemento se almacenará en un lugar seco con suficientes provisiones para evitar que absorba humedad. Las bolsas deberán ser colocadas sobre plataformas de madera, levantadas 15cm sobre el piso. Además, no se dispondrán en pilas de más de diez sacos. No se permitirá el uso de cemento endurecido por almacenamiento o parcialmente fraguado, en ninguna parte de la obra. El contratista deberá usar el cemento que tenga más tiempo de estar almacenado antes de usar el almacenado recientemente.

- **Agregados**

Los agregados para el concreto son: el agregado grueso y el agregado fino, los cuales deberán cumplir con las normas ASTM C 33.

Los agregados necesarios serán combinados en tales proporciones para obtener una graduación satisfactoria. La curva de graduación deberá permanecer dentro de los límites que son equivalentes a la tabla 2 de la norma ASTM C 33. Todos los agregados para el concreto proporcionados por la Contratista serán de fuentes aprobadas por el Supervisor. La aprobación de una fuente por el Supervisor no constituye en ningún momento aprobación de todos los materiales tomados de dicha fuente y la Contratista será responsable por la calidad específica de los materiales usados en las obras.

Todos los agregados que se entreguen en la planta de dosificación o al sitio en que se efectúan las mezclas deberán tener un contenido de humedad uniforme y estable.

La Contratista deberá probar por su cuenta en el laboratorio todos los agregados de conformidad con las indicaciones del Supervisor.

Las muestras que se utilicen para los ensayos deberán ser representativas y la aprobación por parte del Supervisor de los resultados de laboratorio que le proporciona la Contratista no exime a éste de la responsabilidad adquirida en este Contrato.

Todos los agregados que no cumplan con ASTM C33 serán inmediatamente desalojados del lugar. Todos los agregados que se utilicen en la obra deberán almacenarse en un lugar que tenga piso de concreto y buen drenaje, de manera que se evite la contaminación del material con el suelo o la mezcla accidental entre los diferentes agregados. El lugar deberá ser aprobado por el Supervisor. Los agregados de tamaño diferentes deberán ser apilados en grupos o depósitos diferentes. El volumen de agregados almacenado en el lugar deberá ser suficiente como para no producir interrupción ni suspensión de la obra.

**Agregado Grueso:** El agregado grueso para el concreto consistirá de piedra triturada sin poros, o grava de formas cúbicas y no alargadas (laja), y cumplirá, y estará graduada de acuerdo con ASTM C33. El agregado de piedra caliza solamente será aceptable si es de una variedad cristalina dura y con una absorción menor que el 4%.

El agregado grueso para todas las clases de concreto estará de acuerdo con la tabla 2 de ASTM C33.

Los tamaños máximos y mínimos nominales del agregado grueso son 40 mm y 20 mm respectivamente.

El tamaño máximo del agregado grueso será, en general, tan grande como sea posible pero en ningún caso mayor que:

(i) Un cuarto del espesor mínimo del componente, ó

(ii) 6 mm menos que la distancia entre las barras de refuerzo o aquélla de la cubierta del concreto sobre el refuerzo, en el entendido que el concreto puede ser colocado sin dificultades incluso en todos los lugares que circunda el refuerzo y pueda llenar las esquinas del moldaje. De suministrarse diferentes tamaños de agregado grueso en forma separada, se controlará la graduación del agregado grueso mediante la obtención de agregados de 40 mm de tamaño máximo nominal.

**Agregado Fino:** El agregado fino deberá ser arena natural, dura, densa, durable y limpia y cumplirá con ASTM C33 y será tal que cuando se combine con el agregado grueso se obtenga una graduación de conjunto adecuada. Deberá estar libre de arcilla, materia orgánica y otras impurezas.

- Agua

El agua al momento de usarse debe ser limpia y estar libre de aceite, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materias orgánicas y otras sustancias.

- Acero de refuerzo

Todo el acero corrugado de refuerzo deberá cumplir con la norma para varilla de refuerzo en concreto armado ASTM A-615, y tendrán un límite de fluencia  $f_y=2800 \text{ Kg/cm}^2$  (Grado 40). Se exceptúa el acero de refuerzo #2 ( $\phi \frac{1}{4}$ ") que será liso.

El Supervisor podrá exigir que se haga un ensayo de tracción y uno de dobleces por cada nuevo lote que ingrese a la bodega del contratista, con un mínimo 3 muestras de 90 cm para el ensayo de tracción. Pudiendo exigir el supervisor el certificado de compra.

El acero de refuerzo deberá estar libre de defectos de manufactura y su calidad garantizada por el fabricante.

En el armado de cualquier miembro estructural no se permitirán barras de refuerzo cuyo diámetro nominal difiera del indicado en los planos en más del 5%.

#### Colocación del acero de refuerzo.

El Contratista cortará, doblará colocará todo el acero de refuerzo de acuerdo con lo que indiquen los planos y los criterios del reglamento ACI

Todo el refuerzo deberá estar libre de óxido suelto, de aceite, grasa u otro recubrimiento que pueda reducir su adherencia con el concreto. Se utilizarán cubos de concreto, separadores y amarres, para asegurar la posición correcta del refuerzo y evitar el desplazamiento durante el colado.

Todos los dobleces (inclusive coronas, estribos, ganchos) serán hechos en frío sobre una espiga de diámetro no menor de cuatro (4) veces el diámetro de la barra que se dobla, en el caso de estribos; ni menor de seis (6) veces el diámetro de la barra que se dobla, en el caso del refuerzo principal.

Los traslapes serán desplazados entre sí a una longitud no menor de 30 veces el diámetro nominal para varilla corrugada, y 40 diámetros de longitud para varilla lisa. Los cierres de las coronas y estribos contiguos deberán quedar alternados.

- **Aditivos**

Los aditivos deberán ser usados en las proporciones indicadas en las instrucciones impresas de los fabricantes. El Supervisor autorizará caso por caso el uso de los aditivos. No habrá pago adicional cuando los aditivos sean usados a opción del Contratista o cuando sean requeridos por el Supervisor como medida de emergencia para remediar las negligencias, errores, o atrasos en el progreso de la obra imputables al Contratista.

#### ***8.1.4.2 Dosificación y control de mezcla***

El contratista proporcionará concreto con resistencia mínima a la ruptura por compresión a los 28 días de 210 kg/cm<sup>2</sup>, cuya proporción es de una parte de cemento, 2 partes de arena y 2 partes de grava.

El diseño será efectuado por un laboratorio que posea la experiencia en este campo, y lo efectuará usando materiales que el contratista haya acopiado en el lugar de la obra, con el cemento y el agua que realmente empleará en la construcción. La relación agua - cemento no debe variarse a la dada por la mezcla de diseño.

El concreto será dosificado preferiblemente por peso, pero se podrá también dosificar por volumen, de acuerdo a las proporciones por peso estipuladas en el diseño de las mezclas.

El contratista deberá obtener la resistencia del concreto especificada, las cuales deberán comprobarse por medio de especímenes preparados curados y sometidos a prueba, de conformidad con las normas ASTM C-31 y C-39. Estas pruebas se harán en seis cilindros por cada muestreo.

Se hará un muestreo por día de colado por cada 10 m<sup>3</sup> o menos de concreto vaciado o de acuerdo a la necesidad que establezca el laboratorio. Los cilindros serán tomados de la siguiente manera: 3 para ensayar a los 7 días y 3 para ensayar a los 28 días.

Los cilindros deberán tener el 10% más que la resistencia requerida. Se asume que la resistencia a los 7 días corresponde al 70% de la resistencia a los 28 días.

Otra manera de hacer muestreos puede ser tomándose muestras por lo menos en tres revolturas seleccionadas al azar, o en cada revoltura cuando se empleen menos de tres.

Una prueba de resistencia debe ser el promedio de la resistencia de tres cilindros hechos de la misma muestra de concreto y probados ambos a la misma edad.

Cabe mencionar, que antes de la colocación deben tomarse las muestras de concreto necesarias para realizar las pruebas de revenimiento, el cual deberá de tener entre 4 y 5 pulgadas sin el uso de aditivos. Si los resultados de estas pruebas caen fuera de las tolerancias permitidas, el Supervisor podrá rechazar el concreto u ordenar las medidas correctivas necesarias.

#### ***8.1.4.3 Preparación del concreto***

Se usarán mezcladores del tipo apropiado y se preparará el concreto sólo en la cantidad que sea necesaria para el uso inmediato. Ninguna mezcladora se operará más allá de su capacidad indicada. El contenido total de la mezcladora deberá ser removido del tambor antes de colocar allí los materiales para la carga siguiente.

No se podrá utilizar el concreto que no haya sido colocado en su sitio a los 30 minutos de haberse agregado el cemento al agua para la mezcla, o el cemento al agregado. El concreto premezclado que haya sido entregado en la obra en camiones mezcladores o agitadores podrá colocarse en el término de 60 minutos, calculados desde el momento en que se ha agregado el agua al cemento.

#### ***8.1.4.4 Colocación del concreto***

El concreto se depositará hasta donde sea posible, en su posición final.

Los colados se harán a tal velocidad y altura (menor de 1.00 m) que el concreto se conserve todo el tiempo en estado plástico y se evite la segregación. Donde las operaciones de colocación impliquen verter el concreto directamente desde una altura de más de 1.00 m, se deberá depositar a través de tubos o canales de metal u otro material aprobado.

No se depositará concreto que se haya endurecido parcialmente o que esté contaminado con sustancias extrañas, ni se revolverá nuevamente a menos que el Supervisor dé su aprobación.

El recubrimiento mínimo para el acero de refuerzo en estructuras de concreto en contacto con el terreno deberá ser de 5 cm., y en los demás elementos 2.5 cm.

El concreto se consolidará con ayuda de un equipo vibrador adecuado.

#### ***8.1.4.5 Encofrados***

El Contratista colocará los moldes de tal manera que produzcan alineamientos correctos del concreto y que no permitan filtraciones. Los encofrados serán construidos con suficiente rigidez para soportar el concreto y las cargas de trabajo, sin dar lugar a desplazamientos después de su colocación y para lograr la seguridad de los trabajadores.

Los encofrados deberán ser firmes y bien ajustados a fin de evitar escurrimiento de la lechada y en tal forma que permanezcan sin deformarse, ni pandearse. Se utilizará madera de pino o moldes metálicos, con una estructuración adecuada.

#### ***8.1.4.6 Curado***

El concreto deberá protegerse de la pérdida de humedad durante un período mínimo de 7 días, cubriéndolo permanentemente con una capa de agua o con algún recubrimiento que garantice un curado efectivo durante el proceso de fraguado.

#### ***8.1.4.7 Reparación de defectos del colado***

Todos los defectos superficiales que resulten en el concreto al retirar los moldes deberán ser corregidos. Las colmenas cuya profundidad no exceda de  $1/5$  de la sección de concreto, así como las rajaduras y de laminaciones superficiales, deberán picarse hasta encontrar concreto compacto, después serán lavadas y resanadas con un mortero epóxico.

En caso de agrietamiento se podrá realizar una inyección con resina epóxica de baja viscosidad.

Si la colmena excede  $1/5$  de la sección transversal se procederá a la demolición total o parcial del elemento colado. En caso que sea parcial, la zona demolida será restaurada con un concreto

de igual resistencia, pero se aplicará una resina epóxica para unir concreto nuevo con viejo y un estabilizador volumétrico de buena calidad.

### 8.1.5 ALBAÑILERÍA Y ACABADOS

En esta partida están incluidas todas las obras de albañilería y acabados, el Contratista proveerá materiales, equipo y servicios necesarios para ejecutar las obras que indiquen los planos y especificaciones.

#### 8.1.5.1 Morteros

Los materiales a usarse en los morteros llenarán los siguientes requisitos:

- a. Cemento Portland según especificaciones ASTM C91 o ASTM C1157
- b. Arena conforme ASTM designación C-144-66T y C-40.
- c. Agua limpia, libre de aceite, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias que la contaminen. La cantidad de agua que se usará en la mezcla será la mínima necesaria para obtener un mortero plástico y trabajable.
- d. Dosificación de los morteros.

*Tabla 8-1 Dosificación de morteros*

TIPO DE MORTERO	CEMENTO	ARENA
Mampostería de piedra	1	4
Mampostería de ladrillo de barro O bloques de concreto	1	4
Repellos	1	4
Afinados	1	2
Pulidos	pasta de cemento	---

e. Los ingredientes serán preparados en una mezcladora mecánica aprobada. En caso el Supervisor crea sea imposible usar mezcladora mecánica autorizará hacerlo a mano para lo cual la Contratista tendrá las consideraciones siguientes: Fabricarlo sobre una superficie limpia, seca y de madera y un volumen con una consistencia tal que pueda manejarse fácilmente y extenderse con palustres. Para cualquiera de los dos métodos el cemento y la arena deben mezclarse en seco hasta obtenerse una mezcla de color homogéneo, después de esto se le agrega el agua en suficiente cantidad hasta producir la consistencia deseada.

El mortero deberá mezclarse sólo en las cantidades necesarias para uso inmediato. El mortero deberá usarse en un período máximo de 30 minutos a partir del instante en que se agregue el agua; después de ese período será descartado.

No se permitirá por ningún motivo batir mezcla en el suelo de tierra.

#### ***8.1.5.2 Acabados de paredes***

Los repellos se harán con mortero de cemento Pórtland tipo I y arena de río de granos menores de 1/16", en una proporción volumétrica 1:4. Los afinados se harán con llana metálica aplicando un mortero de cemento Portland tipo I y arena con granos menores de 1/64", en proporción volumétrico 1:2.

Antes de repellar deberán limpiarse y mojarse las paredes y cuando haya que repellar estructuras de concreto, deberá picarse previamente para mayor adherencia del repello, éste en ningún caso tendrá un espesor mayor de 1.5 cm.

El repello deberá curarse por lo menos durante tres días, después de los cuales podrá procederse al afinado con llana metálica, hasta lograr una superficie tersa y uniforme. El afinado deberá curarse por lo menos durante 5 días.

### **8.1.6 ESTRUCTURAS METÁLICAS**

El alcance del trabajo incluye la construcción de los elementos estructurales metálicos, con la combinación de perfiles metálicos y varillas de acero indicados en los planos, para formar elementos de alma abierta o llena. Se incluyen los detalles de conexión.

- Material

Todos los perfiles metálicos indicados en estos planos deberán cumplir con los requisitos de calidad de la designación ASTM A-36.

- Requerimientos constructivos

Para la fabricación y montaje de la estructura metálica se deberá desarrollar planos de taller y en la ejecución deberá garantizarse la estabilidad de la estructura por medio de puntales y arriostramientos laterales.

Las soldaduras se realizarán con el proceso de arco eléctrico con electrodo protegido del tipo E-7018.

### **8.1.7 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS**

Se incluyen todas las instalaciones de tuberías mostradas en el plano, así como sus accesorios, cajas, pozos y cualquier otro elemento indicado.

- Material

Los planos constructivos indicarán el tipo de tubería y diámetro que se emplearán. En el caso de usarse tuberías de PVC deberán ser fabricadas bajo norma para una presión de 100 PSI.

- Requerimientos constructivos

En el caso de tuberías enterradas, la excavación deberá tener un ancho mínimo de 30cm, en tuberías de diámetros menores a 6”, y en diámetros mayores según la tabla 8.2.

El relleno sobre tuberías deberá realizarse con material limo arenoso, depositado en capas de 15cm, y compactado hasta tener un 80% de la densidad máxima.

*Tabla 8-2 Ancho de excavación a partir de diámetros de tuberías*

DIAMETRO NOMINAL		ANCHO DE ZANJA
Cm	Pulg.	Cm
15.24	6.00	55.24
20.32	8.00	60.32
25.40	10.00	65.40
30.48	12.00	70.48
38.10	15.00	78.10

En el caso de ser necesario la construcción de cajas y pozos se hará de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas de ANDA.

#### ***8.1.7.1 Prueba hidráulica de infiltración y estanqueidad***

El ensayo de estanqueidad se fundamenta en el llenado con agua de las tuberías de un sistema de alcantarillado, sometiéndola a una presión dada, para determinar la pérdida del agua, con el objetivo de establecer su aceptabilidad.

Se probará cada tramo de la instalación obturando la entrada de la tubería en la arqueta “aguas abajo”, rellenando con agua desde la arqueta “aguas arriba”, se dejarán transcurrir 30 minutos realizándose una inspección general, comprobándose que no existen fugas.

Dicha prueba será evaluada por La Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA).

## 8.2 PRESUPUESTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Para el desarrollo del presupuesto se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las cantidades de obras de las partidas se obtuvieron de los planos y detalles de los elementos diseñados y presentados en el anexo 2.
- Del Manual del Constructor se retomaron algunas proporciones de cantidades de materiales.
- Las áreas, volúmenes y longitudes se calcularon con ayuda del software AutoCAD 2013.
- Los precios correspondientes a materiales y equipos son cotizados para noviembre 2016.
- El costo indirecto es el 33% del costo directo.
- El IVA es el 13% de la suma del costo directo más el costo indirecto de la actividad correspondiente.
- El costo unitario es la suma del costo directo más el costo indirecto e IVA.
  - El total de la partida se obtuvo al multiplicar la cantidad de obra por el costo unitario.

## 8.2.1 RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS

En la siguiente página se presentan los costos de cada partida del proyecto, con los cuales se obtiene el monto total de éste.

OFERTA ECONOMICA												
<p align="center"><b>PROYECTO: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES</b></p> <p>OFERTA PRESENTADA POR: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE</p> <p>PARA: ALCALDIA MUNICIPAL DE TURIN FECHA: DICIEMBRE 2016</p>												
#	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	C.D. MATERIAL	C.D.MANO DE OBRA	C.D. OTROS	COSTO DIRECTO	COSTO INDIRECTO	IVA	TOTAL COSTO	COSTO	COSTO PARTIDA
1	TRATAMIENTO PRELIMINAR	1.00	S.G	\$0.00	\$0.00	\$3,898.04	\$3,898.04	\$1,286.35	\$673.97	\$5,184.39	\$5,858.36	\$5,858.36
2	TRAZO Y NIVELACION DE EMPEDRADO CONCRETEADO	14,423.50	M2	\$0.50	\$0.14	\$0.01	\$0.65	\$0.21	\$0.11	\$0.86	\$0.97	\$13,990.80
3	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA	32,602.27	M3	\$0.00	\$0.00	\$5.03	\$5.03	\$1.66	\$0.87	\$6.69	\$7.56	\$246,473.16
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL EXISTENTE	10,752.23	M3	\$0.00	\$0.00	\$1.88	\$1.88	\$0.62	\$0.32	\$2.50	\$2.82	\$30,321.29
5	DESALOJO DE MATERIAL	21,850.04	M3	\$0.00	\$0.00	\$6.70	\$6.70	\$2.21	\$1.16	\$8.91	\$10.07	\$220,029.90
6	PARED Y BASE DE CONCRETO REF e=12cm, #3 @ 20 a.s.	12,972.48	M2	\$19.54	\$2.57	\$7.74	\$29.85	\$9.85	\$5.16	\$39.70	\$44.86	\$581,945.45
7	JUNTAS DE MAT, AHULADO ENTRE JUNTA Y JUNTA DE BLOQUES DE CONCRETO DE 0.10CM	3,078.85	ML	\$0.00	\$0.00	\$0.92	\$0.92	\$0.30	\$0.16	\$1.22	\$1.38	\$4,248.82
8	PARED DE CANALETA REF e=12CM, #3 @ 20 a.s.	280.00	M2	\$19.54	\$2.57	\$7.74	\$29.85	\$0.00	\$3.88	\$29.85	\$33.73	\$9,444.40
9	CERCA PERIMETRAL DE MALLA CICLON H= 2mts TUBO DE 1 1/2" @ 2.5mts	753.00	ML	\$0.00	\$0.00	\$18.55	\$18.55	\$0.00	\$2.41	\$18.55	\$20.96	\$15,782.88
10	PORTON MALLA CICLON H=2mts ANCHO= 6mts.	1.00	UNIDAD	\$0.00	\$0.00	\$365.20	\$365.20	\$0.00	\$47.48	\$365.20	\$412.68	\$412.68

11	SIEMBRA DE ARBOLES TIPO FICUS DE 1.20mts DE ALTURA	188.00	UNIDAD	\$0.00	\$0.00	\$1.71	\$1.71	\$0.00	\$0.22	\$1.71	\$1.93	\$362.84
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS DIECISÉIS 12/100 DOLARES</b>										<b>\$993,816.12</b>
	<b>IVA 13%</b>	<b>CIENTO VEINTINUEVE MIL CIENTO NOVENTA Y SEIS 10/100 DOLARES</b>										<b>\$129,196.10</b>
	<b>VALOR TOTAL DE LA OFERTA</b>	<b>UN MILLON CIENTO VEINTITRES MIL DOCE 22/100 DOLARES</b>										<b>\$1123,012.22</b>

# **CAPITULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **9.1 CONCLUSIONES**

### **9.1.1 CONCLUSIONES DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

- La ejecución del diseño del sistema de alcantarillado sanitario destinado para el municipio de Turín, departamento de Ahuachapán, permitirá reducir significativamente la contaminación generada por las descargas de aguas residuales sin tratamiento, disminuyendo el potencial contacto de los habitantes con las aguas residuales y con organismos vectores causantes de enfermedades propiciadas por éstas.
- El sistema de red de alcantarillado, se han logrado desarrollar de tal forma que trabaje enteramente por gravedad, sin necesidad de elementos de bombeo en ningún punto. Esto es importante debido a que el proyecto es con orientación estrictamente social, por lo que los costos juegan un papel sumamente importante para su viabilidad de ejecución y mantenimiento futuro.
- El diseño de sistema de alcantarillado cumple con los requisitos de velocidad y pendiente establecidos en la norma técnica de ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados).
- El 70% de las viviendas del casco urbano del municipio de Turín, departamento de Ahuachapán quedará abarcado por el sistema de alcantarillado sanitario por gravedad. De esta manera el 30% restante utilizará alguna de las alternativas descritas en el capítulo 5 para aquellos casos que se encuentran inaccesibles al alcantarillado sanitario.

- El monto total para la ejecución de la obra del alcantarillado sanitario por gravedad es de \$1725,769.15 el cual incluye precios de maquinaria, materiales y mano de obra cotizados en noviembre de 2016.
- Que en lo referente a los cálculos hidráulicos, algunos tramos específicos no cumplen con la velocidad real mínima permitida, sin embargo en estos ramales rige el diámetro mínimo o la pendiente mínima permitida. Esto sucede por la poca cantidad de viviendas que existen en la actualidad en los mencionados tramos, lo cual podría variar sustancialmente en el futuro con la construcción de nuevas viviendas que se incorporarían a la red.

### **9.1.2 CONCLUSIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

- Las descargas hacia los cuerpos receptores están dentro de los límites propuestos de la norma de CONACYT; la cual indica que la concentración de DBO debe ser como máximo 60 mg/L. De esta manera se estableció como límite de diseño una concentración de 42.1 mg/L obteniendo para todas las plantas una concentración de DBO menor que ésta.
- Los diseños de las plantas de tratamiento de las aguas residuales han sido realizados para que funcionen por gravedad. El periodo de diseño éstas es de 20 años, momento en el que se esperará que trabaje a su máxima eficiencia, aunque podrá trabajar a mayores caudales pero su eficiencia bajará.
- El punto propuesto para la construcción de la planta tratamiento de aguas residuales está ubicado a 750 metros del límite urbano norte del Municipio, en ese lugar pueden ser colectadas por gravedad las aguas residuales, permitiendo construir una

infraestructura que funcione sin necesidad de equipos de bombeo, minimizando los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones.

- El monto total para la ejecución de la obra de la planta de tratamiento es de \$1123,012.22, el cual incluye precios de maquinaria, materiales y mano de obra cotizados en noviembre de 2016.

## **9.2 RECOMENDACIONES**

### **9.2.1 RECOMENDACIONES DEL ALCANTARILLADO SANITARIO**

- En cuanto al alcantarillado sanitario se recomienda respetar los diámetros y pendientes establecidos en el diseño, estos han sido verificados y han cumplido con los límites dados por la norma de ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados).
- Se debe actualizar el presupuesto del alcantarillado sanitario, antes de ejecutarse la obra. Esto es debido a que los precios de materiales, equipos y mano de obra que contiene el presupuesto han sido cotizados el mes de noviembre del año 2016 y pueden haber cambiado en el momento de realizar el proyecto de alcantarillado sanitario.
- Se recomienda realizar un estudio de suelos para ajustar el presupuesto de acorde al tipo de suelo que se encuentra en municipio de Turín, para los presupuestos que se han realizado en este trabajo de graduación se consideró el tipo de suelo según las observaciones de campo.
- Se recomienda realizar un estudio hidrológico para determinar el nivel de aguas máxima en el paso aéreo propuesto en esta tesis.

## 9.2.2 RECOMENDACIONES DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Para las familias que habitan en los sectores donde la introducción de la red de alcantarillado sanitario no es factible, se puede implementar cualquiera de las alternativas propuestas en el capítulo VI de esta tesis.
- Se recomienda añadir un sistema de oxigenación en el afluente de la planta y un sistema de cloración con el fin eliminar los agentes patógenos que pudieran sobrevivir durante el proceso de tratamiento.
- Realizar un estudio de suelos en el terreno donde se pretende ubicar la planta de tratamiento y si es necesario realizar el diseño y construcción de una obra de mitigación en el límite del terreno que colinda con la quebrada seca.
- Debido a que el diseño de éste trabajo de grado es solo un diseño volumétrico con respecto a las características del agua, se recomienda realizar un diseño completo (diseño estructura, estudio de suelos, presupuesto, etc.) como potencial tema de tesis para futuros egresados de la carrera de ingeniería civil.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2004). *Norma Técnica Sanitaria para la Instalación, Uso y Mantenimiento de Letrinas Secas sin Arrastre de Agua*. San Salvador. Obtenido de [http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/Norma\\_letrinas\\_secas.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/Norma_letrinas_secas.pdf)
- Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano. (2009). Síntesis del Municipio de Turín. En *Plan de Desarrollo Territorial para la Región de Santa Ana-Ahuachapán*.
- ANDA. (2014). *Boletín estadístico del año 2014. EL Salvador*. Obtenido de <http://www.anda.gob.sv/wp-content/uploads/2015/09/Boletin-Estadistico-2014-final.pdf>
- ANDA. (2014). *Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras*. El Salvador.
- ANDA. (2015). *Especificaciones Técnicas para alcantarillado sanitario*.
- Berrios Benavides, S. E., & Cervantes Morales, B. E. (2015). Cap. 3 Marco Teórico. En *Propuesta de Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Condominial para la Tercera Etapa del Barrio Nueva Vida en el Municipio de Ciudad Sandino, Departamento de Managua, con Periodo de Diseño de 20 Años (2018 – 2038)*. Managua, Nicaragua.
- Chinchilla Menjivar, E. E., & Rodríguez Ayala, E. C. (2010). *Diseño de Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para La Ciudad San José Guayabal, Municipio de San José Guayabal, Departamento de Cuscatlán*. San Salvador, El Salvador.
- CONACYT. (2009). *NSO.13.49.01:09."Aguas. Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor"*. Obtenido de <http://www.marn.gob.sv/descarga/norma-aguas-residuales->

descargadas-a-cuerpo-receptor-nso-13-49-01-09/?wpdmdl=23913&ind=xhe6bloh1o-aIOUZIkBtCSt4UvyNATr6r2WrgX1UrpdcwwV6\_QSE0PodL2e7LRugY4nn5wJ4MNEeD5u2\_IUkQolS7T\_LFI-E6eQRqLge8vN8pFnFUyFLSouIY\_bRH7hq

DIGESTIC, D. G. (2014). *El Salvador: Estimaciones y Proyecciones de población municipal años 2005 – 2025*. Obtenido de <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/novedades/avisos/590-el-salvador-estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion-municipal-2005-2025.html>

DIGESTYC, D. G. (2007). *Censo IV de El Salvador*.

DOA/MARN. (2016). *Temperatura media mensual de los últimos diez años, Estación de Ahuachapán*.

Lopez Cualla, R. A. (2000). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (2 da ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Mayo Peternell, E. F. (2010). *Proyecto Ejecutivo de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Localidad de Xochiapa*. Universidad Veracruzana, Mexico.

Mendonça, S. R. (2000). *Sistemas de lagunas de estabilización* (1 ed.). Colombia: McGraw-Hill.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2009). *Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises. El Salvador*. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Obtenido de [http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/guia/guia\\_tratamiento\\_aguas\\_negras\\_grises.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/guia/guia_tratamiento_aguas_negras_grises.pdf)

SIAPA. (2014). Cap. 3 Alcantarillado Sanitario. En SIAPA, *Lineamientos Tecnicos para Factibilidades*. Mexico.

UNICEF/OMS. (2015). *El Salvador: estimates on the use of water sources and sanitation facilities 1980-2015*. UNICEF/OMS. Obtenido de [https://www.wssinfo.org/documents/?tx\\_displaycontroller%5Btype%5D=country\\_files](https://www.wssinfo.org/documents/?tx_displaycontroller%5Btype%5D=country_files)

## **Anexo 1: Datos de levantamiento topográfico.**

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
1	1000.0000	1000.0000	200.0000	PLG-1	46	997.9182	869.4259	207.3520	D
2	996.4936	962.8950	201.6610	PLG-2	47	998.7351	859.0328	207.7450	D
3	992.3016	865.6278	207.5460	PLG-3	48	1001.4260	1008.4391	200.0310	D
4	990.2465	840.4560	208.1610	PLG	49	994.2382	1007.1100	200.0840	D
5	984.9327	760.7882	211.3820	PLG	50	997.7915	1007.1975	200.0780	D
6	995.1236	1066.6408	195.2680	PLG	51	997.0269	1151.0127	191.6330	D
7	990.9714	1153.3250	191.5200	PLG	52	993.8323	1150.3961	191.6860	D
8	985.3626	1238.6368	188.0460	PLG	53	990.6663	1150.3745	191.6560	D
9	979.3465	758.5396	211.5240	D	54	996.6164	1158.8378	191.3010	D
10	979.6704	761.2399	211.4540	D	55	989.9351	1163.0661	191.1100	D
11	979.8881	764.2646	211.3760	D	56	989.4587	1170.8329	190.7630	D
12	981.0095	764.3637	211.2390	D	57	995.1356	1018.7867	200.1100	D
13	955.7571	764.1669	213.2370	D	58	1002.7634	1020.8821	200.1040	D
14	955.6384	761.1634	213.3880	D	59	1001.4839	1031.1571	198.1820	ASF
15	955.5967	758.2045	213.5210	D	60	995.1680	1031.1670	198.1650	ASF
16	949.2203	757.7735	213.5260	D	61	1001.3888	1060.0699	195.7120	CON
17	949.2179	760.4317	213.3570	D	62	1001.3134	1064.6104	195.4330	CON
18	949.1361	763.3679	213.1590	D	63	1001.1688	1068.8021	195.2000	CON
19	987.1944	765.2831	211.1660	D	64	1095.1679	1063.8539	197.3090	CON
20	995.4872	840.0524	208.1710	D	65	1102.1156	1064.5637	197.2110	CON
21	992.8326	840.6324	208.2420	D	66	1094.8785	1071.8970	196.6420	CON
22	991.7773	871.7478	207.2620	D	67	1101.8401	1072.2947	196.6520	CON
23	995.0886	871.7750	207.3310	D	68	994.7927	1068.5358	195.1720	CON
24	997.9202	871.9875	207.2170	D	69	995.0243	1060.6747	195.6480	CON
25	988.9191	843.9917	208.0500	D	70	959.8444	1067.8542	195.6170	CON
26	988.2608	839.1168	208.1260	D	71	959.7823	1064.6254	195.7420	CON
27	956.4023	838.8619	209.0470	D	72	959.6648	1061.4611	195.6930	CON
28	961.2832	835.6763	208.9910	D	73	886.6609	1066.6385	194.4040	CON
29	1034.2069	865.3428	208.5080	D	74	886.4941	1063.5388	194.5620	CON
30	1034.2946	870.3176	208.5060	D	75	886.7827	1060.2336	194.7340	CON
31	1034.8181	867.3191	208.4770	D	76	880.0660	1066.5439	194.3590	CON
32	1092.4321	866.4228	208.0610	D	77	879.3800	1063.1630	194.5680	CON
33	1096.9572	865.8822	208.0050	D	78	879.0067	1059.8060	194.7280	CON
34	1097.5952	872.9309	207.3980	D	79	853.8847	1059.8022	194.4010	CON
35	1092.5300	872.6972	207.4510	D	80	854.1905	1063.0183	194.4560	CON
36	1002.7071	962.5199	201.6350	D	81	854.3319	1066.2438	194.3790	CON
37	1003.3474	966.0195	201.4330	D	82	840.4741	1066.5685	193.1980	TIE
38	1003.5306	969.5300	201.2090	D	83	828.8071	1059.4516	193.1010	TIE
39	1067.3787	973.0031	201.5710	D	84	819.3960	1064.6171	192.9790	TIE
40	1067.8416	970.3295	201.6720	D	85	840.9586	1061.2582	193.4170	PLG
41	1069.1236	966.4831	201.9140	D	86	844.5031	1062.9006	193.6240	PLG
42	1095.1620	974.3019	200.4980	D	87	995.2506	1168.3311	190.9180	PLG
43	1094.9256	970.7303	200.6520	D	88	1049.5443	1153.6127	192.3170	D
44	1102.2609	969.4481	200.9920	D	89	1049.2818	1156.7192	192.3760	D
45	1101.9623	974.9560	200.7660	D	90	1048.9822	1159.9826	192.2850	D

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
91	1092.7624	1155.1440	192.0260	D	136	789.3068	1241.4276	182.0960	CON
92	1099.7037	1155.1173	192.0510	D	137	759.4146	1241.6631	179.9720	CON
93	1099.5844	1162.0198	191.7580	D	138	759.4992	1245.0281	180.0570	CON
94	1092.7299	1161.5937	191.7380	D	139	723.3145	1242.6093	180.2700	CON
95	1127.5543	1157.2126	193.9090	TIE	140	723.1078	1248.2302	180.2910	CON
96	1127.3215	1159.1855	193.7550	TIE	142	703.0227	1243.9850	179.6050	CON
97	1126.6804	1162.4988	193.7400	TIE	143	694.4060	1248.7226	179.3510	CON
98	1168.9571	1160.6373	195.1660	TIE	144	989.7034	1273.5507	186.7600	CON
99	1001.9804	1158.3005	191.6970	D	145	992.1348	1346.2849	183.9790	PLG
100	1002.2251	1151.9639	191.7580	D	146	986.5689	1285.5226	186.2800	CON
101	1002.4893	1155.1364	191.7740	D	147	992.7237	1285.4993	186.2720	CON
102	947.8762	1164.9796	190.7780	ADO	148	989.6376	1285.5208	186.3290	CON
103	948.0097	1168.2769	190.8940	ADO	149	992.3898	1321.6756	185.2650	CON
104	948.1101	1171.4557	190.8100	ADO	150	992.2736	1328.4514	185.2690	CON
105	891.1029	1173.0425	188.7750	ADO	151	992.2357	1330.7348	185.2510	CON
106	890.7239	1166.0466	189.0400	ADO	152	986.1270	1330.7837	185.2370	CON
107	884.4194	1167.2681	188.9890	ADO	153	989.1970	1330.7626	185.2810	CON
108	884.5917	1173.3986	188.7640	ADO	154	986.0438	1341.2622	184.1470	CON
109	887.8026	1170.0004	189.0050	ADO	155	985.4274	1345.3054	183.9380	CON
110	840.9926	1168.0466	187.7220	CON	156	986.9313	1348.9743	183.7700	ASF
111	841.3511	1171.3491	187.7830	CON	157	993.2083	1349.0568	183.7340	ASF
112	841.7107	1174.4475	187.7560	CON	158	989.6037	1349.1676	183.7280	ASF
113	790.3552	1175.9051	184.7230	CON	159	992.7819	1343.2608	184.1880	ASF
114	786.1934	1170.8104	184.5800	CON	160	892.8974	1337.2900	181.5440	PLG
115	764.3078	1171.7365	184.0030	CON	161	898.2209	1340.0416	181.6700	ADO
116	764.1928	1174.7299	184.0280	CON	162	899.7367	1333.6857	181.7090	ADO
117	764.1874	1176.7319	183.9840	CON	163	941.0822	1335.1285	182.6520	ADO
118	713.2317	1174.5745	184.0580	PLG	164	942.1264	1340.9351	182.7000	ADO
119	985.2528	1233.4510	188.2340	CON	165	956.8547	1336.6067	183.1110	ADO
120	985.0914	1239.8827	188.0070	CON	166	955.8148	1342.4692	183.1140	ADO
121	991.3540	1240.3724	187.9730	CON	167	1078.5544	1347.6953	185.3360	TIE
122	991.6028	1233.5776	188.2080	CON	168	1087.1770	1331.5296	186.1650	TIE
123	1086.5839	1235.2871	189.2050	CON	169	993.2064	1439.6665	180.3290	PLG
124	1086.6337	1228.7744	189.2110	CON	170	989.8516	1530.1091	176.8320	PLG
125	1086.6376	1228.7738	189.2100	CON	171	989.4908	1536.0330	176.5270	ASF
126	1091.4254	1228.5018	189.2500	ADO	172	989.2666	1528.5101	176.8280	ASF
127	1097.0573	1228.5594	189.2540	ADO	173	995.6409	1536.9430	176.5810	ASF
128	1096.8725	1234.6793	188.9900	ADO	174	995.4737	1529.0801	176.8850	ASF
129	893.6445	1242.3873	186.1410	ASF	175	992.5305	1531.6000	176.8170	ASF
130	893.5929	1236.7335	186.3200	ASF	176	993.5021	1442.3462	180.2250	ASF
131	887.2741	1236.9096	186.4340	ADO	177	993.3508	1434.4889	180.5400	ASF
132	886.8355	1240.5009	186.3030	ADO	178	986.9034	1435.1994	180.4730	ASF
133	796.3587	1240.9113	182.4790	CON	179	986.8557	1442.2746	180.1980	ASF
134	795.3573	1244.0357	182.4990	CON	180	990.2068	1438.8535	180.4030	ASF
135	787.6185	1244.6160	182.0160	CON	181	892.3821	1333.6119	181.5940	ADO

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
182	890.3672	1340.1160	181.4850	ADO	232	690.0013	1023.9019	191.0410	BARRANCA
183	892.2358	1315.3888	183.4000	ADO	233	688.0671	1029.7135	190.9870	BARRANCA
184	895.4003	1315.2450	183.4670	ADO	234	689.1453	1026.8994	190.9630	BARRANCA
185	898.3712	1315.2441	183.4340	ADO	235	716.5697	1039.1364	191.0250	D
186	897.5943	1300.8591	183.4950	ADO	236	720.4607	1034.1447	191.2620	D
187	895.1747	1300.9569	183.5020	ADO	237	722.9193	1041.6602	191.2800	D
188	891.2136	1301.1814	183.4470	ADO	238	574.1901	1042.4651	188.9020	PLG
189	893.9389	1243.5553	186.1390	ADO	239	579.1843	1050.8774	188.4570	CON
190	887.5662	1243.6441	186.2270	ADO	240	579.8569	1044.5240	188.7980	CON
191	796.6010	1338.6590	177.6240	PLG	241	572.6104	1054.3458	188.1990	CON
192	897.3058	1435.8884	177.4650	CON	242	578.4858	1066.5292	187.5270	CON
193	894.9280	1434.7361	177.3850	CON	243	585.1569	995.4945	191.3170	CON
194	839.9917	1339.2949	179.8000	CON	244	578.6942	996.8104	191.2030	CON
195	840.2225	1336.3050	179.8850	CON	245	481.2194	967.4372	188.2920	PLG
196	840.2844	1333.3282	179.7860	CON	246	479.4968	967.5696	188.2490	D
197	803.4812	1339.1734	177.9140	CON	247	482.2905	963.2543	188.3690	D
198	802.8267	1333.5838	177.9760	CON	248	490.4115	965.4074	188.6560	D
199	795.9997	1333.4557	177.6800	CON	249	488.4966	970.4637	188.3840	D
200	840.3496	1066.4115	193.2100	D	250	595.7220	888.3468	195.7090	PLG
201	834.8009	1068.9684	192.9310	D	251	591.0820	902.5535	194.9440	CON
202	834.6290	1142.8319	189.6020	D	252	598.4398	903.9128	195.0670	CON
203	829.5283	1143.5639	189.6520	D	253	594.9082	919.8792	194.5970	CON
204	826.0079	1062.0282	192.9230	D	254	589.5263	917.6583	194.6520	CON
205	819.7974	1063.0807	192.8090	D	255	498.4101	936.8138	190.2070	TIE
206	835.4294	1014.4030	196.0290	D	256	494.9231	935.9753	190.2160	TIE
207	838.3462	1014.3562	196.1220	D	257	492.4849	934.2696	189.9280	TIE
208	831.5990	981.1462	198.3080	D	258	477.0538	1000.6565	187.3200	TIE
209	836.0411	981.8398	198.2140	D	259	471.6078	998.2417	187.2530	TIE
210	817.7029	1069.3810	192.6000	D	260	434.0366	954.2046	187.3850	TIE
211	781.7600	1062.2151	192.2280	D	261	434.8011	951.9303	187.5600	TIE
212	776.0790	1060.1915	192.0760	D	262	435.6700	949.6795	187.5730	TIE
213	777.6275	1053.3299	192.0970	D	263	588.1943	1162.6029	183.0400	PLG
214	775.9428	1058.8301	192.1960	PLG	264	588.1307	1161.3048	183.0950	CON
220	771.8737	1050.9885	192.2020	D	265	588.4412	1168.4711	182.7530	CON
221	792.8086	1006.9927	195.6900	D	266	582.1732	1167.7812	182.8440	CON
222	787.7123	1005.4613	195.6220	D	267	581.8171	1160.2466	183.1730	CON
223	776.2183	1149.2441	187.1950	D	268	585.2013	1164.4677	183.0120	CON
224	771.2897	1149.2242	187.0060	D	269	588.4665	1244.6792	178.9890	PLG
225	646.5649	1010.7159	192.0130	PLG	270	588.4589	1243.0590	179.0890	CON
226	579.5489	990.0491	191.5520	PLG	271	588.4958	1249.7896	178.8420	CON
227	579.7918	988.1041	191.6550	D	272	579.6534	1083.8000	186.7180	CON
228	585.9189	988.3394	191.7090	D	273	576.5609	1084.0093	186.8000	CON
229	644.0580	1008.2906	191.9260	D	274	573.5212	1084.2281	186.7930	CON
230	646.8457	1009.2190	191.9370	D	275	572.2198	1066.3401	187.5480	CON
231	650.1412	1010.2656	191.8810	D	276	578.4674	1066.5349	187.5510	CON

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
277	640.3161	1065.1291	189.0500	TIE	323	696.4426	1275.4315	178.5720	CON
278	645.9347	1067.0413	188.9400	TIE	324	707.6461	1243.0587	179.7340	CON
279	643.7750	1071.9054	188.8180	TIE	325	701.0377	1243.2721	179.5140	CON
280	640.4276	1068.0113	189.1500	TIE	326	714.4258	1168.2434	184.2180	CON
281	582.9412	1245.4023	178.9910	PLG	327	712.1693	1155.9643	184.5350	CON
282	467.7353	1150.8306	181.4940	PLG	328	716.4921	1087.3032	188.3420	CON
283	467.0113	1150.4443	181.5080	CON	329	651.4936	1249.9609	178.5840	CON
284	621.2388	1162.7668	182.8200	CON	330	650.3737	1244.1409	178.5900	CON
285	621.2595	1165.9672	182.8910	CON	331	650.5414	1247.0838	178.6160	CON
286	621.2450	1169.2190	182.8550	CON	332	624.6725	1247.9031	177.8560	CON
287	666.0941	1170.6564	181.4860	CON	333	624.5525	1244.8412	177.7710	CON
288	666.3627	1167.5783	181.5530	CON	334	624.4445	1250.7289	177.7620	CON
289	667.1991	1164.4936	181.5400	CON	335	602.6455	1250.8971	178.7730	CON
290	707.9004	1167.4702	184.1290	CON	336	602.6495	1247.8902	178.8530	CON
291	706.6170	1170.7278	184.1460	CON	337	602.6507	1244.8706	178.7730	CON
292	812.7551	1434.9133	173.3210	CON	338	759.1879	1247.5678	179.9450	CON
293	805.5687	1436.1630	173.0040	CON	339	759.4231	1244.5813	180.0570	CON
294	810.3171	1444.4175	172.7870	CON	340	789.7497	1247.5648	182.1110	CON
295	806.2550	1444.4453	172.4260	CON	341	789.6972	1244.2195	182.1280	CON
296	814.7654	1442.5646	173.3120	CON	342	796.0194	1247.0170	182.4480	CON
297	810.5588	1439.0411	173.0960	CON	343	724.6665	1248.4981	180.2850	CON
298	794.6368	1298.1567	179.8980	CON	344	724.3829	1245.3808	180.3590	CON
299	797.6662	1298.0353	179.9140	CON	345	724.2713	1242.5471	180.2720	CON
300	800.4398	1297.7151	180.0610	CON	346	472.8828	1143.3387	181.7230	D
301	800.0769	1289.4057	181.1340	CON	347	473.2074	1150.0393	181.5420	D
302	794.2386	1286.6076	181.0880	CON	348	467.6038	1140.2353	181.7360	D
303	799.5587	1285.0371	181.1720	CON	349	464.6804	1096.6792	182.6160	D
304	793.5946	1282.4681	181.3420	CON	350	457.7566	1241.7970	177.4090	D
305	796.4669	1284.8846	181.3090	CON	351	457.1012	1245.8568	177.3250	CON
306	788.7628	1195.4398	184.6340	CON	352	452.2594	1243.8879	177.3800	CON
307	791.9127	1195.4547	184.5830	CON	353	449.1166	1264.8638	176.9310	CON
308	696.8682	1333.6283	172.2370	CON	354	448.2789	1270.2124	176.4880	CON
309	690.2590	1333.7236	172.0530	CON	355	454.4436	1270.6039	176.5080	CON
310	689.3342	1336.9108	172.1310	CON	356	454.5373	1264.6880	176.9600	CON
311	688.9644	1339.6629	172.0460	CON	357	454.2703	1276.1484	175.6780	CON
312	697.4502	1339.9465	172.2050	CON	358	448.3950	1275.5478	175.6540	CON
313	664.0010	1334.1531	171.8070	CON	359	451.3707	1275.8209	175.7400	CON
314	664.0633	1337.3203	171.8290	CON	360	444.5578	1345.0394	172.8690	PLG
315	588.6918	1335.6954	173.1120	PLG	361	445.7970	1331.3871	173.3350	CON
316	706.2448	1249.2123	179.6470	CON	362	448.5406	1331.5278	173.3950	CON
317	699.3446	1249.2856	179.4580	CON	363	453.7545	1282.8067	175.3340	CON
318	697.3604	1267.0358	179.0690	CON	364	587.2036	1334.4517	173.1210	PLG
319	696.5647	1272.0562	178.8500	CON	365	588.8950	1334.4046	173.0820	CON
320	702.4650	1272.0057	178.9070	CON	366	588.2688	1340.3978	173.1080	CON
321	703.2502	1267.8223	179.0840	CON	367	581.5450	1334.5676	173.2760	CON
322	702.3085	1274.3495	178.6780	CON	368	582.0878	1340.9440	173.2390	CON

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
369	585.2389	1337.6988	173.2180	CON	415	516.3452	1439.0782	168.6800	D
370	529.0050	1341.9792	174.0850	CON	416	526.1803	1439.7688	168.8350	D
371	529.0827	1338.9011	174.1860	CON	417	526.6558	1433.7537	168.9810	D
372	521.2626	1342.8024	173.9680	CON	418	352.8034	1437.8422	168.1350	D
373	450.5939	1344.9493	172.8770	CON	419	352.8533	1431.8456	168.3810	D
374	451.2970	1338.3713	172.9820	CON	420	346.8946	1431.6155	168.4500	D
375	448.1783	1337.8893	172.9520	CON	421	346.7312	1437.7435	168.1860	D
376	444.6760	1338.7017	172.9090	CON	422	254.9704	1437.0016	166.1220	D
377	446.8987	1432.1616	169.4600	PLG	423	255.2990	1431.6248	166.2940	D
378	446.9746	1430.3132	169.4870	CON	424	249.1876	1431.8671	166.2820	D
379	441.2381	1430.7887	169.4670	CON	425	249.0571	1435.1335	166.1440	D
380	440.9052	1437.8289	169.3440	CON	426	260.4199	1434.2315	166.5080	D
381	446.6508	1437.9743	169.3480	CON	427	445.6954	1454.0054	167.3650	D
382	443.8473	1433.9358	169.4860	CON	428	439.7462	1454.5124	167.3480	D
383	355.2852	1340.5714	171.9920	CON	429	442.6852	1454.5221	167.4290	D
384	354.7720	1346.9868	171.9820	CON	430	433.3378	1538.4783	164.3460	D
385	355.5589	1343.4931	172.1150	CON	431	439.1006	1538.6667	164.3380	D
386	348.8745	1340.7969	171.9180	CON	432	438.5257	1545.0183	164.1680	D
387	348.4293	1347.3066	171.9350	CON	433	432.9929	1544.7858	164.2000	D
388	354.8005	1341.5893	172.0150	PLG	434	438.2945	1539.2246	164.3400	PLG
389	614.4492	814.7391	201.3620	CON	435	515.8631	1546.8557	163.1350	TIE
390	619.5940	816.5383	201.3200	CON	436	516.7481	1540.5811	163.3120	TIE
391	621.6135	808.8880	202.0360	CON	437	519.8968	1543.1357	163.3160	TIE
392	615.9355	807.6268	202.0740	CON	438	522.5623	1541.0298	163.0860	TIE
393	627.9346	760.7741	205.4010	CON	439	522.5253	1547.1448	162.8940	TIE
394	632.2625	762.0680	205.4240	CON	440	399.2128	1542.4330	165.0920	CON
395	641.7829	721.2454	207.9170	CON	441	399.4963	1539.4942	165.1890	CON
396	637.5601	719.8395	207.9610	CON	442	399.7789	1536.4222	165.0650	CON
397	645.2378	709.1832	208.7910	CON	443	348.3579	1539.3702	163.8040	CON
398	640.7309	706.9573	208.8400	CON	444	348.7120	1532.9159	163.9480	CON
399	662.5409	653.5546	212.0450	CON	445	341.8548	1538.7311	163.7950	CON
400	659.1216	653.4571	211.9160	CON	446	342.3362	1532.1919	163.9650	CON
401	665.2805	636.9530	213.0570	CON	447	315.4634	1531.0083	164.1370	CON
402	668.1666	630.0363	213.5150	CON	448	315.3310	1537.3601	164.1380	CON
403	531.0764	1335.9973	174.1660	CON	449	248.3737	1528.4042	161.8610	CON
404	525.1135	1336.2245	174.1360	CON	450	247.9704	1534.2048	161.6420	CON
405	588.1826	1262.2891	178.3660	PLG	451	242.1253	1533.8504	161.6510	CON
406	576.9026	1504.5470	165.7110	PLG	452	242.4700	1527.7187	161.9140	CON
407	580.5782	1499.3205	165.7840	D	453	430.0945	1586.0537	162.8980	TIE
408	573.9374	1499.6254	165.8420	D	454	434.0449	1586.3329	162.8270	TIE
409	577.2055	1499.4850	165.7830	D	455	427.8865	1642.4161	158.0760	TIE
410	583.4602	1442.7273	169.4820	D	456	518.9615	1548.4589	163.1050	PLG
411	576.5460	1442.9006	169.4600	D	457	522.5294	1508.6004	164.4010	D
412	577.2876	1436.1394	169.5480	D	458	520.1541	1509.0282	164.5140	D
413	584.3301	1436.7710	169.5940	D	459	517.3198	1509.4329	164.3080	D
414	516.6312	1433.2843	168.9250	D	460	523.0623	1499.9506	164.6210	D

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
461	517.3782	1500.5732	164.6150	D	507	331.3494	1740.1068	151.5940	D
462	628.1394	1551.9853	163.3700	D	508	307.9854	1739.7090	153.6340	D
463	627.8600	1549.7786	163.5310	D	509	308.2546	1736.3883	153.8320	D
464	628.4735	1596.1252	162.1800	D	510	235.7547	1726.0649	154.4440	D
465	596.7874	1602.8412	161.6920	D	511	235.7831	1729.8420	154.3160	D
466	595.6734	1597.2668	161.7280	D	512	232.7784	1727.8839	154.3070	D
467	596.0823	1600.2864	161.6130	D	513	231.7728	1725.4670	154.2950	D
468	524.1799	1599.2267	160.5230	D	514	426.4005	1745.0701	154.7460	PLG
469	524.4759	1606.0385	160.2620	D	515	482.4065	1700.1522	156.0380	D
470	525.1379	1648.3333	158.7370	D	516	484.6843	1706.0166	156.0110	D
471	524.2666	1654.1454	158.4950	D	517	436.1520	1698.3533	155.7990	D
472	527.3473	1652.4913	158.7040	PLG	518	435.1631	1747.5214	154.3570	PLG
473	523.7350	1648.9210	158.6760	PLG	519	426.9759	1698.9069	155.7210	TIE
474	518.6373	1585.6914	160.8500	D	520	426.7445	1691.7142	155.8940	TIE
475	523.9403	1584.9254	160.9230	D	521	427.1158	1640.3484	158.0980	TIE
476	523.0772	1556.3444	162.4870	D	522	426.8103	1646.6978	157.6750	TIE
477	522.3910	1550.3218	162.7090	D	523	430.8999	1643.1849	157.9100	TIE
478	565.1833	1554.5113	163.2150	D	524	329.2168	1744.1720	151.1410	PLG
479	564.1217	1549.2466	163.4210	D	525	331.1997	1741.4536	151.4960	PLG
480	621.6757	1644.8185	160.8330	TIE	526	341.1807	1639.6900	158.6650	CON
481	622.1140	1650.2452	160.6690	TIE	527	341.8892	1631.3777	159.3380	CON
482	620.6982	1648.0749	160.6360	TIE	528	336.0197	1631.6794	159.3620	CON
483	609.2487	1694.5741	158.8740	TIE	529	335.5721	1639.1390	158.7590	CON
484	604.5888	1699.8121	158.7080	TIE	530	325.9582	1756.1232	149.5900	CON
485	573.9915	1695.7562	158.8730	TIE	531	328.5464	1756.2295	149.6530	CON
486	574.2435	1701.0741	158.7850	TIE	532	331.0126	1756.4928	149.5900	CON
487	573.7372	1698.4474	158.8580	TIE	533	317.9811	1822.4382	146.3900	CON
488	519.1687	1697.3737	157.2100	TIE	534	322.4702	1822.3378	146.4260	CON
489	518.1092	1703.0854	157.0410	TIE	535	317.1225	1848.9052	145.5100	CON
490	513.5583	1702.0831	156.9180	TIE	536	316.5917	1858.2903	145.2240	TIE
491	507.7253	1761.4554	156.0220	TIE	537	316.4163	1892.5471	144.3340	PLG
492	504.5850	1758.2470	156.0300	TIE	538	316.9125	1884.2742	144.5790	PLG
493	504.8025	1760.0210	156.0010	PLG	539	322.8444	1918.4293	145.2800	PLG
494	507.3926	1754.7408	156.1370	PLG	540	318.6042	1913.5238	144.3920	PLG
495	434.5589	1751.5789	154.3010	D	541	315.0413	1913.3199	144.1130	D
496	434.6116	1747.4013	154.3220	D	542	314.2495	1918.6611	144.1570	D
497	426.0424	1750.2269	154.6250	D	543	320.7882	1896.1144	144.1370	D
498	425.3541	1744.5209	154.7760	D	544	276.1442	1917.8686	143.0310	PLG
499	427.5437	1747.7573	154.6770	D	545	281.8821	1917.8610	143.2180	PLG
500	361.1863	1742.6260	153.0530	D	546	332.6634	1918.4353	146.2850	EMPE
501	361.0399	1744.6027	153.0090	D	547	331.6379	1921.7987	146.1410	EMPE
502	360.6405	1746.2660	153.0160	D	548	332.0930	1920.2364	146.3050	EMPE
503	333.8502	1741.9248	151.3460	D	549	341.9724	1922.3502	146.6620	EMPE
504	334.1835	1738.9668	151.6680	D	550	406.1836	1935.5031	144.8140	EMPE
505	328.9437	1738.4378	151.6690	D	551	399.7876	1937.6727	144.5080	EMPE
506	328.6236	1741.4950	151.3510	D	552	403.8599	1939.5716	144.5680	PLG

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
553	399.2147	1936.6355	144.5830	PLG	599	903.2387	1519.8821	176.2510	CON
554	410.9251	1983.1077	142.5710	PLG	600	903.1964	1523.7052	176.2020	CON
555	408.8190	1978.2482	142.7680	D	601	991.8869	1614.4458	172.8370	ASF
556	414.7705	1981.9125	142.9680	D	602	998.1026	1614.3131	172.7900	ASF
557	415.5173	1978.0840	143.3800	D	603	998.1019	1671.0654	168.2120	ASF
558	409.1451	1972.3221	143.1760	D	604	992.8959	1672.6212	168.1120	ASF
559	412.4817	1970.6351	143.5100	D	605	998.5273	1717.9662	166.0310	PLG
560	403.2700	1950.5269	144.2200	D	606	1001.1177	1712.1692	165.6410	PLG
561	408.2116	1949.9465	144.3090	D	607	1021.9045	1778.2057	162.5840	ASF
562	481.6871	2008.2501	141.7560	PLG	608	1062.5883	1892.2222	156.4050	PLG
563	475.6297	2007.2113	141.7570	TIE	609	1060.3803	1887.0655	156.4970	VAT
564	467.5264	2003.4622	141.7970	TIE	610	1031.7135	1809.0202	160.8090	ASF
565	466.8413	2009.2039	141.7790	TIE	611	1028.9007	1809.6376	160.9830	ASF
566	447.2281	2001.7323	142.6340	TIE	612	1026.6270	1810.4449	160.9030	ASF
567	448.3694	1996.9341	142.4140	TIE	613	1014.1876	1774.7989	162.8900	ASF
568	433.8189	1994.9478	143.0130	TIE	614	1068.7340	1881.8560	156.3090	ASF
569	434.8594	1991.0963	143.0820	TIE	615	1073.2642	1889.4842	156.1520	ASF
570	421.2235	1982.0592	143.3650	TIE	616	1018.1458	1897.6768	160.3800	PLG
571	521.7119	2000.0772	142.2170	PLG	617	1017.9964	1902.0578	160.2630	VAT
572	518.4492	2007.2171	142.0050	TIE	618	1030.0471	1900.1979	159.6040	TIE
573	515.5524	2002.5557	141.8740	TIE	619	1029.1440	1896.5972	159.6710	TIE
574	505.8549	2005.0439	141.6640	TIE	620	931.0194	1894.5247	158.3130	TIE
575	503.2726	2013.0153	141.6720	TIE	621	930.2627	1898.8685	158.1980	TIE
576	451.2400	2004.2672	142.3280	TIE	622	853.6713	1895.5627	156.6310	TIE
577	446.2772	1998.5843	142.4850	TIE	623	854.1132	1890.7607	156.6920	TIE
578	438.1315	1998.2639	143.0150	TIE	624	751.9933	1894.4920	156.1090	TIE
579	1083.1493	1433.1752	181.0330	D	625	740.4232	1895.1158	156.0360	PLG
580	1085.5276	1432.7798	181.0280	D	626	744.6882	1893.8702	155.9890	VAT
581	1088.8333	1432.8206	181.1240	D	627	753.2449	1898.4879	155.9230	TIE
582	1088.1470	1439.1320	180.9220	D	628	707.1405	1908.4706	155.7560	TIE
583	1085.7627	1439.2496	180.8490	D	629	709.7676	1912.4188	155.6250	TIE
584	1083.0209	1439.4034	180.9800	D	630	681.7584	1922.2535	155.2950	TIE
585	933.8267	1434.7043	179.3330	D	631	684.1214	1926.2797	155.5240	TIE
586	933.7381	1440.4792	179.2230	D	632	676.8970	1925.2887	155.2160	TIE
587	898.3393	1441.4553	177.3370	D	633	679.7256	1928.6205	155.3620	TIE
588	891.7787	1441.5109	177.2310	D	634	644.1010	1945.7047	154.1370	TIE
589	891.3957	1435.7782	177.2450	D	635	625.0063	1956.9637	153.2180	PLG
590	1084.1939	1538.6872	175.8980	TIE	636	631.5686	1953.6975	153.7100	VAT
591	1089.7740	1539.2020	176.1790	TIE	637	640.8032	1952.4366	154.1390	TIE
592	1088.4122	1544.3368	175.7610	TIE	638	621.2940	1961.6591	152.8670	TIE
593	1085.4182	1544.3378	175.6740	TIE	639	619.5536	1958.3481	152.7790	TIE
594	1169.2801	1547.7506	176.5340	TIE	640	579.6369	1976.0487	148.4410	TIE
595	1168.9141	1551.1426	176.4090	TIE	641	580.5562	1978.4945	148.3370	TIE
596	903.6436	1527.1050	176.1630	CON	642	581.3267	1979.7687	148.4270	TIE
597	897.5599	1527.2500	176.1710	CON	643	555.4693	1991.3048	145.3870	TIE
598	897.1678	1519.2319	176.2890	CON	644	554.3136	1989.7928	145.3420	TIE

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
645	554.3050	1989.7626	145.3430	TIE	691	-153.6136	2058.5632	122.4020	TIE
646	552.7709	1988.3536	145.1610	TIE	692	-155.2897	2055.2675	122.4010	TIE
647	523.6533	2007.7789	141.9470	TIE	693	-159.9687	2061.4766	121.8370	TIE
648	243.9473	1922.3209	141.6770	TIE	694	-165.3912	2061.7965	121.2990	PLG
649	243.7283	1920.1642	141.7700	TIE	695	-161.3325	2060.8627	121.7330	VAT
650	243.0804	1918.0810	141.6510	TIE	696	-162.9375	2057.1538	121.5810	PIE
651	238.3795	1918.7482	141.4160	TIE	697	-183.9029	2061.1493	119.1460	PIE
652	237.4032	1922.5257	141.3950	TIE	698	-181.5985	2065.7844	119.1500	PIE
653	213.3374	1923.7690	139.6120	TIE	699	-205.2703	2071.3661	118.5030	PLG
654	212.1047	1921.6725	139.6480	TIE	700	-191.8602	2072.9505	118.2120	EMP
655	211.2139	1919.5433	139.4960	TIE	701	-205.9813	2083.9440	118.0040	TIE
656	187.2013	1921.5834	138.4290	TIE	702	-209.9245	2081.4589	117.9500	TIE
657	187.4384	1923.1476	138.3940	TIE	703	-216.1497	2087.1064	117.9380	TIE
658	187.7577	1925.1021	138.3600	TIE	704	-214.4468	2090.8781	117.8410	TIE
659	143.9713	1927.8182	136.1920	PLG	705	-225.4179	2096.1244	118.1850	PLG
660	149.6711	1926.7332	136.5570	VAT	706	-222.3196	2094.2694	118.0520	PLG
661	162.4634	1924.9639	137.1240	D	707	-235.0057	2096.8085	118.7920	PIE
662	163.0536	1926.5947	137.0200	D	708	-233.6763	2101.6267	118.8840	PIE
663	163.9647	1928.4139	137.2170	D	709	-250.9610	2109.5117	120.6820	PIE
664	147.7371	1930.8217	136.3490	D	710	-252.5151	2105.5096	120.6670	PIE
665	139.7627	1932.4799	136.1700	D	711	-334.7966	2137.8337	122.4850	PLG
666	115.5048	1934.9390	134.7800	D	712	-330.9829	2136.8481	122.3950	PLG
667	114.6004	1932.6653	134.7650	D	713	-326.3947	2140.0985	122.0540	TIE
668	91.2287	1934.8123	133.4990	D	714	-329.1621	2135.4681	122.3350	TIE
669	90.6174	1938.6487	133.2950	D	715	-339.5526	2132.5577	122.7800	TIE
670	72.5330	1942.3114	132.8200	D	716	-340.2301	2142.5840	122.6570	TIE
671	71.2511	1938.1996	132.7610	D	717	-357.3772	2191.0453	122.0830	TIE
672	47.6938	1946.6334	131.8930	D	718	-362.0875	2195.3637	121.8100	TIE
673	51.3792	1948.6099	131.8830	D	719	-362.6898	2190.6292	121.8740	TIE
674	39.1968	1951.0758	131.1750	PLG	720	-442.0851	2387.9738	117.2110	PLG
675	42.0281	1949.5854	131.5660	VAT	721	-442.8845	2382.7161	117.0110	PLG
676	51.6591	1950.0699	131.9310	VAT	722	-466.7915	2308.2653	119.1970	TERR
677	49.7479	1945.7684	131.9690	D	723	-471.8691	2311.5079	119.0130	TERR
678	-3.7416	1968.1908	129.0090	D	724	-622.4951	2369.5850	115.6110	TERR
679	-1.9124	1971.3767	129.0440	D	725	-643.3679	2395.6563	114.6580	TERR
680	-25.0083	1980.9092	128.4250	D	726	-654.6906	2430.4014	113.7450	TERR
681	-26.4810	1977.9905	128.4410	D	727	-709.5747	2532.9386	110.7550	TERR
682	-50.4453	1990.4526	127.7660	D	728	-710.1655	2542.0676	110.6550	TERR
683	-48.4057	1991.8779	127.9130	D	729	-702.8389	2549.0201	110.2990	TERR
684	-72.5263	2004.1018	126.7940	PLG	730	-705.8299	2566.5290	109.9800	TERR
685	-67.5713	2000.3495	126.9380	VAT	731	-681.4136	2589.0784	108.8430	TERR
686	-45.6704	1992.7429	127.9350	TIE	732	-674.0149	2605.3518	105.0240	TERR
687	-133.2191	2039.3378	124.0660	TIE	733	-651.0629	2622.0921	104.6440	TERR
688	-129.8617	2044.4272	123.9200	TIE	734	-573.3255	2616.1759	106.7280	TERR
689	-143.5557	2053.8952	122.7840	TIE	735	-554.3721	2599.4228	107.6410	TERR
690	-147.3920	2049.8078	122.9740	TIE	736	-544.9375	2580.0759	108.2650	TERR

#	Este	Norte	Elevación	Descripción	#	Este	Norte	Elevación	Descripción
737	-512.7208	2555.3469	108.5320	TERR	757	254.6106	1341.5305	167.4450	CON
738	-493.0868	2541.5259	108.9880	TERR	758	257.9212	1339.2312	167.5200	CON
739	-443.1408	2521.1374	108.7710	TERR	759	560.3006	1262.4530	178.7570	ADO
740	-427.9661	2493.1646	109.9730	TERR	760	560.7872	1259.0346	178.7530	ADO
741	-389.9452	2479.0632	111.4610	TERR	761	548.3914	1260.4976	178.8960	ADO
742	-345.6724	2465.1362	111.2270	TERR	762	548.8319	1257.1029	178.8940	ADO
743	-344.5317	2441.6624	111.9610	TERR	763	522.9532	1256.0467	178.3010	ADO
744	-336.5514	2373.5047	113.7560	TERR	764	522.9903	1253.1937	178.3230	ADO
745	-334.9535	2344.1376	114.0890	TERR	765	514.4549	1256.2054	178.0190	ADO
746	-315.4550	2323.9747	114.6570	TERR	766	514.8631	1253.3750	178.0030	ADO
747	-333.8054	2290.5243	116.0600	TERR	767	489.6660	1252.4445	177.5250	ADO
748	-316.2664	2247.7206	116.7920	TERR	768	490.7175	1249.2462	177.5240	ADO
749	-351.4252	2186.8613	119.8910	TERR	769	477.3892	1247.7152	177.4540	ADO
750	-418.8960	2261.9264	118.1000	TERR	770	879.0195	994.5055	198.2100	ADO
751	357.3567	1253.7875	174.8490	CON	771	883.1177	995.7173	198.2500	ADO
752	353.0117	1253.5749	174.8320	CON	772	276.1722	1923.3141	143.0310	PLG
753	355.6503	1249.3464	174.9420	CON	773	281.9101	1923.3065	143.2180	PLG
754	353.8410	1247.8709	175.0670	CON	774	1012.3655	1712.6946	165.6410	PLG
755	261.9329	1343.6656	168.0680	CON	775	1028.2295	1777.8159	162.5840	ASF
756	261.7970	1337.7613	167.8360	CON					



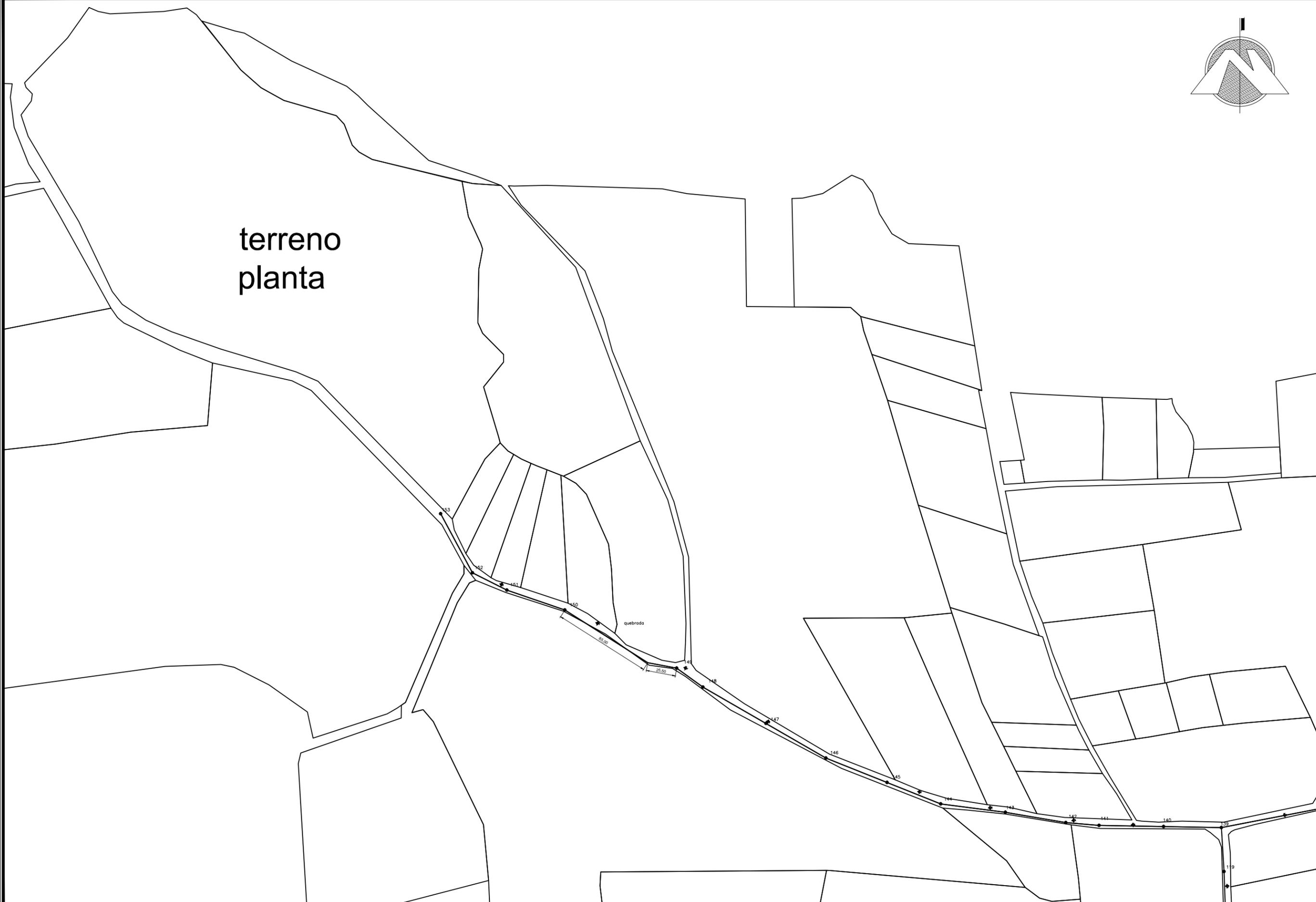


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
 OCCIDENTE  
 PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

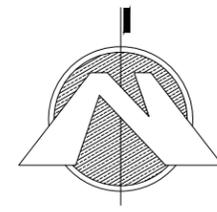
PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 DISTRIBUCIÓN DE  
 ALCANTARILLADO SANITARIO  
 VISTA EN PLANTA  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE  
 AHUACHAPÁN

ESCALA: 1:3000  
 FECHA: 2017  
 FIGURA: ANEXO 2 (2/3)



terreno  
planta



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
OCCIDENTE  
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO: DISTRIBUCIÓN DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
VISTA EN PLANTA  
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE  
AHUACHAPÁN

ESCALA: 1:3000  
FECHA: 2017  
FIGURA: ANEXO 2 (3/3)

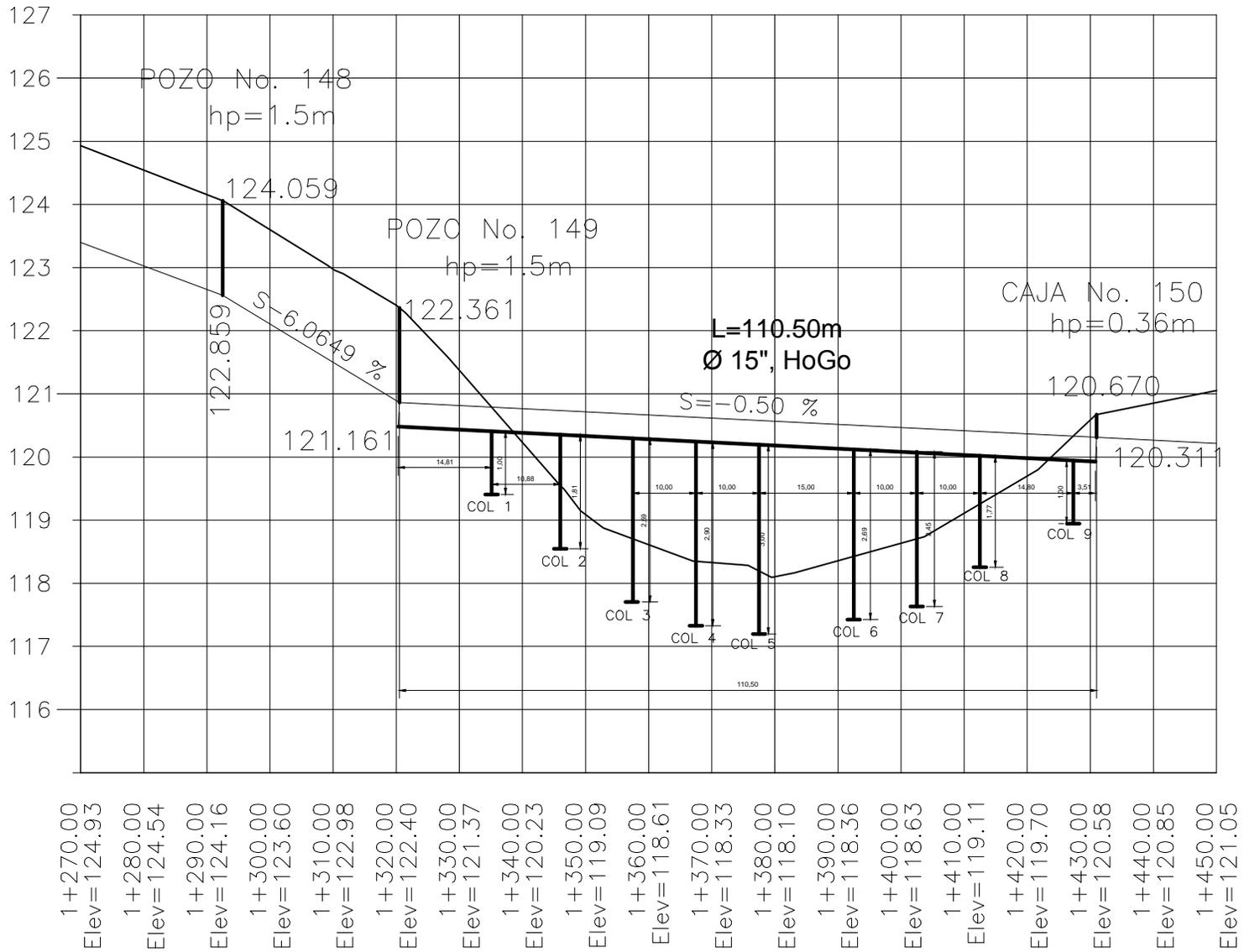


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:  
 PERFIL PASO AÉREO  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 2017  
 FIGURA:  
 ANEXO 3



## Calle a planta de tratamiento

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

ESCALA VERTICAL 1 : 100



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:

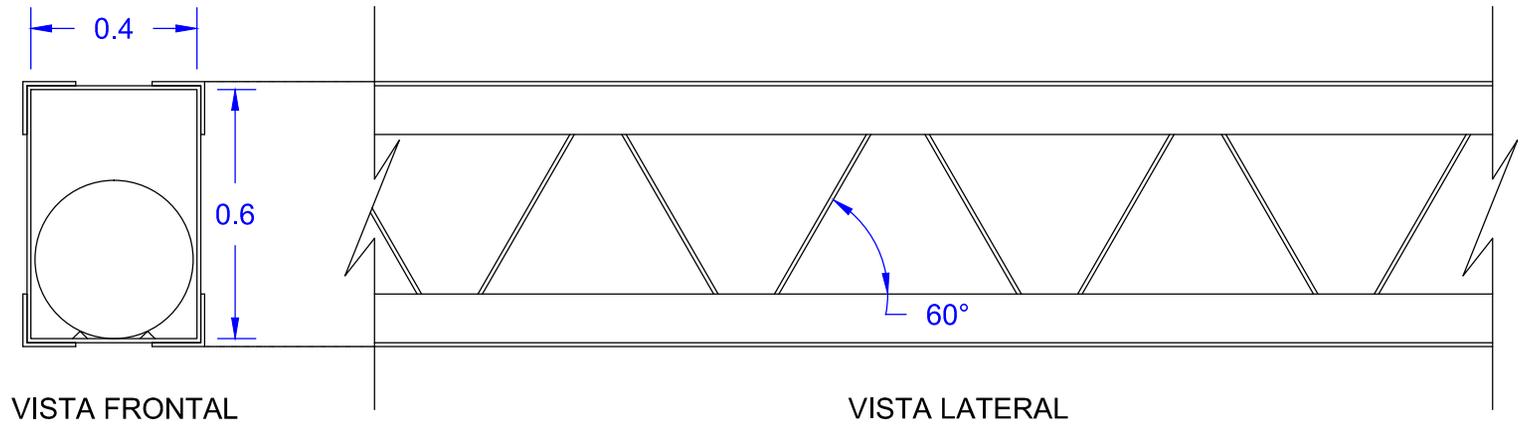
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTIENE:

DIMENSIONES ESTRUCTURALES  
VIGA PASO AEREO  
UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN

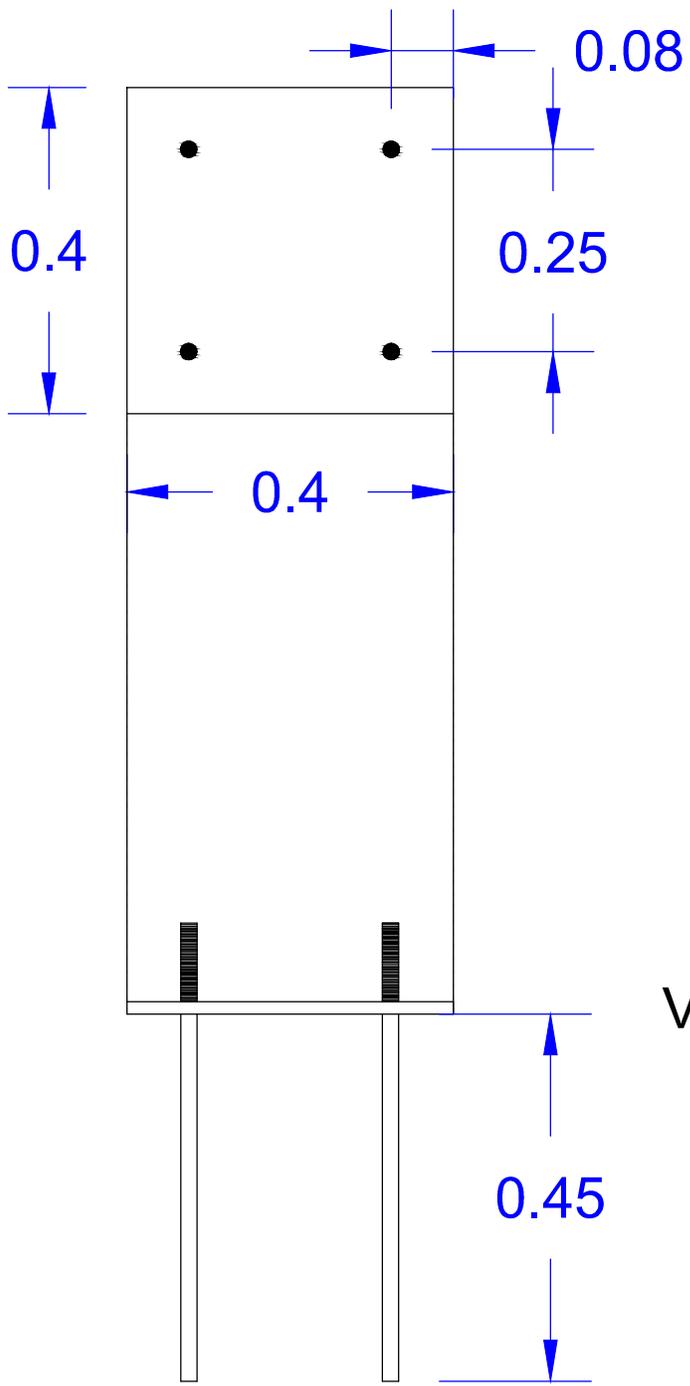
ESCALA:

INDICADA  
FECHA:  
2017  
FIGURA:  
ANEXO 4



VIGA ARMADA	
CELOSIA	ACERO #5 BAJO NORMA GRADO 40
REFUERZO LONGITUDINAL	ANGULO ESTRUCTURAL 5"X5"X3/8" 36 KSI
CUÑAS	ANGULO ESTRUCTURAL 1"X1"X1/8" 36 KSI

VIGA PARA PASO AEREO  
SIN ESCALA



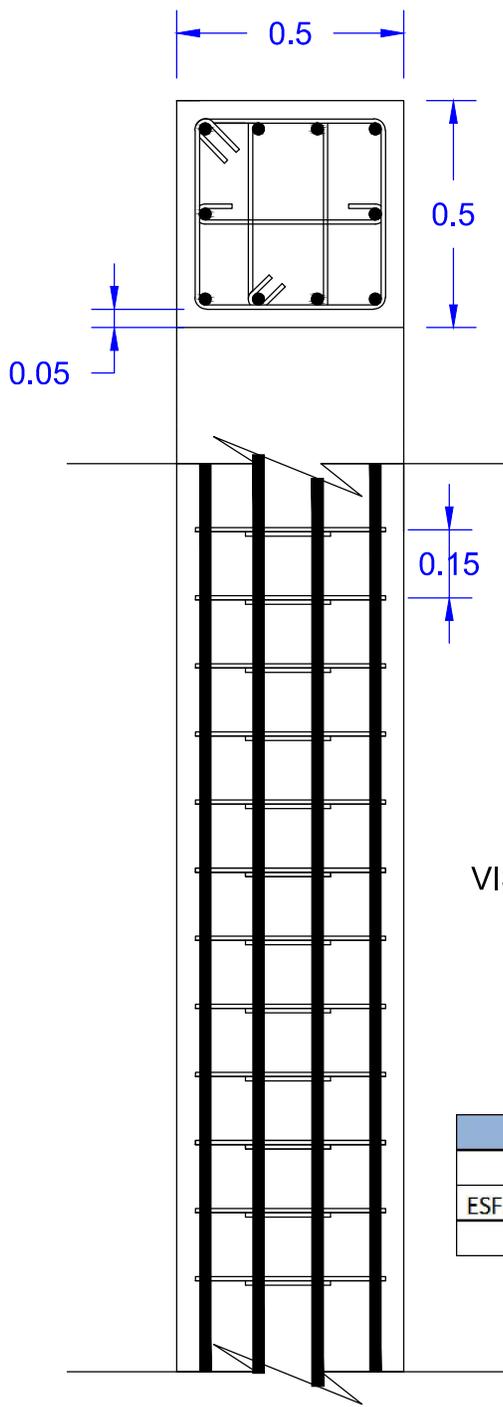
VISTA PLANTA

VISTA PERFIL

ANCLAJE	
PLACA	0.45M X 0.45 M ESPESOR 5/8" 36 KSI
PERNOS	4 PERNOS DIAMETRO 6/8" 36KSI

**ANCLAJES PARA PASO AEREO  
SIN ESCALA**

	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA	CONTENIDO: DIMENSIONES ESTRUCTURALES ANCLAJE PASO AÉREO	ESCALA: INDICADA
	PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN		UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN	FECHA: 2017
				FIGURA: ANEXO 5

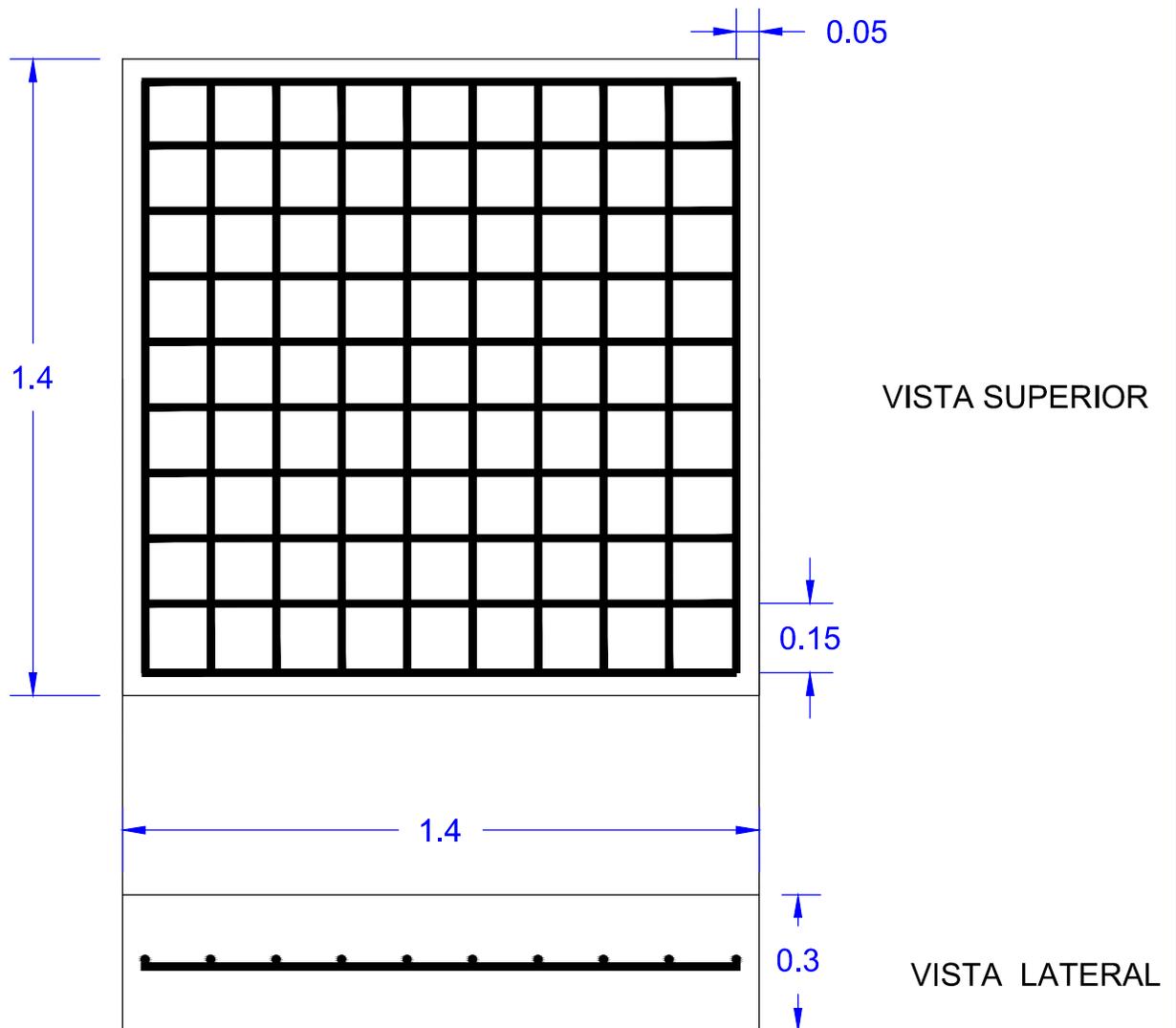


VISTA TRANSVERSAL

VISTA LATERAL

COLUMNA	
ACERO DE REFUERZO	ACERO #7 BAJO NORMA GRADO 40
ESFUERZO MAXIMO F'C CONCRETO	210 KG/CM <sup>2</sup>
ESTRIBO	ACERO #3 BAJO NORMA GRADO 40 @15 CM

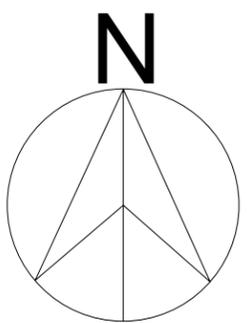
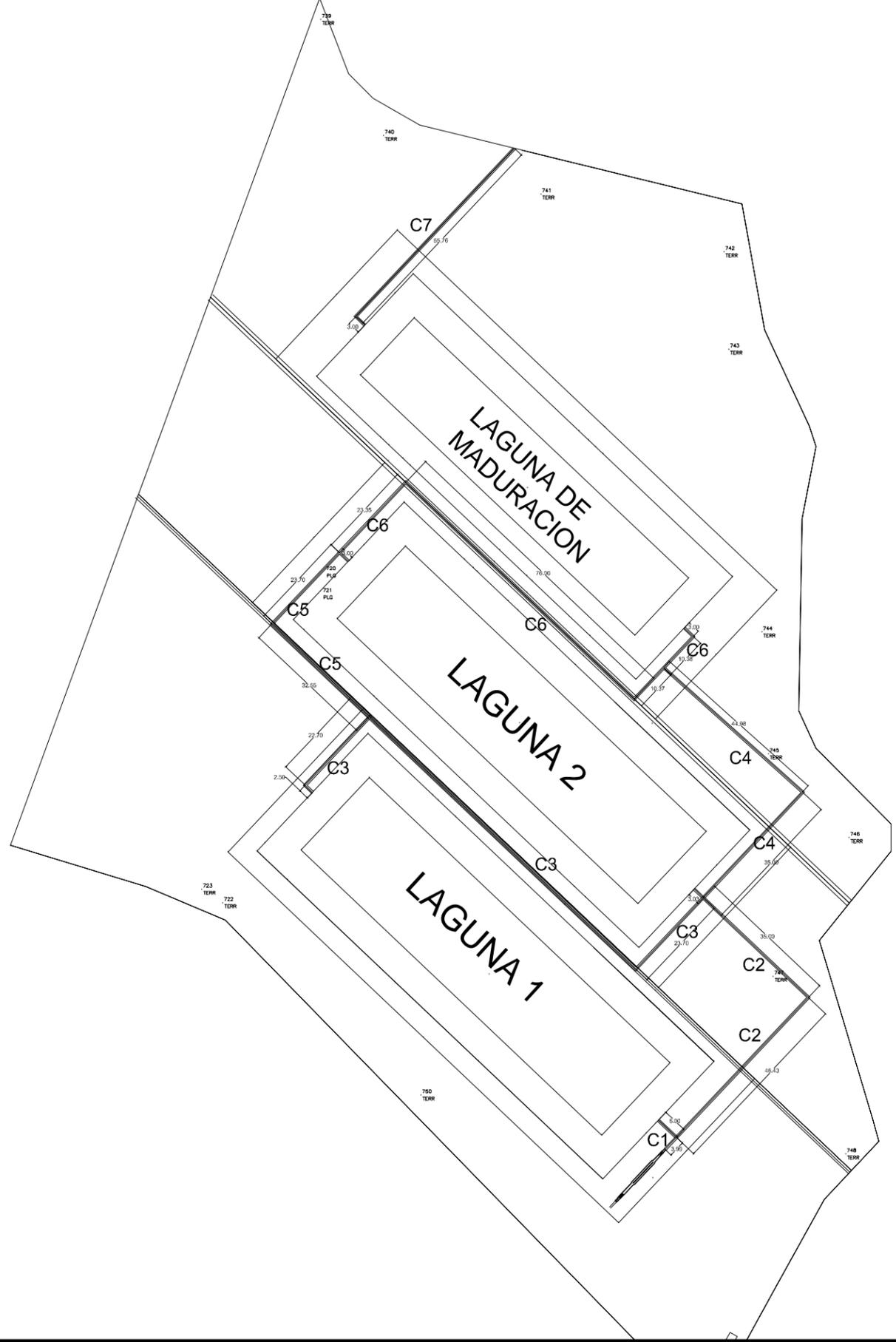
**COLUMNA PARA PASO AEREO  
SIN ESCALA**



ZAPATA	
ACERO DE REFUERZO	ACERO #5 BAJO NORMA GRADO 40 @15 CM
ESFUERZO MAXIMO F'C CONCRETO	210 KG/CM <sup>2</sup>

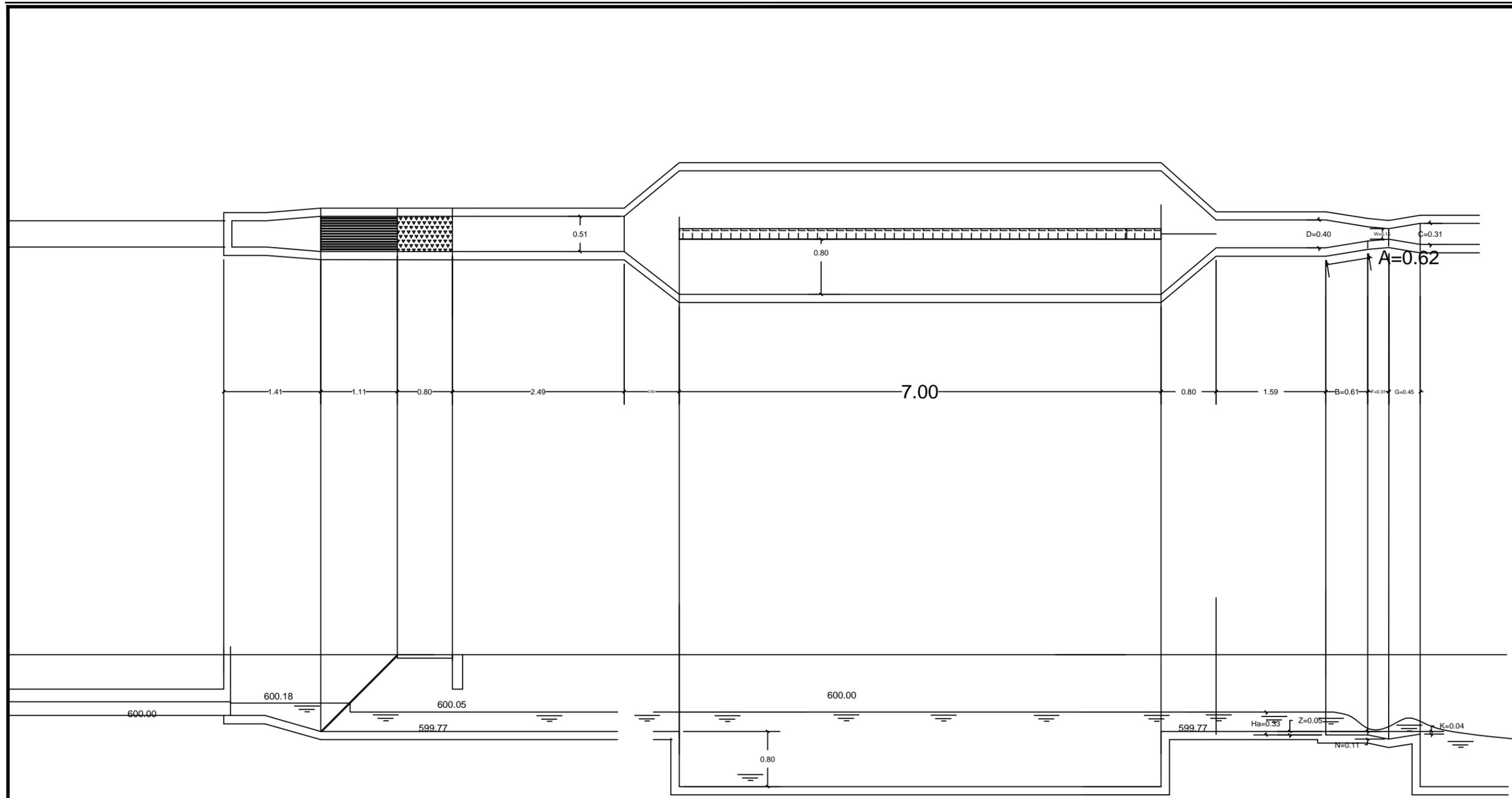
**ZAPATA PARA PASO AEREO  
SIN ESCALA**

	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	PRESENTA: ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA	CONTENIDO: DIMENSIONES ESTRUCTURALES ZAPATA PASO AÉREO	ESCALA: INDICADA	
	PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN		UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN	FECHA: 2017	FIGURA: ANEXO 7



**DISTRIBUCION HIDRAULICA  
PLANTA DE TRATAMIENTO**  
ESC. 1:1250

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	PRESENTA: <b>ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ</b> <b>JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO</b> <b>MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA</b>	CONTENIDO: <b>DISTRIBUCION HIDRAULICA PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
PROYECTO: <b>DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN</b>	UBICACIÓN: <b>MUNICIPIO DE TURIN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN</b>	FECHA: <b>2017</b>	FIGURA: <b>ANEXO 8</b>

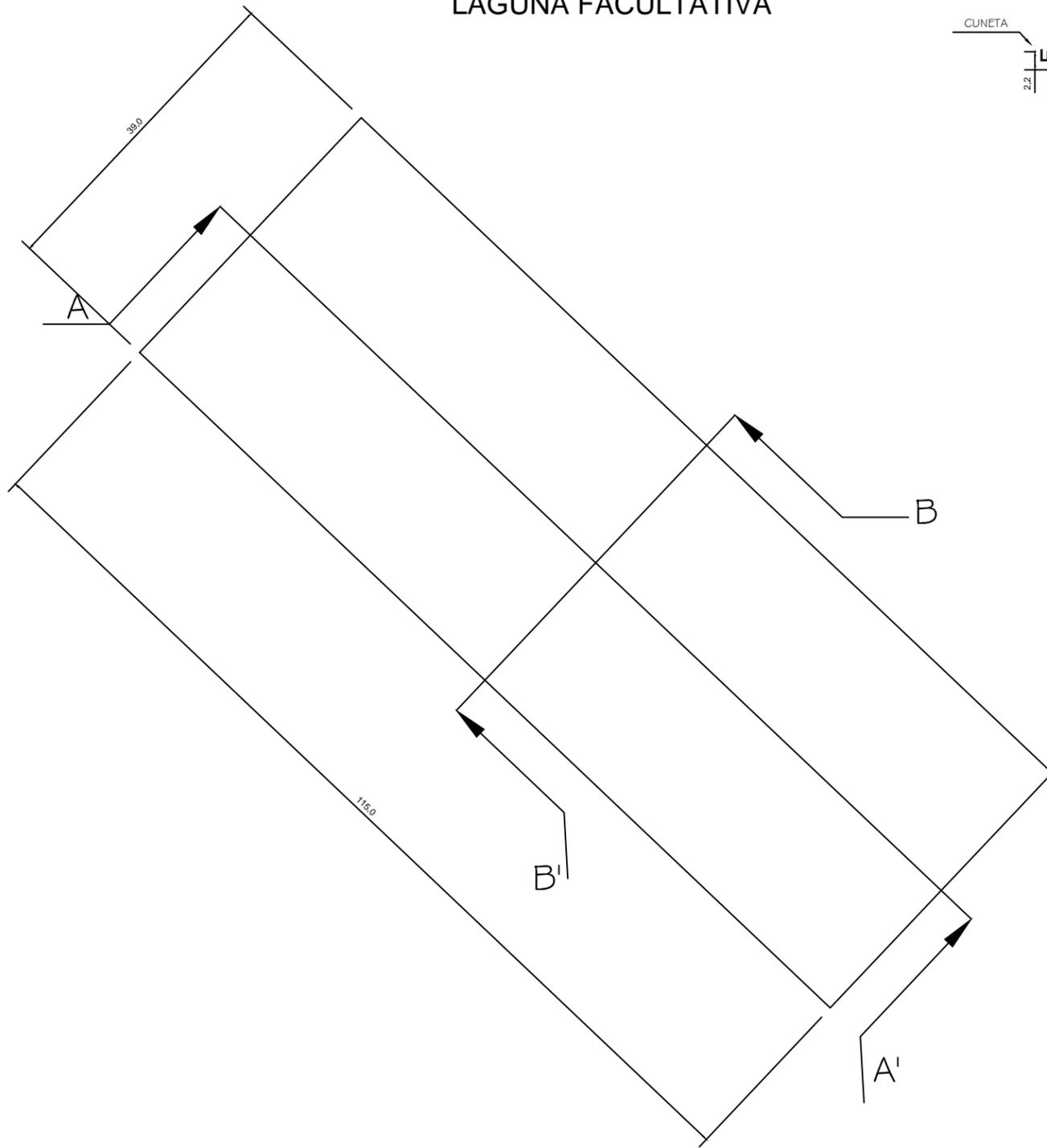


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
 OCCIDENTE  
 PROYECTO:  
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
 MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

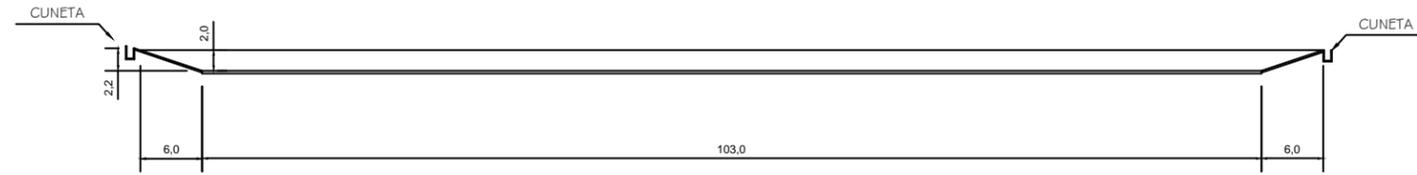
PRESENTA:  
 ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
 JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
 MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
 DETALLE DE TRATAMIENTO  
 PRELIMINAR  
 UBICACIÓN:  
 MUNICIPIO DE TURIN,  
 DEPARTAMENTO DE  
 AHUACHAPÁN

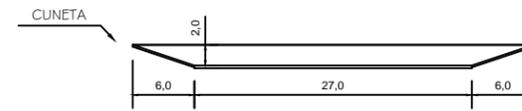
ESCALA:  
 1:60  
 FECHA:  
 2017  
 FIGURA:  
 ANEXO 9



CORTE A'-A



CORTE B'-B



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
OCCIDENTE

PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
DETALLE DE LAGUNA FACULTATIVA

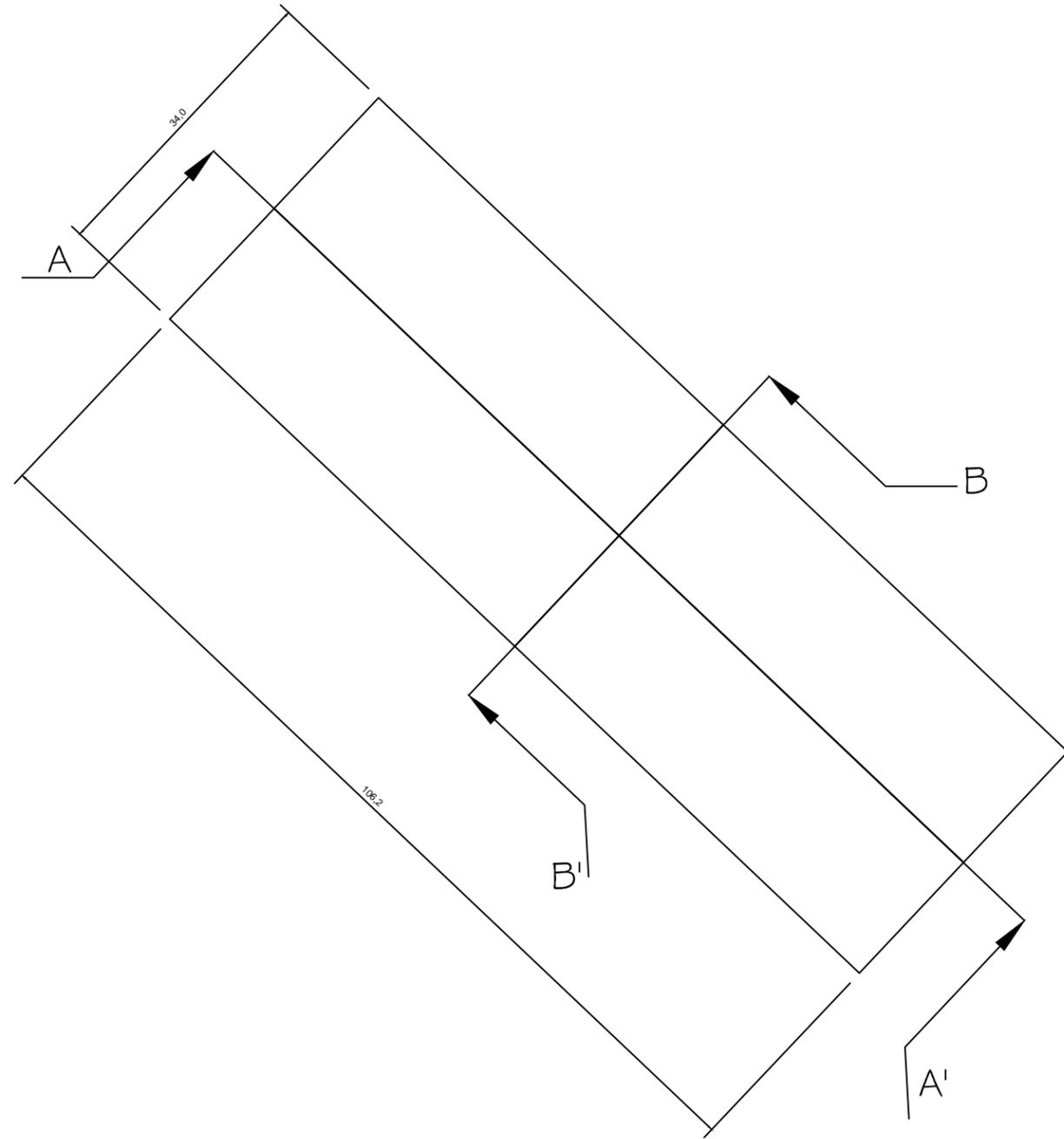
UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE  
AHUACHAPAN

ESCALA:  
1:700

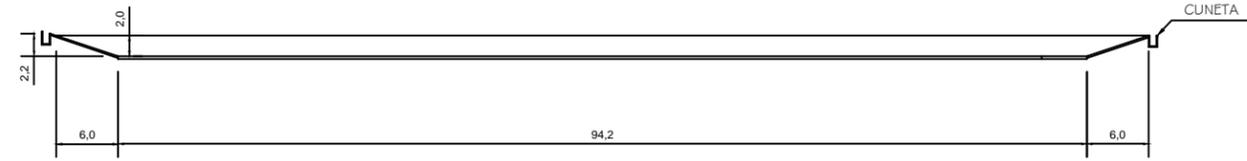
FECHA:  
2017

FIGURA:  
ANEXO 10

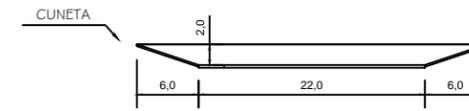
# LAGUNA DE MADURACION



## CORTE A'-A



## CORTE B'-B



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
OCCIDENTE

PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

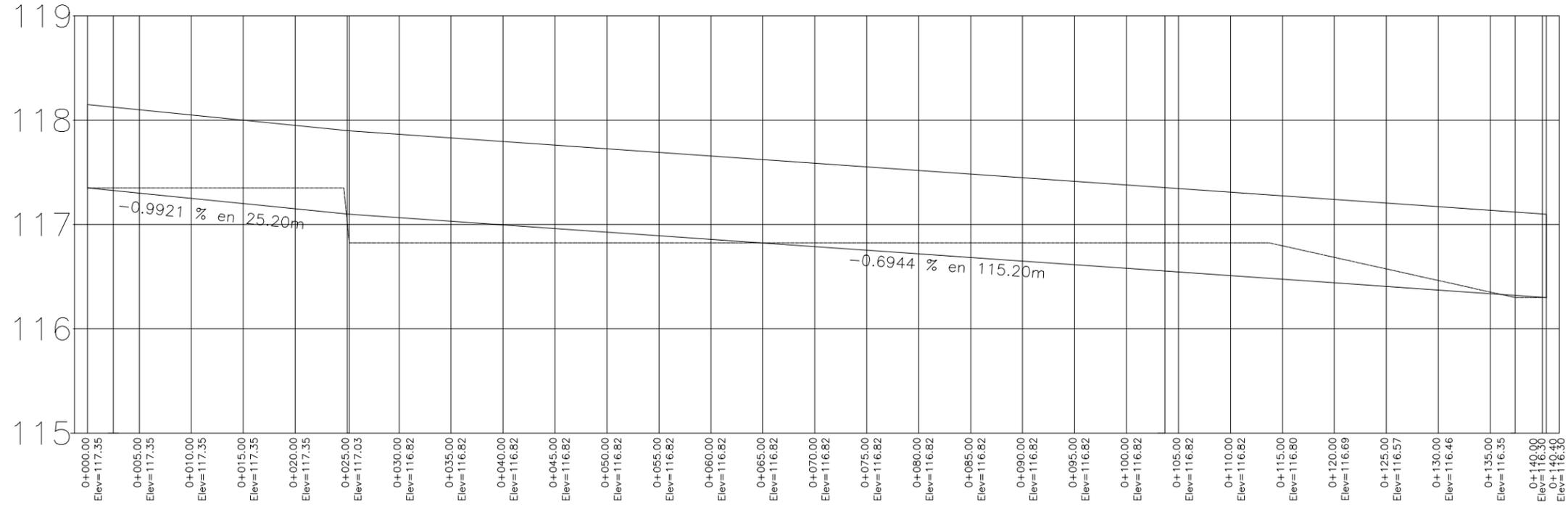
CONTENIDO:  
DETALLE DE LAGUNA DE  
MADURACIÓN

UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE  
AHUACHAPAN

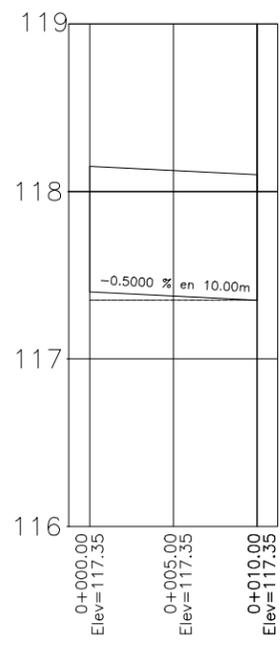
ESCALA: 1:700

FECHA: 2017

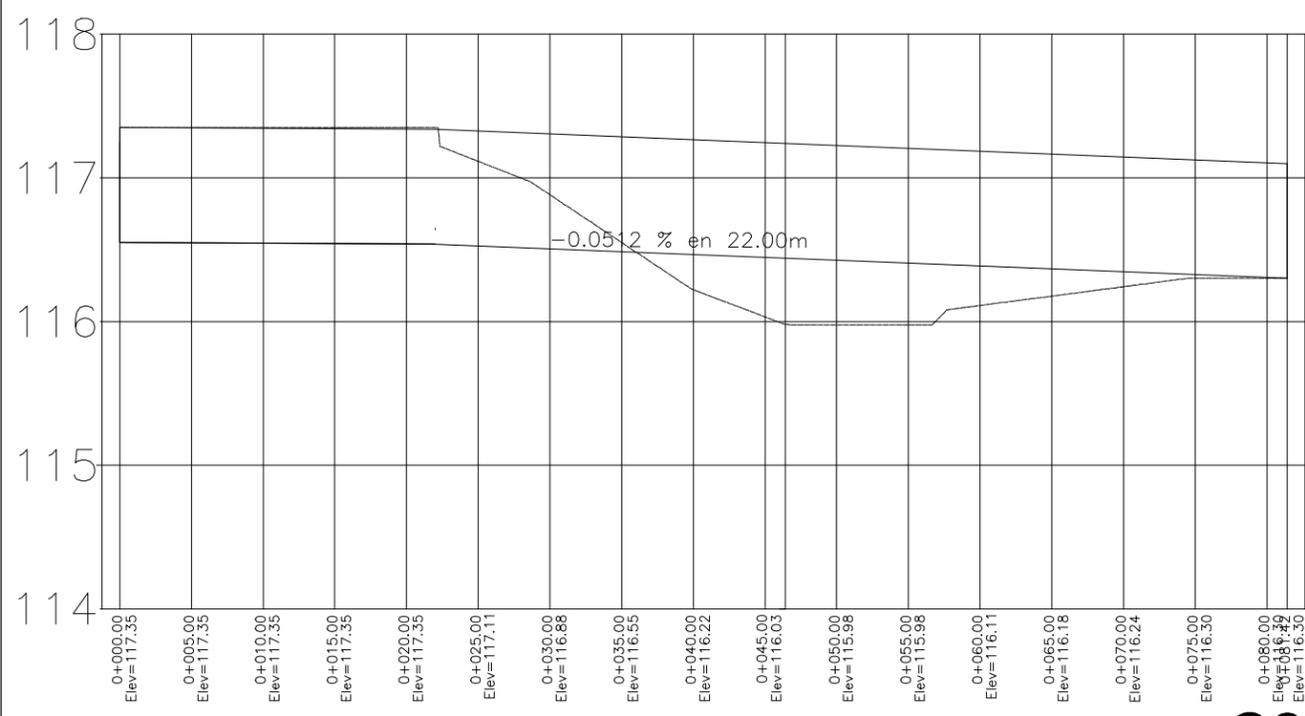
FIGURA: ANEXO 11



C3



C1



C2

PERFILES DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA  
SIN ESCALA

ESCALA VERTICAL AMPLIADA 10 VECES



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
OCCIDENTE

PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

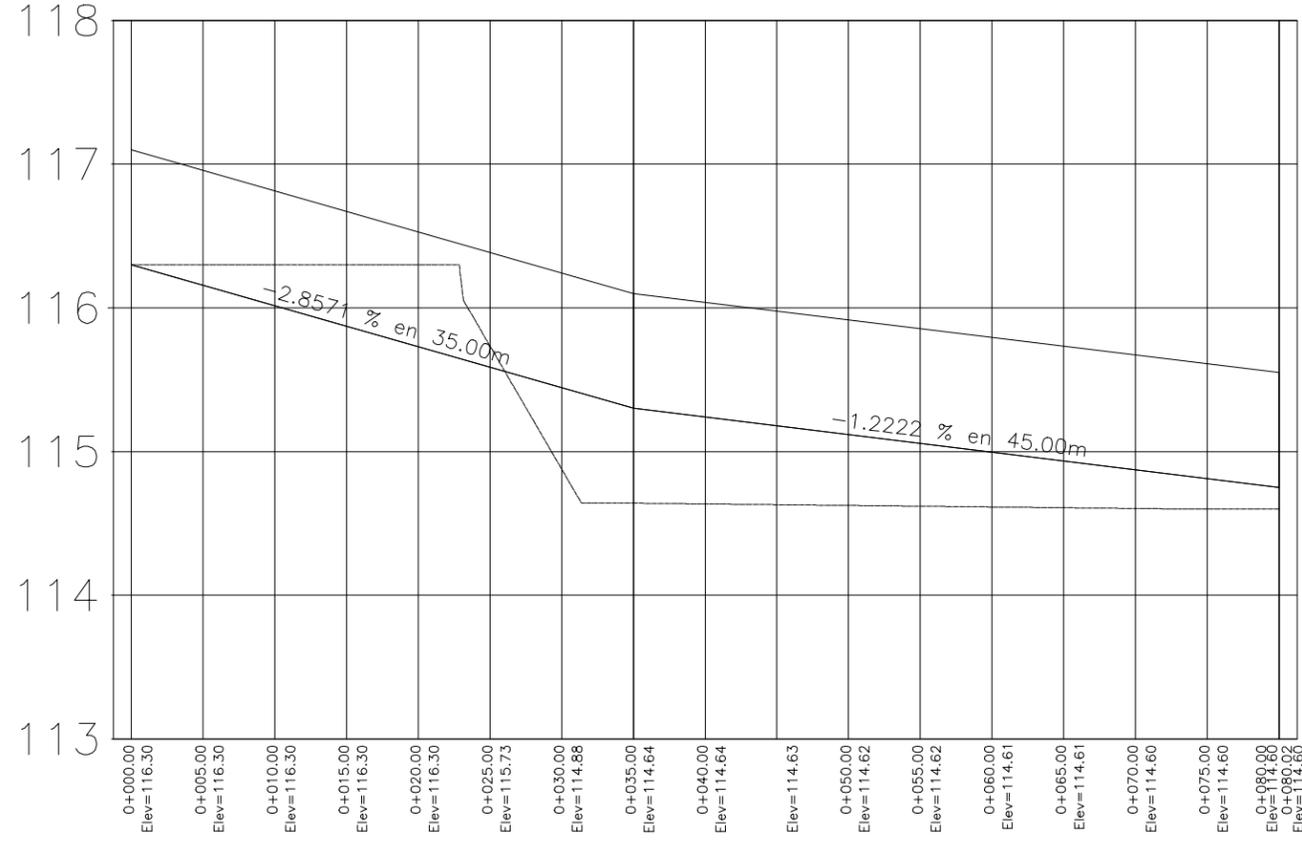
CONTENIDO:  
PERFILES CUNETAS ZONA DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO

UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE  
AHUACHAPÁN

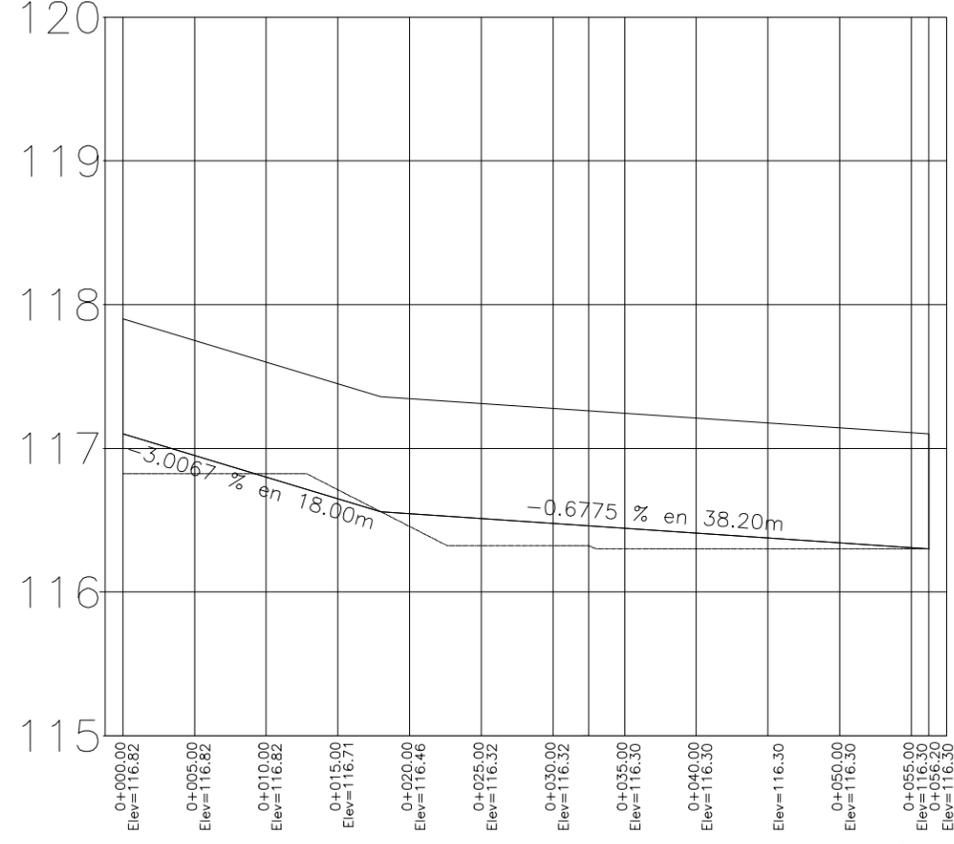
ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
2017

FIGURA:  
ANEXO 12



C4



C5

PERFILES DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA  
SIN ESCALA

ESCALA VERTICAL AMPLIADA 10 VECES



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
OCCIDENTE

PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

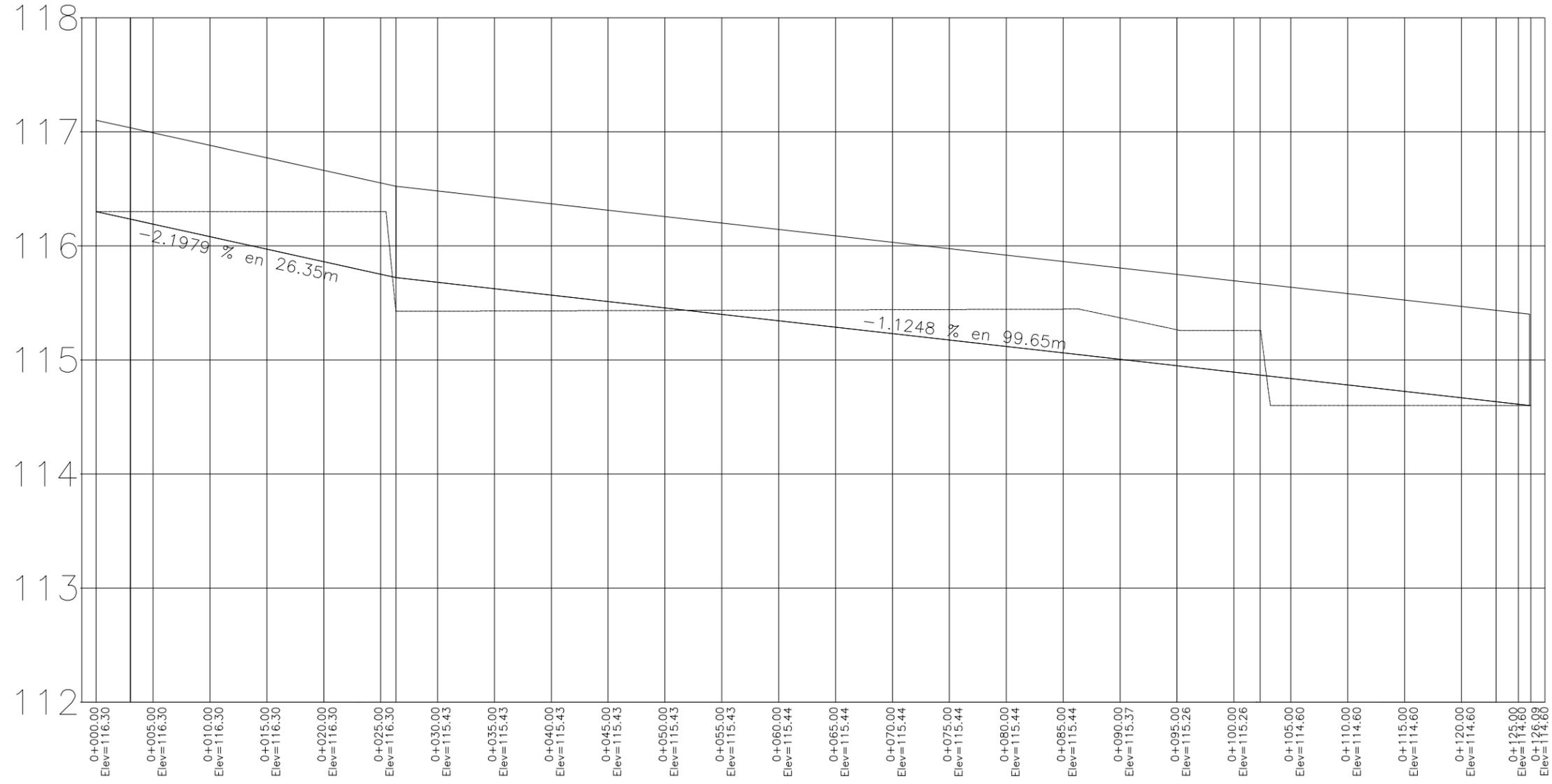
CONTENIDO:  
PERFILES CUNETAS ZONA DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO

UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE  
AHUACHAPÁN

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
2017

FIGURA:  
ANEXO 13



C6

PERFILES DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA  
SIN ESCALA

ESCALA VERTICAL AMPLIADA 10 VECES



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
OCCIDENTE

PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPÁN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

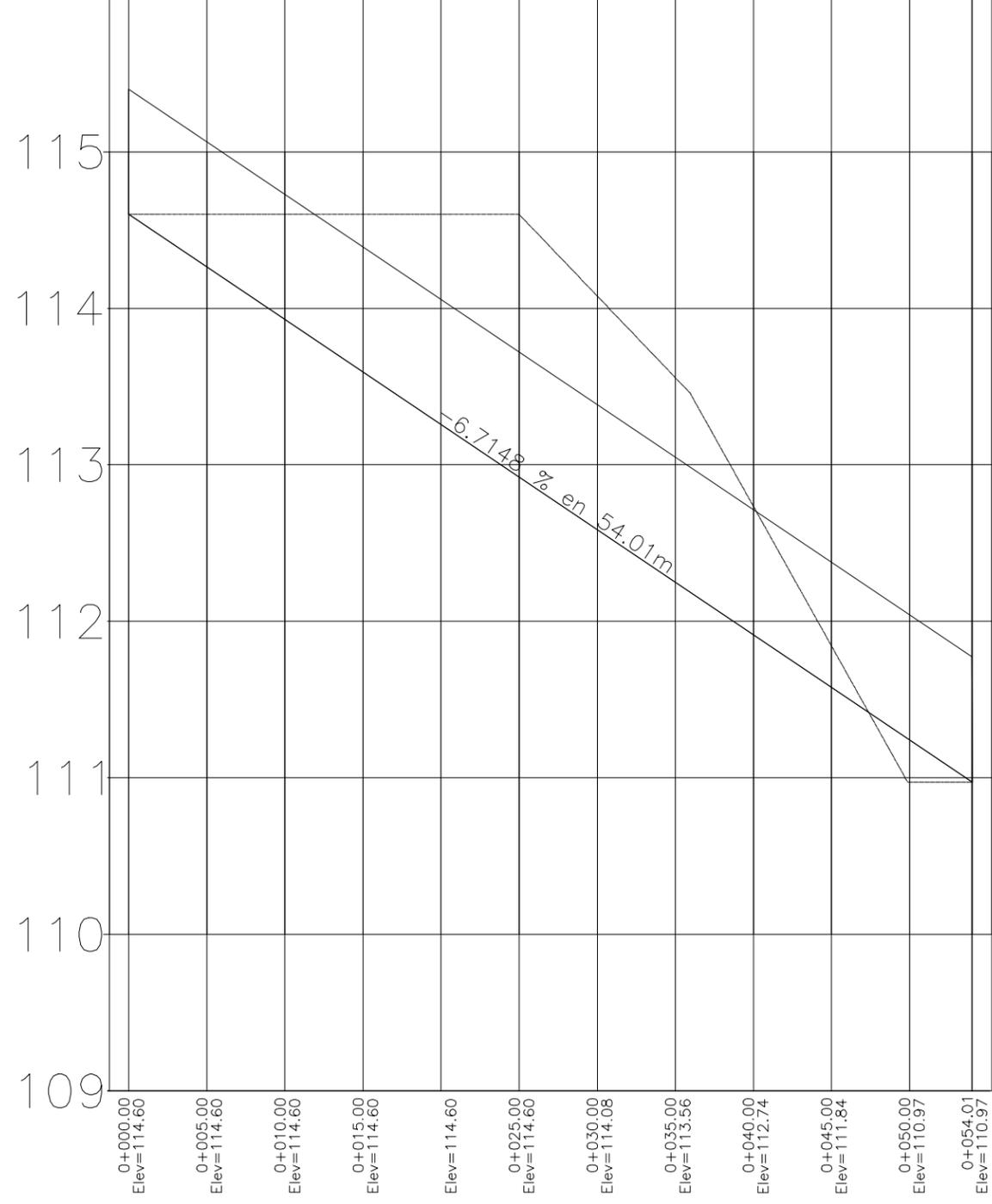
CONTENIDO:  
PERFILES CUNETAS ZONA DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO

UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE  
AHUACHAPÁN

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
2017

FIGURA:  
ANEXO 14



C7

PERFILES DISTRIBUCIÓN HIDRÁULICA  
SIN ESCALA  
ESCALA VERTICAL AMPLIADA 10 VECES



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE  
OCCIDENTE

PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
MUNICIPIO DE TURIN, AHUACHAPAN

PRESENTA:  
ERICK ALEXANDER SALINAS RODRÍGUEZ  
JOSÉ RICARDO LEÓN BLANCO  
MARIO ALBERTO ZEPEDA LIMA

CONTENIDO:  
PERFILES CUNETAS ZONA DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO

UBICACIÓN:  
MUNICIPIO DE TURIN,  
DEPARTAMENTO DE  
AHUACHAPAN

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
2017

FIGURA:  
ANEXO 16

**Anexo 16: Resultados de las pruebas de laboratorio,  
aplicadas a las muestras de aguas negras del  
Municipio de San Lorenzo, Ahuachapán.**



## INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
APARTADO 1908, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELEFONO (503) 2484-0896

### INFORME DE LABORATORIO

No. 01 - 2016

Pág. 1 de 1

#### IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS:

Procedencia : Aguas residuales de tipo ordinario.  
 Ubicación : salida de Alcantarillado sanitario  
 Municipio : San Lorenzo  
 Departamento : Ahuachapan  
 Fecha y hora de muestreo : 10 de agosto de 2016, 9.30 a. m.  
 Tipo de muestra : Simple  
 Fecha de recepción : 10 de agosto de 2016  
 Fecha de análisis : 10 de agosto de 2016  
 Fecha de informe : 16 de agosto de 2016  
 Tomó la muestra : Grupo de tesis  
 Solicitante : Br. Mario Alberto Zepeda Lima, por grupo de tesis de FMO - UES

#### ANALISIS PRACTICADOS:

Determinación Físico-química	Unidades	Método	Resultado	NSO 13.49.01:09
DBO	mg/l	Manométrico	185	60



  
 Vilma De Caballero  
 Gerente de Calidad



## INSTITUTO DEL AGUA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
APARTADO 1908, SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

TELÉFONO (503) 2484-0894

### INFORME DE LABORATORIO

No. 02 - 2016

Pag 1 de 1

#### IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Procedencia: Aguas residuales de tipo ordinario  
Ubicación: salida de Alcantarillado sanitario  
Municipio: San Lorenzo  
Departamento: Ahuachapán  
Fecha y hora de muestreo: 07 de septiembre de 2016, 9:00 a. m.  
Tipo de muestra: Simple  
Fecha de recepción: 07 de septiembre de 2016  
Fecha de análisis: 07 de septiembre de 2016  
Fecha de informe: 09 de septiembre de 2016  
Tomó la muestra: Grupo de tesis  
Solicitante: Br. Mario Alberto Zepeda Lima, por grupo de tesis de FMO - UES

#### ANÁLISIS PRACTICADOS

Determinación Físico-química	Unidades	Método	Resultado	NSO 13.49.01.09
Sólidos suspendidos totales	mg/l	Gravimétrico	87	60
Coliformes fecales	UFC/100 ml	Memb. filtrante	124 800,000	2,000 *

\*Número más probable



*Vilma De Caballero*  
Vilma De Caballero  
Gerente de Calidad