

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



TRABAJO DE GRADO:

**PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA  
URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA  
UNIÓN.**

PRESENTADO POR:

**ARANDA ASCENCIO JOSÉ GILBERTO**

**LAZO REYES ERICK LEONEL**

**VELA AVALOS HERBERTH MIGUEL**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**INGENIERO CIVIL**

DOCENTE DIRECTOR:

**ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA DE ORIENTE, DICIEMBRE DE 2016.

**SAN MIGUEL**

**EL SALVADOR**

**CENTRO AMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES**

LIC. LUIS ARGUETA ANTILLÓN

**RECTOR INTERINO**

ING. CARLOS ARMANDO VILLALTA

**VICE-RECTOR ACADÉMICO INTERINO**

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

**SECRETARIA GENERAL**

LICDA. NORA BEATRIZ MELÉNDEZ

**FISCAL GENERAL INTERINA**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**AUTORIDADES**

ING. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA

**DECANO**

LIC. CARLOS ALEXANDER DÍAZ

**VICE-DECANO**

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNÁNDEZ

**SECRETARIO**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ING. JUAN ANTONIO GRANILLO

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

INGA. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

**COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

**DOCENTE DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**TITULO:**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA  
URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA  
UNIÓN.**

**PRESENTADO POR:**

**ARANDA ASCENCIO JOSÉ GILBERTO**

**LAZO REYES ERICK LEONEL**

**VELA AVALOS HERBERTH MIGUEL**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:**

**ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA**

**DOCENTE DIRECTOR**

**CIUDAD UNIVERSITARIA DE ORIENTE, DICIEMBRE DE 2016**

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

---

INGA. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA  
**COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

---

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA  
**DOCENTE DIRECTOR**

**TRIBUNAL CALIFICADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA  
**DOCENTE ASESOR**

ING. FRANCISCO AGUIRRE GALLO  
**TRIBUNAL CALIFICADOR**

ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ  
**TRIBUNAL CALIFICADOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento en primer lugar es para Dios, por regalarme cada día las fuerzas y la voluntad de poder llegar hasta donde estoy, cada tropiezo que tuve durante este proceso de mi vida me ayudo a poder reflexionar y seguir adelante para lograr mis objetivos. Es Dios quien ha guiado mi caminar y en quien puse toda mi confianza, es por ello que tengo la certeza de no haberme equivocado.

A mis padres quienes son parte fundamental en mi familia y que han estado siempre pendientes dándome ese amor y apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida, son ellos los que han logrado junto a mí, poder culminar con éxito esta etapa tan importante en mi vida. A mis hermanos que de una u otra manera me brindaron su apoyo para que yo pudiera concretar la meta de poder ser un profesional.

Agradezco además a mis abuelos porque ellos me dieron palabras de aliento y me animaron para obtener este logro. A mi novia LILIANA PÉREZ que ha sido parte importante en esta etapa, pues siempre ha estado a mi lado brindándome todo su apoyo y cariño.

A mis compañeros de tesis HERBERT MIGUEL VELA, ERICK LEONEL LAZO, por la entrega y el compromiso adquirido para poder culminar de gran manera este proyecto, del cual tuvimos dificultades, pero juntos pudimos encontrar la manera de poder salir de ellas y lograr nuestra meta. A los Ingenieros que me brindaron todos sus conocimientos y que han sido parte indispensable en mi formación como profesional. De manera particular a mis compañeros HECTOR ISAAC PORTILLO, ALVARO JOSÉ RODRIGUEZ, FRANCISCO GRANADOS, CARLOS ALFREDO LEMUS, GERBER ENRIQUE GUATEMALA por la amistad y apoyo en cada paso de mi carrera.

**JOSÉ GILBERTO ARANDA ASCENCIO**



## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS TODO PODEROSO.

Por haberme ayudado en todo el camino durante la realización de este sueño, por haberme protegido de todo mal y haberme dado siempre las fuerzas suficientes para sobrellevar todas las pruebas y obstáculos que se me presentaron, por nunca desampararme y siempre estar a mi lado.

A MIS PADRES.

Flavia Marina de Lazo por siempre apoyarme para cumplir este sueño, por siempre aconsejarme y dirigirme por el camino del bien, por siempre estar a mi lado en las buenas y en las malas y nunca desampararme, por siempre haberme comprendido y ayudado en los momentos más difíciles, por siempre orar por mí y pedirle a Dios todo Poderoso que me cuidara donde quiera que anduviera y que siempre me ayudara, por siempre preocuparte por mí cada día que salía y siempre esperarme como lo hiciste, gracias mamá.

José Faustino Lazo por siempre ayudarme en todo lo que necesite por siempre apoyarme, por nunca desampararme y estar a mi lado por ser el padre que siempre has sido, por comprenderme y tenerme paciencia por siempre aconsejarme y dirigirme por el camino del bien por siempre desear para mí lo mejor y luchar junto a mí por lograr este sueño, este logro es de los tres, gracias papá.

A MIS HERMANOS.

Brenda, por siempre apoyarme y darme los ánimos para seguir adelante por siempre confiar en que sí podía salir adelante y verme como el hermano que le da un ejemplo a seguir.

Omar, por ser mi gran hermano por siempre estar feliz por lo que hacía, por siempre estar pendiente de mí y siempre preguntarme como me iba, por brindarme su alegría y ayudarme en lo que es pudo mi logro es para ustedes.

A MI ESPOSA.

Por ser ese ser tan maravilloso que Dios me ha regalado, por siempre haberme apoyado desde el momento que te conocí, por siempre estar a mi lado en las buenas y en las malas, por siempre haberme impulsado hacia adelante, por siempre que me sentí frustrado y triste; por haberme dado esas hermosas palabras que me hacían levantarme y seguir adelante, por nunca dejarme decir no puedo y estar en los momentos más trascendentales de mi carrera, y por esa PERSONITA tan especial que esta junto a ti y desde ahí me da el motivo para seguir adelante y me impulsa por lograr más metas, gracias por ser mi alegría, LOS AMO.

A MI FAMILIA.

A toda mi familia gracias por siempre apoyarme en mi sueño, por siempre pensar en mí y compartir conmigo de las bendiciones que Dios les da a ustedes, por anhelar al igual que a mí la culminación de mi triunfo.

A MIS COMPAÑERO.

José Gilberto Aranda Ascencio y Herbert Miguel Vela Avalos por estar conmigo durante toda esta trayectoria que vivimos, por siempre apoyarme y estar en las buenas y en las malas, por tener ese valor y fuerzas para realizar este trabajo de tesis y nunca haber retrocedido, por haber sido mis compañeros y amigos durante todos estos años, muchas gracias.

A MIS AMIGOS.

A mi amigo Ing. Edwin Ventura por ser como un hermano para mí por siempre apoyarme y darme un consejo cuando lo necesite, por siempre impulsarme y decirme las cosas sin rodeos y hacerme ver que la vida no es fácil pero que si uno se lo propone y confía en Dios todo es posible.

A mis amigos, ex compañeros y docentes de la escuela, Instituto y la Universidad quienes siempre me apoyaron y me animaron a seguir adelante, aquellos quienes nos brindaron su ayuda en todos los momentos de esta aventura que viví, a los que nos brindaron su esfuerzo y se unieron a nosotros, aquellos que se asolearon, a quienes nos brindaron techo y nos dieron su ayuda cuando lo necesitamos en el proceso de la realización de esta tesis mil gracias que Dios los bendiga siempre.

**ERICK LEONEL LAZO REYES**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a mis padres, ya que gracias a ellos estoy en el lugar que estoy, sin su apoyo jamás me hubiese imaginado estar a éstas instancias de la vida, así que por todo la paciencia y esfuerzo que tuvieron durante todos estos años de mi estudio, les muestro mis más profundos agradecimientos.

A mis hermanos, que me ayudaron igualmente en diferentes instancias y situaciones durante éste largo proceso, por lo que también les quiero expresar mis agradecimientos por todos los esfuerzos que realizaron por mí. También agradezco a mi abuela y a mis primos que siempre se mantuvieron pendientes de mi avance a lo largo de todo éste proceso.

A mis compañeros de tesis, por haber perseverado junto conmigo en éste trabajo tan extenso y exigente, que de no haber mantenido el paso firme en éste trabajo, jamás lo hubiéramos finalizado, así que por su esfuerzo les agradezco.

Por último, y siendo general porque son demasiadas personas con las que congenié durante mi paso por la universidad, quiero agradecer a todos mis compañeros que me ayudaron, tanto a los que siguen en la universidad, como a los que tomaron otros rumbos, por ayudarme con todo lo concerniente a la universidad y por su amistad que me brindaron siempre.

**HERBERTH MIGUEL VELA AVALOS**

## ÍNDICE GENERAL

### **CAPITULO I: GENERALIDADES**

1.1 - INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 – JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 - OBJETIVOS.....	7
1.5 - ALCANCES .....	8
1.6 – LIMITACIONES.....	9
1.7 - METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	10

### **CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL**

2.1 – MARCO HISTÓRICO.....	19
2.2 - MARCO TEÓRICO .....	21
2.2.1 – ALCANTARILLADO SANITARIO .....	21
2.2.1.1 – DEFINICIONES .....	21
2.2.1.2 - SISTEMAS DE ALCANTARILLADO .....	21
2.2.1.3 - COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....	22
2.2.2 - AGUAS RESIDUALES.....	25
2.2.2.1 - ORIGEN DE LAS AGUAS NEGRAS O RESIDUALES .....	25
2.2.2.2 - TIPOS DE AGUAS RESIDUALES.....	26
2.2.2.3 - CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	27
2.2.2.3.1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. ....	28
2.2.2.3.2 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	33
2.2.2.3.3 - CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	38

2.2.3 - TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	40
2.2.3.1 - TRATAMIENTO PRELIMINAR. ....	40
2.2.3.2 - TRATAMIENTO PRIMARIO .....	44
2.2.3.3 - TRATAMIENTO SECUNDARIO. ....	50
2.2.3.4 - TRATAMIENTO TERCARIO.....	53
2.2.3.5 - TRATAMIENTO DE LODOS.....	54
2.2.4 – EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	55
2.2.4.1 – RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE. ....	56
2.2.4.2 – REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	58
2.2.4.3 – MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	58
2.2.4.4 - CONTENIDO GENERAL DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	61
2.2.4.4.1 - CONTENIDO GENERAL. ....	61
2.2.4.4.2 - CONTENIDO ESPECÍFICO.....	63
2.3 – MARCO NORMATIVO.....	65
2.3.1 – CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA .....	65
2.3.2 - LEY DE MEDIO AMBIENTE. ....	67
2.3.3 - REGLAMENTO DE LA LEY DE MEDIO AMBIENTE.....	67
2.3.4 - ORDENANZAS MUNICIPALES.....	68
2.3.5 - NORMAS TÉCNICAS DE ANDA. ....	69
2.3.6 - NORMAS DE CALIDAD DE AGUA DEL NUEVO CONCEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (N.CONACYT). ....	69

2.3.7 - DECRETO N° 39 REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES.....	69
--	----

### **CAPITULO III: DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

3.1 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	72
3.1.1 – CRITERIOS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO. ....	72
3.1.1.1 – NORMATIVA UTILIZADA PARA EL DISEÑO.....	72
3.1.1.2 – CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA TUBERÍAS Y POZOS....	72
3.2 - CÁLCULO DE POBLACIÓN.....	73
3.3 – CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO.....	75
3.3.1 – ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO. ....	77
3.3.2 – CÁLCULO DE CAUDAL DOMÉSTICO.....	78
3.4 - CALCULOS DE CAUDALES PARA TUBERIAS Y POZOS.....	79
3.4.1 – CAUDAL RESIDUAL POR ÁREAS.....	80
3.4.2 – CAUDAL RESIDUAL POR TUBERÍAS.....	83
3.4.3 - DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO POR POZOS.....	97
3.5 - APLICACIÓN DEL SOFTWARE STORM WATER MANAGEMENT MODEL (MODELO DE GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES).....	109
3.5.1 - PROCEDIMIENTO PARA CONVERTIR EL ARCHIVO INTERPRETABLE POR SWMM 5.0.....	110
3.5.2 - CONFIGURACIÓN DE ENTRADA DEL SOFTWARE SWMM 5.0.....	114
3.5.3 - DATOS PRINCIPALES A INTRODUCIR EN LAS CONEXIONES.....	118
3.5.4 - DATOS PRINCIPALES A INTRODUCIR EN LOS CONDUCTOS.....	119

3.5.5 - DATOS PRINCIPALES A INTRODUCIR EN EL VERTIDO O PUNTO DE DESCARGA.....	121
3.5.6 - EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL SOFTWARE .....	122
3.6 – PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE SIMULACIÓN. ....	127
3.7 – INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	142

## **CAPITULO IV: PREDISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO**

4.1 – CRITERIOS DE PRESELECCIÓN PARA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO Y SELECCIÓN DEL LUGAR PARA LA TOMA DE MUESTRAS. ....	156
4.1.1 - PRESELECCIÓN DE LA ZONA MÁS ÓPTIMA PARA LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	156
4.1.2 - UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS.....	157
4.1.3 - METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO .....	160
4.1.4 - ANÁLISIS DEL CUADRO DE VALORACIÓN DE SITIO PROPUESTO .....	166
4.1.5 - PROPUESTA DE UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO. ....	167
4.1.6 - SELECCIÓN DE LOS PUNTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS A LAS AGUAS RESIDUALES.....	168
4.2 - VALORES PERMISIBLES PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO.....	169
4.3 - RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO .....	170
4.4 - DISEÑO DE COMPONENTES DE PLANTA DE TRATAMIENTO.....	171
4.5 – TRATAMIENTO INDIVIDUAL .....	206
4.5.1 - METODOLOGÍA PARA LA PRUEBA DE INFILTRACIÓN PARA DETERMINAR PROFUNDIDAD DE POZO DE ABSORCIÓN.....	206



4.5.2 - PROPUESTA DEL TRATAMIENTO INDIVIDUAL PARA LOS LUGARES INACCESIBLES DEL SISTEMA. ....	207
4.5.3 - ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL DE AGUAS NEGRAS Y GRISES. ....	208
4.5.4 - CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO INDIVIDUALES DE AGUAS NEGRAS Y GRISES EN FUNCIONAMIENTO.....	216
4.6 - MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	222
4.6.1 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	222
4.7 - MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. ....	227
4.7.1 - GENERALIDADES .....	227
4.7.2 - REQUERIMIENTOS PARA EL ARRANQUE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	228
4.7.3 - REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD CON QUE DEBEN CONTAR LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO. ....	229
4.7.4 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA PRELIMINAR. ....	232
4.7.5 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRATAMIENTO PRIMARIO.	236
4.7.6 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO. ....	238
4.7.7 - PROGRAMA DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL.....	243

## **CAPITULO V: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

5.1 - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	247
5.2 - ETAPAS DEL PROYECTO CON LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR .....	248
5.3 - DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL AREA DEL PROYECTO Y SU AREA DE INFLUENCIA.....	250
5.3.1 - MEDIO AMBIENTE FÍSICO, BIOLÓGICO Y SOCIOECONÓMICO ..	250
5.3.2 - MEDIO AMBIENTE BIOLÓGICO.....	252
5.3.3 - MEDIO SOCIO ECONÓMICO .....	253
5.4 - IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	254
5.4.1 – METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. .....	254
5.4.2 - DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS .....	258
5.5 - PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.....	264
5.5.1 - DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	264
5.5.2 - IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES .....	264
5.5.3 - PROGRAMA DE MONITOREO.....	267

## **CAPITULO VI: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO**

6.1 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	287
6.1.1 - OBRAS PRELIMINARES.....	287
6.1.1.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	287
6.1.1.2 - BODEGAS Y PATIOS DE ACOPIO .....	287

6.1.1.3 - OFICINAS Y SERVICIOS SANITARIOS .....	288
6.1.1.4 - VALLAS DE PROTECCIÓN Y SEÑALIZACIÓN.....	288
6.1.1.5 - MATERIALES .....	289
6.1.1.6 - SUMINISTRO PROVISIONAL DEL AGUA .....	289
6.1.1.7 - SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD .....	290
6.1.1.8 - FORMA DE PAGO.....	290
6.1.2 - TRAZO Y NIVELACIÓN.....	290
6.1.2.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	290
6.1.2.2 - CONDICIONES .....	291
6.1.2.3 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	291
6.1.3 - EXCAVACIÓN .....	292
6.1.3.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	292
6.1.3.2 - EXCAVACIÓN PARA POZOS DE VISITA.....	293
6.1.3.3 - EXCAVACIÓN PARA TUBERIAS.....	293
6.1.3.4 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	295
6.1.4 - DESALOJO.....	295
6.1.4.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	295
6.1.4.2 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	296
6.1.5 - ADEMADO O ENTIBADO.....	296
6.1.5.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	296
6.1.5.2 - COLOCACIÓN.....	296
6.1.5.3 - MATERIAL EMPLEADO EN EL ENTIBADO. ....	297
6.1.5.4 - TIPO DE ENTIBADO .....	297
6.1.6 - MATERIALES .....	297

6.1.6.1 - ACERO DE REFUERZO .....	297
6.1.6.2 - AGREGADOS.....	298
6.1.6.3 - AGUA DE MEZCLADO.....	299
6.1.6.4 - CEMENTO.....	300
6.1.6.5 - LADRILLO .....	300
6.1.6.6 - TUBERÍAS.....	301
6.1.6.7 - TIERRA BLANCA .....	301
6.1.7 - INSTALACIÓN DE TUBERÍAS .....	302
6.1.7.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	302
6.1.7.2 - COLOCACIÓN DE TUBERÍAS.....	302
6.1.7.3 - COMPROBACIÓN DE RASANTE DE INSTALACIÓN .....	303
6.1.7.4 - VERIFICACIÓN DE DAÑOS A LA TUBERÍA .....	303
6.1.7.5 - ACOPLER DE TUBOS.....	304
6.1.7.6 - DEFLEXIONES EN JUNTAS O ACOPLER .....	304
6.1.7.7 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	304
6.1.8 - RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL.....	305
6.1.8.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	305
6.1.8.2 - COMPACTACION EN ZANJAS.....	305
6.1.8.3 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	306
6.1.9 - CONCRETO .....	306
6.1.9.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	306
6.1.9.2 - MATERIALES .....	307
6.1.9.3 - PRODUCCIÓN .....	307

6.1.9.4 - PREPARACIÓN DE LA FUNDACIÓN ANTES DE LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO. ....	308
6.1.9.5 - COLOCACIÓN DEL CONCRETO .....	308
6.1.9.6 - CURADO DEL CONCRETO.....	309
6.1.9.7 - PRUEBAS DEL CONCRETO .....	309
6.1.9.8 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	310
6.1.10 - MORTEROS.....	311
6.1.10.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	311
6.1.10.2 - MATERIALES Y PROPORCIONES DE LOS MORTEROS.....	311
6.1.10.3 - PROPORCIONES.....	311
6.1.10.4 - PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	312
6.1.10.5 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	313
6.1.11 - ACERO DE REFUERZO .....	313
6.1.11.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	313
6.1.11.2 - ALMACENAJE .....	313
6.1.11.3 - PRUEBAS DEL ACERO DE REFUERZO .....	314
6.1.11.4 - DOBLADO .....	314
6.1.11.5 - ESTRIBOS.....	314
6.1.11.6 - LIMPIEZA Y PROTECCIÓN DEL REFUERZO.....	314
6.1.11.7 - COLOCACIÓN DEL REFUERZO .....	315
6.1.12 - ENCONFRADOS.....	315
6.1.12.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	315
6.1.12.2 - DESENCOFRADO.....	316
6.1.12.3 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	316

6.1.13 - POZOS .....	317
6.1.13.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	317
6.1.13.2 - POZO SIN REFUERZO .....	317
6.1.13.3 - POZO CON CAJA DE SOSTÉN .....	317
6.1.13.4 - PROCEDIMIENTO DE EJECUCION .....	318
6.1.13.5 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	319
6.1.14 - PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN TUBERÍAS Y POZOS .....	319
6.1.14.1 - ALCANCE DE TRABAJO .....	319
6.1.14.2 - PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	320
6.1.14.3 - TRABAJO INCLUIDO .....	321
6.1.15 - REMOCIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS.....	322
6.1.15.1 - ALCANCE DEL TRABAJO .....	322
6.1.15.2 - REMOCIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTO ADOQUINADO... 322	
6.1.15.3 - REMOCIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO .....	324
6.1.15.4 - REMOCIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO.. 325	
6.1.15.6 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	326
6.2 – PRESUPUESTO .....	326

## **CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

CONCLUSIONES .....	331
RECOMENDACIONES .....	334

## **ANEXOS**

ANEXO 1: CÁLCULO DE APORTES .....	338
ANEXO 2: TIPOS DE CAPA DE RODADURA POR NOMENCLATURA DE CALLE .....	357
ANEXO 3: RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO Y DATOS PROPORCIONADOS POR LA UNIDAD DE SALUD DE ANAMORÓS .....	359
ANEXO 4: PLANOS CONSTRUCTIVOS .....	364
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>455</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Estado actual del Municipio de Anamorós.....	4
Figura 2.1 – Detalle de Pozo de visita común.....	24
Figura 2.2 – Detalle de una rejilla de metal con plataforma de drenaje .....	42
Figura 2.3 – Esquema de sistema de tratamiento preliminar con todos sus componentes. ....	44
Figura 2.4 – Tanque circular de sedimentación simple.....	46
Figura 2.5 – Tanque rectangular de sedimentación simple. ....	47
Figura 2.6 – Esquema de fosa séptica.....	48
Figura 2.7 – Esquema de componentes de un tanque Imhoff .....	49
Figura 2.8 - Vista superior de un filtro percolador, en las que se observan las canaletas distribuidoras de caudal.....	52
Figura 3.1 – Representación gráfica del método de crecimiento lineal.....	73
Figura 3.2 - Selección de capa deseada para su extracción .....	110
Figura 3.3 – Selección de capa deseada para su extracción.....	111
Figura 3.4 – Vista general de software EpaCAD para la conversión de capa seleccionada.....	111
Figura 3.5 – Selección de capa guardada .....	112
Figura 3.6 – Selección de capa deseada para su extracción.....	113
Figura 3.7 – Finalización de guardado de capa .....	113
Figura 3.8 – Pantalla de entrada de software EPA SWMM 5.0.....	114
Figura 3.9 – Finalización de guardado de capa .....	115



Figura 3.10 – Dibujo en planta de red de alcantarillado sanitario .....	116
Figura 3.11 – Configuración de la identificación de pozos, conductos y punto de descarga .....	116
Figura 3.12 – Configuración de modelo hidráulico utilizado para el análisis de la red.....	117
Figura 3.13 – Introducción de coordenadas en pozo .....	118
Figura 3.14 – Introducción de caudal de diseño .....	119
Figura 3.15 - Introducción de constantes hidráulicas en tuberías .....	120
Figura 3.16 – Configuración de punto de vertido o descarga .....	121
Figura 3.17 – Tramo ejemplificado.....	122
Figura 3.18 – Configuración general para el diseño de la red de alcantarillado .....	124
Figura 3.19 – Configuración de fecha y tiempo total de simulación .....	125
Figura 3.20 – Ejecución de simulación para realizar el cálculo de variables hidráulicas.....	126
Figura 3.21 – Simulación y porcentaje de error en el cálculo hidráulico .....	126
Figura 3.22 – Línea de pendiente (zona norte) .....	143
Figura 3.23 - Línea de pendiente (zona sur) .....	144
Figura 3.24 – Línea de caudal (zona norte) .....	145
Figura 3.25 – Línea de caudal (zona sur) .....	146
Figura 3.26 – Línea de velocidad (zona norte).....	147
Figura 3.27 – Línea de velocidad (zona sur).....	148
Figura 3.28 – Línea de capacidad (zona norte) .....	149
Figura 3.29 – Línea de capacidad (zona sur) .....	150

Figura 3.30 – Línea de nivel (zona norte) .....	151
Figura 3.31 - Línea de nivel (zona sur) .....	152
Figura 3.32 – Inundación (zona norte) .....	153
Figura 3.33 – Inundación (zona sur) .....	154
Figura 4.1 – Ubicación del terreno 1 .....	158
Figura 4.2 – Ubicación del terreno 2 .....	159
Figura 4.3 – Ubicación del terreno 3 .....	160
Figura 4.4 – Terreno recomendado para la planta de tratamiento .....	168
Figura 4.5 – Puntos de Muestreo.....	169
Figura 4.6 - Coeficientes de Kirschmer de acuerdo con las forma de las barras .....	176
Figura 4.7 – Vista de planta y perfil de Medidor Parshall.....	184
Figura 5.1 – Ubicación del Proyecto .....	247

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 – Población del área urbana de Anamorós .....	10
Tabla 1.2 – Pruebas para medir la contaminación para aguas residuales de tipo ordinaria.....	11
Tabla 1.3 – Pruebas para medir la contaminación para aguas residuales de tipo especial.....	12
Tabla 2.1 – Comparación de relaciones de varios parámetros utilizados para caracterizar aguas residuales. ....	37
Tabla 3.1 – Dotaciones de agua potable utilizadas en el cálculo de caudal residual .....	76
Tabla 3.2 – Presentación de datos para cálculo de caudal residual .....	80
Tabla 3.3 – Tabulación de caudales por tubería y cálculo de caudal de diseño	83
Tabla 3.4 – Datos de entrada para tuberías .....	85
Tabla 3.5 – Datos de tuberías paralelas .....	94
Tabla 3.6 – Datos de entrada para pozos.....	98
Tabla 3.7 – Datos de entrada en tubería .....	122
Tabla 3.8 – Datos de entrada en pozo.....	122
Tabla 3.9 – Datos hidráulicos de tuberías.....	127
Tabla 3.10 – Datos hidráulicos de tuberías paralelas .....	137
Tabla 3.11 – Inundación en pozos .....	140
Tabla 4.1 – Áreas y coordenadas geográficas de los terrenos propuesto para la ubicación de la planta de tratamiento .....	158
Tabla 4.2 – Rango de valores asignados para zonas de desbordamiento .....	162

Tabla 4.3 – Área adecuada para albergar las instalaciones .....	162
Tabla 4.4 – Accesibilidad a cuerpo receptor .....	163
Tabla 4.5 – Distancia con respecto a zonas habitadas.....	164
Tabla 4.6 – Uso del suelo del sitio propuesto .....	164
Tabla 4.7 – Topografía del sitio propuesto.....	165
Tabla 4.8 – Valoración de criterios que deben cumplir los sitios propuestos para la ubicación de la planta de tratamiento de la ciudad de Anamorós .....	165
Tabla 4.9 – Parámetros para aguas residuales de tipo ordinario.....	170
Tabla 4.10 – Resultado de la muestra tomada en la quebrada .....	10
Tabla 4.11 – Normas internacionales usadas para el diseño de rejillas .....	175
Tabla 4.12 – Coeficiente de pérdida para rejillas .....	176
Tabla 4.13 – Parámetros recomendados para desarenadores.....	179
Tabla 4.14 – Límites de aplicación. Medidores Parshall con descarga libre...	185
Tabla 4.15 – Dimensiones típicas de medidores Parshall (cm) .....	186
Tabla 4.16 – Valores de exponente n y del coeficiente K .....	187
Tabla 4.17 – Parámetros utilizados para diseño de sedimentador primario ...	189
Tabla 4.18 – Cantidad típica de lodos producidos por los diferentes tipos de tratamiento.....	191
Tabla 4.19 – Porcentaje de remoción recomendado .....	194
Tabla 4.20 – Digestión discontinua de los lodos de sedimentación libre a diferentes temperaturas .....	203
Tabla 4.21 – Resultados de prueba de infiltración .....	207
Tabla 4.22 – Coeficiente promedio de absorción del terreno.....	213
Tabla 4.23 – Dimensiones y componentes de la letrina.....	221

Tabla 5.1 – Tipo de clima según altura .....	251
Tabla 5.2 – Factores ambientales según medio en que se generan.....	255
Tabla 5.3 – Identificación de impactos ambientales.....	257
Tabla 5.4 – Cuadro de identificación de impactos generados por el proyecto.. .....	261
Tabla 5.5 – Cuantificación de impactos ambientales .....	263
Tabla 5.6 – Descripción y costo de medidas de mitigación .....	265
Tabla 5.7 – Programa de Manejo Ambiental (PMA).....	268
Tabla 5.8 – Monitoreo Ambiental .....	274
Tabla 5.9 – Matriz de Leopold modificada .....	275
Tabla 6.1 – Anchos de zanjas recomendados para colocación de tuberías ...	294
Tabla 6.2 – Proporciones de mortero.....	312
Tabla 6.3 – Presupuesto de alcantarillado sanitario en la ciudad de Anamorós .....	328

# **CAPITULO I**

## **GENERALIDADES**

## 1.1 - INTRODUCCIÓN

El deficiente manejo de las aguas residuales, es uno de los problemas que en muchas de las ciudades y municipios de El Salvador está presente. Se sabe que una parte de las enfermedades son ocasionadas debido a la contaminación de los ríos y quebradas, los cuales son las fuentes receptoras en donde comúnmente son depositadas dichas aguas, debido a la falta de un sistema de alcantarillado que permita recoger, conducir y tratar los desechos generados en las viviendas, establecimientos comerciales e industrias.

La razón probable por la que muchas de las ciudades de nuestro país, aun no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario es por el alto costo económico que conlleva la ejecución de una obra como esta, y en casos especiales por el desinterés mostrado por las municipalidades.

Este no es el caso de la ciudad de Anamorós, ya que la municipalidad esta con toda la disposición de poder eliminar la problemática causada por las aguas residuales.

El documento presenta la propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, para el área urbana de la ciudad de Anamorós, el cual permita el manejo eficiente en la recolección y tratamiento de las aguas residuales de dicho municipio, con el objeto de prevenir el daño que se le ocasionan a los recursos naturales del lugar, disminuir las enfermedades presentes en los habitantes de esta ciudad y poder contribuir con el desarrollo del saneamiento básico urbano.

## 1.2 - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los servicios más esenciales o básicos en una ciudad que se encuentra en desarrollo es la recolección y tratamiento de aguas residuales, aunque muchas veces se presta más atención a suplir el campo del abastecimiento de agua potable, no significa que por eso una red de alcantarillados es menos importante, todo lo contrario, ya que esta permite prevenir enfermedades relacionadas a la insalubridad que generan las aguas residuales, contaminación al medio ambiente, así como el deterioro estético o devaluación de propiedades.

El problema de la red de alcantarillado sanitario es lo que se observa en la ciudad de Anamorós, ya que ni siquiera en el área urbana de la ciudad existe un medio de recolección implementado por la alcaldía, por lo que sus habitantes tienen que recurrir a otros tipos de sistemas como la elaboración de letrinas de hoyo o fosas sépticas, y en el caso más desfavorable a verter el agua en las cunetas de la ciudad, causando el deterioro de las calles, pero el problema no termina ahí, ya que estas aguas desembocan en la quebrada y un río del lugar, y esto a su vez contribuye a aumentar la probabilidad de generar mayores problemas en los recursos naturales antes mencionados, así como en el nivel freático de las aguas subterráneas de donde se abastecen los habitantes del municipio, a causa de estas acciones realizadas por los mismos.





**Figura 1.1 - Estado actual del Municipio de Anamorós. FUENTE: Propia.**

El hecho de no contar con una red de alcantarillado sanitario genera muchos problemas, entre los cuales se pueden mencionar:

- Contaminación del suelo y de mantos acuíferos de la ciudad.
- Riesgos de contraer enfermedades transmitidas por las excretas debido al uso inadecuado de letrinas de hoyo o fosas sépticas.
- Las aguas combinadas con detergentes, como las de uso en la cocina, se vierten en las cunetas y generan malos olores, y por ende se genera una degradación en la estética de la ciudad.
- Contaminación severa en las quebradas, lo cual genera un impacto ambiental negativo muy grande.
- Incremento de casos atendidos en la Unidad de salud, de 1,299 en el año 2014, a 1,408 reportados hasta 2015, en cuanto a casos de diarrea, para los casos de dengue se tienen, 78 en el año 2014, a 297 en 2015 según datos de la Unidad de Salud de la ciudad.

Para el caso del área urbana de la ciudad de Anamorós, que cuenta con una población de 2,012 habitantes, de acuerdo al último censo realizado por la Unidad de Salud de la Ciudad, en el mes de Julio del año 2015, es importante tener un sistema confiable y eficiente que permita reducir o eliminar todos los problemas mencionados anteriormente, pues se tiene el conocimiento que el área urbana está constituido por un total de 700 hogares, en las cuales los medios de evacuación de las aguas negras son sistemas de inodoros con fosas sépticas y letrinas de fosas, cuyos datos fueron proporcionados por el Prof. Rene García, jefe de promotores de la Unidad de Salud.

Por lo expresado anteriormente, se hace evidente la necesidad de implementar un sistema de alcantarillado sanitario, puesto que se tiene dentro de los planes de la alcaldía del municipio, la ampliación del sistema en la red de agua potable, ya que por el momento solo 350 (de acuerdo a la Unidad de Salud de la ciudad) de las viviendas poseen ese servicio, lo cual causará un incremento en el caudal de aguas negras en el área urbana de este municipio.

Con respecto al problema descrito, se plantea lo siguiente:

- ¿Es posible atenuar el daño al medio ambiente, reducir las enfermedades producidas por la insalubridad y el rápido deterioro de las calles, realizando un diseño de recolección y tratamiento de las aguas residuales en el área urbana de la ciudad de Anamorós?

### 1.3 – JUSTIFICACIÓN

Debido a la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario en el área urbana de la ciudad de Anamorós, se considera que es de mucha importancia la realización del diseño de dicho sistema, que se adecue a las condiciones propias de la ciudad de Anamorós, pues la ejecución del mismo producirá beneficios ambientales, se protegerá la biodiversidad que existe en el río y la quebrada del municipio, mejoras sanitarias a la población, eliminando focos de contaminación generados por los charcos, se producirían beneficios estéticos, pues las aguas residuales, ya no serán vertidas a la calle, mejorando la imagen de la ciudad. Los beneficios académicos generados en el equipo de trabajo son la utilización de software para el diseño eficiente de un sistema completo de captación y tratamiento de aguas residuales, mejorando las condiciones de vida dentro del municipio referido.

Otro de los beneficios que se tendría, es la sustitución de los sistemas de hoyo o fosas sépticas existentes, por letrinas de arrastre de agua (inodoros), y con la sustitución de estos sistemas se ayudaría a reducir las enfermedades, la contaminación de los acuíferos del lugar, y del suelo, así como también la contaminación en los hogares por el uso inadecuado que se hace con estos sistemas antes mencionados.

Lo anterior evidencia que la presente investigación es de mucha utilidad, tanto para la municipalidad, como para los habitantes de la ciudad, ya que esta puede tomarse como una referencia, la cual permita poder implementar lo expuesto.

## **1.4 - OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- ✓ Proponer el diseño de un sistema de recolección y tratamiento de las aguas residuales, en el área urbana de la ciudad de Anamorós.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Elaborar una alternativa viable y técnicamente satisfactoria para el manejo de las aguas residuales de la zona urbana del municipio.
- ✓ Realizar el diseño de acuerdo a leyes y normas vigentes en el país, tomando en cuenta la topografía del lugar.
- ✓ Realizar el prediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, en base a características de la misma, y a la topografía del lugar.
- ✓ Elaborar una carpeta técnica que sirvan de base para la gestión, de parte de autoridades del municipio.

## 1.5 - ALCANCES

- ✓ Presentar un diseño de alcantarillado sanitario para la ciudad de Anamorós.
- ✓ Proporcionar la ubicación geográfica del lugar en donde deberá estar la planta de tratamiento de las aguas residuales, de acuerdo a las normas vigentes en El Salvador y a la topografía del lugar.
- ✓ Presentar el prediseño de los elementos que conformarán la planta de tratamiento.
- ✓ Proporcionar a las autoridades municipales la carpeta técnica completa, que sirva de gestión de recursos financieros.
- ✓ Incorporar la Evaluación de Impacto Ambiental, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Medio Ambiente.
- ✓ Hacer uso del software EPA SWMM 5.0 como herramienta de análisis de las variables relacionadas al diseño del alcantarillado sanitario.

## 1.6 – LIMITACIONES

- ✓ La investigación se limitará solo al área urbana del municipio de Anamorós, Departamento de La Unión.
  
- ✓ La ubicación del terreno para la planta de tratamiento de aguas residuales, se reduce a una recomendación, la municipalidad deberá hacer la gestión para su compra.
  
- ✓ Debido a que no existen pruebas de laboratorio realizadas al suelo, no se diseñarán los elementos estructurales que conforman la planta de tratamiento.

## 1.7 - METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1 – Tipo de estudio

El estudio es de investigación aplicada de campo, resolviendo un problema específico del municipio de Anamorós.

### 2 – Población.

La población total con la que cuenta el municipio de Anamorós es de 14,551 habitantes, estos según el censo realizado en 2007 por DIGESTYC.

La población objetivo se calculará usando los modelos de proyección de población que más se asemejen al comportamiento en cuanto al crecimiento poblacional, utilizando los modelos de proyección propuestos en la Norma Técnicas de ANDA.

<b>Año</b>	<b>Población Total</b>
2007	1,790
2015	2,012

Tabla 1.1 – Población del área urbana de Anamorós. FUENTE: Datos proporcionados por la Unidad de Salud de la ciudad de Anamorós y censos realizados por la DIGESTYC.

### 3 – Instrumentos.

Para el caso de la topografía del lugar se utilizará:

#### 1 – Equipo topográfico.

- ✓ Estación total.
- ✓ Prismas.
- ✓ Cinta.

#### 2 - Uso de diferente software tales como:

- ✓ Microsoft Excell.
- ✓ Autocad Civil 3D 2015.
- ✓ Sanitary & Storm Analysis 2015.
- ✓ EPA SWMM 5.0.

### 3 – Pruebas de laboratorio:

Se especificará las normas ASTM y Standard Methods para la medición de los siguientes parámetros de contaminación:

#### 1. Agua residual de tipo ordinario:

<b>Características físico - químicas</b>	<b>Valor permisible</b>	<b>Numero de referencia ASTM</b>	<b>Número de referencia Standard Methods</b>
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	60 mg/l	-	5210
Potencial hidrógeno (pH)	5.5 – 9.0	D 1293 - 99	4500 – H <sup>+</sup>
Grasas y aceites (G y A);	20 mg/l	D 3921 - 26	5520
Sólidos sedimentables (SSed)	1 ml/l	-	2540 F
Sólidos suspendidos totales (SST)	60 mg/l	-	2540 D
Coliformes totales (CT)	10,000 NMP/100ml	-	9221
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )		D 512 - 89	4500 – Cl <sup>-</sup>

**Tabla 1.2 – Pruebas para medir la contaminación para aguas residuales de tipo ordinaria.**

**FUENTE: Datos proporcionados por el Decreto N° 39 y la norma NSO 13.49.01:09**



## 2. Aguas residuales de tipo especial:

<b>Características físico - químicas</b>	<b>Valor permisible</b>	<b>Número de referencia ASTM</b>	<b>Número de referencia Standard Methods</b>
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	Varía según actividad	-	5210
Demanda Química de Oxígeno (DQO <sub>5</sub> )	Varía según actividad	D 1252 - 02	5220
Potencial hidrógeno (pH)	5.5 – 9.0	D 1293 - 99	4500 – H <sup>+</sup>
Grasas y aceites (G y A);	Varía según actividad	D 3921 - 26	5520
Sólidos sedimentables (SSed)	Varía según actividad	-	2540 F
Sólidos suspendidos totales (SST)	Varía según actividad	-	2540 D
Temperatura	20 – 35 °C	-	2550

**Tabla 1.3 – Pruebas para medir la contaminación para aguas residuales de tipo especial.**

**FUENTE:** Datos proporcionados por el Decreto N° 39 y la norma NSO 13.49.01:09

## 4 – Estudios previos.

En el caso de los contaminantes de las aguas residuales vertidas al río no se tiene estudio previo por parte de ninguna entidad. Para el uso del software EPA SWMM 5.0 se utilizará como referencia el manual de usuario proporcionado por la Environmental Protection Agency (EPA).

## **5 - Procesamiento y análisis de resultados.**

### **A. Recolección de datos y definición de ubicación geográfica para la planta de tratamiento.**

Se recolectarán los datos de altimetría y planimetría del área urbana por medio de levantamiento topográfico y obtención de la población a través de censos ya realizados. Se realizarán visitas a lugares cercanos al área urbana, donde se pueda construir la planta de tratamiento, siempre y cuando el espacio físico cumpla con los requisitos internacionales para evitar contaminación de pueblos cercanos o zonas pobladas.

Se recurrirá a diversas instituciones que pudiesen dar apoyo en el proyecto.

### **B. Cálculo de caudal de diseño.**

Luego de obtener la población, esta será proyectada a futuro de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnicas de ANDA para un período de 20 años, seguidamente, a partir de los datos de dotación se calculará el caudal de diseño utilizando la fórmula:

$$Q = 0.80Q_{\max h}$$

A ése valor se agrega un 20% de infiltración para tuberías de concreto y 10% para tuberías de PVC, multiplicado por el área total de infiltración.

### **C. Diseño de la red de alcantarillado**

Se realizará el diseño de la red de alcantarillado, haciendo el trazo de las tuberías de alcantarillado utilizando el software Autocad Civil 3D 2015, de forma que se definan los valores de diámetro de tubería, pendiente, alturas de pozo,

etc. Con el fin de conocer el valor de la variable dependiente como la velocidad, cuya fórmula es:

$$v = \frac{R_H^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Todos los valores de las variables de estudio serán analizados con el software EPA SWMM 5.0, con el fin de asegurar un diseño eficiente y reducir el error en los cálculos hidráulicos.

#### **D. Realización de pruebas para conocer los posibles contaminantes del agua y análisis de resultados.**

Debido a que se pretende realizar pruebas de laboratorio a las aguas residuales, para poder conocer los contaminantes que estas contienen, los resultados que se obtendrían serían comparados con los parámetros indicados en la normativa utilizada, los cuales permitirían poder definir el tratamiento que deberían recibir dichas aguas, antes de ser vertidas en el cuerpo receptor.

Estos valores de contaminación se podrán obtener por medio de tres métodos diferentes:

1 – Caracterizar el lugar donde se realiza el estudio, para conocer los tipos de comercio, industria, actividades agrícolas y cantidad de viviendas que se encuentran en el lugar, para conocer los posibles niveles de contaminación de sus aguas residuales, tomando como parámetros los niveles de contaminación propuestos en estudios internacionales realizados por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS).

2 – Realizar pruebas de laboratorio para conocer las características físico – químico de las aguas residuales en un municipio con características similares a la ciudad de Anamorós.

3 – Realizar pruebas de laboratorio para conocer las características físico – químico de las aguas residuales en el lugar de la problemática.

### **E. Diseño de planta de tratamiento**

Para el caso del diseño de la planta de tratamiento, se hará la modelación de la misma a partir algunos factores:

1 – Grado de contaminación

El nivel de contaminación será necesario para conocer hasta qué grado se hará el tratamiento, los cuales son:

- ✓ Tratamiento Preliminar.
- ✓ Tratamiento Primario.
- ✓ Tratamiento Secundario.
- ✓ Tratamiento Terciario.

2 – Espacio disponible para su construcción

El espacio será determinante para saber las dimensiones máximas de los sistemas de tratamiento y verificar si su localización cumple con los parámetros establecidos por los organismos institucionales para evitar la contaminación de zonas pobladas.

### **F. Elaboración de planos, especificaciones técnicas y presupuesto.**

A partir de las características de diseño para el alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento, se conocerán las dimensiones de las mismas y por ende se deberá elaborar un plano de detalle de los elementos que los componen,

para los cuales se hará el diseño con Autocad 2015, cuyas dimensiones deberán ser comprensibles.

Para el caso de las especificaciones técnicas, se realizarán de acuerdo a las exigencias y normas de construcción utilizadas en el país, tomando en cuenta la particularidad del diseño y lo plasmado en los planos constructivos.

En el caso de la elaboración del presupuesto, se deberá calcular con respecto al diseño y especificaciones técnicas elaboradas.

## **6 – Evaluación del Impacto Ambiental**

La Evaluación de Impacto Ambiental se realizará en relación a todo lo que impacta la actividad en estudio.

### **I – Descripción del proyecto:**

Ésta parte incluye: 1. Descripción del lugar: Aquí se define la magnitud del proyecto en medidas como longitud, área, volumen, etc.

2. Alcances: Indica la solución que el proyecto constituye con respecto a la necesidad del lugar.

### **II – Descripción del Medio Ambiente.**

Aquí se incluyen diferentes aspectos que describen el ecosistema y composición del lugar donde se realiza el proyecto, los cuáles son la topografía, geología, clima, flora, fauna y zona verde cercana al proyecto (en caso de existir una realmente cercana).

### **III – Descripción de las actividades.**

Aquí se describen todos los procesos (divididos por partidas) que se realizarán en el proyecto, y se hará la evaluación pertinente de la incidencia ya sea

positiva o negativa que tendrá dentro el medio ambiente. Las actividades se dividen en las etapas de preparación del sitio, etapa de construcción, etapa de funcionamiento y etapa de cierre o abandono.

#### **IV – Población beneficiada.**

En ésta parte de la evaluación se determina el número de habitantes beneficiados con el proyecto, que en nuestro caso corresponde a todas las personas que habitan en el área urbana del municipio de Anamorós.

# **CAPITULO II**

## **MARCO REFERENCIAL**

## 2.1 – MARCO HISTÓRICO

En la historia se encuentran registrados los ingenios de los ingenieros primitivos, y dentro de ellos está el abastecimiento y evacuación de aguas, las cuales surgen debido al crecimiento de los centros religiosos y comerciales, así como de las capitales en la antigua Roma. Estas obras fueron construidas con una magnitud impresionante debido a su dificultad, pero presentan una gran habilidad de los ingenieros que le dieron vida a estos sistemas tan notables e importantes para la sociedad.

El drenaje o alcantarillado se inventó al principio para evacuar las aguas pluviales de las ciudades. Los romanos fueron grandes constructores de drenaje de aguas de lluvia y grises. Cuando edificaban una ciudad, empezaban por construir canales subterráneos. La gran cloaca de Roma, la Cloaca Máxima fue edificada alrededor de los 600 a.C. por Tarquino El Antiguo. Cuando las ciudades romanas desaparecieron y fueron ocupadas por otras poblaciones, se volvieron focos de infección, y las epidemias de peste y cólera regularmente provocaban una alta mortalidad. Los invasores de las ciudades romanas no mantenían limpios los drenajes, estos se taparon con la basura y se volvieron verdaderas cloacas.

En Europa es hasta el siglo XII cuando las autoridades locales vuelven al método antiguo y se construyen canales debajo de las avenidas principales de las ciudades. Esto fue el principio de la llamada “ingeniería sanitaria”.

En el siglo XVIII, había un convencimiento de que las “miasmas” (Olor muy desagradable o sustancia maloliente que se desprende de los cuerpos enfermos, de la materia en descomposición o de las aguas estancadas), eran el agente de las infecciones, sin embargo la aristocracia no hizo caso, y es solamente en el siglo XIX cuando nació el concepto de “higiene” y los nacientes



gobiernos locales empezaron a tomar en serio los “miasmas”: el alcantarillado era entonces la solución para evacuar y limpiar la ciudad de los desechos.

Las primeras alcantarillas construidas en Europa y Estados Unidos tuvieron como fin la recogida de las aguas pluviales.

Las excreciones humanas no se evacuaron a las alcantarillas de Londres hasta el año de 1815, a las de Boston hasta 1833 y las de Paris hasta 1880.

En algunos países de Latinoamérica que tomaron el ejemplo de EE.UU., se obtuvieron grandes resultados (Brasil, Venezuela, México, Costa Rica, etc.)

En nuestro país fue hasta el año de 1900 que se construyeron los primeros colectores de aguas servidas, para la ciudad de San Salvador, que consistían en canaletas rectangulares de mampostería de ladrillo, que conducían las aguas negras y las aguas lluvias de la zona central de la ciudad, pero estos fueron diseñados sin tomar en cuenta el incremento poblacional. Para el año de 1940 se tienen conocimiento sobre el tratamiento de las aguas residuales cuando en Nueva San Salvador (Santa Tecla), El Servicio Interamericano de la Salud Pública, programó y financió el proyecto de alcantarillado sanitario y construcción de una planta de tratamiento de dicha ciudad.

En el transcurso de los siglos XIX y XX el alcantarillado fue raras veces cuestionado y por el contrario, se integró a una ingeniería sanitaria de la cual todavía no ha salido. El alcantarillado ha sido utilizado como símbolo del progreso.

## 2.2 - MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 – ALCANTARILLADO SANITARIO

#### 2.2.1.1 – DEFINICIONES

- **Alcantarillado sanitario:** es una serie de tuberías o conductos, que tienen como objetivo primordial la recolección, conducción y evacuación de las aguas residuales de una población, y que a la vez permita evitar el riesgo de enfermedades epidemiológicas.
- **El agua residual:** es aquella que ha recibido uso y que por ello su calidad ha sido modificada, como consecuencia de las actividades cotidianas, realizadas por el ser humano, dichas aguas son provenientes de las viviendas, debido al uso de inodoros, regaderas, lavaderos, cocinas entre otras.

#### 2.2.1.2 - SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo.

Los sistemas convencionales de alcantarillado son los utilizados de manera tradicional, para recolectar y transportar las aguas residuales o lluvias hasta su disposición final, estos se clasifican en:

1. **Alcantarillado separado:** es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y agua lluvia.

- 2. Alcantarillado sanitario:** sistema diseñado para recolectar únicamente las aguas residuales domésticas e industriales.
- 3. Alcantarillado pluvial:** sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.
- 4. Alcantarillado combinado:** es aquel que conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas, industriales, y de lluvia. Este tipo de sistema no es utilizado en nuestro país, pues las Normas Técnicas de ANDA lo excluyen.

### **2.2.1.3 - COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

Una red de alcantarillado sanitario se compone de varios elementos certificados, tales como de tuberías, conexiones, anillos y obras accesorias: descargas domiciliarias, pozos de visita, estructuras de caída. Por otra parte en los sistemas a presión se utilizan estaciones de bombeo para el desalojo de las aguas residuales.

#### **1. Tuberías**

La tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones, el cual permite la conducción de las aguas residuales. En la selección del material de la tubería de alcantarillado, intervienen diversas características tales como: resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua, economía, facilidad de manejo, colocación e instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación.

Las tuberías para alcantarillado sanitario se fabrican de diversos materiales, tales como: Acero, Concreto simple y concreto reforzado.

## **2. Obras accesorias**

Comúnmente usadas para mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado son: Descarga domiciliaria, Pozos de visita y Estructuras de caída.

### **3. Descarga domiciliaria**

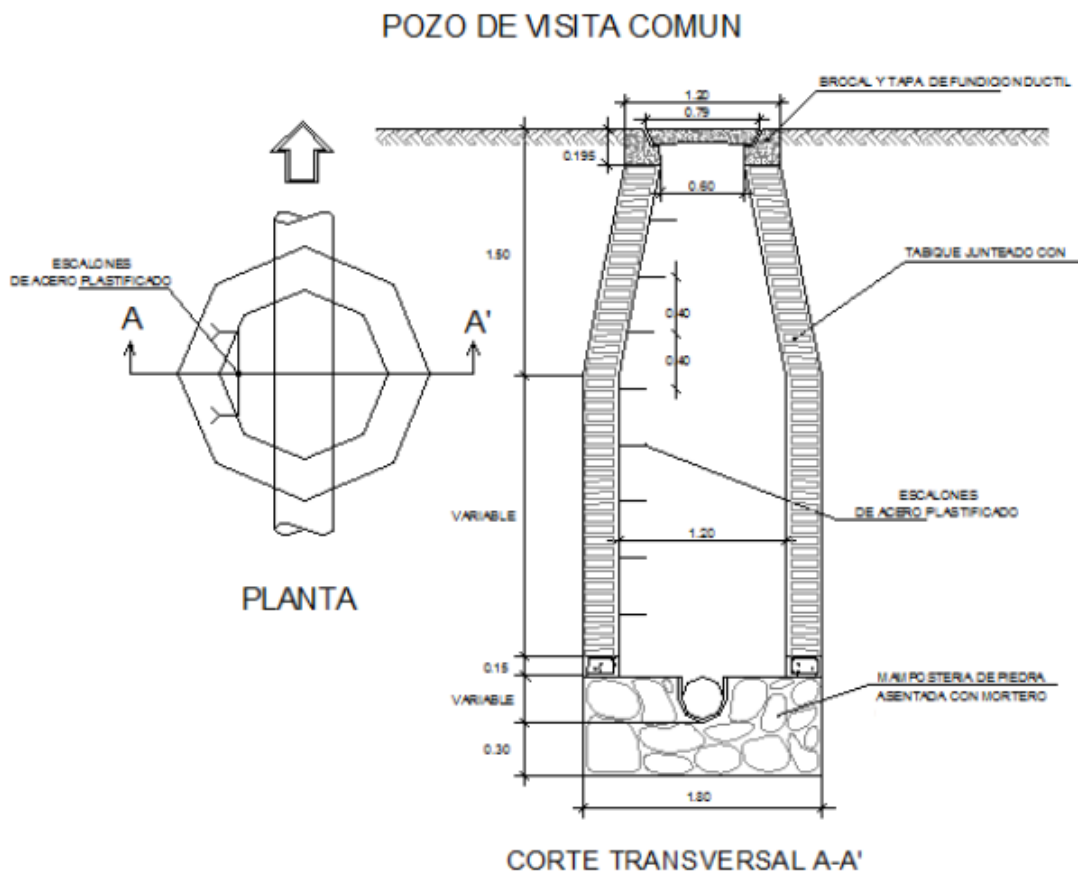
La descarga domiciliaria o conducto, es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, del registro domiciliario hacia la tubería.

### **4. Pozos de visita**

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de Alcantarillado, se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente, así como para las ampliaciones o reparaciones de las tuberías incidentes.

Los componentes esenciales de los pozos de visita pueden ser:

- a) Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, medias cañas, y banquetas;
- b) Cuerpo, el cual puede ser de ladrillo de barro o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones,
- c) Cono de acceso (concéntrico o excéntrico),
- d) Brocal
- e) Tapa



**Figura 2.1 – Detalle de Pozo de visita común. FUENTE: Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades: Alcantarillado sanitario.**

## **5. Estructuras de caída**

Por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

## **6. Estaciones de bombeo**

Son instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica, destinadas a transferir volúmenes de aguas residuales crudas o tratadas de un

determinado punto a otro ubicado a mayor elevación, para satisfacer ciertas necesidades.

## **2.2.2 - AGUAS RESIDUALES**

Las aguas de desecho son, primordialmente, parte del abastecimiento público descargadas a las tuberías que recogen las aguas residuales, desde los sistemas de drenaje de edificios, industrias, viviendas. En El Salvador, el 80% del agua total abastecida se convierte en aguas residuales, esto de acuerdo a ANDA, en las Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas negras (1998, p.20).

Las aguas residuales no pueden eliminarse descargándolas sin tratamiento en lagos, ríos, o cuerpos de agua ya que estos son contaminados; también el manejo inadecuado de los desechos sólidos ocasiona impactos negativos en los cuerpos de agua.

### **2.2.2.1 - ORIGEN DE LAS AGUAS NEGRAS O RESIDUALES**

Las aguas negras pueden ser originadas por:

#### **1 - Desechos humanos**

Son las liberaciones corporales que llegan a formar parte de las aguas negras, mediante los sistemas hidráulicos de los inodoros.

Estos desechos son los más importantes, por lo que se refiere a la salud pública ya que pueden contener organismos perjudiciales al hombre, por lo que su tratamiento seguro y eficaz constituye el principal problema de acondicionamiento de las aguas negras para su disposición.

## **2 - Desperdicios caseros**

Proceden de las manipulaciones domésticas de lavado de ropa, baño, desperdicios de cocina, limpieza y preparación de alimentos. Casi todos esos desechos contienen jabones, detergentes que generalmente tienen agentes espumantes y que son de uso común en las labores domésticas.

## **3 - Corrientes pluviales**

Las lluvias depositan cantidades variables de agua en la tierra y gran parte de ella lava la superficie, arrastrando polvo, arena, hojas y otras basuras.

## **4 - Infiltración de aguas subterráneas**

El drenaje o alcantarillado que es el dispositivo para colectar las aguas negras, va soterrado, y en muchas ocasiones queda debajo del nivel de los mantos de agua subterráneos, especialmente cuando dicho nivel es muy alto a causa de una excesiva precipitación en la temporada lluviosa. Las juntas entre las secciones de tubería que forman las alcantarillas no quedan perfectamente ajustadas, existe siempre la posibilidad de que se infiltre el agua subterránea.

## **5- Desechos industriales**

Los productos de desechos de procesos fabriles son parte importante de las aguas negras de una población y deben tomarse las precauciones necesarias para su eliminación. Estos desechos varían mucho por su tipo y volumen, pues depende de la clase de establecimiento fabril ubicado en la localidad.

### **2.2.2.2 - TIPOS DE AGUAS RESIDUALES**

- 1. Aguas residuales domésticas.** Según CONAGUA, en el Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (2009, p.2), se definen como aquellas provenientes de inodoros, regaderas, lavaderos, cocinas y otros

elementos domésticos. Y que están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes, (nitrógeno y fosforo) y organismos patógenos.

2. **Aguas residuales sanitarias:** son las mismas que las domésticas, pero que incluyen no solamente las aguas negras domésticas, sino también gran parte, sino es que todos los desechos industriales de la población. Definición según el Manual de Tratamiento de Aguas Negras (2004, p.17)
3. **Aguas residuales industriales.** Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes antes mencionados en las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre, solventes, grasas y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado. Según CONAGUA, en el Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (2009, p.2)
4. **Aguas pluviales:** Según el Manual de Tratamiento de Aguas Negras (2004, p.17), son las formadas por todo el escurrimiento superficial de las lluvias, que fluyen desde los techos, pavimentos y otras superficies naturales del terreno.

### **2.2.2.3 - CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.**

Las aguas residuales se pueden caracterizar de la siguiente manera:

- 1 – Características físicas.



2 – Características químicas.

3 – Características biológicas.

#### **2.2.2.3.1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.**

Las principales características físicas de un agua residual son su contenido de sólidos los cuales se clasifican en suspendidos, disueltos y sedimentables, al igual que turbiedad, color, olor, temperatura, densidad.

##### **1 – Sólidos**

El agua residual contiene una variedad de materiales sólidos que varían desde hilachas hasta materiales coloidales.

En la caracterización de las aguas residuales, los materiales gruesos son removidos generalmente antes de analizar sólidos en la muestra. La clasificación de los diferentes sólidos son los siguientes:

- **Sólidos Totales (ST)**

Según el Manual de Tratamiento de Aguas Negras del Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (2004), los sólidos totales se definen como la totalidad de sólidos orgánicos e inorgánicos, o la totalidad de sólidos suspendidos y disueltos.

Se puede distinguir entonces, que todos los residuos contenidos dentro del agua residual y que alteren las características físico-químicas del agua haciéndola no apta para consumo humano, se define como sólidos totales.

Un concepto más técnico es el proporcionado por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, el cual define a los sólidos totales como “los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporación de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida”.

Los sólidos totales incluyen los sólidos suspendidos, porción de sólidos totales incluyen los sólidos suspendidos porción de sólidos totales retenidos por un filtro y los sólidos disueltos totales, porción que atraviesa el filtro.

Muchos de los sólidos suspendidos son imperceptibles a simple vista, pero hay métodos científicos que nos permiten eliminar estos sólidos ya sea por agregados químicos, o por procesos mecánicos a través de sistemas de tratamiento.

- **Sólidos Suspendidos Totales (SST).**

El Manual de Tratamiento de Aguas Negras del Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (2004), define los sólidos suspendidos totales como, aquellos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua.

Son los sólidos que pueden separarse del agua negra por medios físicos o mecánicos, como son la sedimentación y la filtración. Los sólidos suspendidos se dividen en dos partes: sólidos sedimentables y sólidos coloidales.

Los sólidos suspendidos totales son los que se sedimentan dentro del tratamiento preliminar y primario, depositándose al fondo de los tanques de sedimentación, el tamaño de las partículas es aproximadamente de 1.58  $\mu\text{m}$ . Dato obtenido de "Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones" (2000).

Dentro de los sólidos suspendidos también se encuentran los Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV), que son los sólidos que pueden ser calcinados cuando los Sólidos Suspendidos Totales son incinerados, específicamente a la temperatura  $550 \pm 50$  °C durante un tiempo de 15 a 20 minutos.

- **Sólidos Disueltos Totales (SDT).**

Los sólidos disueltos totales son la cantidad de materia que permanece como residuo, posterior a la evaporación total de agua en una muestra a la cual se le ha realizado separación de sólidos. Definición según norma NSO 13.49.01:06, del Nuevo Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (N.CONACYT).

Los sólidos disueltos son las sustancias orgánicas e inorgánicas que son solubles en el agua y que no quedan retenidas dentro de filtros cuyos poros sean mayores a 0.001m. Para conocer la cantidad real de sólidos disueltos totales, se hace la diferencia entre Sólidos Totales (ST) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Dentro de los sólidos disueltos podemos encontrar los volátiles (SDV), que son los que cumplen los mismos requisitos Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV), y los fijos (SDF) que son los residuos remanentes después de calcinar los Sólidos Disueltos Totales (SDT) a temperaturas de  $500 \pm 50$  °C.

- **Sólidos Sedimentables.**

Los sólidos sedimentables son los sólidos no solubles que representan la diferencia entre los sólidos totales y los sólidos totales disueltos.

Los sólidos sedimentables son los que se sedimentan luego de cierto lapso de tiempo, usualmente una hora, y son los causantes de la turbiedad en el agua, puesto que dispersan la luz a través del agua. El valor permitido por la norma NSO 13.49.01:09 es de 1 ml/l para aguas residuales de tipo ordinario.

## **2 – Turbiedad.**

La turbiedad, como una medida de las propiedades de dispersión de la luz de las aguas, es otro parámetro usado para indicar la calidad de las aguas

naturales y las aguas residuales tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal.

La medición de la turbiedad se realiza por comparación entre la intensidad de luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones. Los resultados de turbiedad se dan en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

La mayor turbiedad está asociada con partículas de tamaño inferior a  $3\mu\text{m}$  y especialmente con aquellas partículas de tamaño entre  $0.1$  y  $1.0\mu\text{m}$ .

### **3 – Color.**

El color en aguas residuales es causado por sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color causado por sólidos suspendidos se llama color aparente, mientras que el color causado por sustancias disueltas y coloidales se denomina color verdadero. El color verdadero se obtiene sobre una muestra filtrada.

En forma cualitativa, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual. Si el color es café claro, el agua residual lleva aproximadamente 6 horas después de su descarga.

Un color gris claro es característico de aguas que han sufrido algún grado de descomposición o que han permanecido un tiempo corto en los sistemas de recolección.

Si el color es gris oscuro o negro, se trata en general de aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacterial bajo condiciones anaerobias.

#### **4 – Olor.**

La determinación de olor es cada vez más importante en la medida en que el público se ha interesado más por la propia operación de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

El olor de un agua residual fresca es en general inofensivo, pero una gran variedad de compuestos malolientes son liberados cuando se produce la degradación biológica bajo condiciones anaerobias de las aguas residuales.

El principal compuesto de olor indeseable es el sulfuro de hidrógeno (olor a huevo podrido). Otros compuestos como indol, eskatol y mercaptanos, formados bajo condiciones anaerobias, pueden causar olores mucho más ofensivos que el del sulfuro de hidrógeno.

Los olores pueden ser medidos mediante métodos sensoriales e instrumentales. La medición sensorial de olores empleando el sentido del olfato de los humanos puede generar información importante a niveles de detección muy bajos. Por ello, con frecuencia el método sensorial se usa para medir olores en plantas de tratamiento.

#### **5 – Temperatura.**

La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para abastecimiento, como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico e industrial.

La temperatura del agua es un parámetro muy importante, porque afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos.

Un incremento en la temperatura puede causar cambios en las especies de peces que existan en un cuerpo de agua receptor.

Las instalaciones industriales que usen fuentes de agua superficial para los sistemas de enfriamiento tienen particular interés en la temperatura del agua captada. Además, el oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría.

La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana está en el rango de 25 a 35°C.

## **6 – Densidad.**

Según Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones (2000), la densidad del agua residual se define como su masa por unidad de volumen y se expresa como g/L o kg/m<sup>3</sup> en medidas del sistema internacional (SI).

La densidad es una característica física de gran importancia a la hora de establecer la formación potencial de corrientes de densidad en sedimentadoras, humedales artificiales y otras unidades de tratamiento.

La densidad del agua residual doméstica que no contiene cantidades significativas de desecho es prácticamente de igual valor a la del agua a una misma temperatura.

### **2.2.2.3.2 – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.**

Las características químicas del agua son, en su mayoría, el contenido total de materia orgánica e inorgánica, al igual que los gases que se encuentran en el agua residual. Dentro de las principales características químicas tenemos:

#### **1 - Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).**

La DBO se define como el parámetro que mide el contenido de materia orgánica biodegradable que posee un cuerpo de agua, y la cantidad de oxígeno necesario para su disposición. También llamada, demanda biológica de

oxígeno. La medición expresa, la cantidad de materia orgánica que puede ser consumida u oxidada, por una población bacteriana en una muestra de agua. Se basa en la comparación del oxígeno disuelto, inicialmente en la muestra, con el existente en una muestra similar, después de haber sido incubada durante cinco días a una temperatura estandarizada de 20 °C.

Estos cinco días, son el tiempo estándar destinado, para que las bacterias digieran la materia orgánica presente en la muestra.

El resultado es  $DBO_5$  y se expresa en miligramos de oxígeno disuelto por litro ( $mg O_2/l$ ). Esto según, Comisión Estatal del Agua de Jalisco, México (2013).

El DBO es quizá el parámetro químico más importante a controlar, puesto que se encuentra en todos los tipos de desecho, ya sean domésticos, industriales, agrícolas, etc. y representa un buen porcentaje de la contaminación del agua residual.

La DBO es un parámetro aerobio, ya que a partir de la oxidación de microorganismos, se crea un nuevo tejido capaz de almacenar energía que causa que el mismo microorganismo se consuma, dando lugar a la respiración endógena y por ende, llevando a la degradación de los mismos.

Dentro del tratamiento de las aguas residuales, se hace uso de un filtro percolador para bajar los niveles de DBO permitidos en la norma NSO 13.49.01:09, el cual es de 60  $mg/l$  para la DBO en aguas de tipo ordinario.

## **2 - Demanda Química de Oxígeno (DQO).**

Según norma NSO 13.49.01:06, Nuevo Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (N.CONACYT), la Demanda Química de Oxígeno se define cómo la cantidad de oxígeno necesaria para producir la oxidación química fuerte de sustancias susceptibles de origen inorgánico y orgánico presentes en el agua.

La DQO abarca sustancias tanto orgánicas como inorgánicas susceptibles a ser oxidadas por medio de químicos fuertes como soluciones de dicromato en medio de ácidos. Las unidades con la que se mide la DQO son las mismas con la que se mide la DBO (mg/l).

En aguas residuales domésticas, el valor máximo permisible es de 150 mg/l, por lo que se observa que, dentro de todos los tipos de actividad en los que se relaciona el uso de agua, la DQO es más permisible a los valores elevados.

### **3 - Carbono Orgánico Total (COT).**

Según Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones (2000). Se denomina Carbono Orgánico Total al carbón que forma parte de las sustancias orgánicas de las aguas superficiales. Actualmente existen muchas sustancias naturales y artificiales que contribuyen a incrementar los niveles de COT en el ambiente, no obstante, esta sustancia puede ser descompuesta por microorganismos, durante el proceso de consumo de oxígeno.

En el laboratorio se puede calcular directamente la cantidad de Carbono Orgánico Total en una muestra de agua, a través de la medición de la cantidad del dióxido de carbono que se libera después del tratamiento con oxidantes químicos.

La prueba del COT es usada para medir el carbono orgánico total presente en un muestra acuosa. Los métodos para la prueba del COT utilizan oxígeno y calor, radiación ultravioleta, oxidantes químicos o alguna combinación de éstos para convertir el carbono orgánico en dióxido de carbono, el cual se mide con un analizador infrarrojo o por otros medios. El COT de determinada agua



residual puede usarse como medida de su polución y en algunos casos ha sido posible relacionar este parámetro con la DBO y la DQO.

La ventaja que el COT tiene a su favor radica en que el ensayo sólo tarda de 5 a 10 minutos. Si se puede obtener una relación válida entre los resultados de COT y la DBO en agua residual, entonces se recomienda el uso del COT para control de los procesos.

#### **4 - Relación entre DBO, DQO y COT.**

Los valores de la relación DBO/DQO en aguas residuales municipales no tratadas oscilan entre 0.3 y 0.8.

Si la relación DBO/DQO para aguas residuales no tratadas es mayor que 0.5, los residuos se consideran fácilmente tratables mediante procesos biológicos. Si la relación DBO/DQO es menor de 0.3, el residuo puede contener constituyentes tóxicos o se pueden requerir microorganismos aclimatados para su estabilización.

La relación DBO/COT para aguas residuales no tratadas varía de 1.2 a 2.0. Al usar estas relaciones, se debe recordar que ellas cambiarán significativamente de acuerdo con el tratado que se haya realizado a los residuos.

Los valores medios de las relaciones son:

Tipo de agua residual	DBO <sub>5</sub> /DQO	DBO <sub>5</sub> /COT
No tratada	0.3 – 0.8	1.2 – 2.0
Después de sedimentación primaria	0.4 – 0.6	0.8 – 1.2
Efluente final	0.1 – 0.3	0.2 – 0.5

Tabla 2.1 – Comparación de relaciones de varios parámetros utilizados para caracterizar aguas residuales. FUENTE: Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones.

## 5 - Grasas y aceites.

Las grasas y aceites son las sustancias químicas no miscible en el agua pero soluble en solventes designados en los métodos de análisis recomendados. Definición según norma NSO 13.49.01:06, Nuevo Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (N.CONACYT).

Si las grasas y aceites no se remueven en los procesos de pretratamiento de aguas residuales, tenderán a acumularse posteriormente en los procesos siguientes.

Si las grasas no se remueven antes de descargar las aguas residuales tratadas, podrían interferir con la vida biológica en la superficie de las fuentes receptoras creando películas desagradables a la vista. El valor máximo permisible en el país de acuerdo a la norma NSO 13.49.01:06 es de 20 mg/l.

### **2.2.2.3.3 - CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.**

Las aguas negras contienen también incontables organismos vivos, la mayoría de los cuales son demasiado pequeños para ser visibles, excepto bajo el microscopio.

Son la parte viva natural de la materia orgánica que se encuentra en las aguas negras y su presencia es de suma importancia porque son uno de los motivos para el tratamiento de estas aguas, y su éxito, incluyendo la degradación y descomposición, depende de sus actividades.

Puede decirse con razón, que ellos son los trabajadores que emplea un operador de plantas de tratamiento de aguas negras y que su éxito puede medirse por su conocimiento y atención a los gustos y aversiones de sus hábitos nutritivos y ambientales

Estos organismos microscópicos vivos pertenecen a dos tipos generales: bacterias y otros organismos vivos más complejos.

#### **1 – Bacterias**

Las bacterias son organismos vivos, de tamaño microscópico, que constan de una sola célula y su proceso vital, así como sus funciones, son similares a los de los vegetales. Algunas bacterias son móviles, es decir, que son capaces de moverse libremente por su propia fuerza, y otras son inmóviles. Las bacterias requieren, como todos los organismos vivos, alimentos, oxígeno y agua.

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

- **Bacterias parásitas**

Son las que viven normalmente a expensas de otro organismo vivo, llamado huésped, porque necesitan recibir el alimento ya preparado para consumirlo: generalmente no se desarrollan fuera del cuerpo del huésped. Las bacterias parásitas que tienen importancia en las aguas negras, provienen por lo general del tracto intestinal de las personas y de los animales cuyas deyecciones (evacuación de los excrementos) van a parar a las aguas negras.

Entre las bacterias parásitas se incluyen ciertos tipos específicos que, durante su desarrollo en el cuerpo del huésped, producen compuestos tóxicos o venenosos que causan enfermedades al huésped.

- **Bacterias saprófitas**

Son las que se alimentan de materia orgánica muerta, descomponiendo los sólidos orgánicos para obtener el sustento necesario, y produciendo a su vez sustancias de desecho que consisten en sólidos orgánicos e inorgánicos.

Por esta actividad son de suma importancia en los métodos de tratamiento de aguas negras ideados para facilitar o acelerar la descomposición natural de los sólidos orgánicos. Tales procesos de descomposición no progresarían sin su actividad. En ausencia de vida bacteriana (esterilidad) no tiene lugar la descomposición.

## **2 - Virus**

Hay otra forma de vida que se encuentra en las aguas negras, interesante para el operador de plantas de tratamiento de aguas negras: la de los virus. Estos son todavía más pequeños que cualquiera de los otros organismos microscópicos, y demasiado pequeños para poder ser observados al microscopio ordinario que se usa en los trabajos de bacteriología. No tienen un papel importante en el proceso de tratamiento de las aguas negras; su

importancia estriba en que, como las bacterias patógenas, son los agentes causales de cierto número de enfermedades en el hombre. Algunos, como el virus de la hepatitis, se desarrollan en los intestinos del hombre y son arrastrados por las materias fecales hasta las aguas negras.

### **2.2.3 - TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

El propósito del tratamiento de las aguas negras, previo a su disposición por dilución, consiste en separar de ellas la cantidad suficiente de sólidos que permita que los que queden al ser descargados a las aguas receptoras no interfieran con el mejor o más adecuado empleo de éstas, tomando en cuenta la capacidad de las aguas receptoras para asimilar la carga que se agregue.

A pesar de que son muchos los métodos usados para el tratamiento de las aguas negras, todos pueden incluirse dentro de los cinco procesos siguientes:

- 1) Tratamiento preliminar.
- 2) Tratamiento primario.
- 3) Tratamiento secundario.
- 4) Tratamiento terciario.
- 5) Tratamiento de los lodos.

#### **2.2.3.1 - TRATAMIENTO PRELIMINAR.**

En la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para proteger el equipo de bombeo y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a

eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, a eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites y grasas.

El objeto del tratamiento preliminar consiste en separar de las aguas negras aquellos constituyentes que pudiesen obstruir o dañar las bombas, o interferir con los procesos subsecuentes del tratamiento. Por lo tanto, los dispositivos para el tratamiento preliminar se diseñan para:

- 1) Separar o disminuir el tamaño de los sólidos orgánicos grandes que flotan o están suspendidos. Estos sólidos consisten generalmente en trozos de madera, telas, papel, basura, junto con algo de materia fecal.
- 2) Separar los sólidos inorgánicos pesados, como la arena, la grava e incluso objetos metálicos; a todo lo cual se llama arena.
- 3) Separar cantidades excesivas de aceites y grasas.

El tratamiento preliminar básico se compone de las siguientes partes:

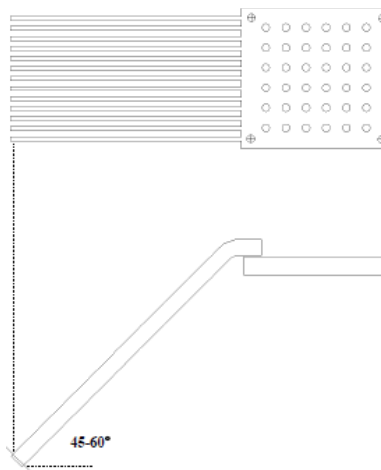
1. Rejas y cribas de barra.
2. Desarenadores.
3. Canal Parshall.

### **1 – Rejas y cribas de barra.**

Las rejas y cribas tienen por objeto retener los residuos sólidos grandes como ramas, desechos fecales no disueltos, arena gruesa o grava, etc. Están formadas por barras usualmente espaciadas desde 2 hasta 15 centímetros. Generalmente tienen claros de 2.5 a 5 cm. Aunque algunas veces se usan las rejas grandes en posición vertical, la regla general es que deben instalarse con un ángulo de 45 a 60 grados con la vertical. Los sólidos separados por estos

utensilios, se eliminarán enterrándolos o incinerándolos, o se reducen de tamaño con trituradoras o desmenuzadoras y se reintegran a las aguas negras.

Con el objeto de proporcionar suficiente superficie de reja, para la acumulación de basuras entre limpieza y limpieza, es necesario que la velocidad de aproximación del agua a la reja sea de aproximadamente 0.45 m/s a caudal medio.



**Figura 2.2 – Detalle de una rejilla de metal con plataforma de drenaje. FUENTE: Tratamiento de aguas residuales domésticas en Centroamérica.**

## **2 - Desarenadores**

Los desarenadores se localizan antes de las bombas o de los desmenuzadores y, si su limpieza se lleva a cabo mecánicamente como se describe después, deben ser precedidas por cribas de barras y rastrillos gruesos.

Los desarenadores se diseñan generalmente en forma de grandes canales. En estos canales la velocidad disminuye lo suficiente para que se depositen los sólidos inorgánicos pesados manteniéndose en suspensión el material orgánico.

Los desarenadores de canal deben diseñarse de manera que la velocidad se pueda controlar para que se acerque lo más posible a 30 cm. por segundo. El tiempo de retención debe basarse en el tamaño de las partículas que deben separarse y generalmente varía de 20 segundos a un minuto. Esto último se logra instalando varios desarenadores para que el flujo se ajuste en ellos mediante vertederos proporcionales colocados al final de cada canal o mediante otros dispositivos que permitan regular la velocidad del flujo. Hay también desarenadores patentados.

### **3 – Canaleta Parshall.**

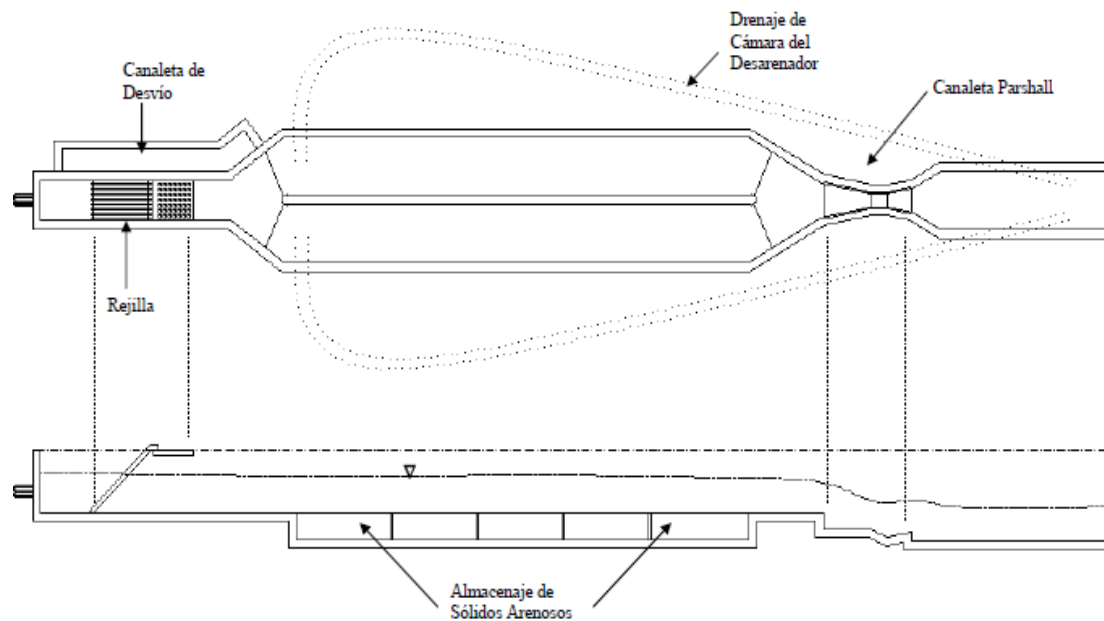
El objetivo de la Canaleta Parshall es el de servir como estructura de aforo, es decir, medir el caudal de agua residual que ingresa diariamente a la planta de tratamiento de aguas residuales o negras, con el fin poder llevar una medición y a su vez un mejor control de los procesos del tratamiento primario.

La canaleta Parshall se ubica al final del tratamiento preliminar, para la mejor conducción del agua residual para que pueda empezar el tratamiento primario necesario para eliminar la contaminación del agua.

Es preferible que la canaleta Parshall sea prefabricada, pues al elaborarse de concreto armado se corre el riesgo que se realice con dimensiones irregulares, y que la pendiente mínima para asegurar el flujo libre del agua no cumpla con los estándares.

Un esquema completo de la fase de tratamiento preliminar es el siguiente:





**Figura 2.3 – Esquema de sistema de tratamiento preliminar con todos sus componentes.  
FUENTE: Tratamiento de aguas residuales domésticas en Centroamérica.**

### 2.2.3.2 - TRATAMIENTO PRIMARIO

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario, están diseñados para retirar de las aguas negras los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de sedimentación. Esto se lleva a cabo reduciendo la velocidad del flujo.

En el tratamiento primario la velocidad del flujo se reduce hasta uno o dos cm. por segundo en un tanque de asentamiento o sedimentación, durante el tiempo suficiente, para dejar que se depositen la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente orgánicos, separándose de la corriente de aguas negras.

Algunas características del tratamiento primario son:

- El tratamiento primario no es obligatorio en una planta municipal.
- El tratamiento primario más utilizado en los tratamientos municipales es la sedimentación simple.
- El tratamiento primario reduce el esfuerzo de tratamiento en los procesos posteriores (tratamiento secundario).
- Los residuos producidos (lodos primarios) no se encuentran estabilizados, producen olores desagradables y atraen moscas y otros vectores de enfermedades. Necesitan procesarse antes de su disposición final.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario para poblaciones pequeñas son:

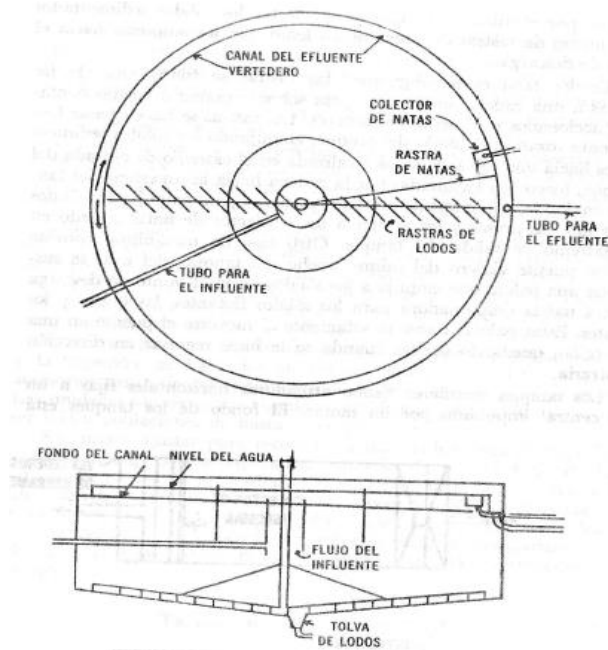
1. Tanques de sedimentación.
2. Fosas sépticas.
3. Tanques Imhoff.

### **1 - Tanques de sedimentación**

Los tanques de sedimentación se dividen en las siguientes categorías:

- **Tanque de sedimentación tipo circular.**

Los tanques de sedimentación circulares, cuentan con un brazo desnatador que está unido a la rastra de lodos. A diferencia de los tanques rectangulares, cuyo flujo es horizontal, en los tanques circulares es de tipo radial. El agua a tratar se introduce por el centro o por la periferia del tanque.



**Figura 2.4 – Tanque circular de sedimentación simple. FUENTE: Manual de tratamiento de aguas negras.**

- **Tanque sedimentador tipo rectangular.**

En los tanques rectangulares, la espuma se retira utilizando unas rastras de lodo que, de manera alternadas, después de recorrer el tanque por el fondo, regresan a su punto de partida recorriendo la superficie del agua; esto se aprovecha para remover la espuma. El material flotante se desplaza de esta manera hasta un sitio donde se colecta, ubicado a cierta distancia hacia atrás del vertedor del efluente, y allí es retirado al pasar sobre un vertedor de espuma o por medio de una rastra transversal.

Los criterios de diseño de los tanques de sedimentación primaria, se presentan cuando se trata de plantas grandes en las que se requiere de varios tanques rectangulares. Se acostumbra diseñarlos con paredes comunes con el fin de reducir los costos de construcción y para aprovechar mejor el espacio.

La elección de una tasa adecuada de carga superficial, en metros cúbicos por metro cuadrado de área superficial por día,  $m^3/m^2.d$ , depende del tipo de material en suspensión a sedimentar. Cuando el área del tanque se ha determinado, el tiempo de retención de este depende de la profundidad del agua.

Las tasas de carga superficial recomendadas proporcionan tiempos de retención entre 2.0 y 2.5 horas, con base en el gasto medio de diseño.

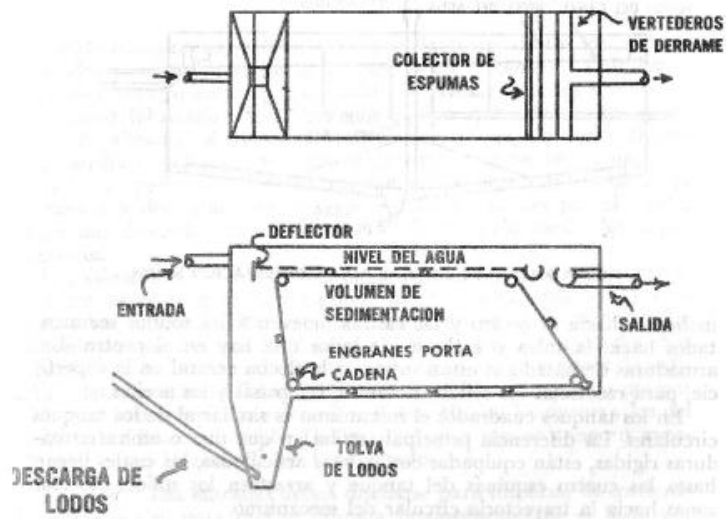


Figura 2.5 – Tanque rectangular de sedimentación simple. FUENTE: Manual de tratamiento de aguas negras.

## 2 – Fosas sépticas.

Las fosas sépticas, son tanques prefabricados que permiten la sedimentación y la eliminación de flotantes, actuando también como digestores anaerobios.

Los elementos básicos en una fosa séptica son:

1. **Trampa de grasas:** Se instala solo cuando hay grasas en gran cantidad.

2. **Tanque séptico:** Separa las partes sólidos del agua por un proceso de sedimentación simple.
3. **Caja de distribución:** Disminuye el agua de la anterior unidad.
4. **Campo de oxidación o infiltración:** Se oxida el agua y se elimina por infiltración.
5. **Pozos de absorción:** Pueden subsistir o ser complementarios del anterior. Un pozo de absorción consiste en excavaciones de diámetro y profundidad variable. En estos el agua se infiltra por paredes y piso, y deben ser permeables. Se recomienda llenar de grava a una altura aproximada de 1m.

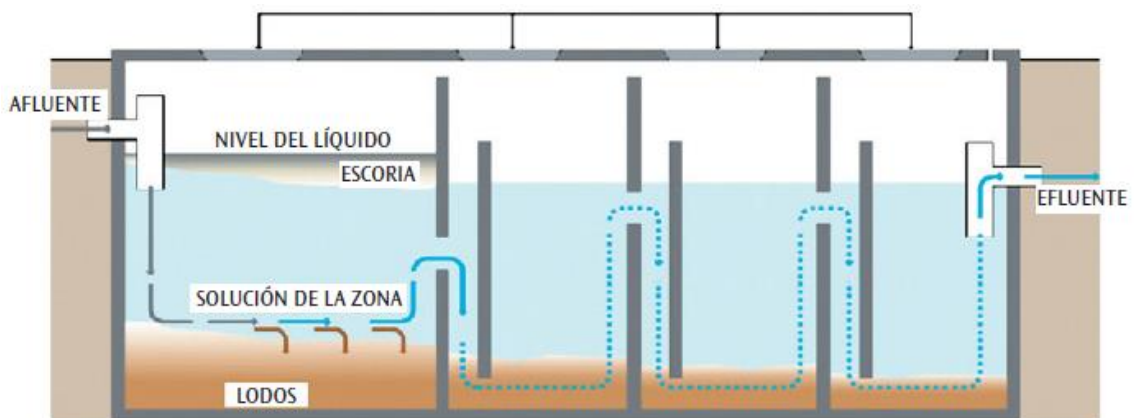


Figura 2.6 – Esquema de fosa séptica. FUENTE: Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activados Tomo I.

### 3 – Tanques Imhoff.

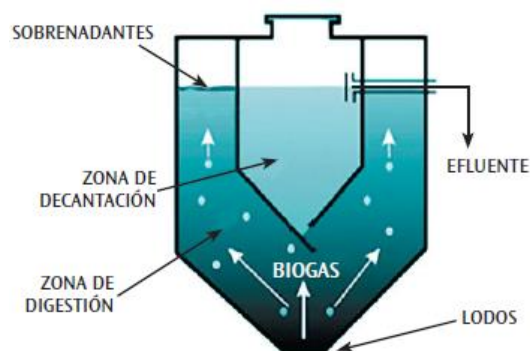
Estos tanques se idearon para corregir los dos defectos principales del tanque séptico, en la forma siguiente:

- 1) Impedir que los sólidos que se han separado de las aguas negras se mezclen nuevamente con ellas, permitiendo la retención de estos sólidos para su descomposición en la misma unidad.
- 2) Proporcionar un efluente adaptable a un tratamiento ulterior.

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de lodos sedimentados, en la misma unidad.

Los tanques Imhoff pueden ser rectangulares o circulares, y se dividen en tres compartimientos o cámaras, que son:

- 1) La sección superior que se conoce como cámara de derrame continuo o compartimiento de sedimentación.
- 2) La sección inferior que se conoce como cámara de digestión de los lodos.
- 3) El respiradero y cámara de natas. Es deseable que se pueda invertir la dirección del flujo, para evitar el depósito excesivo de sólidos en un solo extremo de la cámara de derrame continuo. Invertiendo el flujo cada mes se logrará que los lodos se acumulen por parejo en todo el fondo del tanque.



**Figura 2.7 – Esquema de componentes de un tanque Imhoff. FUENTE: Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activados Tomo I.**

El tanque Imhoff elimina del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce el DBO de un 25 a 35%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque Imhoff, se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado. El período de retención hidráulica, es entre 1.5 y 2.5 horas.

### **2.2.3.3 - TRATAMIENTO SECUNDARIO.**

Este tratamiento debe hacerse cuando las aguas negras todavía contienen, después del tratamiento primario, más sólidos orgánicos en suspensión o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras sin oponerse a su uso normal adecuado. El tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables. Este tratamiento es comparable a la zona de recuperación de la autopurificación de una corriente.

Dentro de los sistemas que se encuentran el tratamiento secundario, se pueden mencionar:

1. Lagunas de estabilización.
2. Filtros biológicos o percoladores.
3. Sedimentador secundario.
4. Lodos activados.

#### **1 – Lagunas de estabilización.**

Están constituidas por embalses artificiales, abiertos a la acción del sol y del aire, dispuestos en el terreno natural, y delimitados por bordos compactados de material, producto de la excavación. Para el control de estos procesos biológicos, es aún más determinante la temperatura ambiente y el tiempo de retención. Se deben evitar las pérdidas excesivas por infiltración.

De acuerdo a su clasificación y al contenido de oxígeno, las lagunas se clasifican cómo:

1. Anaerobias.
2. Facultativas.
3. Aerobias.

Además de la remoción de patógenos, la remoción de DBO y SST puede ser tan alta como en cualquier otro proceso si la laguna está diseñada y operada adecuadamente y si se considera que los sólidos en el efluente son algas producidas en la laguna y no los sólidos suspendidos de las aguas residuales originales que entran el sistema.

## **2 – Filtros biológicos o percoladores.**

Un filtro percolador es una cama de grava o un medio plástico sobre el cual se rocían las aguas pretratadas. En este sistema de filtro percolador, los microorganismos se apegan al medio del lecho y forman una capa biológica sobre éste. A medida que las aguas negras se percolan por el medio, los microorganismos digieren y elimina los contaminantes del agua.

El agua residual del influente se aplica normalmente en la parte superior del relleno, a través de canaletas en casos de filtros rectangulares y brazos de distribución en circulares, que se extienden por el filtro, y tienen aberturas variables para proporcionar una tasa de aplicación uniforme por unidad de área

Las variables principales que afectan el desempeño de un biofiltro son:

- Carga orgánica volumétrica.
- Carga hidráulica superficial.





**Figura 2.8 - Vista superior de un filtro percolador, en las que se observan las canaletas distribuidoras de caudal. FUENTE: Tratamiento de aguas residuales domésticas en Centroamérica.**

### **3 – Sedimentador secundario.**

En esta unidad se lleva a cabo el proceso de sedimentación de los sólidos en suspensión, contenidos en el agua proveniente del filtro. Pueden ser de forma circular o rectángula, y contar con un sistema de rastras o mamparas para la separación de natas y espumas. Estos tanques son de diseño similar a los sedimentadores primarios.

En la entrada del flujo al sedimentador debe procurarse:

- Disipar la energía del influente.
- Distribuir uniformemente el flujo.
- Minimizar las perturbaciones al manto de lodos.
- Promover la floculación.

#### **4 – Lodos activados.**

Los lodos activados son un proceso biológico de tratamiento de aguas residuales, que utiliza microorganismos para llevar a cabo la descomposición de los residuos.

Debido a que los microorganismos crecen y son mezclados por la agitación del aire, se agrupan formando flóculos que a su vez forman una masa microbiana activa llamada “lodo activado.

Los lodos activados deben mantenerse en suspensión durante su período de contacto con las aguas negras a tratar, mediante algún método de agitación. Por lo tanto, el proceso de lodos activados consta de las siguientes etapas:

1. Mezclado de los lodos activados con las aguas negras que se van a tratar.
2. Aireación y agitación de este licor mezclado durante el tiempo que sea necesario.
3. Separación de los lodos activados, del licor mezclado.
4. Recirculación de la cantidad adecuada de lodos activados, para mezclarlos con las aguas negras.
5. Disposición del exceso de lodos activados.

#### **2.2.3.4 - TRATAMIENTO TERCIARIO.**

El tratamiento terciario es el procedimiento más completo para tratar el contenido de las aguas residuales, pero no ha sido ampliamente adoptado por ser muy caro. Este tratamiento consiste en un proceso físico-químico que utiliza la precipitación, la filtración y/o la cloración para reducir drásticamente los

niveles de nutrientes inorgánicos, especialmente los fosfatos y nitratos del efluente final.

El agua residual que recibe un tratamiento terciario adecuado, no permite un desarrollo microbiano considerable. Algunas veces el tratamiento terciario se emplea para mejorar los efluentes del tratamiento biológico secundario. Se ha empleado la filtración rápida en arena para poder eliminar los sólidos y nutrientes en suspensión y reducir la DBO.

El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido, antes de que este sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.). Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento.

#### **2.2.3.5 - TRATAMIENTO DE LODOS**

Los lodos de las aguas negras son una mezcla de aguas negras y sólidos sedimentados. Por su origen reciben el nombre de primarios, secundarios, exceso de lodos activados o lodos químicos. Por su estado o tratamiento pueden denominarse crudos o frescos, digeridos, elutriados, húmedos o secos. Estos son los términos descriptivos más comunes y pueden usarse combinados.

Los objetivos del tratamiento de lodo son:

1. La estabilización para conseguir una degradación controlada de sustancias orgánicas y eliminación de olor.
2. Reducción de volumen y peso.
3. Higiene y muerte de organismos patógenos.
4. Mejora de las propiedades del lodo de las plantas de tratamiento para su utilización posterior o disposición final.

En el tratamiento de aguas residuales, se producen distintos tipos de lodos dentro de cada uno de los procesos individuales, los cuáles son:

- Lodo crudo.
- Lodo primario.
- Lodo activado.
- Lodo activado de recirculación.
- Lodo secundario.
- Lodo terciario.

#### **2.2.4 – EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

La evaluación de impacto ambiental conocida coloquialmente como (EIA), es un instrumento que sirve para describir los impactos ambientales que son generados por los proyectos de ingeniería, obras o actividades humanas de cualquier tipo, dando como resultado una alteración del medio ambiente donde se ejecutan dichas actividades, además la EIA tiene como objetivo prevenir, corregir y valorar los impactos que son generados, con el fin de poder compensar el daño posible que se puede llegar a generar.

Según el Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Yessenia Rojas Torres (noviembre de 2003), define la EIA como un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimice los impactos no deseados.

En general la EIA es el medio que nos permite identificar los resultados de las acciones que pueden ser generados por proyecto o actividad que diariamente realizamos los seres humanos, y a través de dicha EIA poder llegar a compensar los aspectos negativos que dañen a nuestro medio ambiente.

Una EIA puede brindar muchos beneficios a la sociedad, entre ellos se pueden mencionar, que los recursos naturales, la calidad ambiental y salud pública reciben niveles apropiados de protección a través de medidas ambientales y un proceso de evaluación efectivo, también el documento de evaluación de impacto ambiental presenta en un solo documento público toda la información de importancia sobre la acción propuesta, la naturaleza del medio ambiente afectado y los tipos de impactos ambientales potenciales que podrían resultar con la implementación de las alternativas propuestas a la acción, además la identificación de recursos limitados e impactos ambientales potenciales en las primeras etapas de la planificación de los proyectos, promueve la selección de alternativas más apropiadas, la previsión de la contaminación y el uso de las mejores prácticas de manejo y tecnologías para reducir la magnitud de aquellos impactos ambientales resultantes de la acción y por últimos, el objetivo de la EIA es apoyar la toma de decisiones respecto al proyecto, de manera que se tomen en cuenta los aspectos ambientales cuando se trata de priorizar, de definir financiamiento, de cumplir con la normativa, de responder a necesidades ligadas a la calidad de vida y otros objetivos sociales.

#### **2.2.4.1 – RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE.**

El medio ambiente juega un papel muy importante en la EIA ya que este presenta en detalles las características del área en la cual ocurrirá la acción propuesta.

Esta descripción debe ser del área de estudio, la cual está definida dentro de todos los efectos, impactos, características y esfuerzos compensativos potenciales que ocurrirían debido a una acción propuesta y sus alternativas.

Los detalles en esta descripción del área de estudio deben ser suficientes para demostrar al lector o revisor, la índole precisa de los recursos naturales y

humanos que podrían resultar afectados debido a la acción u alternativas propuestas. Esta descripción también suministra datos de base con los cuales los impactos ambientales pueden predecirse y contra los cuales pueden compararse los impactos predichos de la acción propuesta.

La técnica adoptable comúnmente para tratar este aspecto de la evaluación de impacto ambiental, es la subdivisión del ambiente en un grupo de categorías lógicas y jerárquicas como la siguiente:

#### Medio ambiente

- Geología
- Topografía
- Suelos
- Recursos de aguas subterráneas
- Recursos de aguas superficiales
- Comunidades terrestres
- Áreas ambientalmente sensitivas
- Calidad del aire
- Utilización de terrenos
- Demografía
- Niveles de sonido
- Socio-economía
- Servicios de infraestructura
- Transportación
- Recursos culturales
- Finanzas de proyecto

#### **2.2.4.2 – REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

La Guía Metodológica para la Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental, La Plata, (2011), dice que la EIA debe cumplir ciertas características y entre las más importantes están las siguientes:

- Capacidad de identificar el efecto.
- Capacidad de predecir, medir la magnitud o proceso de cambio.
- Capacidad de comunicar: evaluar los impactos y hacer juicio de valor de ventaja o desventaja.
- Capacidad de replicabilidad: servir de modelo para diferentes estudios.
- capacidad objetiva: en relación al valor científico.
- Optimo criterio en la elección de la técnica adecuada: en relación a la disponibilidad de recursos técnicos, financieros, tiempo, información, requisitos legales, etc.

#### **2.2.4.3 – MÉTODOS DE EVALUACIÓN.**

Existen varias metodologías para la aplicación de la EIA, el método elegido para la elaboración de una EIA debe permitir identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales sobre un proyecto.

Dentro de los métodos que existen se pueden mencionar los siguientes:

##### **1 - Matriz simple de causa-efecto**

Listas de chequeo o verificación y Diagramas de Flujo, sirven para elaborar un primer diagnóstico ambiental permitiendo la identificación de impactos, organizando la información obtenida, comparando las diferentes alternativas e

identificando las relaciones causales directas que pueden ser aditivas o sinérgicas.

## **2 - Matriz simple de causa-efecto**

Por medio del cruce de acciones, se puede conocer el alcance y efectos del proyecto. Ayuda a determinar el orden del impacto y las relaciones más complejas. Sirve de base para los modelos de simulación. Y también aquellos métodos que permiten evaluar los impactos:

## **3 - Matriz de evaluación ponderativa**

A través de una matriz de causa-efecto se logra ponderar el impacto de las acciones sobre el medio ambiente y así medir su calidad.

Estas mediciones se establecen como parámetros por medio de los cuales se puede manejar e interpretar el impacto o efecto. Deben ser índices cuantificables o valorativos. El ejemplo más conocido es la Matriz de Leopold.

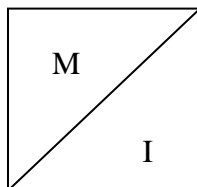
Para poder medir los efectos que con causados por los impactos, también existen modelos y estos son Modelos cuantitativo y cualitativo.

- **El método cualitativo**

Es la aplicación de la matriz de causa y efecto o mejor conocida como la Matriz de Leopold. Esta sirve para valorar las distintas alternativas de un mismo proyecto y consiste en un cuadro de doble entrada en el que se dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas que tienen lugar y que pueden causar posibles impactos.

Cada celda (producto de la intersección de filas y columnas) se divide en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud del impacto (M) y en la parte inferior la intensidad o grado de incidencia del impacto (I).





Según sea la valoración para M: Magnitud del Impacto medido en una escala ascendente de 1 a 10, precedido del signo + ó - , si el impacto es positivo o negativo respectivamente.

Según sea la valoración para I: Incidencia del Impacto medido en una escala ascendente de 1 a 10.

La suma de los valores que arrojen las filas indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental, mientras que la suma de los valores de las columnas, arrojará una valoración relativa del efecto que cada acción producirá al medio. El valor arrojado debe ser un valor positivo para que el proyecto sea viable ambientalmente.

De esta manera la Matriz de Leopold se convierte en eje del Estudio del Impacto Ambiental a la hora de evaluar la magnitud e importancia, y formará parte de Estructura de la Evaluación de Impacto Ambiental.

- **El método cuantitativo**

Es la aplicación del método de Batelle-Columbus el cual permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, mediante el uso de indicadores homogéneos, que puedan ser fácilmente medibles. Al ser valores correspondientes a unidades conmensurables y por lo tanto comparables, el impacto se determina por medio de la suma de esos valores obtenidos

El Capítulo III Evaluación de Impacto Ambiental en la Legislación Salvadoreña dice que no existe aún una metodología específica ni un patrón bien definido, ya que los aspectos dependerán directamente del tipo de proyecto sobre el cual se

va aplicar, de las características ambientales del sitio del proyecto, de la intensidad extensión de los posibles impactos generados.

#### **2.2.4.4 - CONTENIDO GENERAL DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

El contenido que debe llevar la EIA es un contenido estándar para todos los proyectos, y dependerá del tipo de proyecto si este contenido tiene alguna variación. En cuanto a los contenidos de una evaluación de impacto ambiental destacamos:

##### **2.2.4.4.1 - CONTENIDO GENERAL.**

Pretenden ser la base que oriente la definición final en torno a contenidos específicos caso a caso. Su finalidad es suministrar los fundamentos básicos y los aspectos genéricos que deben ser incluidos en un estudio de impacto ambiental, independientemente de la necesaria especificidad que ellos deben tener de acuerdo a cada acción que lo motiva.

El contenido general contiene:

- ✓ Descripción detallada del proyecto, con énfasis en características o actividades que implican riesgos o que generan impactos
- ✓ Determinación de impactos ambientales:
  - ▲ Características de la línea de base y otros datos a utilizar, incluyendo comentarios sobre su confiabilidad o deficiencia
  - ▲ Descripción de impactos (negativos / positivos, reversibles / irreversibles, corto / largo plazo, etc.)
  - ▲ Identificación de medidas para reducir o mitigar impactos



- ▲ Impactos ambientales significativos
- ▲ Plan de manejo ambiental
- ▲ Necesidades de entrenamiento y de gestión ambiental
- ▲ Programa de seguimiento
- ▲ Participación ciudadana y de otras agencias
- ▲ Lista de referencias bibliográficas
- ▲ Anexos (mapas, documentación técnica, muestreos, métodos, etc.)

#### **2.2.4.4.2 - CONTENIDO ESPECÍFICO.**

- 1) Descripción del proyecto.** Se describen todas las acciones que podrían tener impactos ambientales significativos, tanto en las etapas de construcción, puesta en marcha, operación, como de abandono. Incluye:
  - ✓ Resumen ejecutivo.
  - ✓ Descripción de la acción, identificando: proponente, tipo de inversión, etapa del proyecto, tecnología empleada, objetivos y justificación, descripción general del proyecto con sus obras complementarias.
  - ✓ Marco de referencia legal y administrativo. Aspectos legales y administrativos que están asociados a la temática ambiental del proyecto, especialmente en relación al cumplimiento de las normas y obtención de permisos ambientales.
  - ✓ Localización. Se justifica la decisión sobre la ubicación geográfica y político administrativa de la acción y los impactos ambientales que se deriven de ella.
  - ✓ Envergadura de la acción. Área de influencia, generando una descripción de la superficie involucrada en función de los impactos ambientales significativos. Se describen aspectos, tales como: tamaño de la obra, volumen de producción, número de trabajadores,

requerimientos de electricidad y agua, atención médica, educación, caminos, medios de transporte, entre otros.

- ✓ Tipos de insumos y desechos. Se describen las materias primas utilizadas y su volumen, fuentes de energía, cantidad y calidad de las emisiones sólidas, líquidas y/o gaseosas, así como la tasa a la cual se generarán y la disposición y manejo de los desechos, los planes de manejo de los recursos, volúmenes y tasa de extracción, orígenes de los insumos y otros aspectos relevantes para identificar el impacto ambiental del proyecto.

## **2) Antecedentes del área de influencia del proyecto (línea de base).**

Aquí deben incluirse parámetros ambientales únicamente en la medida que representen los impactos ambientales significativos. Incluye:

- ✓ Descripción de depósitos o tratamiento de desechos, uso actual y valor del suelo, división de la propiedad, grado de avance industrial-residencial, capacidad de uso y topografía, categoría de área protegida y equipamiento e infraestructura básica, entre otros.
- ✓ Descripción de la ubicación, extensión y abundancia de fauna y/o flora, y características y representatividad de los ecosistemas.
- ✓ Descripción del medio físico (agua superficial y subterránea, aire y suelo) en cuanto a sus características (parámetros físico-químicos, estado de contaminación, etc.) y sus dinámicas.
- ✓ Descripción de los sitios relativos a monumentos nacionales, áreas de singularidad paisajística, sitios de valor histórico-arqueológico o cultural, entre otros.
- ✓ Descripción de parámetros demográficos, de características socioeconómicas, de calidad de vida, de cantidad de personas afectadas, costumbres, valores y rasgos culturales entre otras variables.

**3) Identificación, análisis y valorización de los impactos.** Se identifican los impactos positivos y negativos derivados de la construcción, puesta en marcha, operación y abandono de la acción. La valoración de los impactos y la elección de las técnicas deben velar porque:

- ✓ Analicen la situación ambiental previa (antecedentes o línea de base) en comparación con las transformaciones esperadas del ambiente.
- ✓ Prevean los impactos directos, indirectos y los riesgos inducidos que se podrían generar sobre los componentes físico-naturales, socioeconómicos, culturales y estéticos del ambiente.
- ✓ Enfaticen en la pertinencia de las metodologías usadas en función de:
  - ▲ la naturaleza de acción emprendida,
  - ▲ las variables ambientales afectadas
  - ▲ el área involucrada.
- ✓ Utilicen variables ambientales representativas para medir impactos y justifiquen la escala, el nivel de resolución y el volumen de los datos, la replicabilidad de la información, la definición de umbrales de impactos y la identificación de impactos críticos o inadmisibles e impactos positivos.
- ✓ Consideren las normas y estándares nacionales existentes en la materia y área geográfica de que se trate.

## **2.3 – MARCO NORMATIVO.**

### **2.3.1 – CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA**

El artículo 117 de la Constitución de la República dicta de la siguiente manera:

**“Art. 117.-** Es deber del estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente, para garantizar el desarrollo sostenible.

Se declara de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional, restauración o sustitución de los recursos naturales, en los términos que establezca la ley.

Se prohíbe la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos.”

La constitución determina las directrices y lineamiento básico para el desarrollo y política estatal relativa a los recursos naturales y el medio ambiente, que dan lugar a una considerable regulación infraconstitucional que deberá ser emitida por el órgano legislativo, pero también una serie de medidas operativas en las que se involucran otros órganos de gobierno, el establecimiento de una ley secundaria que desarrolle las actividades relacionada con los recursos naturales y el medio ambiente es decir, establecer el marco normativo necesario e idóneo para facilitar la utilización racional de los recursos naturales por los particulares y el estado.

La política estatal y ambiental debe ser integral con un componente educativo, que implique la obligatoria enseñanza de la conservación del medio ambiente, y un componente del control de salubridad mediante la actuación del estado de un control de calidad de los productos alimenticios y las condiciones ambientales.

### **2.3.2 - LEY DE MEDIO AMBIENTE.**

La presente ley tiene como objetivo primordial la protección, conservación y recuperación del medio ambiente con el de mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones, además especifica en el capítulo IV, artículo 18, que toda obra o proyecto que tenga impactos negativos en el medio ambiente deben ser sometidos desde la fase de pre inversión a una Evaluación de Impacto Ambiental, así como en el artículo 22, aclara que el titular de toda actividad, obra o proyecto que requiera de permiso ambiental ya sea para realización o funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión, deberá presentar al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el formulario ambiental el cual contendrá, toda la información requerida por dicha actividad.

### **2.3.3 - REGLAMENTO DE LA LEY DE MEDIO AMBIENTE**

De los objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Art. 18. Especifica que la Evaluación de Impacto Ambiental tiene como objetivos identificar, cuantificar y valorar los impactos ambientales y los riesgos que determinada actividad, obra o proyecto pueda ocasionar sobre el medio ambiente y la población así como determinar las medidas necesarias para prevenir, atenuar, controlar y compensar los impactos negativos e incentivar los impactos positivos, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales, también determinar la viabilidad ambiental de la ejecución de una actividad, obra o proyecto; y al final generar los mecanismos necesarios para implementar el programa de manejo ambiental.

De la Categorización.



Art. 22.- El Ministerio, con fundamento en el Art. 22 de la Ley, categorizará la actividad, obra o proyecto, de acuerdo a su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial que su ejecución pueda generar, conforme a dos divisiones el cual primera contiene el grupo A que incluye las actividades, obras o proyectos, cuyos impactos ambientales potenciales son bajos y por lo tanto, el Titular no debe presentar documentación ambiental al Ministerio y el Grupo B incluye las actividades, obras o proyectos, que se prevé generarán impactos ambientales leves, moderados o altos, por lo que el Titular debe presentar documentación ambiental al Ministerio.

El grupo B se divide, a su vez, en dos Categorías:

La categoría 1 incluye todas las actividades, obras o proyectos que generen impactos ambientales leves y, como resultado de la evaluación de la documentación ambiental, el Ministerio emitirá resolución expresando que no se requiere elaborar estudio de impacto ambiental

La categoría 2 incluye todas las actividades, obras o proyectos que generen impactos ambientales moderados o altos y por los tanto, como resultado de la evaluación de la documentación ambiental, el Ministerio emite términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental. Este estudio podrá ser aprobado o no por el Ministerio. El Ministerio publicará por los medios que defina, incluyendo y de ser posible, en medios tecnológicos, la categorización de las actividades, obras o proyectos.

#### **2.3.4 - ORDENANZAS MUNICIPALES.**

En el municipio de Anamorós no existen ordenanzas municipales que regulen la calidad de las aguas residuales antes de ser descargadas al cuerpo receptor. Debido a que no cuentan con este sistema.

### **2.3.5 - NORMAS TÉCNICAS DE ANDA.**

Las normas técnicas de ANDA establecen dentro del capítulo II, los procedimientos de diseño del alcantarillado sanitario, especificaciones técnicas de materiales a utilizar y las obras exteriores que lo complementan.

### **2.3.6 - NORMAS DE CALIDAD DE AGUA DEL NUEVO CONCEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (N.CONACYT).**

Estas normas establecen las características de valores físicos y químicos microbiológicos y radioactivos permisibles que debe de presentar el agua residual para proteger y rescatar los cuerpos receptores.

Esta norma se aplica en todo el país para descargas de aguas residuales vertidas a cuerpos de aguas receptores superficiales. Deberá observarse el cumplimiento de los valores permisibles establecidos en esta norma de forma que no causen efectos negativos en el cuerpo receptor tales como color, olor, turbiedad, radioactividad, explosividad y otros, el aprovechamiento del suelo para el residuo o tratamiento de las aguas residuales queda sujeto a lo establecido en el reglamento espacial de aguas residuales.

### **2.3.7 - DECRETO N° 39 REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES.**

En el Artículo 1 de dicho reglamento se expone el objeto de la norma, el cuál textualmente dice de la siguiente manera: “Art. 1.- El presente Reglamento tiene por objeto velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenibles del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación.”

Éste reglamento se encuentra vigente y será el utilizado para la guía de caracterización de aguas residuales que se realizaran en el Municipio.

# **CAPITULO III**

## **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **3.1 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

Para el diseño de alcantarillado sanitario en el área urbana de la ciudad de Anamorós, departamento de La Unión, se utilizaron los siguientes criterios para un diseño eficiente y económico.

#### **3.1.1 – CRITERIOS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO.**

##### **3.1.1.1 – NORMATIVA UTILIZADA PARA EL DISEÑO.**

Se utilizará la Norma Técnica para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras (ANDA 1998) y el Manual de Planificación de Alcantarillados (ANDA 2009).

##### **3.1.1.2 – CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA TUBERÍAS Y POZOS.**

- ✓ El material a utilizar para las tuberías es PVC, al cual corresponde un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.011.
- ✓ El caudal de diseño es calculado en base al 80% del caudal máximo horario de agua potable, utilizando un factor de variación máximo horaria de 2.4, más infiltraciones incontroladas en la tubería de 0.1 L/s/Ha para material de tubería PVC.
- ✓ El cálculo y distribución de los caudales se realiza con el soporte de hojas cálculo, las cuales serán explicadas en este capítulo.
- ✓ Para todas las dotaciones utilizadas, se agregará un 20% de la dotación usada por fugas.

- ✓ El funcionamiento en condiciones reales de la red se establece con la utilización del software EPA SWMM 5.0, para el que se determinan datos de entrada y resultados, los que serán definidos en este capítulo.

### 3.2 - CÁLCULO DE POBLACIÓN.

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) establece diferentes métodos de proyección de población dependiendo del comportamiento gráfico que tenga el incremento poblacional del lugar de estudio. Para el caso de la ciudad de Anamorós, los valores de población obtenidos a partir del censo realizado por la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC) y la Unidad de Salud del municipio, cuyos datos fueron tabulados en la TABLA 1.2.

En el caso de ésta ciudad, se usará el método de crecimiento lineal o método aritmético, ya que el crecimiento que presenta es leve. Este método es aplicable a zonas no industrializadas, de crecimiento representativo lineal y poblaciones de alrededor de 2,000 habitantes.

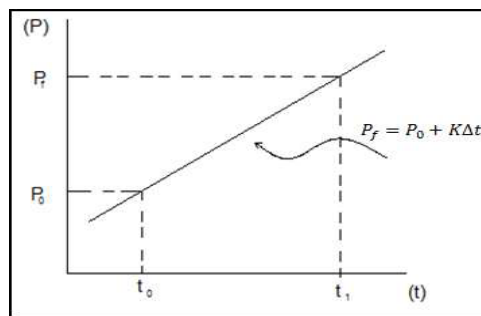


Figura 3.1 – Representación gráfica del método de crecimiento lineal. FUENTE: Manual de Alcantarillados (ANDA, 2009)

La proyección basada en el crecimiento aritmético o lineal de la población es el método más sencillo de extrapolación.

Consiste en calcular la cifra media de aumento de la población en un lapso de tiempo y aumenta o disminuye una cantidad uniforme por cada año transcurrido después del último registro. Los incrementos de la población son una constante para cada período, lo que indica que la velocidad de crecimiento es constante.

Para la proyección del crecimiento de la población basándonos en el crecimiento lineal, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o + k\Delta t$$

**Ecuación 3.1 – Población final por crecimiento lineal.**

Dónde:

$P_f$ : Población futura o población de diseño.

$P_o$ : Población inicial.

K: Tasa de crecimiento anual.

$\Delta t$ : Período de tiempo.

La tasa de crecimiento anual (k) se calcula de la siguiente forma:

$$k = \frac{P_{(\text{último censo})} - P_{(\text{censo anterior})}}{\Delta t}$$

**Ecuación 3.2 – Tasa de crecimiento anual por crecimiento lineal.**

Dónde:

P: Población por cada condición.

$\Delta t$ : Número de años entre censos.

Aplicando las ecuaciones 3.1 y 3.2 para el cálculo de la población en el municipio de Anamorós:

- ✓ Población del último censo (2015):  $P_{(\text{último censo})} = 2,012 \text{ habitantes}$ .
- ✓ Población del censo anterior (2007):  $P_{(\text{censo anterior})} = 1,790 \text{ habitantes}$ .
- ✓ Período de tiempo entre censos:  $\Delta t = 8 \text{ años}$
- ✓ Tasa de crecimiento poblacional:  $k = 27.75 \text{ hab./año}$

- ✓ Proyección para el año de diseño:

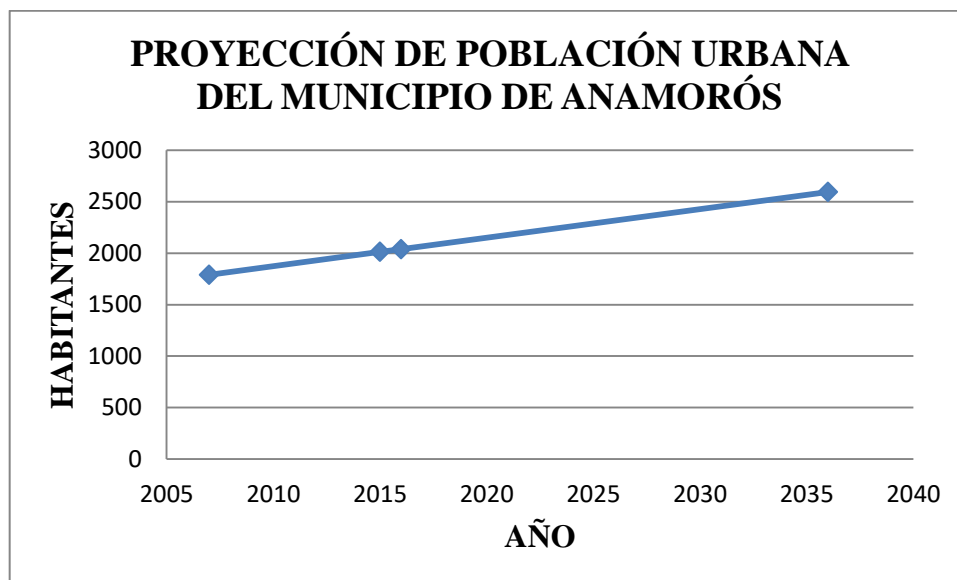
$$P_{(2016)} = 2,012 + (27.75)(1)$$

$$P_{(2016)} = \mathbf{2,039 \text{ hab.}}$$

- ✓ Proyección para el final del periodo de diseño:

$$P_{(2036)} = 2,039 + (27.75)(20)$$

$$P_{(2036)} = \mathbf{2,594 \text{ hab.}}$$



Grafica 3.1 – Proyección de la población urbana del Municipio de Anamorós. FUENTE:  
Elaboración Propia

### 3.3 – CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de aguas residuales es estimado en base al consumo de agua de las viviendas, establecimientos comerciales, industrias, e infiltración de aguas subterráneas y aguas lluvias.

Cada habitante posee diferentes costumbres en cuanto al consumo de agua, y cada cual se encuentra influenciado por factores de tipo social, económico y de disponibilidad de agua.



De acuerdo a estudios estadísticos realizados, se estima que el consumo per cápita de agua puede variar entre 80 y 350 litros al día.

El volumen de agua que una persona consume por unidad de tiempo se denomina dotación y de acuerdo a las Normas Técnicas de ANDA, se tienen las siguientes dotaciones:

<b>D = DOTACIÓN DOMÉSTICA URBANA: 80 a 350 l/p/d</b>	
<b>CONSUMOS ESPECÍFICOS</b>	
Dotación total urbana $\geq$	220 l/p/d
Locales comerciales	20 l/m <sup>2</sup> /d
Hoteles	500 l/hab/d
Pensiones	350 l/hab/d
Restaurantes	50 l/m <sup>2</sup> /d
<b>ESCUELAS</b>	
Externos	40 l/alumno/d
Internados	200 l/p/d
Personas no residentes	50 l/p/d
<b>HOSPITALES</b>	
Cama	600 l/cama/d
Médicas	500 l/consultorio/d
Dentales	1000 l/consultorio/d
<b>OTROS</b>	
Oficinas	6 l/m <sup>2</sup> /d
Mercados, puestos	15 l/m <sup>2</sup> /d
Gasolineras	300 l/bomba/d

**Tabla 3.1 – Dotaciones de agua potable utilizadas en el cálculo de caudal residual.**

**FUENTE: Normas Técnicas de ANDA.**

### 3.3.1 – ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO.

Para calcular el caudal de diseño, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_D = Fs(0.80Q_{maxh} + Q_i)$$

**Ecuación 3.3 – Caudal de diseño para alcantarillado sanitario.**

Dónde:

$Q_D$ : Caudal de diseño, medido en l/s.

$Q_{maxh}$ : Caudal máximo horario, medido en l/s.

$Q_i$ : Caudal de infiltración, medido en l/s.

$Fs$ : Factor de seguridad

El valor de factor de seguridad depende del diámetro de la tubería utilizada, los valores pueden ser encontrados en el Capítulo II Numeral 4 de la Norma Técnica de ANDA.

Para el cálculo del caudal medio diario, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{md} = \left( \frac{P_f D}{86,400} \right)$$

**Ecuación 3.4 – Cálculo de caudal medio diario.**

Para el caso del caudal máximo horario, se calcula en relación a la población y la dotación. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{maxh} = K_2 \left( \frac{P_f D}{86,400} \right)$$

**Ecuación 3.5 – Cálculo de caudal máximo horario.**

Dónde:

$K_2$ : Coeficiente de variación horaria (de 1.8 a 2.4). Para el caso de éste diseño en particular, se utilizará 2.4 en todos los cálculos.

$P_f$ : Población futura o de diseño en habitantes.

$D$ : Dotación el l/p/d.

Para el caudal de infiltración, las normas técnicas de ANDA establece para tuberías de PVC la siguiente condición:

$$Q_i = (0.1 \text{ l/s/ha})(\text{área})$$

**Ecuación 3.6 – Cálculo de caudal de infiltración.**

### **3.3.2 – CÁLCULO DE CAUDAL DOMÉSTICO**

Las diferentes consideraciones que se han tomado en cuenta para el cálculo de caudal potable para dotaciones domésticas son las siguientes:

- ✓ Se realizará el cálculo de Caudal Medio Diario en base a las consideraciones de diseño establecidas en las Normas Técnicas de ANDA.
- ✓ Se deberán determinar el número de lotes habitacionales en base a una caracterización visual del municipio, apoyándose en el mapa de distribución de lotes proporcionado por la municipalidad.
- ✓ La fórmula a utilizar para el caudal distribuido será la relación directa entre el caudal máximo horario y el número de lotes habitacionales.

Para el cálculo de caudal doméstico, se hace la distribución de caudal de la siguiente manera:

- ✓ **Población de diseño:** 2594 Habitantes.
- ✓ **Dotación:** Se utilizará el valor medio de 215 L/p/d, más un añadido de 20% por fugas.
- ✓ **Cálculo de Caudal Medio Diario ( $Q_{md}$ ).** Utilizando ecuación 3.4:

$$Q_{md} = \left( \frac{P_f D}{86,400} \right)$$

$$Q_{md} = \left( \frac{(2594 \text{ Habitantes})(258 \text{ L/p/d})}{86,400 \text{ s/d}} \right)$$

$$Q_{md} = 7.75 \text{ L/s}$$

- ✓ Cálculo de Caudal Máximo Horario ( $Q_{maxh}$ ). Utilizando ecuación 3.5:

$$Q_{maxh} = 2.4 \left( \frac{(2594 \text{ Habitantes})(258 \text{ L/p/d})}{86,400 \text{ s/d}} \right)$$

$$Q_{maxh} = 18.59 \text{ L/s}$$

- ✓ Cálculo de caudal potable por lote habitacional. Para el cálculo de caudal por lote habitacional, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{Potable} = \frac{Q_{maxh}}{\# \text{ de lotes}}$$

**Ecuación 3.7 – Cálculo de caudal potable total.**

Para la ciudad de Anamorós, se tiene un total de 911 lotes habitacionales. Entonces, se tiene que el caudal potable total es:

$$Q_{Potable} = \frac{18.59 \text{ L/s}}{911 \text{ Lotes}}$$

$$Q_{Potable} = 0.02041 \text{ L/s/lote.}$$

Este valor será utilizado en todo el cálculo de caudal de diseño.

### **3.4 - CALCULOS DE CAUDALES PARA TUBERIAS Y POZOS.**

Se realizaron una serie de tablas en las que paso a paso se define cada uno de los cálculos seguidos para llevar desde los datos de cuencas de drenaje hasta los datos de entrada requeridos para la utilización del software EPA SWMM 5.0.

A continuación se explica cada una de ellas:

- ✓ **CAUDAL RESIDUAL POR ÁREAS:** Se utiliza para definir el caudal residual de cada área por uso de suelo o equipamiento.
- ✓ **CAUDAL DE DISEÑO POR TUBERÍA:** Asigna cada caudal residual definido por áreas a la tubería a la que sirve, aplicando el factor por diámetro.
- ✓ **DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO POR POZOS:** Detalla cada uno de los pozos con las tuberías que contribuyen el caudal dentro del mismo.

Todos los datos tabulados serán ingresados al software EPA SWMM 5.0 para el cálculo de diferentes propiedades hidráulicas en cada conducto.

### 3.4.1 – CAUDAL RESIDUAL POR ÁREAS.

Para el cálculo de caudales residuales por área de uso de suelo, se realiza la siguiente tabulación estándar:

C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8	C.9	C.10
<b>Tubería de drenaje</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Uso de Suelo</b>	<b>Dotación</b>	<b>Cantidad de lotes habitacionales</b>	<b>Caudal potable (L/s)</b>	<b>Caudal residual (L/s)</b>	<b>Caudal de infiltración (L/s)</b>	<b>Caudal residual total (L/s)</b>

Tabla 3.2 – Presentación de datos para cálculo de caudal residual. FUENTE: Propia.

Dónde:

- **Columna 1 (C.1):** Identificación de tubería en el plano la cuál recibe el aporte tributario indicado en las siguientes columnas.

Tubería de drenaje
T-1

- **Columna 2 (C.2):** Área de infiltración por tubería de aporte, medida en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

Área (m <sup>2</sup> )
3241.432

- **Columna 3 (C.3):** Área de infiltración por tubería de aporte, medida en Hectáreas (Ha).

Área (Ha)
0.3241432

- **Columna 4 (C.4):** Especifica el uso de suelo por lote de acuerdo al sistema de caracterización de ANDA.

Uso de Suelo
Doméstico

- **Columna 5 (C.5):** Define el valor numérico de la dotación para el tipo de uso de suelo o equipamiento y las unidades en que se expresa.

Dotación	
215	L/Habitantes/día

- **Columna 6 (C.6):** Número de lotes habitacionales que conectaran a la tubería.

Cantidad de lotes habitacionales
4

- **Columna 7 (C.7):** Cálculo de caudal potable de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas de ANDA. Para éste ejemplo que sólo se posee dotación doméstica, el cálculo se hace de la siguiente manera:

Caudal potable (L/s)
0.082

$$Q_p = Q_{potable} \times \# \text{ de Lotes}$$

$$Q_p = 0.02041 \text{ L/s/lote} \times 4 \text{ Lotes}$$

$$Q_p = 0.082 \text{ L/s}$$

- **Columna 8 (C.8):** Cálculo de Caudal residual (L/s), cuyo valor se obtiene de la siguiente manera:

Caudal residual (L/s)
0.065

$$Q_{residual} = 0.8 (\text{Columna 7}) = 0.8 \left( 0.082 \frac{L}{s} \right) = 0.065 \text{ L/s}$$

- **Columna 9 (C.9):** Presenta el caudal de infiltración debido al área tributaria de drenaje, especificada en hectáreas.

Caudal de infiltración (L/s)
0.032

$$Q_{infiltración} = 0.1 (\text{Columna 3}) = 0.1 (0.3241432 \text{ Ha}) = 0.032 \text{ L/s}$$

- **Columna 10 (C.10):** Acumula el caudal residual y el caudal de infiltración por área tributaria.

Caudal residual total (L/s)
0.098

$$Q_{residual \text{ total}} = \text{Columna 8} + \text{Columna 9} = 0.065 \text{ L/s} + 0.032 \text{ L/s} = 0.098 \text{ L/s}$$

El resumen de ésta tabulación de datos se incluirá dentro del Anexo 1A.

### 3.4.2 – CAUDAL RESIDUAL POR TUBERÍAS.

Para la presentación de éstos resultados, se hace uso de la siguiente modalidad de tabulación:

C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.8	C.9	C.9
Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)

Tabla 3.3 – Tabulación de caudales por tubería y cálculo de caudal de diseño. FUENTE: Propia

Dónde:

- **Columna 1 (C.1):** Identificación de tubería en el plano la cuál recibe el aporte tributario.

Tubería
T-1

- **Columna 2 (C.2):** Pozo de entrada de la tubería de acuerdo al nivel del terreno natural.

De pozo
P-1

- **Columna 3 (C.3):** Pozo de salida de la tubería de acuerdo al nivel del terreno natural.

A pozo
P-2

- **Columna 4 (C.4):** Diámetro propuesto para el conducto mostrado, medido en pulgadas (Pulg).

Diámetro (Pulg)
8

- **Columna 5 (C.5):** Factor de seguridad utilizado, obtenido a partir de los parámetros propuestos en las Normas Técnicas de ANDA. Los valores de Factor de Seguridad (FS) dependen directamente de los diámetros de la tubería. Para diámetros que varían entre 8 – 12 Pulg. Se utiliza un valor de 2.

Factor de Seguridad
2



- **Columna 6 (C.6):** Longitud del tramo de tubería presentado, medido en metros.

Longitud (m)
35.19

- **Columna 7 (C.7):** Nivel de salida que tiene la tubería, es decir, la altura la que será conectada en el pozo de salida de la misma, medido en metros.

Desnivel de salida (m)
0

- **Columna 8 (C.8):** Caudal residual tomado de los cálculos realizados de la tabla 3.2 (ver Anexo 1A). Los valores son medidos en Litros por segundo (L/s).

Caudal residual (L/s)
0.098

- **Columna 9 (C.9):** Caudal de diseño medido en L/s. El valor de caudal de diseño se calcula de acuerdo a la Norma Técnica de ANDA de la siguiente manera:

Caudal de diseño (L/s)
0.195

Utilizando Ecuación 3.3:

$$Q_{Diseño} = FS(Q_{residual})$$

$$Q_{Diseño} = 2(0.098 \text{ L/s})$$

$$Q_{Diseño} = 0.195 \text{ L/s}$$

La presentación de datos para tuberías antes de la simulación son los siguientes:

**TABLA 3.4 - DATOS DE ENTRADA PARA TUBERÍAS**

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-1	P-1	P-2	8	2	34.09	0	0.098	0.195
T-2	P-2	P-3	8	2	36.41	0	0.024	0.049
T-3	P-3	P-4	8	2	67.48	0	0.163	0.326
T-4	P-4	P-5	8	2	31.69	0	0.021	0.042
T-5	P-5	P-6	8	2	2.93	0	0.000	0.000
T-6	P-6	P-7	8	2	44.89	0	0.138	0.277
T-7	P-7	P-8	8	2	23.99	0	0.115	0.230
T-8	P-8	P-9	8	2	17.62	0	0.050	0.101
T-9	P-9	P-10	8	2	26.34	0	0.060	0.121
T-10	P-10	P-20	8	2	6.51	0	0.000	0.000
T-11	P-11	P-12	8	2	76.02	0	0.207	0.415
T-12	P-12	P-13	8	2	55.14	0	0.080	0.159
T-13	P-13	P-14	8	2	54.29	0	0.133	0.265
T-14	P-14	P-17	8	2	54.29	0	0.027	0.054
T-15	P-15	P-16	8	2	24.35	0	0.090	0.179
T-16	P-16	P-17	8	2	60.77	0.98	0.072	0.144
T-17	P-17	P-18	8	2	3.89	0	0.000	0.000
T-18	P-18	P-19	8	2	67.57	0	0.152	0.305
T-19	P-19	P-20	8	2	19.22	0	0.020	0.040
T-20	P-20	P-21	8	2	15.46	0	0.027	0.054
T-21	P-21	P-22	8	2	38.10	0	0.058	0.115
T-22	P-22	P-23	8	2	5.31	0	0.000	0.000
T-23	P-23	P-29	8	2	28.96	0	0.060	0.120
T-24	P-24	P-25	8	2	24.87	0	0.054	0.107
T-25	P-25	P-26	8	2	39.00	0	0.070	0.141
T-26	P-26	P-27	8	2	14.17	0	0.052	0.104
T-27	P-27	P-28	8	2	22.64	0	0.086	0.172
T-28	P-28	P-29	8	2	12.38	0	0.000	0.000
T-29	P-29	P-30	8	2	31.28	0	0.078	0.157
T-30	P-30	P-31	8	2	4.49	0	0.018	0.036
T-31	P-31	P-32	8	2	8.59	0	0.000	0.000
T-32	P-32	P-38	8	2	52.28	0	0.037	0.074
T-33	P-33	P-34	8	2	31.31	0	1.116	2.233
T-34	P-34	P-35	8	2	45.75	0	0.046	0.092
T-35	P-35	P-36	8	2	10.05	0	0.000	0.000

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-36	P-36	P-37	8	2	18.23	0	0.018	0.035
T-37	P-37	P-38	8	2	35.13	2.74	0.024	0.048
T-38	P-38	P-39	8	2	19.36	0	0.000	0.000
T-39	P-39	P-40	8	2	28.83	0	0.021	0.043
T-40	P-40	P-41	8	2	10.39	0	0.000	0.000
T-41	P-41	P-42	8	2	12.55	0	0.000	0.000
T-42	P-42	P-43	8	2	11.63	0	0.028	0.055
T-43	P-43	P-44	8	2	37.30	0	0.054	0.108
T-44	P-44	P-45	8	2	28.90	0	0.039	0.078
T-45	P-45	P-51	8	2	10.04	0	0.000	0.000
T-46	P-46	P-47	8	2	36.81	0	0.507	1.014
T-47	P-47	P-48	8	2	77.90	0	1.357	2.714
T-48	P-48	P-49	8	2	15.93	0	0.023	0.045
T-49	P-49	P-50	8	2	29.31	0	0.343	0.687
T-50	P-50	P-51	8	2	6.01	3.95	0.025	0.051
T-51	P-51	P-52	8	2	39.98	0	0.055	0.110
T-52	P-52	P-53	8	2	46.41	0	2.138	4.276
T-53	P-53	P-54	8	2	89.90	0	0.141	0.283
T-54	P-54	P-55	8	2	36.94	0	0.000	0.000
T-55	P-55	P-56	8	2	37.36	0	0.000	0.000
T-56	P-56	P-57	8	2	21.33	0	0.000	0.000
T-57	P-57	P-58	8	2	31.30	0	0.000	0.000
T-58	P-58	P-59	8	2	18.32	0	0.000	0.000
T-59	P-59	P-60	8	2	18.52	0	0.000	0.000
T-60	P-60	P-61	8	2	19.98	0	0.080	0.161
T-61	P-61	P-62	8	2	4.08	0	0.000	0.000
T-62	P-62	P-63	8	2	4.97	0	0.000	0.000
T-63	P-63	P-64	8	2	12.49	0	0.000	0.000
T-64	P-64	P-65	8	2	16.13	0	0.000	0.000
T-65	P-65	P-66	8	2	19.09	0	0.000	0.000
T-66	P-66	P-332	8	2	3.70	2.01	0.000	0.000
T-67	P-67	P-68	8	2	10.37	0	0.036	0.073
T-68	P-68	P-69	8	2	14.32	0	0.043	0.085
T-69	P-69	P-77	8	2	40.54	0	0.021	0.042
T-70	P-70	P-71	8	2	4.55	0	0.075	0.150

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-71	P-71	P-72	8	2	8.13	0	0.083	0.165
T-72	P-72	P-73	8	2	20.60	0	0.025	0.050
T-73	P-73	P-74	8	2	3.08	0	0.000	0.000
T-74	P-74	P-75	8	2	3.91	0	0.019	0.039
T-75	P-75	P-76	8	2	5.98	0	0.000	0.000
T-76	P-76	P-77	8	2	4.32	0	0.000	0.000
T-77	P-77	P-83	8	2	17.48	0	0.000	0.000
T-78	P-78	P-79	8	2	42.74	0	0.154	0.308
T-79	P-79	P-80	8	2	12.98	0	0.036	0.071
T-80	P-80	P-81	8	2	20.75	0	0.000	0.000
T-81	P-81	P-82	8	2	10.45	0	0.000	0.000
T-82	P-82	P-83	8	2	8.01	0	0.000	0.000
T-83	P-83	P-84	8	2	31.61	0	0.044	0.089
T-84	P-84	P-85	8	2	39.27	0	0.065	0.131
T-85	P-85	P-86	8	2	39.71	0	0.041	0.082
T-86	P-86	P-87	8	2	32.35	0	0.021	0.042
T-87	P-87	P-88	8	2	15.77	0	0.000	0.000
T-88	P-88	P-89	8	2	18.72	0	0.020	0.041
T-89	P-89	P-97	8	2	25.07	0	0.059	0.119
T-90	P-90	P-91	8	2	44.78	0	0.092	0.183
T-91	P-91	P-92	8	2	3.90	0	0.000	0.000
T-92	P-92	P-93	8	2	3.32	0	0.000	0.000
T-93	P-93	P-94	8	2	30.62	0	0.000	0.000
T-94	P-94	P-95	8	2	39.44	0	0.040	0.079
T-95	P-95	P-96	8	2	23.90	0	0.023	0.046
T-96	P-96	P-97	8	2	37.29	0	0.000	0.000
T-97	P-97	P-98	8	2	5.82	0	0.000	0.000
T-98	P-98	P-99	8	2	13.61	0	0.058	0.117
T-99	P-99	P-105	8	2	36.69	0	0.084	0.167
T-100	P-100	P-102	8	2	60.63	0	0.087	0.175
T-101	P-101	P-102	8	2	41.94	0	0.044	0.088
T-102	P-102	P-103	8	2	37.61	0	0.078	0.156
T-103	P-103	P-104	8	2	6.18	0	0.000	0.000
T-104	P-104	P-105	8	2	66.05	0	0.068	0.136
T-105	P-105	P-106	8	2	8.25	0	0.000	0.000
T-106	P-106	P-107	8	2	30.16	0	0.041	0.083

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-107	P-107	P-108	8	2	28.36	0	0.085	0.170
T-108	P-108	P-126	8	2	33.56	0	0.390	0.780
T-109	P-109	P-110	8	2	32.89	0	0.097	0.195
T-110	P-110	P-111	8	2	22.04	0	0.000	0.000
T-111	P-111	P-112	8	2	9.25	0	0.000	0.000
T-112	P-112	P-113	8	2	29.73	0	0.000	0.000
T-113	P-113	P-114	8	2	13.28	0	0.024	0.047
T-114	P-114	P-115	8	2	11.66	0	0.000	0.000
T-115	P-115	P-116	8	2	8.48	0	0.000	0.000
T-116	P-116	P-117	8	2	10.48	0	0.020	0.041
T-117	P-117	P-118	8	2	10.87	0	0.020	0.040
T-118	P-118	P-119	8	2	13.63	0	0.020	0.039
T-119	P-119	P-120	8	2	17.24	0	0.019	0.037
T-120	P-120	P-121	8	2	15.37	0	0.020	0.039
T-121	P-121	P-122	8	2	14.81	0	0.042	0.084
T-122	P-122	P-123	8	2	13.88	0	0.000	0.000
T-123	P-123	P-124	8	2	12.84	0	0.039	0.079
T-124	P-124	P-125	8	2	10.38	0	0.000	0.000
T-125	P-125	P-126	8	2	31.57	0	0.274	0.547
T-126	P-126	P-160	8	2	71.68	0	0.794	1.588
T-127	P-127	P-128	8	2	13.82	0	0.058	0.117
T-128	P-128	P-131	8	2	31.67	0	0.022	0.044
T-129	P-129	P-130	8	2	54.54	0	0.067	0.135
T-130	P-130	P-131	8	2	57.27	0	0.044	0.089
T-131	P-131	P-132	8	2	5.49	0	0.000	0.000
T-132	P-132	P-133	8	2	46.62	0	0.051	0.102
T-133	P-133	P-136	8	2	54.46	0	0.099	0.199
T-134	P-134	P-135	8	2	33.44	0	0.089	0.179
T-135	P-135	P-136	8	2	78.07	0	0.090	0.179
T-136	P-136	P-137	8	2	6.50	0	0.000	0.000
T-137	P-137	P-141	8	2	48.18	0	0.070	0.140
T-138	P-138	P-139	8	2	52.66	0	0.122	0.243
T-139	P-139	P-141	8	2	57.72	0	0.120	0.240
T-140	P-140	P-141	8	2	87.70	3.95	0.191	0.382
T-141	P-141	P-142	8	2	9.32	0	0.000	0.000
T-142	P-142	P-146	8	2	60.54	0	0.100	0.200

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-143	P-143	P-144	8	2	59.01	0	0.160	0.321
T-144	P-144	P-146	8	2	56.19	2.31	0.085	0.171
T-145	P-145	P-146	8	2	70.64	0	0.157	0.313
T-146	P-146	P-150	8	2	53.34	0	0.043	0.086
T-147	P-147	P-148	8	2	36.42	0	0.087	0.174
T-148	P-148	P-150	8	2	6.23	0	0.000	0.000
T-149	P-149	P-150	8	2	70.90	0	0.126	0.253
T-150	P-150	P-151	8	2	4.53	0	0.000	0.000
T-151	P-151	P-155	8	2	46.30	0	0.023	0.046
T-152	P-152	P-153	8	2	9.85	0	0.042	0.083
T-153	P-153	P-154	8	2	12.47	0	0.019	0.038
T-154	P-154	P-155	8	2	27.30	0	0.071	0.143
T-155	P-155	P-156	8	2	4.90	0	0.000	0.000
T-156	P-156	P-158	8	2	35.71	0	0.098	0.196
T-157	P-157	P-158	8	2	34.97	1.20	0.078	0.155
T-158	P-158	P-159	8	2	53.27	0	0.121	0.243
T-159	P-159	P-160	8	2	53.29	0	0.045	0.090
T-160	P-160	P-165	8	2	40.54	0	0.101	0.202
T-161	P-161	P-162	8	2	18.59	0	0.054	0.109
T-162	P-162	P-163	8	2	12.25	0	0.053	0.105
T-163	P-163	P-164	8	2	19.35	0	0.022	0.044
T-164	P-164	P-165	8	2	16.69	1.07	0.000	0.000
T-165	P-165	P-166	8	2	48.65	0	0.417	0.834
T-166	P-166	P-179	8	2	18.76	0	0.054	0.107
T-167	P-167	P-168	8	2	23.05	0	0.076	0.153
T-168	P-168	P-169	8	2	22.66	0	0.090	0.181
T-169	P-169	P-170	8	2	8.10	0	0.020	0.040
T-170	P-170	P-171	8	2	35.14	0	0.077	0.155
T-171	P-171	P-172	8	2	27.57	0	0.073	0.146
T-172	P-172	P-173	8	2	16.03	0	0.072	0.144
T-173	P-173	P-174	8	2	26.91	0	0.075	0.150
T-174	P-174	P-175	8	2	31.79	0	0.056	0.112
T-175	P-175	P-176	8	2	5.61	0	0.040	0.079
T-176	P-176	P-177	8	2	29.54	0	0.040	0.079
T-177	P-177	P-178	8	2	10.38	0	0.000	0.000
T-178	P-178	P-179	8	2	24.67	1.04	0.020	0.040

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-179	P-179	P-180	8	2	17.51	0	0.068	0.136
T-180	P-180	P-192	8	2	17.40	0	0.034	0.068
T-181	P-181	P-182	8	2	42.69	0	0.092	0.183
T-182	P-182	P-183	8	2	63.82	0	0.083	0.166
T-183	P-183	P-184	8	2	7.95	0	0.020	0.040
T-184	P-184	P-185	8	2	53.69	0	0.061	0.122
T-185	P-185	P-186	8	2	6.52	0	0.000	0.000
T-186	P-186	P-187	8	2	69.18	0	0.142	0.285
T-187	P-187	P-188	8	2	17.21	0	0.046	0.092
T-188	P-188	P-189	8	2	5.87	0	0.000	0.000
T-189	P-189	P-190	8	2	48.75	0	0.051	0.101
T-190	P-190	P-191	8	2	5.40	0	0.000	0.000
T-191	P-191	P-192	8	2	5.42	0	0.000	0.000
T-192	P-192	P-193	8	2	5.93	0	0.000	0.000
T-193	P-193	P-194	8	2	11.77	0	0.046	0.093
T-194	P-194	P-195	8	2	21.08	0	0.036	0.072
T-195	P-195	P-209	8	2	39.25	0	0.614	1.227
T-196	P-196	P-197	8	2	41.55	0	0.098	0.195
T-197	P-197	P-198	8	2	33.80	0	0.092	0.184
T-198	P-198	P-199	8	2	36.09	0	0.064	0.129
T-199	P-199	P-200	8	2	13.58	0	0.018	0.035
T-200	P-200	P-201	8	2	4.17	0	0.000	0.000
T-201	P-201	P-202	8	2	4.39	0	0.000	0.000
T-202	P-202	P-203	8	2	5.39	0	0.000	0.000
T-203	P-203	P-204	8	2	5.73	0	0.021	0.042
T-204	P-204	P-205	8	2	3.97	0	0.000	0.000
T-205	P-205	P-206	8	2	21.34	0	0.017	0.035
T-206	P-206	P-207	8	2	69.50	0	0.230	0.460
T-207	P-207	P-208	8	2	44.36	0	0.041	0.082
T-208	P-208	P-209	8	2	6.15	0	0.000	0.000
T-209	P-209	P-210	8	2	7.24	0	0.000	0.000
T-210	P-210	P-216	8	2	53.56	0	0.130	0.260
T-211	P-211	P-212	8	2	44.88	0	0.777	1.554
T-212	P-212	P-214	8	2	69.38	0	0.129	0.259
T-213	P-213	P-214	8	2	56.09	0	0.526	1.052
T-214	P-214	P-215	8	2	52.96	0	0.310	0.620

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-215	P-215	P-216	8	2	6.89	0	0.000	0.000
T-216	P-216	P-219	8	2	71.78	0	1.236	2.471
T-217	P-217	P-218	8	2	57.07	0	0.421	0.843
T-218	P-218	P-219	8	2	3.98	0	0.000	0.000
T-219	P-219	P-221	8	2	59.18	0	0.392	0.783
T-220	P-220	P-221	8	2	65.31	1.80	1.061	2.122
T-221	P-221	P-257	8	2	72.98	0	0.365	0.730
T-222	P-222	P-223	8	2	41.90	0	0.090	0.179
T-223	P-223	P-225	8	2	35.90	0	0.090	0.180
T-224	P-224	P-225	8	2	63.11	0	0.103	0.205
T-225	P-225	P-228	8	2	58.28	0	0.081	0.163
T-226	P-226	P-227	8	2	48.02	0	0.468	0.936
T-227	P-227	P-228	8	2	6.30	0	0.000	0.000
T-228	P-228	P-255	8	2	73.41	0	1.291	2.581
T-229	P-229	P-230	8	2	20.13	0	0.063	0.127
T-230	P-230	P-231	8	2	64.54	0	0.084	0.168
T-231	P-231	P-233	8	2	64.54	0	0.070	0.141
T-232	P-232	P-233	8	2	34.87	0	0.068	0.137
T-233	P-233	P-234	8	2	34.27	0	0.000	0.000
T-234	P-234	P-255	8	2	31.41	0	0.000	0.000
T-235	P-235	P-236	8	2	59.39	0	0.115	0.230
T-236	P-236	P-237	8	2	33.24	0	0.039	0.078
T-237	P-237	P-238	8	2	6.51	0	0.000	0.000
T-238	P-238	P-240	8	2	40.21	0	0.000	0.000
T-239	P-239	P-240	8	2	35.73	0	0.483	0.967
T-240	P-240	P-241	8	2	34.68	0	0.025	0.050
T-241	P-241	P-247	8	2	66.03	0	0.030	0.060
T-242	P-242	P-243	8	2	34.16	0	0.054	0.109
T-243	P-243	P-244	8	2	12.00	0	0.000	0.000
T-244	P-244	P-245	8	2	7.21	0	0.000	0.000
T-245	P-245	P-246	8	2	5.93	0	0.000	0.000
T-246	P-246	P-247	8	2	10.85	0	0.000	0.000
T-247	P-247	P-248	8	2	14.74	0	0.000	0.000
T-248	P-248	P-249	8	2	23.55	0	1.074	2.149
T-249	P-249	P-250	8	2	29.38	0	0.000	0.000
T-250	P-250	P-251	8	2	25.73	0	0.000	0.000



Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-251	P-251	P-252	8	2	30.17	0	0.020	0.040
T-252	P-252	P-253	8	2	30.10	0	0.098	0.196
T-253	P-253	P-254	8	2	9.46	0	0.000	0.000
T-254	P-254	P-255	8	2	40.92	0	0.540	1.080
T-255	P-255	P-256	8	2	43.41	0	0.261	0.521
T-256	P-256	P-257	8	2	31.39	0	0.377	0.753
T-257	P-257	P-258	8	2	54.64	0	0.152	0.304
T-258	P-258	P-259	8	2	55.35	0	0.186	0.371
T-259	P-259	P-302	8	2	22.94	0	0.804	1.608
T-260	P-260	P-261	8	2	50.70	0	0.164	0.328
T-261	P-261	P-262	8	2	45.98	0	0.130	0.261
T-262	P-262	P-263	8	2	11.69	0	0.041	0.083
T-263	P-263	P-266	8	2	12.37	0	0.022	0.044
T-264	P-264	P-265	8	2	20.28	0	0.345	0.689
T-265	P-265	P-266	8	2	20.39	0	0.042	0.085
T-266	P-266	P-267	8	2	10.93	0	0.126	0.252
T-267	P-267	P-268	8	2	22.06	0	0.043	0.086
T-268	P-268	P-269	8	2	61.45	0	0.123	0.246
T-269	P-269	P-270	8	2	63.20	0	0.191	0.382
T-270	P-270	P-274	8	2	7.52	0	0.000	0.000
T-271	P-271	P-272	8	2	48.81	1.18	0.110	0.221
T-272	P-272	P-274	8	2	19.54	0	0.020	0.041
T-273	P-273	P-274	8	2	51.27	2.08	0.176	0.352
T-274	P-274	P-275	8	2	13.73	0	0.000	0.000
T-275	P-275	P-276	8	2	44.40	0	0.310	0.621
T-276	P-276	P-278	8	2	7.22	0	0.000	0.000
T-277	P-277	P-278	8	2	47.67	1.53	0.383	0.766
T-278	P-278	P-279	8	2	63.63	0	1.560	3.120
T-279	P-279	P-280	8	2	44.70	0	0.398	0.796
T-280	P-280	P-289	8	2	5.53	0	0.000	0.000
T-281	P-281	P-282	8	2	54.64	0	0.080	0.159
T-282	P-282	P-285	8	2	10.22	0	0.000	0.000
T-283	P-283	P-284	8	2	11.94	0	0.285	0.570
T-284	P-284	P-285	8	2	14.86	0	0.178	0.355
T-285	P-285	P-287	8	2	61.63	0	0.402	0.804
T-286	P-286	P-287	8	2	29.91	2.05	0.422	0.844

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-287	P-287	P-289	8	2	69.08	0	0.554	1.109
T-288	P-288	P-289	8	2	29.77	1.83	0.393	0.785
T-289	P-289	P-290	8	2	42.62	0	0.773	1.545
T-290	P-290	P-291	8	2	17.67	0	0.032	0.063
T-291	P-291	P-292	8	2	20.19	0	0.087	0.174
T-292	P-292	P-293	8	2	16.27	0	0.058	0.116
T-293	P-293	P-295	8	2	7.88	0	0.000	0.000
T-294	P-294	P-295	8	2	67.53	0.69	0.171	0.343
T-295	P-295	P-296	8	2	22.49	0	0.018	0.036
T-296	P-296	P-302	8	2	15.38	0	0.020	0.040
T-297	P-297	P-298	8	2	53.19	0	0.123	0.246
T-298	P-298	P-299	8	2	15.63	0	0.054	0.108
T-299	P-299	P-300	8	2	5.77	0	0.000	0.000
T-300	P-300	P-301	8	2	14.85	0	0.018	0.036
T-301	P-301	P-302	8	2	15.07	0	0.026	0.051
T-302	P-303	P-303	12	2	15.01	0	0.000	0.000
T-303	P-303	P-311	12	2	11.46	0	0.000	0.000
T-304	P-304	P-305	8	2	7.91	0	0.041	0.082
T-305	P-305	P-306	8	2	10.79	0	0.000	0.000
T-306	P-306	P-307	8	2	8.75	0	0.000	0.000
T-307	P-307	P-308	8	2	13.78	0	0.019	0.038
T-308	P-308	P-309	8	2	4.55	0	0.000	0.000
T-309	P-309	P-310	8	2	15.59	0	0.034	0.068
T-310	P-310	P-311	8	2	12.81	1.63	0.019	0.038
T-311	P-311	P-312	12	2	35.29	0	0.039	0.077
T-312	P-312	P-313	12	2	7.36	0	0.000	0.000
T-313	P-313	P-314	12	2	4.59	0	0.000	0.000
T-314	P-314	P-315	12	2	12.43	0	0.000	0.000
T-315	P-315	P-316	12	2	7.67	0	0.022	0.043
T-316	P-316	P-317	12	2	14.74	0	0.000	0.000
T-317	P-317	P-318	12	2	12.08	0	0.024	0.048
T-318	P-318	P-319	12	2	9.20	0	0.018	0.035
T-319	P-319	P-320	12	2	22.23	0	0.057	0.114
T-320	P-320	P-321	12	2	31.20	0	0.080	0.160
T-321	P-321	P-324	12	2	8.71	0	0.000	0.000
T-322	P-322	P-323	8	2	14.24	0	0.119	0.238

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
T-323	P-323	P-324	8	2	19.49	2.85	0.039	0.079
T-324	P-324	P-325	12	2	13.45	0	0.040	0.080
T-325	P-325	P-326	12	2	60.20	0	0.161	0.322
T-326	P-326	P-327	12	2	37.48	0	0.087	0.174
T-327	P-327	P-328	12	2	23.94	0	0.019	0.039
T-328	P-328	P-329	12	2	14.72	0	0.020	0.040
T-329	P-329	P-330	12	2	24.31	0	0.029	0.059
T-330	P-330	P-331	12	2	66.49	0	0.134	0.268
T-331	P-331	P-332	12	2	7.60	0	0.000	0.000
T-332	P-332	D-1	12	2	29.45	0	0	0

En algunos tramos de la red se requieren tuberías paralelas, debido a la profundidad de los pozos. Los cálculos hidráulicos para estas tuberías se realizaron con el software HCanales, debido a que en el software EPA SWMM 5.0 no es posible ingresar tuberías paralelas al diseño. Los datos a ingresar en el software son:

**TABLA 3.5 - DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS**

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
TP-2	P-2	P-3	8	2	36.41	0	0.024	0.049
TP-3	P-3	P-4	8	2	67.58	0	0.163	0.326
TP-4	P-4	P-5	8	2	31.68	0	0.021	0.042
TP-6	P-6	P-7	8	2	44.87	0	0.138	0.277
TP-7	P-7	P-8	8	2	24.02	0	0.115	0.230
TP-8	P-8	P-9	8	2	17.68	0	0.050	0.101
TP-9	P-9	P-10	8	2	26.37	0	0.060	0.121
TP-13	P-13	P-14	8	2	54.00	0	0.133	0.265
TP-14	P-14	P-17	8	2	54.30	0	0.027	0.054
TP-18	P-18	P-19	8	2	67.58	0	0.152	0.305
TP-19	P-19	P-20	8	2	19.74	0	0.020	0.040
TP-20	P-20	P-21	8	2	15.53	0	0.027	0.054

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
TP-21	P-21	P-22	8	2	38.13	0	0.058	0.115
TP-23	P-23	P-29	8	2	29.00	0	0.060	0.120
TP-29	P-29	P-30	8	2	31.31	0	0.078	0.157
TP-30	P-30	P-31	8	2	4.53	0	0.018	0.036
TP-32	P-32	P-38	8	2	52.29	0	0.037	0.074
TP-39	P-39	P-40	8	2	28.83	0	0.021	0.043
TP-42	P-42	P-43	8	2	11.77	0	0.028	0.055
TP-43	P-43	P-44	8	2	37.29	0	0.054	0.108
TP-44	P-44	P-45	8	2	28.91	0	0.039	0.078
TP-51	P-51	P-52	8	2	40.06	0	0.055	0.110
TP-52	P-52	P-53	8	2	46.69	0	2.138	4.276
TP-53	P-53	P-54	8	2	90.25	0	0.141	0.283
TP-126	P-126	P-160	8	2	71.71	0	0.794	1.588
TP-128	P-128	P-131	8	2	31.70	0	0.022	0.044
TP-130	P-130	P-131	8	2	57.38	0	0.044	0.089
TP-132	P-132	P-133	8	2	46.65	0	0.051	0.102
TP-133	P-133	P-136	8	2	54.60	0	0.099	0.199
TP-135	P-135	P-136	8	2	78.42	0	0.090	0.179
TP-137	P-137	P-141	8	2	48.17	0	0.070	0.140
TP-139	P-139	P-141	8	2	57.94	0	0.120	0.240
TP-142	P-142	P-146	8	2	60.78	0	0.100	0.200
TP-145	P-145	P-146	8	2	70.74	0	0.157	0.313
TP-146	P-146	P-150	8	2	53.48	0	0.043	0.086
TP-151	P-151	P-155	8	2	46.34	0	0.023	0.046
TP-156	P-156	P-158	8	2	35.72	0	0.098	0.196
TP-158	P-158	P-159	8	2	53.33	0	0.121	0.243
TP-159	P-159	P-160	8	2	53.30	0	0.045	0.090
TP-160	P-160	P-165	8	2	40.56	0	0.101	0.202
TP-165	P-165	P-166	8	2	48.68	0	0.417	0.834
TP-166	P-166	P-179	8	2	18.81	0	0.054	0.107
TP-179	P-179	P-180	8	2	17.57	0	0.068	0.136
TP-180	P-180	P-192	8	2	17.44	0	0.034	0.068
TP-193	P-193	P-194	8	2	11.82	0	0.046	0.093
TP-194	P-194	P-195	8	2	21.12	0	0.036	0.072
TP-195	P-195	P-209	8	2	39.27	0	0.614	1.227
TP-207	P-207	P-208	8	2	44.42	0	0.041	0.082

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
TP-210	P-210	P-216	8	2	53.57	0	0.130	0.260
TP-216	P-216	P-219	8	2	71.79	0	1.236	2.471
TP-219	P-219	P-221	8	2	59.20	0	0.392	0.783
TP-221	P-221	P-257	8	2	73.01	0	0.365	0.730
TP-236	P-236	P-237	8	2	33.28	0	0.039	0.078
TP-256	P-256	P-257	8	2	31.42	0	0.377	0.753
TP-257	P-257	P-258	8	2	54.69	0	0.152	0.304
TP-258	P-258	P-259	8	2	55.39	0	0.186	0.371
TP-259	P-259	P-302	8	2	23.01	0	0.804	1.608
TP-261	P-261	P-262	8	2	46.01	0	0.130	0.261
TP-262	P-262	P-263	8	2	11.74	0	0.041	0.083
TP-263	P-263	P-266	8	2	12.43	0	0.022	0.044
TP-265	P-265	P-266	8	2	20.42	0	0.042	0.085
TP-266	P-266	P-267	8	2	10.99	0	0.126	0.252
TP-267	P-267	P-268	8	2	22.10	0	0.043	0.086
TP-268	P-268	P-269	8	2	61.48	0	0.123	0.246
TP-269	P-269	P-270	8	2	63.20	0	0.191	0.382
TP-272	P-272	P-274	8	2	19.63	0	0.020	0.041
TP-275	P-275	P-276	8	2	44.44	0	0.310	0.621
TP-278	P-278	P-279	8	2	63.65	0	1.560	3.120
TP-279	P-279	P-280	8	2	44.71	0	0.398	0.796
TP-284	P-284	P-285	8	2	14.90	0	0.178	0.355
TP-285	P-285	P-287	8	2	61.65	0	0.402	0.804
TP-287	P-287	P-289	8	2	69.11	0	0.554	1.109
TP-289	P-289	P-290	8	2	42.65	0	0.773	1.545
TP-290	P-290	P-291	8	2	17.71	0	0.032	0.063
TP-291	P-291	P-292	8	2	20.25	0	0.087	0.174
TP-292	P-292	P-293	8	2	16.33	0	0.058	0.116
TP-295	P-295	P-296	8	2	22.54	0	0.018	0.036
TP-296	P-296	P-302	8	2	15.41	0	0.020	0.040
TP-300	P-300	P-301	8	2	14.87	0	0.018	0.036
TP-301	P-301	P-302	8	2	15.10	0	0.026	0.051
TP-311	P-311	P-312	8	2	35.34	0	0.039	0.077
TP-315	P-315	P-316	8	2	7.74	0	0.022	0.043
TP-317	P-317	P-318	8	2	12.14	0	0.024	0.048
TP-318	P-318	P-319	8	2	9.28	0	0.018	0.035

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Factor de Seguridad	Longitud (m)	Desnivel de salida (m)	Caudal residual (L/s)	Caudal de diseño (L/s)
TP-319	P-319	P-320	8	2	22.26	0	0.057	0.114
TP-320	P-320	P-321	8	2	31.22	0	0.080	0.160
TP-324	P-324	P-325	8	2	13.51	0	0.040	0.080
TP-325	P-325	P-326	8	2	60.22	0	0.161	0.322
TP-326	P-326	P-327	8	2	37.51	0	0.087	0.174
TP-327	P-327	P-328	8	2	23.99	0	0.019	0.039
TP-328	P-328	P-329	8	2	14.77	0	0.020	0.040
TP-329	P-329	P-330	8	2	24.37	0	0.029	0.059
TP-330	P-330	P-331	8	2	66.52	0	0.134	0.268

### 3.4.3 - DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO POR POZOS.

Para el caso de la distribución de caudal de diseño en los pozos, los datos que se buscan conocer para su ingreso al software son:

- ✓ Tubería de aporte al pozo.
- ✓ Cota de tapadera del pozo
- ✓ Profundidad o altura del pozo, medido en metros.
- ✓ Cota de fondo.
- ✓ Caudal de diseño total que se tenga en el pozo, tomando en cuenta que hay casos en que conectan una o más tuberías.

Los datos que se tienen para pozos son:

**TABLA 3.6 - DATOS DE ENTRADA PARA POZOS**

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-1	-	114.87	1.4	113.47	0.000	0.000
P-2	T-1	114.64	2.45	112.19	0.195	0.195
P-3	T-2	114.3	3.57	110.73	0.049	0.049
P-4	T-3	113.16	4.46	108.7	0.326	0.326
P-5	T-4	112.73	4.5	108.23	0.042	0.042
P-6	T-5	112.68	4.51	108.17	0.000	0.000
P-7	T-6	112.04	4.52	107.52	0.277	0.277
P-8	T-7	111.54	4.29	107.25	0.230	0.230
P-9	T-8	111.24	4.17	107.07	0.101	0.101
P-10	T-9	110.75	3.97	106.78	0.121	0.121
P-11	-	112.68	1.4	111.28	0.000	0.000
P-12	T-11	111.64	1.95	109.69	0.415	0.415
P-13	T-12	110.72	2.15	108.57	0.159	0.159
P-14	T-13	110.92	3.16	107.76	0.265	0.265
P-15	-	113.4	1.4	112	0.000	0.000
P-16	T-15	111.93	1.35	110.58	0.179	0.179
P-17	T-16	111.13	3.98	107.15	0.144	0.199
	T-14				0.054	
P-18	T-17	111.07	3.96	107.11	0.000	0.000
P-19	T-18	110.51	4.06	106.45	0.305	0.305
P-20	T-10	110.64	4.4	106.24	0.000	0.040
	T-19				0.040	
P-21	T-20	110.39	4.36	106.03	0.054	0.054
P-22	T-21	109.93	4.31	105.62	0.115	0.115
P-23	T-22	109.84	4.31	105.53	0.000	0.000
P-24	-	113.28	1.4	111.88	0.000	0.000
P-25	T-24	111.76	1.61	110.15	0.107	0.107
P-26	T-25	110.38	2.7	107.68	0.141	0.141
P-27	T-26	110.05	2.86	107.19	0.104	0.104
P-28	T-27	109.63	3	106.63	0.172	0.172
P-29	T-28	109.34	4.16	105.18	0.000	0.120
	T-23				0.120	
P-30	T-29	109.15	4.34	104.81	0.157	0.157
P-31	T-30	109.2	4.45	104.75	0.036	0.036

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-32	T-31	109.14	4.49	104.65	0.000	0.000
P-33	-	113.16	1.4	111.76	0.000	0.000
P-34	T-33	112.71	1.69	111.02	2.233	2.233
P-35	T-34	111.87	2.64	109.23	0.092	0.092
P-36	T-35	111.45	2.41	109.04	0.000	0.000
P-37	T-36	110.84	2.03	108.81	0.035	0.035
P-38	T-37	109.82	5.74	104.08	0.048	0.121
	T-32				0.074	
P-39	T-38	110.04	6.17	103.87	0.000	0.000
P-40	T-39	110.24	6.67	103.57	0.043	0.043
P-41	T-40	110.32	6.87	103.45	0.000	0.000
P-42	T-41	110.45	7.14	103.31	0.000	0.000
P-43	T-42	110.63	7.46	103.17	0.055	0.055
P-44	T-43	111.19	8.41	102.78	0.108	0.108
P-45	T-44	112.17	9.71	102.46	0.078	0.078
P-46	-	114.86	1.4	113.46	0.000	0.000
P-47	T-46	114.27	1.89	112.38	1.014	1.014
P-48	T-47	113.1	1.66	111.44	2.714	2.714
P-49	T-48	112.94	1.76	111.18	0.045	0.045
P-50	T-49	112.38	2.95	109.43	0.687	0.687
P-51	T-50	112.22	9.88	102.34	0.051	0.051
	T-45				0.000	
P-52	T-51	111.48	9.59	101.89	0.110	0.110
P-53	T-52	110.24	8.88	101.36	4.276	4.276
P-54	T-53	107.25	6.91	100.34	0.283	0.283
P-55	T-54	107.7	7.82	99.88	0.000	0.000
P-56	T-55	103.7	4.4	99.3	0.000	0.000
P-57	T-56	100.69	2.77	97.92	0.000	0.000
P-58	T-57	96.07	2.25	93.82	0.000	0.000
P-59	T-58	92.66	1.8	90.86	0.000	0.000
P-60	T-59	91.73	2.12	89.61	0.000	0.000
P-61	T-60	91.42	2.32	89.1	0.161	0.161
P-62	T-61	91.35	2.41	88.94	0.000	0.000
P-63	T-62	91.32	2.55	88.77	0.000	0.000
P-64	T-63	91.11	2.59	88.52	0.000	0.000



Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-65	T-64	90.81	2.69	88.12	0.000	0.000
P-66	T-65	90.55	2.91	87.64	0.000	0.000
P-67	-	121.57	1.4	120.17	0.000	0.000
P-68	T-67	120.56	1.4	119.16	0.073	0.073
P-69	T-68	119.14	1.4	117.74	0.085	0.085
P-70	-	116.48	1.4	115.08	0.000	0.000
P-71	T-70	116.17	1.4	114.77	0.150	0.150
P-72	T-71	115.76	1.4	114.36	0.165	0.165
P-73	T-72	115.19	1.4	113.79	0.050	0.050
P-74	T-73	115.13	1.46	113.67	0.000	0.000
P-75	T-74	115.24	1.68	113.56	0.039	0.039
P-76	T-75	115.54	2.21	113.33	0.000	0.000
P-77	T-76	115.54	2.32	113.22	0.000	0.042
	T-69				0.042	
P-78	-	118.94	1.4	117.54	0.000	0.000
P-79	T-78	116.44	1.4	115.04	0.308	0.308
P-80	T-79	115.83	1.4	114.43	0.071	0.071
P-81	T-80	114.77	1.4	113.37	0.000	0.000
P-82	T-81	114.37	1.4	112.97	0.000	0.000
P-83	T-82	113.86	1.4	112.46	0.000	0.000
	T-77				0.000	
P-84	T-83	110.84	1.4	109.44	0.089	0.089
P-85	T-84	109.63	1.4	108.23	0.131	0.131
P-86	T-85	108.1	1.4	106.7	0.082	0.082
P-87	T-86	108.15	1.9	106.25	0.042	0.042
P-88	T-87	107.84	1.8	106.04	0.000	0.000
P-89	T-88	107.31	1.9	105.41	0.041	0.041
P-90	-	115.34	1.4	113.94	0.000	0.000
P-91	T-90	113.57	1.4	112.17	0.183	0.183
P-92	T-91	113.21	1.4	111.81	0.000	0.000
P-93	T-92	112.84	1.4	111.44	0.000	0.000
P-94	T-93	110.36	1.4	108.96	0.000	0.000
P-95	T-94	106.56	1.4	105.16	0.079	0.079
P-96	T-95	105.65	1.4	104.25	0.046	0.046
P-97	T-96	106.39	3.14	103.25	0.000	0.119
	T-89				0.119	
P-98	T-97	106.22	3.05	103.17	0.000	0.000

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-99	T-98	106.01	2.99	103.02	0.117	0.117
P-100	-	114.61	1.4	113.21	0.000	0.000
P-101	-	110.06	1.4	108.66	0.000	0.000
P-102	T-100	107.39	2.1	105.29	0.175	0.263
	T-101				0.088	
P-103	T-102	105.85	1.93	103.92	0.156	0.156
P-104	T-103	105.48	1.87	103.61	0.000	0.000
P-105	T-99	104.93	2.8	102.13	0.167	0.303
	T-104				0.136	
P-106	T-105	104.78	2.76	102.02	0.000	0.000
P-107	T-106	104.23	2.54	101.69	0.083	0.083
P-108	T-107	103.29	2.15	101.14	0.170	0.170
P-109	-	114.69	1.4	113.29	0.000	0.000
P-110	T-109	114.31	2.31	112	0.195	0.195
P-111	T-110	113.19	2.05	111.14	0.000	0.000
P-112	T-111	112.82	2.1	110.72	0.000	0.000
P-113	T-112	111.64	2.06	109.58	0.000	0.000
P-114	T-113	110.61	1.6	109.01	0.047	0.047
P-115	T-114	109.55	1.4	108.15	0.000	0.000
P-116	T-115	108.82	1.4	107.42	0.000	0.000
P-117	T-116	108.03	1.4	106.63	0.041	0.041
P-118	T-117	107.17	1.4	105.77	0.040	0.040
P-119	T-118	105.92	1.4	104.52	0.039	0.039
P-120	T-119	104.48	1.4	103.08	0.037	0.037
P-121	T-120	103.25	1.4	101.85	0.039	0.039
P-122	T-121	102.41	1.4	101.01	0.084	0.084
P-123	T-122	101.76	1.4	100.36	0.000	0.000
P-124	T-123	101.93	1.85	100.08	0.079	0.079
P-125	T-124	102.11	2.26	99.85	0.000	0.000
P-126	T-125	101.88	2.68	99.2	0.547	1.327
	T-108				0.780	
P-127	-	113.55	1.4	112.15	0.000	0.000
P-128	T-127	113.67	2.56	111.11	0.117	0.117
P-129	-	116.05	1.4	114.65	0.000	0.000
P-130	T-129	115.96	4.07	111.89	0.135	0.135

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-131	T-128	113.59	4.65	108.94	0.044	0.133
	T-130				0.089	
P-132	T-131	113.53	4.77	108.76	0.000	0.000
P-133	T-132	112.89	5.31	107.58	0.102	0.102
P-134	-	117.16	1.4	115.76	0.000	0.000
P-135	T-134	116.42	2.95	113.47	0.179	0.179
P-136	T-133	110.63	8.44	102.19	0.199	0.378
	T-135				0.179	
P-137	T-136	110.42	8.4	102.02	0.000	0.000
P-138	-	115.27	1.4	113.87	0.000	0.000
P-139	T-138	112.07	2.51	109.56	0.243	0.243
P-140	-	110.16	1.5	108.66	0.000	0.000
P-141	T-139	108.92	7.5	101.42	0.240	0.763
	T-137				0.140	
	T-140				0.382	
P-142	T-141	108.43	7.21	101.22	0.000	0.000
P-143	-	111.82	1.4	110.42	0.000	0.000
P-144	T-143	108.99	1.4	107.59	0.321	0.321
P-145	-	108.4	1.72	106.68	0.000	0.000
P-146	T-142	105.79	5.31	100.48	0.200	0.684
	T-145				0.313	
	T-144				0.171	
P-147	-	107.7	1.4	106.3	0.000	0.000
P-148	T-147	103.7	2.34	101.36	0.174	0.174
P-149	-	106.97	1.6	105.37	0.000	0.000
P-150	T-146	103.04	3.22	99.82	0.086	0.339
	T-148				0.000	
	T-149				0.253	
P-151	T-150	103.03	3.41	99.62	0.000	0.000
P-152	-	104.64	1.4	103.24	0.000	0.000
P-153	T-152	104.29	1.87	102.42	0.083	0.083
P-154	T-153	103.79	2.4	101.39	0.038	0.038
P-155	T-151	102.22	3.29	98.93	0.046	0.189
	T-154				0.143	
P-156	T-155	101.8	3.31	98.49	0.000	0.000

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-157	-	103.57	1.4	102.17	0.000	0.000
P-158	T-156	102.31	4.2	98.11	0.196	0.351
	T-157				0.155	
P-159	T-158	100.43	2.88	97.55	0.243	0.243
P-160	T-159	100.72	3.76	96.96	0.090	1.678
	T-126				1.588	
P-161	-	108.17	1.4	106.77	0.000	0.000
P-162	T-161	105.23	1.4	103.83	0.109	0.109
P-163	T-162	103.38	1.4	101.98	0.105	0.105
P-164	T-163	101.37	2.17	99.2	0.044	0.044
P-165	T-164	100.65	4.07	96.58	0.000	0.202
	T-160				0.202	
P-166	T-165	100.02	3.98	96.04	0.834	0.834
P-167	-	120.22	1.4	118.82	0.000	0.000
P-168	T-167	118.06	1.4	116.66	0.153	0.153
P-169	T-168	115.52	1.4	114.12	0.181	0.181
P-170	T-169	115.01	1.4	113.61	0.040	0.040
P-171	T-170	111.85	1.4	110.45	0.155	0.155
P-172	T-171	109.17	1.4	107.77	0.146	0.146
P-173	T-172	107.94	1.4	106.54	0.144	0.144
P-174	T-173	104.18	1.4	102.78	0.150	0.150
P-175	T-174	101.1	1.4	99.7	0.112	0.112
P-176	T-175	100.83	1.4	99.43	0.079	0.079
P-177	T-176	100.17	1.4	98.77	0.079	0.079
P-178	T-177	100.13	1.94	98.19	0.000	0.000
P-179	T-178	99.85	4.04	95.81	0.040	0.147
	T-166				0.107	
P-180	T-179	99.63	4.04	95.59	0.136	0.136
P-181	-	118.14	1.4	116.74	0.000	0.000
P-182	T-181	117.36	2.3	115.06	0.183	0.183
P-183	T-182	115.37	2.8	112.57	0.166	0.166
P-184	T-183	115.05	2.68	112.37	0.040	0.040
P-185	T-184	111.99	1.4	110.59	0.122	0.122
P-186	T-185	111.78	1.65	110.13	0.000	0.000
P-187	T-186	108.55	1.4	107.15	0.285	0.285

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-188	T-187	106.46	1.4	105.06	0.092	0.092
P-189	T-188	105.48	1.4	104.08	0.000	0.000
P-190	T-189	99.59	1.79	97.8	0.101	0.101
P-191	T-190	99.38	2.09	97.29	0.000	0.000
P-192	T-191	99.38	3.98	95.4	0.000	0.068
	T-180				0.068	
P-193	T-192	99.35	4.03	95.32	0.000	0.000
P-194	T-193	99.27	4.08	95.19	0.093	0.093
P-195	T-194	99.16	4.21	94.95	0.072	0.072
P-196	-	105.28	1.4	103.88	0.000	0.000
P-197	T-196	103.29	1.4	101.89	0.195	0.195
P-198	T-197	100.4	1.4	99	0.184	0.184
P-199	T-198	99.53	1.4	98.13	0.129	0.129
P-200	T-199	99.66	1.83	97.83	0.035	0.035
P-201	T-200	99.71	1.99	97.72	0.000	0.000
P-202	T-201	99.74	2.13	97.61	0.000	0.000
P-203	T-202	99.78	2.3	97.48	0.000	0.000
P-204	T-203	99.81	2.48	97.33	0.042	0.042
P-205	T-204	99.83	2.59	97.24	0.000	0.000
P-206	-	100.15	1.4	98.75	0.000	0.000
P-207	T-205	99.55	2.78	96.77	0.035	0.495
	T-206				0.460	
P-208	T-207	99.26	3.19	96.07	0.082	0.082
P-209	T-195	99.01	4.48	94.53	1.227	1.227
	T-208				0.000	
P-210	T-209	98.97	4.52	94.45	0.000	0.000
P-211	-	98.7	1.4	97.3	0.000	0.000
P-212	T-211	98.52	1.68	96.84	1.554	1.554
P-213	-	99.45	1.4	98.05	0.000	0.000
P-214	T-212	98.72	2.61	96.11	0.259	1.311
	T-213				1.052	
P-215	T-214	98.22	3	95.22	0.620	0.620
P-216	T-210	98.09	4.2	93.89	0.260	0.260
	T-215				0.000	
P-217	-	98.63	1.4	97.23	0.000	0.000

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-218	T-217	98.09	2.81	95.28	0.843	0.843
P-219	T-218	98.08	4.9	93.18	0.000	2.471
	T-216				2.471	
P-220	-	97.4	1.4	96	0.000	0.000
P-221	T-220	97.35	4.8	92.55	2.122	2.905
	T-219				0.783	
P-222	-	108.47	1.4	107.07	0.000	0.000
P-223	T-222	104.85	1.6	103.25	0.179	0.179
P-224	-	98.86	1.4	97.46	0.000	0.000
P-225	T-223	98.2	2.95	95.25	0.180	0.385
	T-224				0.205	
P-226	-	98.01	1.4	96.61	0.000	0.000
P-218	T-217	98.09	2.81	95.28	0.843	0.843
P-219	T-218	98.08	4.9	93.18	0.000	2.471
	T-216				2.471	
P-220	-	97.4	1.4	96	0.000	0.000
P-221	T-220	97.35	4.8	92.55	2.122	2.905
	T-219				0.783	
P-222	-	108.47	1.4	107.07	0.000	0.000
P-223	T-222	104.85	1.6	103.25	0.179	0.179
P-224	-	98.86	1.4	97.46	0.000	0.000
P-225	T-223	98.2	2.95	95.25	0.180	0.385
	T-224				0.205	
P-226	-	98.01	1.4	96.61	0.000	0.000
P-227	T-226	97.43	2.12	95.31	0.936	0.936
P-228	T-227	97.4	3	94.4	0.000	0.163
	T-225				0.163	
P-229	-	118.01	1.4	116.61	0.000	0.000
P-230	T-229	116.91	2.63	114.28	0.127	0.127
P-231	T-230	111.68	1.4	110.28	0.168	0.168
P-232	-	112.15	1.4	110.75	0.000	0.000
P-233	T-231	107.07	1.4	105.67	0.141	0.278
	T-232				0.137	
P-234	T-233	97.33	1.4	95.93	0.000	0.000
P-235	-	117.37	1.4	115.97	0.000	0.000

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-236	T-235	116.74	2.71	114.03	0.230	0.230
P-237	T-236	116.21	3.29	112.92	0.078	0.078
P-238	T-237	115.93	3.2	112.73	0.000	0.000
P-239	-	114.94	1.4	113.54	0.000	0.000
P-240	T-239	114.54	2.9	111.64	0.967	0.967
	T-238				0.000	
P-241	T-240	113.38	2.15	111.23	0.050	0.050
P-242	-	116.75	1.4	115.35	0.000	0.000
P-243	T-242	115.08	1.86	113.22	0.109	0.109
P-244	T-243	112.32	1.4	110.92	0.000	0.000
P-245	T-244	110.68	1.4	109.28	0.000	0.000
P-246	T-245	109.25	1.4	107.85	0.000	0.000
P-247	T-241	107.32	1.4	105.92	0.060	0.060
	T-246				0.000	
P-248	T-247	105.81	1.4	104.41	0.000	0.000
P-249	T-248	104.03	1.4	102.63	2.149	2.149
P-250	T-249	102.52	1.4	101.12	0.000	0.000
P-251	T-250	100.58	1.4	99.18	0.000	0.000
P-252	T-251	98.01	2	96.01	0.040	0.040
P-253	T-252	96.74	1.4	95.34	0.196	0.196
P-254	T-253	96.55	1.4	95.15	0.000	0.000
P-255	T-254	96.86	2.88	93.98	1.080	3.661
	T-228				2.581	
	T-234				0.000	
P-256	T-255	96.75	3	93.75	0.521	0.521
P-257	T-221	96.52	4.72	91.8	0.730	1.483
	T-256				0.753	
P-258	T-257	95.94	4.75	91.19	0.304	0.304
P-259	T-258	95.32	4.72	90.6	0.371	0.371
P-260	-	98.69	1.4	97.29	0.000	0.000

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-261	T-260	98.4	2.6	95.8	0.328	0.328
P-262	T-261	98.17	3.69	94.48	0.261	0.261
P-263	T-262	97.99	3.79	94.2	0.083	0.083
P-264	-	97.75	1.4	96.35	0.000	0.000
P-265	T-264	97.83	2.73	95.1	0.689	0.689
P-266	T-263	97.94	4.01	93.93	0.044	0.129
	T-265				0.085	
P-267	T-266	97.87	4.07	93.8	0.252	0.252
P-268	T-267	97.67	4.01	93.66	0.086	0.086
P-269	T-268	97.09	3.84	93.25	0.246	0.246
P-270	T-269	97.9	5.05	92.85	0.382	0.382
P-271	-	98.39	1.4	96.99	0.000	0.000
P-272	T-271	98.06	4.18	93.88	0.221	0.221
P-273	-	98.06	1.4	96.66	0.000	0.000
P-274	T-272	97.87	5.08	92.79	0.041	0.393
	T-270				0.000	
	T-273				0.352	
P-275	T-274	97.56	4.85	92.71	0.000	0.000
P-276	T-275	96.79	4.33	92.46	0.621	0.621
P-277	-	97.58	1.4	96.18	0.000	0.000
P-278	T-277	96.93	4.53	92.4	0.766	0.766
	T-276				0.000	
P-279	T-278	96.48	4.44	92.04	3.120	3.120
P-280	T-279	96.65	4.86	91.79	0.796	0.796
P-281	-	98.69	1.4	97.29	0.000	0.000
P-282	T-281	98.17	3.35	94.82	0.159	0.159
P-283	-	98.14	1.4	96.74	0.000	0.000
P-284	T-283	98.08	2.18	95.9	0.570	0.570
P-285	T-282	98.02	3.83	94.19	0.000	0.355
	T-284				0.355	
P-286	-	97.44	1.4	96.04	0.000	0.000
P-287	T-286	97.54	5.05	92.49	0.844	1.648
	T-285				0.804	



Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-288	-	96.63	1.4	95.23	0.000	0.000
P-289	T-280	96.58	4.83	91.75	0.000	1.894
	T-287				1.109	
	T-288				0.785	
P-290	T-289	96.05	4.54	91.51	1.545	1.545
P-291	T-290	95.73	4.33	91.4	0.063	0.063
P-292	T-291	95.31	4.03	91.28	0.174	0.174
P-293	T-292	94.99	3.81	91.18	0.116	0.116
P-294	-	94.82	1.4	93.42	0.000	0.000
P-295	T-293	94.82	3.69	91.13	0.000	0.343
	T-294				0.343	
P-296	T-295	94.4	3.41	90.99	0.036	0.036
P-297	-	95.03	1.4	93.63	0.000	0.000
P-298	T-297	94.75	3.03	91.72	0.246	0.246
P-299	T-298	94.2	3.01	91.19	0.108	0.108
P-300	T-299	94.17	3.14	91.03	0.000	0.000
P-301	T-300	94.41	3.73	90.68	0.036	0.036
P-302	T-296	94.57	4.22	90.35	0.040	1.699
	T-259				1.608	
	T-301				0.051	
P-303	T-302	94.68	4.49	90.19	0.000	0.000
P-304	-	106.45	1.4	105.05	0.000	0.000
P-305	T-304	105.23	1.4	103.83	0.082	0.082
P-306	T-305	102.9	1.4	101.5	0.000	0.000
P-307	T-306	101.22	1.4	99.82	0.000	0.000
P-308	T-307	98.92	1.4	97.52	0.038	0.038
P-309	T-308	98.19	1.4	96.79	0.000	0.000
P-310	T-309	96.2	1.4	94.8	0.068	0.068
P-311	T-303	94.68	4.63	90.05	0.000	0.038
	T-310				0.038	
P-312	T-311	93.8	4.12	89.68	0.077	0.077
P-313	T-312	93.85	4.26	89.59	0.000	0.000
P-314	T-313	93.97	4.43	89.54	0.000	0.000
P-315	T-314	94.48	5.09	89.39	0.000	0.000
P-316	T-315	94.66	5.36	89.3	0.043	0.043
P-317	T-316	94.57	5.44	89.13	0.000	0.000

Pozo	Tuberías de aporte	Cota de Tapadera	Profundidad (m)	Cota de Fondo	Aporte por tubería (L/s)	Sub-total
P-318	T-317	134.47	45.47	89	0.048	0.048
P-319	T-318	94.25	5.36	88.89	0.035	0.035
P-320	T-319	94.15	5.52	88.63	0.114	0.114
P-321	T-320	93.97	5.67	88.3	0.160	0.160
P-322	-	95	1.4	93.6	0.000	0.000
P-323	T-322	94.44	1.4	93.04	0.238	0.238
P-324	T-321	93.76	5.58	88.18	0.000	0.079
	T-323				0.079	
P-325	T-324	93.6	5.58	88.02	0.080	0.080
P-326	T-325	92.99	5.62	87.37	0.322	0.322
P-327	T-326	92.57	5.63	86.94	0.174	0.174
P-328	T-327	92.08	5.42	86.66	0.039	0.039
P-329	T-328	91.97	5.47	86.5	0.040	0.040
P-330	T-329	91.65	5.41	86.24	0.059	0.059
P-331	T-330	90.61	5.06	85.55	0.268	0.268
P-332	T-331	90.47	5.01	85.46	0.000	0.000
	T-66				0.000	

### 3.5 - APLICACIÓN DEL SOFTWARE STORM WATER MANAGEMENT MODEL (MODELO DE GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES)

Antes de llevar a cabo la aplicación del software SWMM 5.0 se hizo uso del programa conocido como EPACAD, el cual permitió convertir un archivo creado en Autocad, en donde se hizo el trazo de los pozos y las tuberías que constituyen la red de alcantarillado sanitario, en un archivo interpretable por SWMM 5.0, facilitando en gran medida el trabajo necesario para crear el modelo hidráulico de la red.

### 3.5.1 - PROCEDIMIENTO PARA CONVERTIR EL ARCHIVO INTERPRETABLE POR SWMM 5.0

- 1) Dentro de la red creada en Autocad, se añadió una nueva capa a la cual se le nombro RED DE TUBERIA, en ella está incluida todos los pozos que forman parte de la red.

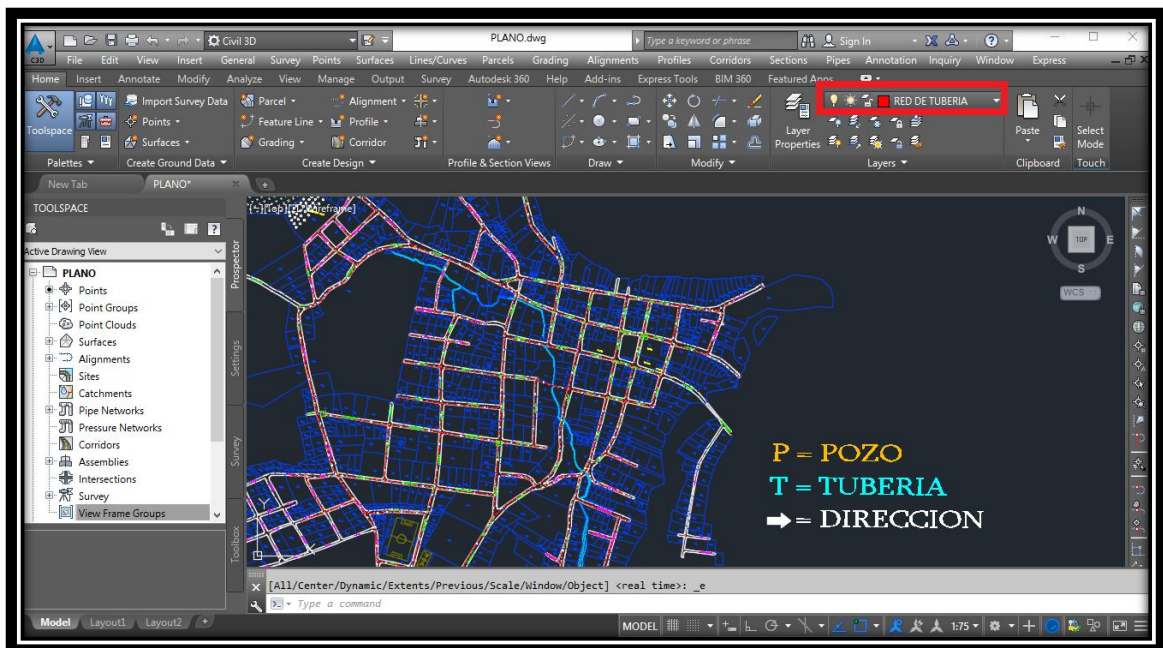


Figura 3.2 – Selección de capa deseada para su extracción.

Fuente: Elaboración propia

- 2) Una vez que se tiene la red completa, se guardó el archivo como formato .dxf, al cual se le asignó el nombre de RED ANAMOROS.

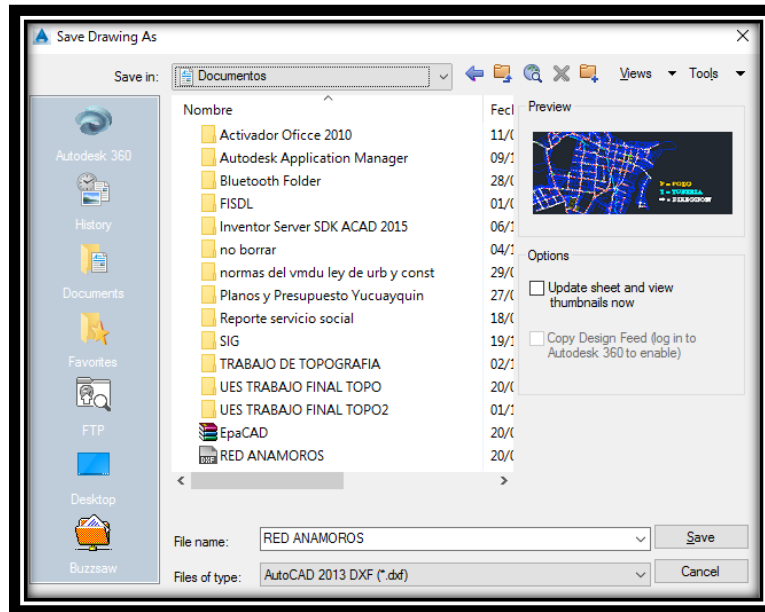


Figura 3.3 – Selección de capa deseada para su extracción. Fuente: Elaboración propia

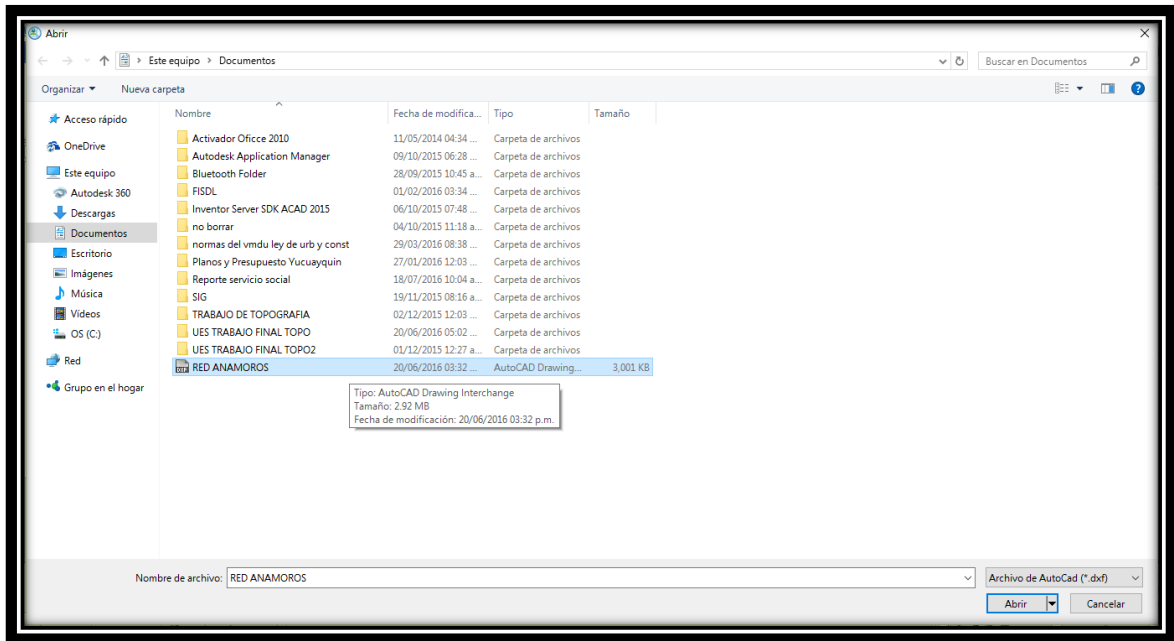
- 3) Luego se procedió a abrir el programa EPACAD, donde seguidamente se selecciona la opción Abrir para poder llamar el archivo .dxf creado.



Figura 3.4 – Vista general de software EpaCAD para la conversión de capa seleccionada.

Fuente: Elaboración propia

4) Se selecciona RED ANAMOROS, y se da clic en abrir.



**Figura 3.5 – Selección de capa guardada. Fuente: Elaboración propia**

5) Una vez abierto el archivo, se selecciona la capa que se creó en Autocad, que para este diseño se nombró como RED DE TUBERIA, además se selecciona el modo de conversión Nodos, para que se cree un nudo en cada vértice del alineamiento creado, convirtiéndose cada tramo del mismo en una tubería diferente.

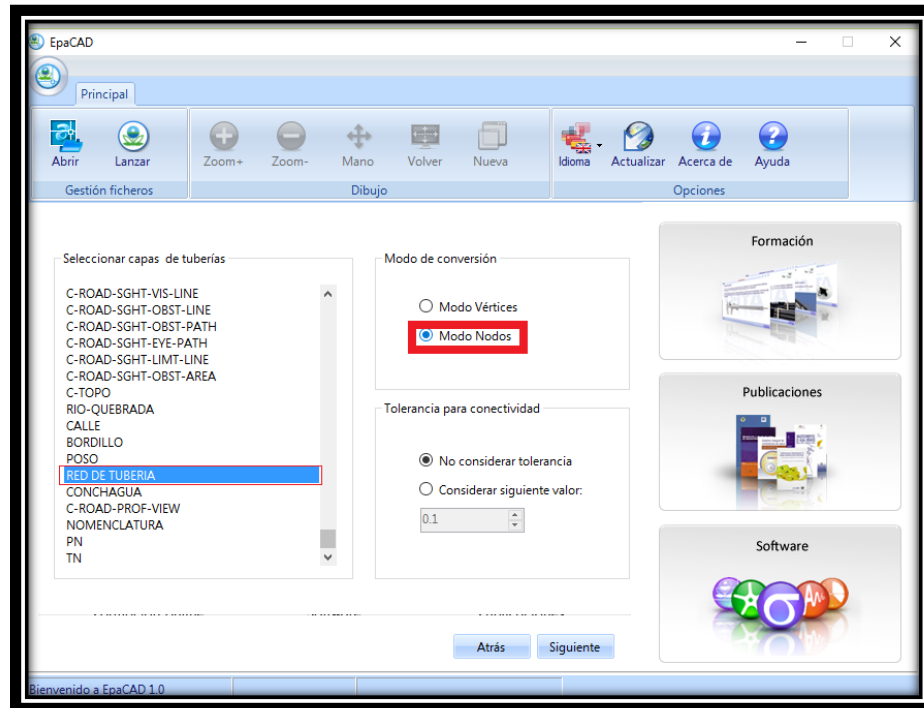


Figura 3.6 – Selección de capa deseada para su extracción. Fuente: Elaboración propia

- 6) Finalmente se da clic en siguiente, así mismo en finalizar en donde se muestra la opción para guardar el archivo tipo .inp, nombrado como POZOS, el cual es interpretable por SWMM 5.0

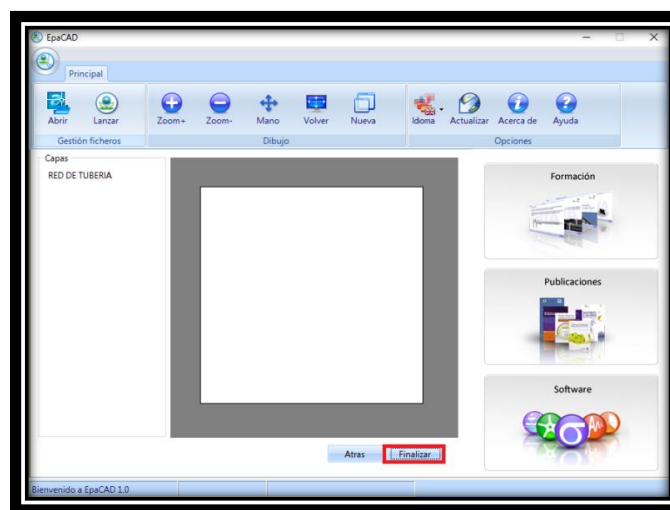


Figura 3.7 – Finalización de guardado de capa. Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2 - CONFIGURACIÓN DE ENTRADA DEL SOFTWARE SWMM 5.0

Previamente a realizar la configuración se abre el archivo .inp dentro del software, dando clic en Archivo, seleccionar Abrir, y se elige el archivo que se desea trabajar, para este diseño se seleccionó POZOS.

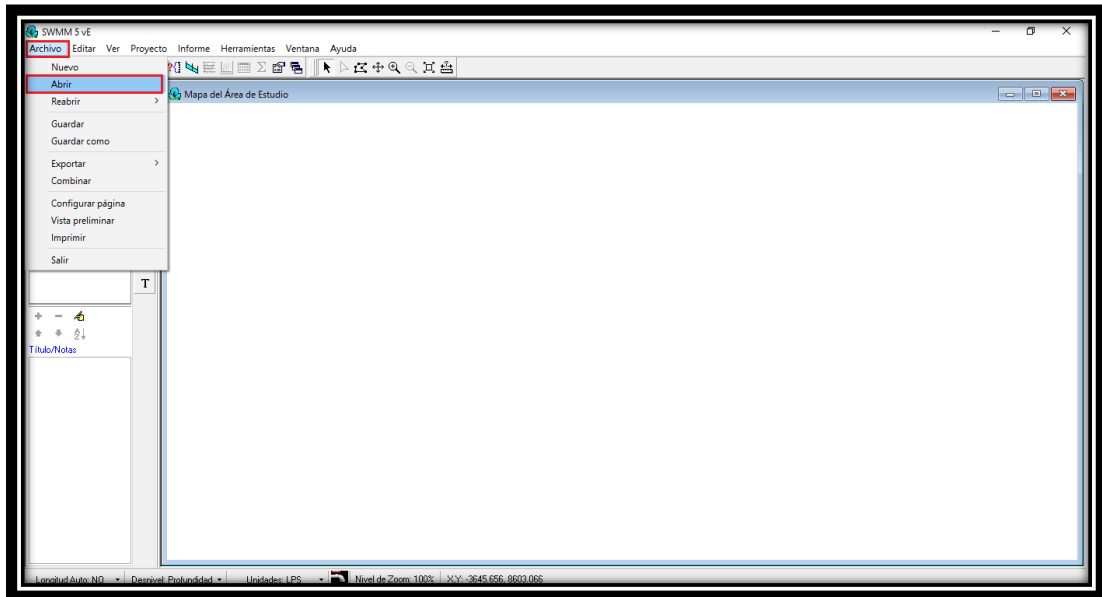
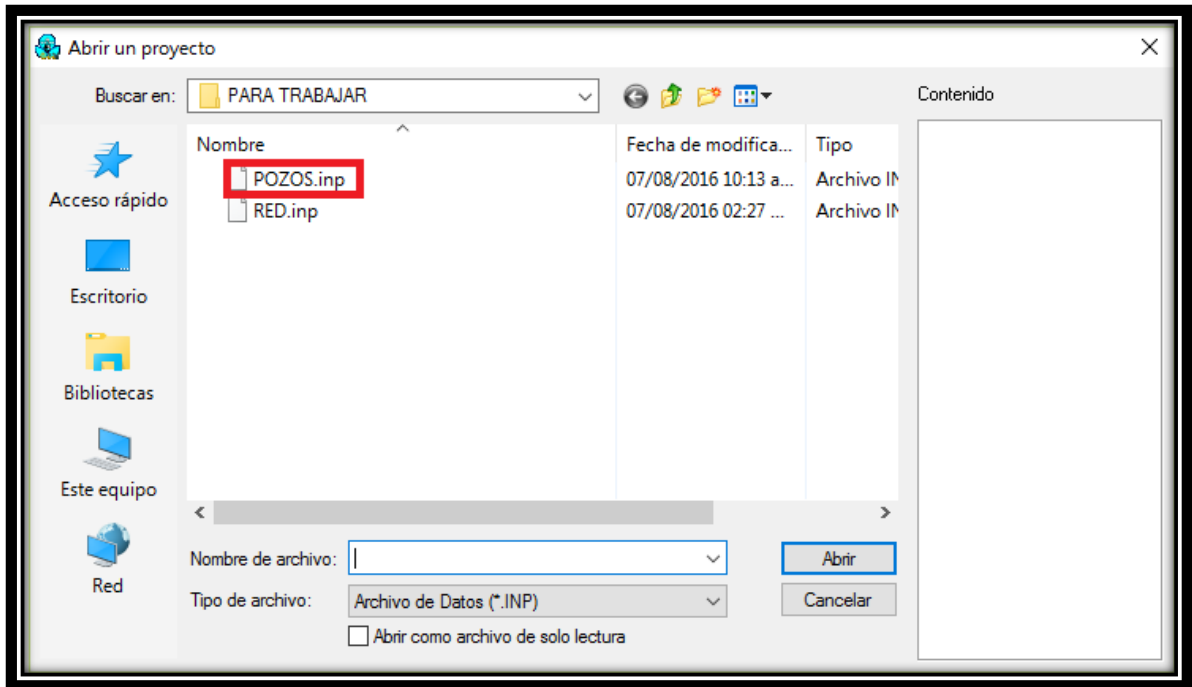


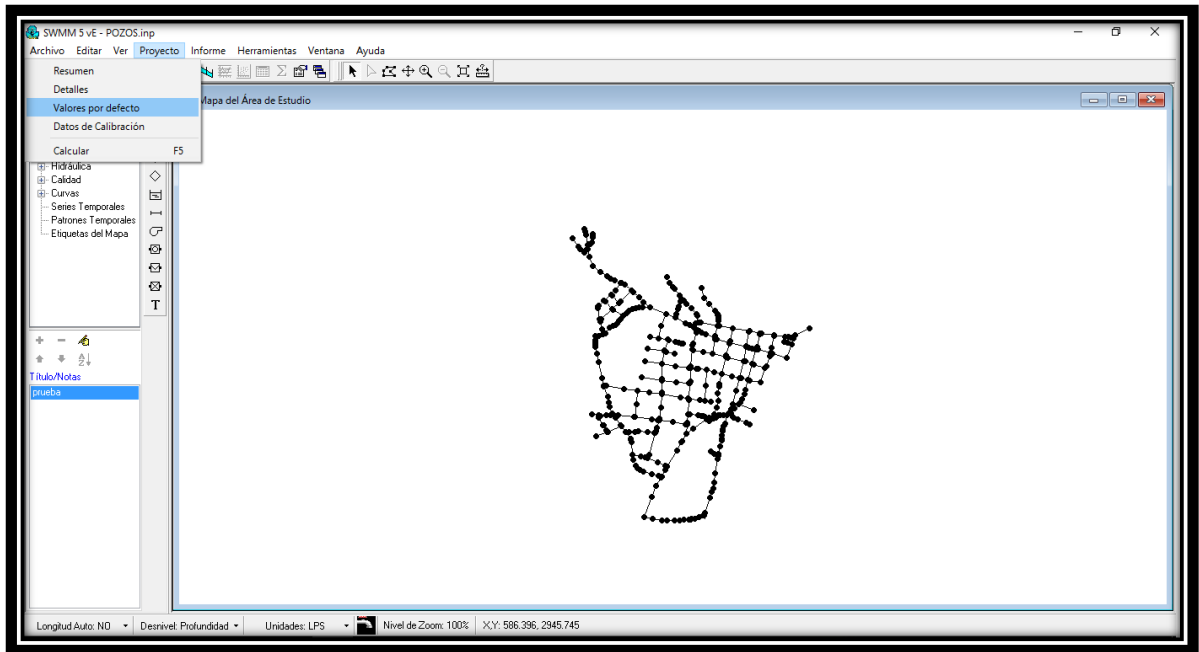
Figura 3.8 – Pantalla de entrada de software EPA SWMM 5.0. Fuente: Elaboración propia



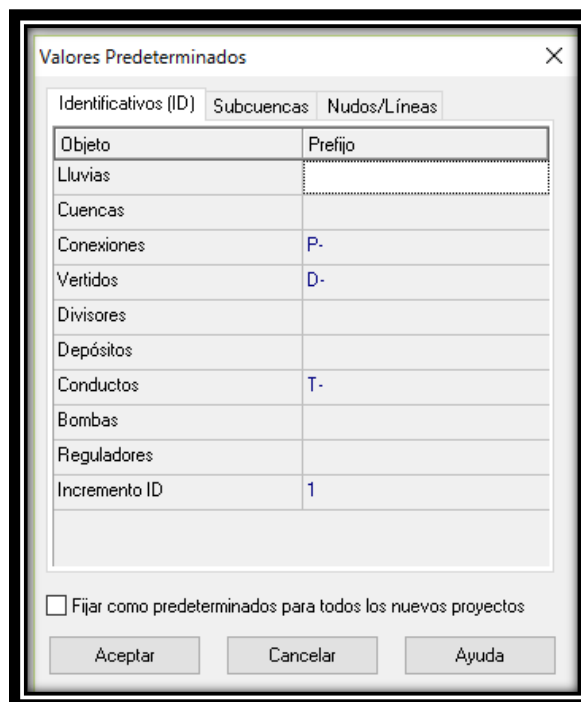
**Figura 3.9 – Finalización de guardado de capa. Fuente: Elaboración propia**

Una vez cargado el archivo se inicia con la configuración del proyecto, determinando los valores por defecto, para este caso los identificativos utilizados son: P- para las conexiones, T- para los conductos y D- para el vertido el cual es el punto de descarga de toda la red.





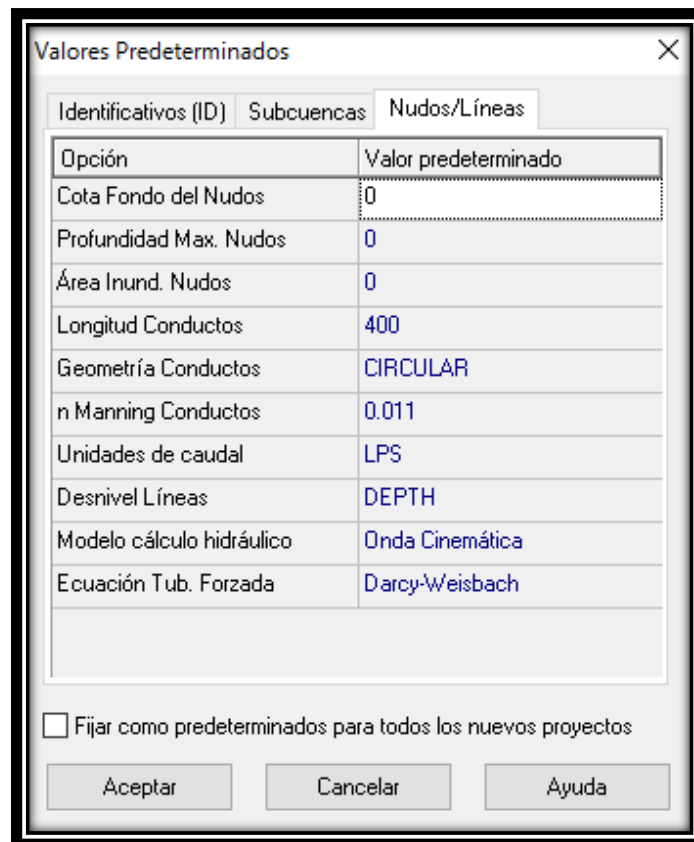
**Figura 3.10 – Dibujo en planta de red de alcantarillado sanitario. Fuente: Elaboración propia**



**Figura 3.11 – Configuración de la identificación de pozos, conductos y punto de descarga. Fuente: Elaboración propia**

En cuanto a los nudos y líneas se tienen los siguientes valores predeterminados:

- Longitud de conductos, varía en cada tramo de tubería.
- Geometría de conductos, se eligió sección circular.
- Coeficiente de Manning de conducto, será de 0.011 ya que el material propuesto de la tubería es de PVC.
- Unidades de caudal, se utilizará LPS.
- Desnivel de línea, se seleccionó la opción DEPTH, lo que significa que el programa utilizará la cota de cada tubería con respecto al fondo del pozo, tanto de salida como de entrada.
- Modelo de cálculo hidráulico, se eligió el de Onda Cinemática.



Opción	Valor predeterminado
Cota Fondo del Nudos	0
Profundidad Max. Nudos	0
Área Inund. Nudos	0
Longitud Conductos	400
Geometría Conductos	CIRCULAR
n Manning Conductos	0.011
Unidades de caudal	LPS
Desnivel Líneas	DEPTH
Modelo cálculo hidráulico	Onda Cinemática
Ecuación Tub. Forzada	Darcy-Weisbach

Fijar como predeterminados para todos los nuevos proyectos

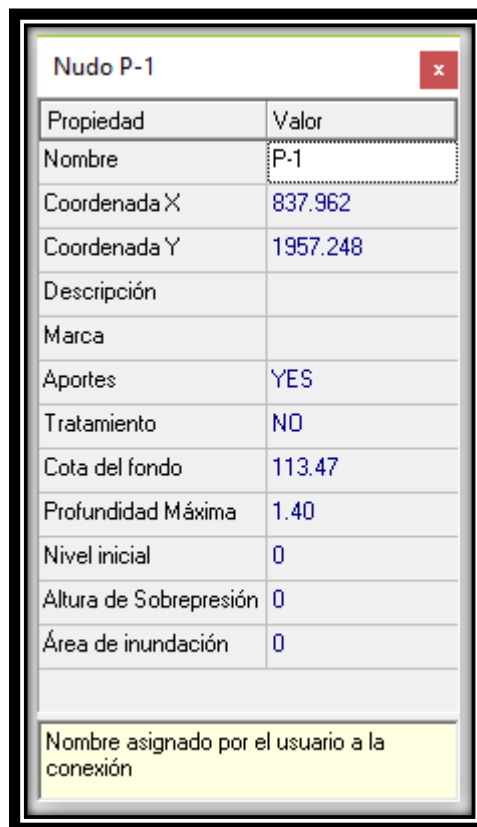
Aceptar      Cancelar      Ayuda

Figura 3.12 – Configuración de modelo hidráulico utilizado para el análisis de la red.

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.3 - DATOS PRINCIPALES A INTRODUCIR EN LAS CONEXIONES

- Nombre del pozo
- Aporte, es el caudal que conduce la tubería de entrada
- Cota de fondo
- Profundidad del pozo



Propiedad	Valor
Nombre	P-1
Coordenada X	837.962
Coordenada Y	1957.248
Descripción	
Marca	
Aportes	YES
Tratamiento	NO
Cota del fondo	113.47
Profundidad Máxima	1.40
Nivel inicial	0
Altura de Sobrepresión	0
Área de inundación	0

Nombre asignado por el usuario a la conexión

Figura 3.13 – Introducción de coordenadas en pozo. Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que el aporte en cada pozo será introducido en tiempo seco, debido a que se trata de un diseño únicamente de aguas residuales, lo que indica que no habrá aporte de caudal debido a aguas lluvias, además es de mucha importancia recalcar que en los pozos de tramos iniciales, se deberá introducir el aporte de la tubería de salida y que el pozo siguiente no tendrá

ningún aporte, esto se debe hacer para que el software puede hacer una buena simulación de los datos introducidos, para obtener mejores resultados.

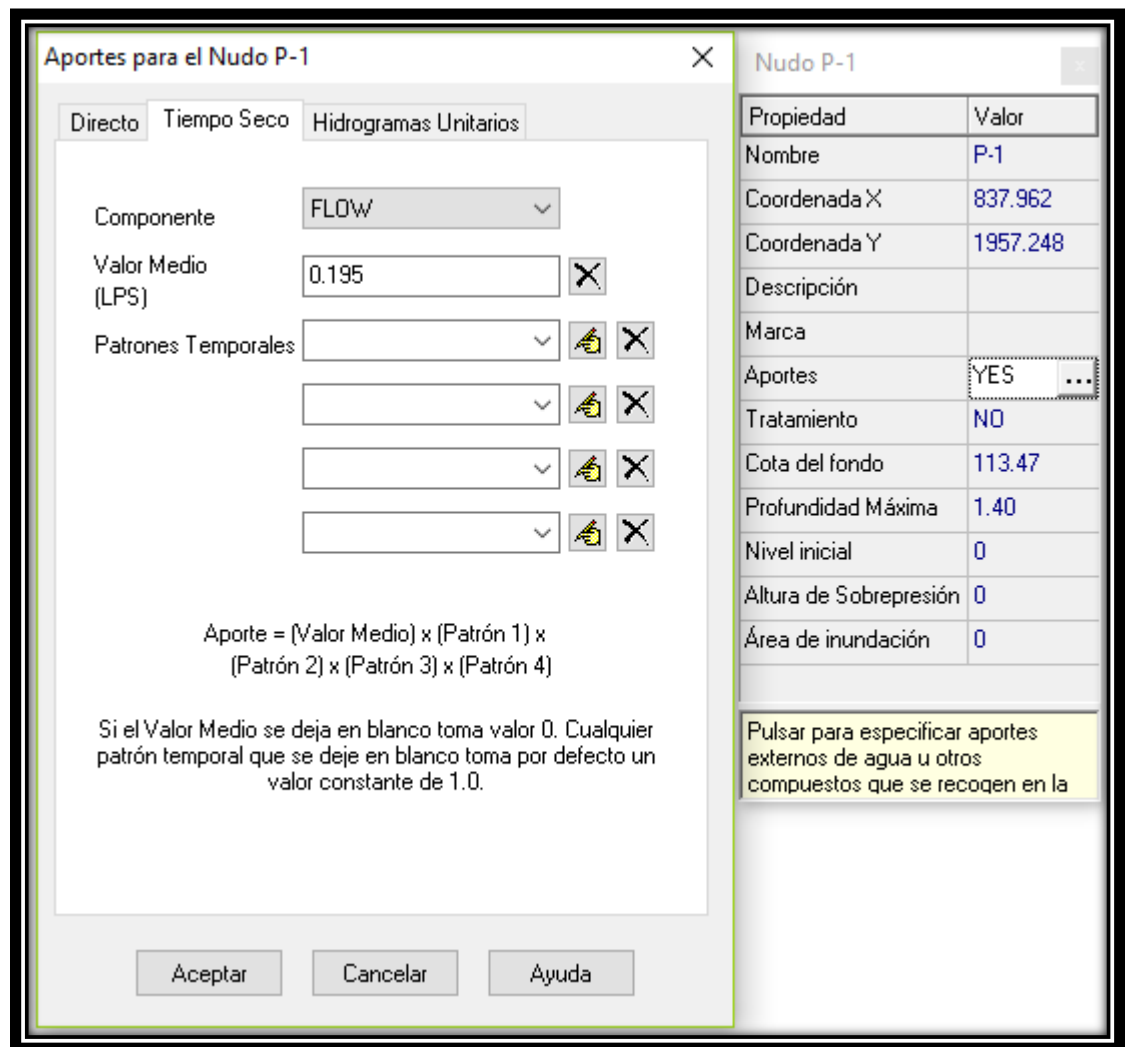


Figura 3.14 – Introducción de caudal de diseño. Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4 - DATOS PRINCIPALES A INTRODUCIR EN LOS CONDUCTOS

- Nombre de la tubería
- Nombre de los nudos de entrada y de salida
- Forma del conducto

- Altura del conducto, la cual es el diámetro del mismo.
- Longitud del conducto, la cual varía en cada tramo
- Coeficiente de Manning

Propiedad	Valor
Nombre	T-1
Nudo inicial	P-1
Nudo final	P-2
Descripción	
Marca	
Forma	CIRCULAR
Altura (Prof. Máx.)	0.2032
Longitud	35.19
Coef. Manning (n)	0.011
Desnivel Entrada	0
Desnivel Salida	0
Caudal inicial	0
Caudal máximo	0

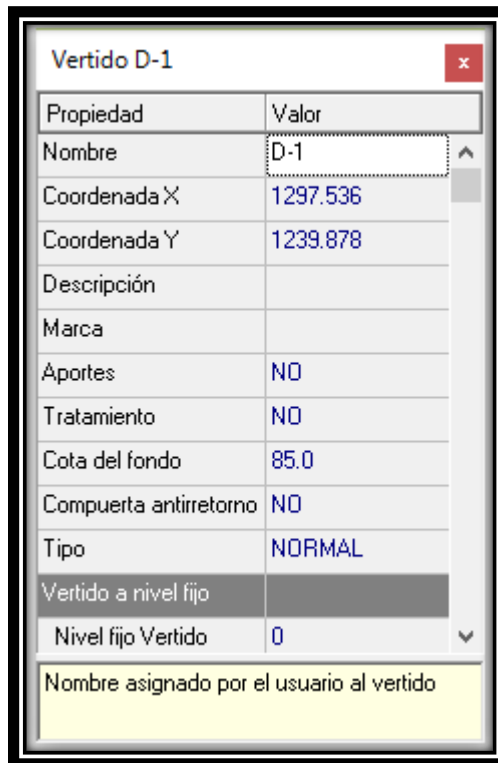
Nombre asignado por el usuario al conducto

**Figura 3.15 – Introducción de constantes hidráulicas en tuberías. Fuente: Elaboración propia**

Es importante hacer mención, en cuanto al orden que deben tomar tanto el nudo inicial como el nudo final, ya que estos dependen de la dirección que toma el flujo, esto significa que si el flujo desciende de derecha a izquierda o viceversa, el nudo inicial será el que tenga la mayor elevación o cota de fondo.

### 3.5.5 - DATOS PRINCIPALES A INTRODUCIR EN EL VERTIDO O PUNTO DE DESCARGA

- Nombre
- Cota de fondo del nodo
- Tipo de vertido



Propiedad	Valor
Nombre	D-1
Coordenada X	1297.536
Coordenada Y	1239.878
Descripción	
Marca	
Aportes	NO
Tratamiento	NO
Cota del fondo	85.0
Compuerta antirretorno	NO
Tipo	NORMAL
Vertido a nivel fijo	
Nivel fijo Vertido	0
Nombre asignado por el usuario al vertido	

Figura 3.16 – Configuración de punto de vertido o descarga. Fuente: Elaboración propia

Para este diseño el nombre del punto descarga es D-1.

La casilla Cota de fondo se definió como la elevación natural del terreno, asumiendo que la tubería saldrá a la superficie en el punto de descarga.

El tipo de vertido que indica la condición de contorno del mismo, y que en este diseño se utiliza NORMAL, lo que indica que el nivel de salida del agua será tomado igual al tirante normal en el punto de descarga, asumiendo que la

tubería descargue en un canal que encausara el agua a su tratamiento primario.

### 3.5.6 - EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL SOFTWARE

Para una mejor comprensión en cuanto al manejo del programa SWMM 5.0, se muestra el procedimiento utilizado para introducir los datos tanto en pozos como en tuberías, para ello se tomara únicamente la tubería T-2 y el pozo P-2 debido a que el procedimiento es repetitivo en cada uno de los elementos que constituyen la red.

Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (m)	Desnivel de entrada (m)	Desnivel de salida (m)
<b>T-4</b>	<b>P-4</b>	<b>P-5</b>	<b>0.2032</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabla 3.7 – Datos de entrada en tubería. Fuente: Elaboración propia

Pozo	Cota de fondo (m)	Profundidad (m)	Caudal (l/s)
<b>P-4</b>	<b>108.70</b>	<b>4.46</b>	<b>0.326</b>

Tabla 3.8 – Datos de entrada en pozo. Fuente: Elaboración propia

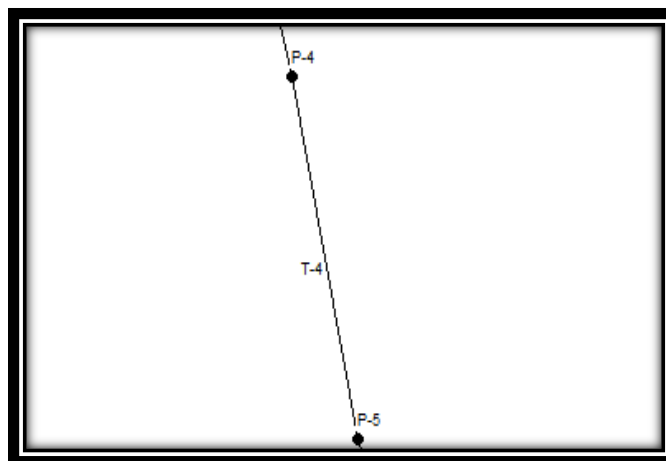


Figura 3.17 – Tramo ejemplificado. Fuente: Elaboración propia

## **1. CONFIGURAR OPCIONES DE SIMULACIÓN**

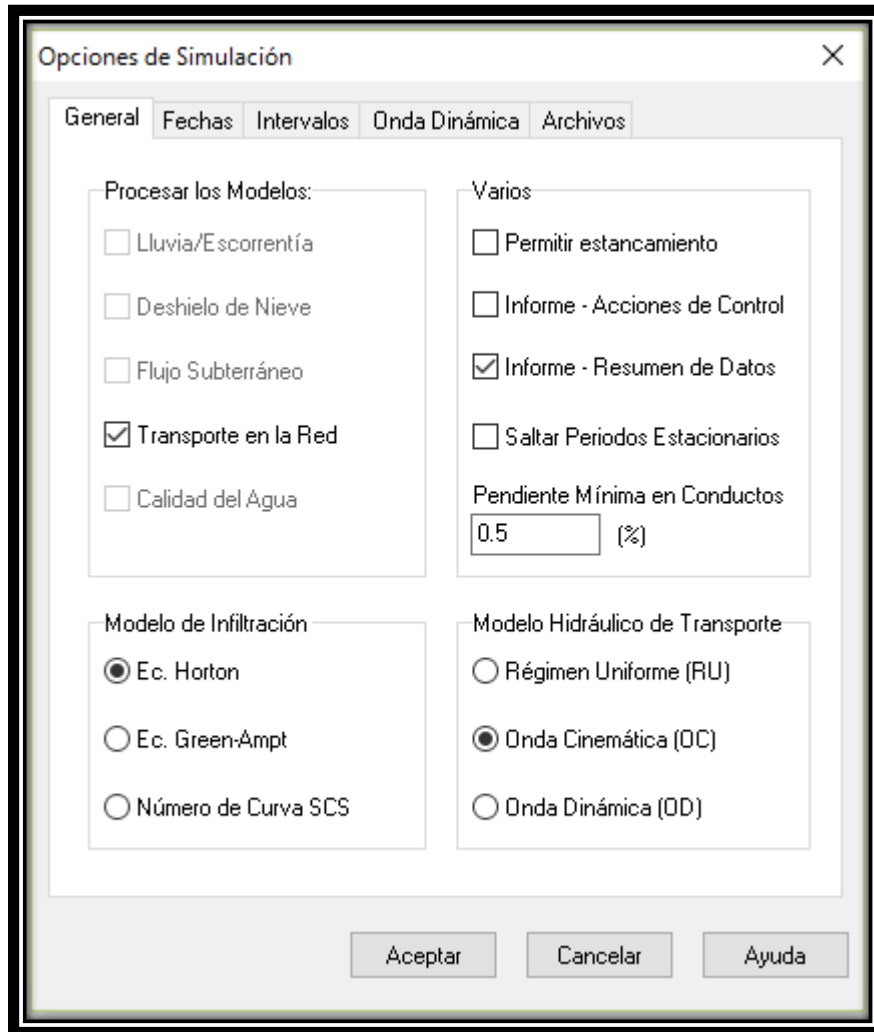
Para configurar las distintas opciones de simulación:

- ✓ Seleccionar la categoría Opciones en el Visor de datos y pulsar el botón
- ✓ Un cuadro de diálogo Opciones de simulación aparecerá cuando se puedan escoger distintas posibilidades para las siguientes categorías:

### **A. Opciones Generales**

En esta opción se selecciona el modelo a procesar que para este diseño es el transporte en la red, debido a que el diseño es únicamente para aguas negras, además se muestra el modelo de infiltración a utilizar, seleccionando el Horton, en cuanto a la sección varios se eligió informe- resumen de datos, para que al final de la simulación el programa presente un informe, se introduce además la pendiente mínima que deben tener los conductos, finalmente se selecciona el Modelo Hidráulico de Transporte, el cual se eligió el de Onda Cinemática, aunque para este diseño no habría problema en utilizar el de Régimen Uniforme, ya que la simulación se lleva a cabo para el instante en el que la red transporta el caudal máximo horario.





**Figura 3.18 – Configuración general para el diseño de la red de alcantarillado. Fuente: Elaboración propia**

### **B. Opciones de Fecha**

En esta opción se presenta la fecha y hora en la que inicio el análisis y el informe, así como en la que finaliza la simulación, y las cuales deben tener concordancia para un mejor resultado.

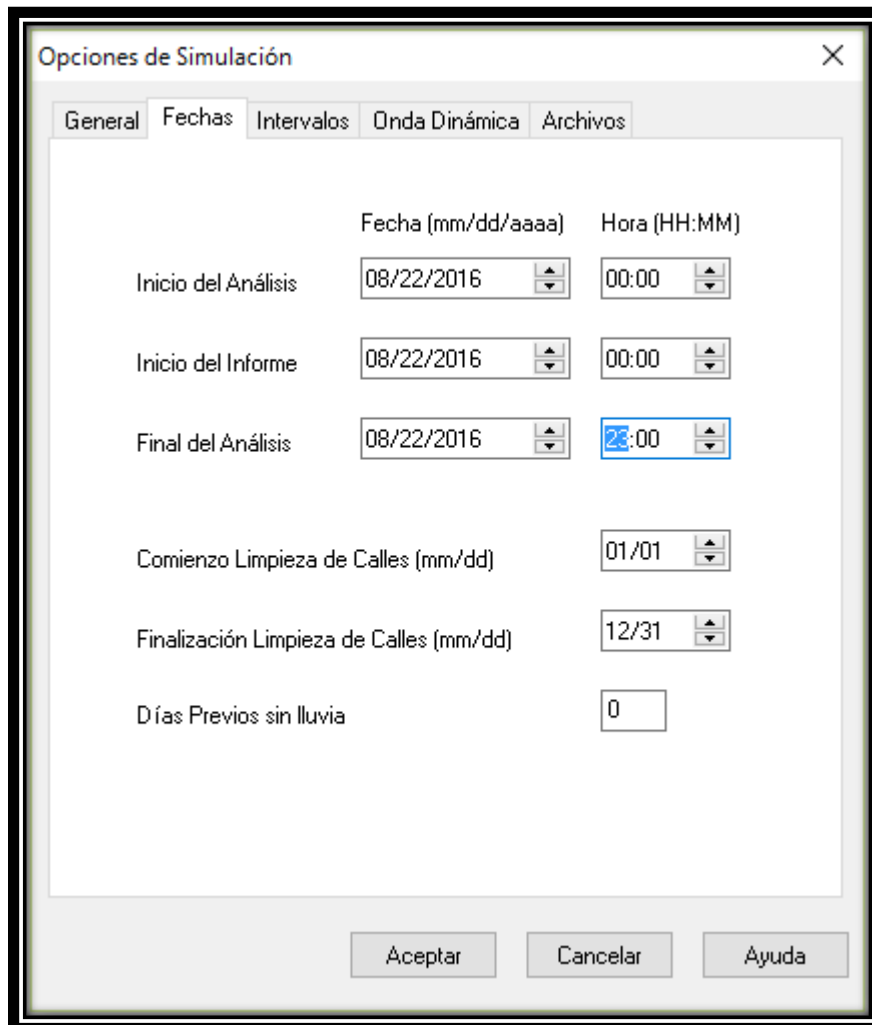


Figura 3.19 – Configuración de fecha y tiempo total de simulación. Fuente: Elaboración propia

### C. Opciones de Intervalos de Tiempo, Opciones de Transporte mediante Onda Dinámica, Opciones para Ficheros de intercambio

Esta opción se deja con los valores por defecto del sistema, por el hecho de no contar con patrones de caudal, en cuanto al transporte mediante onda dinámica, no es necesario hacer la configuración ya que se ha utilizado el modelo de cinemática para el transporte del flujo.

## 2. EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN

Una vez que se ha terminado de introducir todos los datos que componen el diseño de la red, se lleva a cabo la simulación del programa para conocer los resultados obtenidos, para lo se da clic en el icono calcular, el cual aparece en forma de rayo.

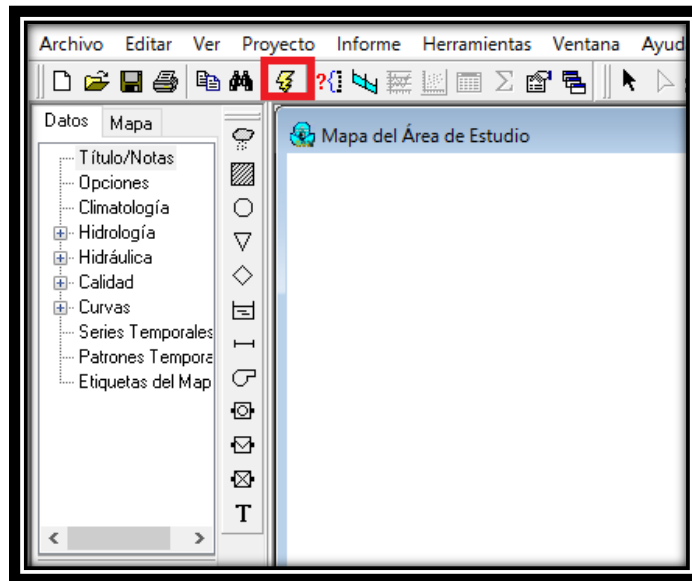


Figura 3.20 – Ejecución de simulación para realizar el cálculo de variables hidráulicas.

Fuente: Elaboración propia

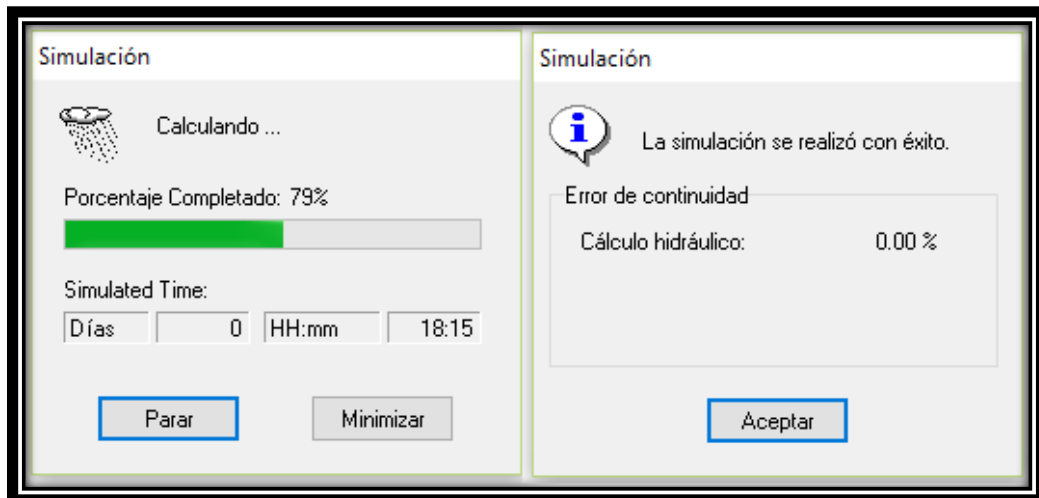


Figura 3.21 – Simulación y porcentaje de error en el cálculo hidráulico. Fuente:

Elaboración propia

Se puede observar que la simulación se realizó con éxito, dando como resultado un 0% de error en cuanto al cálculo hidráulico ejecutado por el programa, lo que indica que el diseño cumple con los parámetros requeridos para el diseño.

### 3.6 – PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE SIMULACIÓN.

**TABLA 3.9 - DATOS HIDRÁULICOS DE TUBERÍAS.**

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-1	P-1	P-2	8	34.09	3.64	0.5	4	0.01
T-2	P-2	P-3	8	36.41	3.90	0.51	4	0.01
T-3	P-3	P-4	8	67.48	2.96	0.5	4	0.01
T-4	P-4	P-5	8	31.69	1.43	0.5	8	0.02
T-5	P-5	P-6	8	2.93	1.49	0.52	8	0.02
T-6	P-6	P-7	8	44.89	1.41	0.51	8	0.02
T-7	P-7	P-8	8	23.99	1.08	0.5	10	0.02
T-8	P-8	P-9	8	17.62	0.96	0.54	11	0.02
T-9	P-9	P-10	8	26.34	1.06	0.57	12	0.02
T-10	P-10	P-20	8	6.51	7.11	1.14	8	0.02
T-11	P-11	P-12	8	76.02	2.06	0.52	6	0.01
T-12	P-12	P-13	8	55.14	1.99	0.51	6	0.01
T-13	P-13	P-14	8	54.29	1.46	0.51	8	0.02
T-14	P-14	P-17	8	54.29	1.10	0.5	10	0.02
T-15	P-15	P-16	8	24.35	5.59	0.57	3	0.01
T-16	P-16	P-17	8	60.77	3.96	0.5	3	0.01
T-17	P-17	P-18	8	3.89	0.80	0.52	13	0.03
T-18	P-18	P-19	8	67.57	0.96	0.55	12	0.02
T-19	P-19	P-20	8	19.22	1.03	0.6	13	0.03
T-20	P-20	P-21	8	15.46	1.27	0.78	17	0.03
T-21	P-21	P-22	8	38.10	1.05	0.74	18	0.04
T-22	P-22	P-23	8	5.31	1.40	0.82	17	0.04
T-23	P-23	P-29	8	28.96	1.16	0.78	18	0.04
T-24	P-24	P-25	8	24.87	6.68	0.52	2	0
T-25	P-25	P-26	8	39.00	6.17	0.5	2	0.01
T-26	P-26	P-27	8	14.17	3.21	0.51	4	0.01

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-27	P-27	P-28	8	22.64	2.36	0.51	5	0.01
T-28	P-28	P-29	8	12.38	10.82	0.98	5	0.01
T-29	P-29	P-30	8	31.28	1.14	0.82	20	0.04
T-30	P-30	P-31	8	4.49	1.07	0.81	21	0.04
T-31	P-31	P-32	8	8.59	1.03	0.8	21	0.04
T-32	P-32	P-38	8	52.28	1.07	0.81	21	0.04
T-33	P-33	P-34	8	31.31	2.28	0.9	13	0.03
T-34	P-34	P-35	8	45.75	3.82	1.07	12	0.02
T-35	P-35	P-36	8	10.05	1.70	0.82	14	0.03
T-36	P-36	P-37	8	18.23	1.19	0.72	16	0.03
T-37	P-37	P-38	8	35.13	5.50	1.15	11	0.02
T-38	P-38	P-39	8	19.36	1.03	0.88	16	0.05
T-39	P-39	P-40	8	28.83	1.00	0.91	27	0.05
T-40	P-40	P-41	8	10.39	1.04	0.93	27	0.05
T-41	P-41	P-42	8	12.55	1.03	0.92	27	0.05
T-42	P-42	P-43	8	11.63	1.10	0.94	26	0.05
T-43	P-43	P-44	8	37.30	1.02	0.92	27	0.05
T-44	P-44	P-45	8	28.90	1.07	0.94	27	0.05
T-45	P-45	P-51	8	10.04	1.08	0.95	27	0.05
T-46	P-46	P-47	8	36.81	2.85	0.76	9	0.02
T-47	P-47	P-48	8	77.90	1.19	0.53	11	0.02
T-48	P-48	P-49	8	15.93	1.53	0.91	18	0.04
T-49	P-49	P-50	8	29.31	1.97	0.98	18	0.04
T-50	P-50	P-51	8	6.01	49.22	3.19	9	0.02
T-51	P-51	P-52	8	39.98	1.10	1.1	35	0.07
T-52	P-52	P-53	8	46.41	1.12	1.11	35	0.07
T-53	P-53	P-54	8	89.90	1.12	1.21	42	0.08
T-54	P-54	P-55	8	36.94	1.21	1.26	44	0.09
T-55	P-55	P-56	8	37.36	1.51	1.36	41	0.08
T-56	P-56	P-57	8	21.33	6.16	2.26	27	0.06
T-57	P-57	P-58	8	31.30	12.76	2.92	23	0.05
T-58	P-58	P-59	8	18.32	15.42	3.13	22	0.04
T-59	P-59	P-60	8	18.52	6.38	2.29	27	0.06
T-60	P-60	P-61	8	19.98	2.42	1.62	36	0.07

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-61	P-61	P-62	8	4.08	3.09	1.77	42	0.09
T-62	P-62	P-63	8	4.97	2.80	1.71	42	0.09
T-63	P-63	P-64	8	12.49	1.84	1.47	43	0.09
T-64	P-64	P-65	8	16.13	2.32	1.6	38	0.08
T-65	P-65	P-66	8	19.09	2.38	1.61	37	0.07
T-66	P-66	P-332	8	3.70	3.54	1.86	31	0.06
T-67	P-67	P-68	8	10.37	8.84	0.51	2	0
T-68	P-68	P-69	8	14.32	9.25	0.52	2	0
T-69	P-69	P-77	8	40.54	10.92	0.69	3	0.01
T-70	P-70	P-71	8	4.55	5.50	0.53	3	0.01
T-71	P-71	P-72	8	8.13	4.45	0.5	3	0.01
T-72	P-72	P-73	8	20.60	2.63	0.51	5	0.01
T-73	P-73	P-74	8	3.08	2.87	0.55	5	0.01
T-74	P-74	P-75	8	3.91	2.20	0.51	6	0.01
T-75	P-75	P-76	8	5.98	3.25	0.6	5	0.01
T-76	P-76	P-77	8	4.32	2.03	0.51	6	0.01
T-77	P-77	P-83	8	17.48	4.09	0.74	6	0.01
T-78	P-78	P-79	8	42.74	5.71	0.67	4	0.01
T-79	P-79	P-80	8	12.98	4.34	0.61	4	0.01
T-80	P-80	P-81	8	20.75	4.86	0.67	5	0.01
T-81	P-81	P-82	8	10.45	3.47	0.6	5	0.01
T-82	P-82	P-83	8	8.01	5.61	0.71	5	0.01
T-83	P-83	P-84	8	31.61	9.27	1.14	6	0.01
T-84	P-84	P-85	8	39.27	3.00	0.78	9	0.02
T-85	P-85	P-86	8	39.71	3.75	0.88	9	0.02
T-86	P-86	P-87	8	32.35	1.35	0.63	11	0.02
T-87	P-87	P-88	8	15.77	1.24	0.62	12	0.02
T-88	P-88	P-89	8	18.72	3.18	0.84	10	0.02
T-89	P-89	P-97	8	25.07	8.28	1.21	8	0.02
T-90	P-90	P-91	8	44.78	3.86	0.5	4	0.01
T-91	P-91	P-92	8	3.90	7.22	0.62	3	0.01
T-92	P-92	P-93	8	3.32	8.40	0.66	3	0.01
T-93	P-93	P-94	8	30.62	7.84	0.64	3	0.01
T-94	P-94	P-95	8	39.44	9.41	0.68	3	0.01
T-95	P-95	P-96	8	23.90	3.64	0.55	4	0.01

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-96	P-96	P-97	8	37.29	2.61	0.51	5	0.01
T-97	P-97	P-98	8	5.82	1.16	0.66	14	0.03
T-98	P-98	P-99	8	13.61	1.02	0.63	14	0.03
T-99	P-99	P-105	8	36.69	2.36	0.87	12	0.02
T-100	P-100	P-102	8	60.63	12.94	0.75	3	0.01
T-101	P-101	P-102	8	41.94	7.85	0.52	2	0
T-102	P-102	P-103	8	37.61	3.54	0.54	4	0.01
T-103	P-103	P-104	8	6.18	4.26	0.66	5	0.01
T-104	P-104	P-105	8	66.05	2.20	0.53	6	0.01
T-105	P-105	P-106	8	8.25	1.18	0.74	17	0.03
T-106	P-106	P-107	8	30.16	1.06	0.71	17	0.03
T-107	P-107	P-108	8	28.36	1.87	0.89	15	0.03
T-108	P-108	P-126	8	33.56	5.61	1.33	12	0.02
T-109	P-109	P-110	8	32.89	3.80	0.51	4	0.01
T-110	P-110	P-111	8	22.04	3.72	0.51	4	0.01
T-111	P-111	P-112	8	9.25	4.06	0.52	4	0.01
T-112	P-112	P-113	8	29.73	3.70	0.51	4	0.01
T-113	P-113	P-114	8	13.28	3.97	0.52	4	0.01
T-114	P-114	P-115	8	11.66	6.76	0.66	4	0.01
T-115	P-115	P-116	8	8.48	7.64	0.69	3	0.01
T-116	P-116	P-117	8	10.48	6.84	0.67	4	0.01
T-117	P-117	P-118	8	10.87	7.20	0.71	4	0.01
T-118	P-118	P-119	8	13.63	8.52	0.79	4	0.01
T-119	P-119	P-120	8	17.24	7.88	0.79	4	0.01
T-120	P-120	P-121	8	15.37	7.49	0.8	4	0.01
T-121	P-121	P-122	8	14.81	5.29	0.72	5	0.01
T-122	P-122	P-123	8	13.88	4.34	0.72	6	0.01
T-123	P-123	P-124	8	12.84	2.01	3.55	7	0.01
T-124	P-124	P-125	8	10.38	2.00	0.57	7	0.01
T-125	P-125	P-126	8	31.57	1.99	0.57	7	0.01
T-126	P-126	P-160	8	71.68	3.08	1.23	18	0.04
T-127	P-127	P-128	8	13.82	6.99	0.54	3	0.01
T-128	P-128	P-131	8	31.67	6.64	0.53	3	0.01
T-129	P-129	P-130	8	54.54	4.97	0.5	3	0.01

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-130	P-130	P-131	8	57.27	5.06	0.5	3	0.01
T-131	P-131	P-132	8	5.49	2.73	0.56	5	0.01
T-132	P-132	P-133	8	46.62	2.47	0.54	6	0.01
T-133	P-133	P-136	8	54.46	9.75	0.93	5	0.01
T-134	P-134	P-135	8	33.44	6.64	0.6	3	0.01
T-135	P-135	P-136	8	78.07	14.39	0.79	3	0.01
T-136	P-136	P-137	8	6.50	2.24	0.7	11	0.02
T-137	P-137	P-141	8	48.18	1.22	0.55	11	0.02
T-138	P-138	P-139	8	52.66	8.04	0.71	3	0.01
T-139	P-139	P-141	8	57.72	13.97	0.86	3	0.01
T-140	P-140	P-141	8	87.70	3.71	0.61	5	0.01
T-141	P-141	P-142	8	9.32	1.92	0.82	13	0.03
T-142	P-142	P-146	8	60.54	1.20	0.7	15	0.03
T-143	P-143	P-144	8	59.01	4.71	0.63	4	0.01
T-144	P-144	P-146	8	56.19	8.41	0.78	4	0.01
T-145	P-145	P-146	8	70.64	8.67	0.79	4	0.01
T-146	P-146	P-150	8	53.34	1.21	0.78	18	0.04
T-147	P-147	P-148	8	36.42	13.28	0.76	3	0.01
T-148	P-148	P-150	8	6.23	21.49	0.9	2	0
T-149	P-149	P-150	8	70.90	7.73	0.71	4	0.01
T-150	P-150	P-151	8	4.53	3.55	1.21	15	0.03
T-151	P-151	P-155	8	46.30	1.46	0.88	18	0.04
T-152	P-152	P-153	8	9.85	7.51	0.5	2	0
T-153	P-153	P-154	8	12.47	7.61	0.5	2	0
T-154	P-154	P-155	8	27.30	8.69	0.59	2	0
T-155	P-155	P-156	8	4.90	7.35	1.59	13	0.03
T-156	P-156	P-158	8	35.71	1.03	0.8	21	0.04
T-157	P-157	P-158	8	34.97	7.95	0.61	3	0.01
T-158	P-158	P-159	8	53.27	1.03	0.82	22	0.04
T-159	P-159	P-160	8	53.29	1.08	0.84	22	0.04
T-160	P-160	P-165	8	40.54	0.91	1.03	36	0.07
T-161	P-161	P-162	8	18.59	15.10	0.7	2	0
T-162	P-162	P-163	8	12.25	13.99	0.68	2	0
T-163	P-163	P-164	8	19.35	13.72	0.82	3	0.01



Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-164	P-164	P-165	8	16.69	8.75	0.74	3	0.01
T-165	P-165	P-166	8	48.65	1.09	1.1	36	0.07
T-166	P-166	P-179	8	18.76	1.16	1.15	36	0.07
T-167	P-167	P-168	8	23.05	8.98	0.64	3	0.01
T-168	P-168	P-169	8	22.66	10.75	0.68	3	0.01
T-169	P-169	P-170	8	8.10	5.55	0.68	4	0.01
T-170	P-170	P-171	8	35.14	8.75	0.83	4	0.01
T-171	P-171	P-172	8	27.57	9.39	0.94	5	0.01
T-172	P-172	P-173	8	16.03	7.20	0.93	6	0.01
T-173	P-173	P-174	8	26.91	13.55	1.22	5	0.01
T-174	P-174	P-175	8	31.79	9.41	1.14	6	0.01
T-175	P-175	P-176	8	5.61	4.03	0.88	8	0.02
T-176	P-176	P-177	8	29.54	2.15	0.7	10	0.02
T-177	P-177	P-178	8	10.38	5.06	0.99	8	0.02
T-178	P-178	P-179	8	24.67	5.21	1.0	8	0.02
T-179	P-179	P-180	8	17.51	1.18	1.2	38	0.08
T-180	P-180	P-192	8	17.40	1.03	1.14	40	0.08
T-181	P-181	P-182	8	42.69	3.84	0.5	4	0.01
T-182	P-182	P-183	8	63.82	3.84	0.5	4	0.01
T-183	P-183	P-184	8	7.95	2.21	0.5	5	0.01
T-184	P-184	P-185	8	53.69	3.25	0.59	5	0.01
T-185	P-185	P-186	8	6.52	6.05	0.8	5	0.01
T-186	P-186	P-187	8	69.18	4.24	0.71	6	0.01
T-187	P-187	P-188	8	17.21	11.49	1.14	5	0.01
T-188	P-188	P-189	8	5.87	14.20	1.27	5	0.01
T-189	P-189	P-190	8	48.75	12.70	1.23	6	0.01
T-190	P-190	P-191	8	5.40	7.87	1.01	7	0.01
T-191	P-191	P-192	8	5.42	30.29	1.7	5	0.01
T-192	P-192	P-193	8	5.93	1.14	1.21	40	0.08
T-193	P-193	P-194	8	11.77	1.01	1.15	42	0.08
T-194	P-194	P-195	8	21.08	1.08	1.19	41	0.08
T-195	P-195	P-209	8	39.25	1.04	1.17	42	0.08
T-196	P-196	P-197	8	41.55	4.67	0.55	3	0.01
T-197	P-197	P-198	8	33.80	8.31	0.67	3	0.01

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-198	P-198	P-199	8	36.09	2.34	0.52	6	0.01
T-199	P-199	P-200	8	13.58	2.04	0.55	7	0.01
T-200	P-200	P-201	8	4.17	2.09	0.56	7	0.01
T-201	P-201	P-202	8	4.39	2.00	0.56	7	0.01
T-202	P-202	P-203	8	5.39	2.00	0.55	7	0.01
T-203	P-203	P-204	8	5.73	2.20	0.57	7	0.01
T-204	P-204	P-205	8	3.97	1.78	0.55	7	0.01
T-205	P-205	P-206	8	21.34	2.09	0.58	7	0.01
T-206	P-206	P-207	8	69.50	2.81	0.6	6	0.01
T-207	P-207	P-208	8	44.36	1.54	0.6	10	0.02
T-208	P-208	P-209	8	6.15	21.73	1.6	6	0.01
T-209	P-209	P-210	8	7.24	0.96	1.18	46	0.09
T-210	P-210	P-216	8	53.56	1.02	1.21	46	0.09
T-211	P-211	P-212	8	44.88	1.00	0.6	13	0.03
T-212	P-212	P-214	8	69.38	1.04	0.61	13	0.03
T-213	P-213	P-214	8	56.09	3.39	0.82	8	0.02
T-214	P-214	P-215	8	52.96	1.65	0.86	16	0.03
T-215	P-215	P-216	8	6.89	16.88	1.97	10	0.02
T-216	P-216	P-219	8	71.78	0.97	1.25	52	0.11
T-217	P-217	P-218	8	57.07	3.35	0.76	8	0.02
T-218	P-218	P-219	8	3.98	45.40	1.88	4	0.01
T-219	P-219	P-221	8	59.18	1.05	1.33	55	0.11
T-220	P-220	P-221	8	65.31	2.49	0.91	12	0.03
T-221	P-221	P-257	8	72.98	1.01	1.34	60	0.12
T-222	P-222	P-223	8	41.90	8.92	0.67	3	0.01
T-223	P-223	P-225	8	35.90	22.15	0.92	2	0
T-224	P-224	P-225	8	63.11	3.44	0.5	4	0.01
T-225	P-225	P-228	8	58.28	1.43	0.5	8	0.02
T-226	P-226	P-227	8	48.02	2.65	0.72	8	0.02
T-227	P-227	P-228	8	6.30	12.39	1.24	6	0.01
T-228	P-228	P-255	8	73.41	0.56	0.5	16	0.03
T-229	P-229	P-230	8	20.13	11.04	0.65	2	0.01
T-230	P-230	P-231	8	64.54	6.11	0.53	3	0.01
T-231	P-231	P-233	8	64.54	7.04	0.72	4	0.01
T-232	P-232	P-233	8	34.87	14.27	0.73	2	0

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-233	P-233	P-234	8	34.27	28.65	1.43	4	0.01
T-234	P-234	P-255	8	31.41	6.01	0.82	5	0.01
T-235	P-235	P-236	8	59.39	3.21	0.5	4	0.01
T-236	P-236	P-237	8	33.24	3.23	0.51	4	0.01
T-237	P-237	P-238	8	6.51	2.50	0.5	5	0.01
T-238	P-238	P-240	8	40.21	2.64	0.51	5	0.01
T-239	P-239	P-240	8	35.73	5.17	0.92	7	0.01
T-240	P-240	P-241	8	34.68	1.15	0.6	12	0.02
T-241	P-241	P-247	8	66.03	7.93	1.18	8	0.02
T-242	P-242	P-243	8	34.16	6.05	0.5	3	0.01
T-243	P-243	P-244	8	12.00	17.83	0.74	2	0
T-244	P-244	P-245	8	7.21	20.13	0.77	2	0
T-245	P-245	P-246	8	5.93	20.78	0.78	2	0
T-246	P-246	P-247	8	10.85	16.37	0.72	2	0
T-247	P-247	P-248	8	14.74	9.58	1.31	8	0.03
T-248	P-248	P-249	8	23.55	7.24	1.19	8	0
T-249	P-249	P-250	8	29.38	4.96	1.36	14	0.03
T-250	P-250	P-251	8	25.73	7.25	1.56	12	0.03
T-251	P-251	P-252	8	30.17	10.19	1.75	12	0.02
T-252	P-252	P-253	8	30.10	2.15	1.01	17	0.03
T-253	P-253	P-254	8	9.46	1.80	0.97	18	0.04
T-254	P-254	P-255	8	40.92	2.79	1.13	16	0.03
T-255	P-255	P-256	8	43.41	0.52	0.81	40	0.08
T-256	P-256	P-257	8	31.39	6.01	1.98	22	0.04
T-257	P-257	P-258	8	54.64	1.09	1.48	76	0.15
T-258	P-258	P-259	8	55.35	1.05	1.45	78	0.16
T-259	P-259	P-302	8	22.94	1.04	1.45	79	0.16
T-260	P-260	P-261	8	50.70	2.88	0.54	5	0.01
T-261	P-261	P-262	8	45.98	2.80	0.53	5	0.01
T-262	P-262	P-263	8	11.69	2.19	0.59	7	0.01
T-263	P-263	P-266	8	12.37	2.00	0.59	8	0.02
T-264	P-264	P-265	8	20.28	5.86	0.87	6	0.01
T-265	P-265	P-266	8	20.39	5.45	0.85	6	0.01
T-266	P-266	P-267	8	10.93	1.08	0.61	13	0.03
T-267	P-267	P-268	8	22.06	0.60	0.52	16	0.03

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-268	P-268	P-269	8	61.45	0.56	0.54	16	0.03
T-269	P-269	P-270	8	63.20	0.62	0.55	17	0.04
T-270	P-270	P-274	8	7.52	0.70	0.61	18	0.04
T-271	P-271	P-272	8	48.81	3.87	0.53	4	0.01
T-272	P-272	P-274	8	19.54	5.29	0.59	4	0
T-273	P-273	P-274	8	51.27	3.42	0.58	5	0.01
T-274	P-274	P-275	8	13.73	0.54	0.59	22	0.04
T-275	P-275	P-276	8	44.40	0.55	0.6	22	0.04
T-276	P-276	P-278	8	7.22	0.72	0.69	22	0.05
T-277	P-277	P-278	8	47.67	4.62	0.82	7	0.01
T-278	P-278	P-279	8	63.63	0.56	0.67	26	0.05
T-279	P-279	P-280	8	44.70	0.55	0.77	34	0.07
T-280	P-280	P-289	8	5.53	0.60	0.82	35	0.07
T-281	P-281	P-282	8	54.64	4.44	0.5	3	0.01
T-282	P-282	P-285	8	10.22	5.57	0.55	3	0.01
T-283	P-283	P-284	8	11.94	6.46	0.84	5	0.01
T-284	P-284	P-285	8	14.86	10.78	1	5	0.01
T-285	P-285	P-287	8	61.63	2.71	0.75	9	0.02
T-286	P-286	P-287	8	29.91	4.84	0.86	7	0.01
T-287	P-287	P-289	8	69.08	1.05	0.72	18	0.04
T-288	P-288	P-289	8	29.77	5.35	0.87	6	0.01
T-289	P-289	P-290	8	42.62	0.55	0.89	46	0.09
T-290	P-290	P-291	8	17.67	0.59	0.94	48	0.1
T-291	P-291	P-292	8	20.19	0.56	0.93	49	0.1
T-292	P-292	P-293	8	16.27	0.58	0.94	49	0.1
T-293	P-293	P-295	8	7.88	0.56	0.93	50	0.1
T-294	P-294	P-295	8	67.53	2.33	0.51	5	0.01
T-295	P-295	P-296	8	22.49	0.59	0.95	49	0.1
T-296	P-296	P-302	8	15.38	3.89	1.9	30	0.06
T-297	P-297	P-298	8	53.19	3.52	0.53	4	0.01
T-298	P-298	P-299	8	15.63	3.17	0.51	4	0.01
T-299	P-299	P-300	8	5.77	2.33	0.51	5	0.01
T-300	P-300	P-301	8	14.85	2.19	0.5	6	0.01
T-301	P-301	P-302	8	15.07	2.04	0.51	6	0.01
T-302	P-303	P-303	12	15.01	0.99	1.61	49	0.15
T-303	P-303	P-311	12	11.46	1.11	1.68	47	0.14

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Capacidad (%)	Tirante normal (m)
T-304	P-304	P-305	8	7.91	13.67	0.61	2	0
T-305	P-305	P-306	8	10.79	19.98	0.69	2	0
T-306	P-306	P-307	8	8.75	17.31	0.66	2	0
T-307	P-307	P-308	8	13.78	15.65	0.64	2	0
T-308	P-308	P-309	8	4.55	13.03	0.68	2	0
T-309	P-309	P-310	8	15.59	12.01	0.66	2	0
T-310	P-310	P-311	8	12.81	23.02	0.94	2	0
T-311	P-311	P-312	12	35.29	1.02	1.63	49	0.15
T-312	P-312	P-313	12	7.36	1.06	1.66	48	0.15
T-313	P-313	P-314	12	4.59	0.88	1.54	51	0.15
T-314	P-314	P-315	12	12.43	1.11	1.68	47	0.14
T-315	P-315	P-316	12	7.67	1.03	1.63	49	0.15
T-316	P-316	P-317	12	14.74	1.07	1.66	48	0.15
T-317	P-317	P-318	12	12.08	0.99	1.61	49	0.15
T-318	P-318	P-319	12	9.20	1.07	1.66	48	0.15
T-319	P-319	P-320	12	22.23	1.11	1.69	47	0.14
T-320	P-320	P-321	12	31.20	1.02	1.63	49	0.15
T-321	P-321	P-324	12	8.71	1.22	1.75	46	0.14
T-322	P-322	P-323	8	14.24	3.65	0.53	4	0.01
T-323	P-323	P-324	8	19.49	11.14	0.79	3	0.01
T-324	P-324	P-325	12	13.45	1.10	1.68	48	0.15
T-325	P-325	P-326	12	60.20	1.06	1.66	49	0.15
T-326	P-326	P-327	12	37.48	1.11	1.69	48	0.15
T-327	P-327	P-328	12	23.94	1.12	1.7	48	0.15
T-328	P-328	P-329	12	14.72	1.01	1.63	49	0.15
T-329	P-329	P-330	12	24.31	1.02	1.64	49	0.15
T-330	P-330	P-331	12	66.49	1.02	1.64	49	0.15
T-331	P-331	P-332	12	7.60	1.03	1.65	49	0.15
T-332	P-332	D-1	12	29.45	1.53	2.03	51	0.15

**TABLA 3.10 – DATOS HIDRÁULICOS DE TUBERÍAS PARALELAS**

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Tirante normal (m)
TP-2	P-2	P-3	8	36.41	4.36	0.50	0.00
TP-3	P-3	P-4	8	67.58	3.31	0.57	0.01
TP-4	P-4	P-5	8	31.68	4.85	0.50	0.00
TP-6	P-6	P-7	8	44.87	3.88	0.57	0.01
TP-7	P-7	P-8	8	24.02	6.67	0.65	0.01
TP-8	P-8	P-9	8	17.68	7.92	0.54	0.00
TP-9	P-9	P-10	8	26.37	6.01	0.52	0.01
TP-13	P-13	P-14	8	54.30	1.65	0.50	0.01
TP-14	P-14	P-17	8	54.30	1.64	0.50	0.01
TP-18	P-18	P-19	8	67.58	2.47	0.50	0.01
TP-19	P-19	P-20	8	19.74	4.89	0.50	0.00
TP-20	P-20	P-21	8	15.53	8.68	0.50	0.00
TP-21	P-21	P-22	8	38.13	4.10	0.50	0.01
TP-23	P-23	P-29	8	29.00	5.53	0.50	0.01
TP-29	P-29	P-30	8	31.31	4.07	0.50	0.01
TP-30	P-30	P-31	8	4.53	12.34	0.50	0.00
TP-32	P-32	P-38	8	52.29	1.76	0.50	0.01
TP-39	P-39	P-40	8	28.83	4.19	0.50	0.00
TP-42	P-42	P-43	8	11.77	12.11	0.52	0.00
TP-43	P-43	P-44	8	37.29	2.79	0.50	0.01
TP-44	P-44	P-45	8	28.91	2.18	0.50	0.01
TP-51	P-51	P-52	8	40.06	5.86	0.50	0.01
TP-52	P-52	P-53	8	46.69	6.12	1.53	0.03
TP-53	P-53	P-54	8	90.25	5.09	0.63	0.01
TP-126	P-126	P-160	8	71.71	3.15	0.90	0.02
TP-128	P-128	P-131	8	31.70	3.72	0.50	0.00
TP-130	P-130	P-131	8	57.38	6.05	0.50	0.00
TP-132	P-132	P-133	8	46.65	3.74	0.50	0.01
TP-133	P-133	P-136	8	54.60	7.09	0.64	0.01
TP-135	P-135	P-136	8	78.42	9.47	0.68	0.01
TP-137	P-137	P-141	8	48.17	6.46	0.55	0.01
TP-139	P-139	P-141	8	57.94	8.23	0.71	0.01
TP-142	P-142	P-146	8	60.78	6.98	0.63	0.01
TP-145	P-145	P-146	8	70.74	5.26	0.66	0.01

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Tirante normal (m)
TP-146	P-146	P-150	8	53.48	7.21	0.50	0.00
TP-151	P-151	P-155	8	46.34	4.12	0.50	0.00
TP-156	P-156	P-158	8	35.72	1.67	0.50	0.01
TP-158	P-158	P-159	8	53.33	4.68	0.59	0.01
TP-159	P-159	P-160	8	53.30	2.44	0.50	0.01
TP-160	P-160	P-165	8	40.56	2.89	0.50	0.01
TP-165	P-165	P-166	8	48.68	3.56	0.78	0.02
TP-166	P-166	P-179	8	18.81	6.75	0.52	0.00
TP-179	P-179	P-180	8	17.57	7.53	0.58	0.01
TP-180	P-180	P-192	8	17.44	7.79	0.50	0.00
TP-193	P-193	P-194	8	11.82	10.03	0.57	0.00
TP-194	P-194	P-195	8	21.12	5.77	0.50	0.00
TP-195	P-195	P-209	8	39.27	3.58	0.87	0.02
TP-207	P-207	P-208	8	44.42	3.12	0.50	0.01
TP-210	P-210	P-216	8	53.57	3.69	0.55	0.01
TP-216	P-216	P-219	8	71.79	2.25	0.92	0.03
TP-219	P-219	P-221	8	59.20	3.09	0.72	0.02
TP-221	P-221	P-257	8	73.01	2.65	0.67	0.02
TP-236	P-236	P-237	8	33.28	4.91	0.50	0.00
TP-256	P-256	P-257	8	31.42	4.23	0.80	0.01
TP-257	P-257	P-258	8	54.69	3.98	0.59	0.01
TP-258	P-258	P-259	8	55.39	4.01	0.63	0.01
TP-259	P-259	P-302	8	23.01	8.08	1.26	0.02
TP-261	P-261	P-262	8	46.01	2.89	0.51	0.01
TP-262	P-262	P-263	8	11.74	10.91	0.57	0.00
TP-263	P-263	P-266	8	12.43	9.36	0.50	0.00
TP-265	P-265	P-266	8	20.42	4.89	0.50	0.00
TP-266	P-266	P-267	8	10.99	10.68	0.79	0.01
TP-267	P-267	P-268	8	22.10	5.91	0.50	0.00
TP-268	P-268	P-269	8	61.48	2.72	0.50	0.01
TP-269	P-269	P-270	8	63.20	1.26	0.50	0.01
TP-272	P-272	P-274	8	19.63	9.17	0.50	0.00
TP-275	P-275	P-276	8	44.44	4.22	0.75	0.01
TP-278	P-278	P-279	8	63.65	2.45	1.01	0.03
TP-279	P-279	P-280	8	44.71	2.09	0.64	0.02

Tubería	De pozo	A pozo	Diámetro (Pulg)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Tirante normal (m)
TP-284	P-284	P-285	8	14.90	7.78	0.79	0.01
TP-285	P-285	P-287	8	61.65	2.56	0.68	0.02
TP-287	P-287	P-289	8	69.11	2.98	0.80	0.02
TP-289	P-289	P-290	8	42.65	3.83	0.96	0.02
TP-290	P-290	P-291	8	17.71	8.06	0.50	0.00
TP-291	P-291	P-292	8	20.25	7.50	0.62	0.01
TP-292	P-292	P-293	8	16.33	8.72	0.58	0.00
TP-295	P-295	P-296	8	22.54	6.71	0.50	0.00
TP-296	P-296	P-302	8	15.41	6.06	0.50	0.00
TP-300	P-300	P-301	8	14.87	5.76	0.50	0.00
TP-301	P-301	P-302	8	15.10	6.23	0.50	0.00
TP-311	P-311	P-312	8	35.34	5.61	0.50	0.00
TP-315	P-315	P-316	8	7.74	12.08	0.50	0.00
TP-317	P-317	P-318	8	12.14	9.96	0.50	0.00
TP-318	P-318	P-319	8	9.28	14.31	0.50	0.00
TP-319	P-319	P-320	8	22.26	5.38	0.50	0.01
TP-320	P-320	P-321	8	31.22	2.12	0.50	0.01
TP-324	P-324	P-325	8	13.51	9.40	0.50	0.00
TP-325	P-325	P-326	8	60.22	2.84	0.51	0.01
TP-326	P-326	P-327	8	37.51	4.04	0.50	0.01
TP-327	P-327	P-328	8	23.99	6.63	0.50	0.00
TP-328	P-328	P-329	8	14.77	8.27	0.50	0.00
TP-329	P-329	P-330	8	24.37	5.84	0.50	0.00
TP-330	P-330	P-331	8	66.52	3.44	0.51	0.01

Los datos de inundación para pozos se presentan en la siguiente tabla:



**TABLA 3.11 – INUNDACIÓN EN POZOS**

Pozo	Inundación (L/s)	Pozo	Inundación (L/s)	Pozo	Inundación (L/s)	Pozo	Inundación (L/s)	Pozo	Inundación (L/s)
P-1	0.00	P-37	0.00	P-73	0.00	P-109	0.00	P-145	0.00
P-2	0.00	P-38	0.00	P-74	0.00	P-110	0.00	P-146	0.00
P-3	0.00	P-39	0.00	P-75	0.00	P-111	0.00	P-147	0.00
P-4	0.00	P-40	0.00	P-76	0.00	P-112	0.00	P-148	0.00
P-5	0.00	P-41	0.00	P-77	0.00	P-113	0.00	P-149	0.00
P-6	0.00	P-42	0.00	P-78	0.00	P-114	0.00	P-150	0.00
P-7	0.00	P-43	0.00	P-79	0.00	P-115	0.00	P-151	0.00
P-8	0.00	P-44	0.00	P-80	0.00	P-116	0.00	P-152	0.00
P-9	0.00	P-45	0.00	P-81	0.00	P-117	0.00	P-153	0.00
P-10	0.00	P-46	0.00	P-82	0.00	P-118	0.00	P-154	0.00
P-11	0.00	P-47	0.00	P-83	0.00	P-119	0.00	P-155	0.00
P-12	0.00	P-48	0.00	P-84	0.00	P-120	0.00	P-156	0.00
P-13	0.00	P-49	0.00	P-85	0.00	P-121	0.00	P-157	0.00
P-14	0.00	P-50	0.00	P-86	0.00	P-122	0.00	P-158	0.00
P-15	0.00	P-51	0.00	P-87	0.00	P-123	0.00	P-159	0.00
P-16	0.00	P-52	0.00	P-88	0.00	P-124	0.00	P-160	0.00
P-17	0.00	P-53	0.00	P-89	0.00	P-125	0.00	P-161	0.00
P-18	0.00	P-54	0.00	P-90	0.00	P-126	0.00	P-162	0.00
P-19	0.00	P-55	0.00	P-91	0.00	P-127	0.00	P-163	0.00
P-20	0.00	P-56	0.00	P-92	0.00	P-128	0.00	P-164	0.00
P-21	0.00	P-57	0.00	P-93	0.00	P-129	0.00	P-165	0.00
P-22	0.00	P-58	0.00	P-94	0.00	P-130	0.00	P-166	0.00
P-23	0.00	P-59	0.00	P-95	0.00	P-131	0.00	P-167	0.00
P-24	0.00	P-60	0.00	P-96	0.00	P-132	0.00	P-168	0.00
P-25	0.00	P-61	0.00	P-97	0.00	P-133	0.00	P-169	0.00
P-26	0.00	P-62	0.00	P-98	0.00	P-134	0.00	P-170	0.00
P-27	0.00	P-63	0.00	P-99	0.00	P-135	0.00	P-171	0.00
P-28	0.00	P-64	0.00	P-100	0.00	P-136	0.00	P-172	0.00
P-29	0.00	P-65	0.00	P-101	0.00	P-137	0.00	P-173	0.00
P-30	0.00	P-66	0.00	P-102	0.00	P-138	0.00	P-174	0.00
P-31	0.00	P-67	0.00	P-103	0.00	P-139	0.00	P-175	0.00
P-32	0.00	P-68	0.00	P-104	0.00	P-140	0.00	P-176	0.00
P-33	0.00	P-69	0.00	P-105	0.00	P-141	0.00	P-177	0.00
P-34	0.00	P-70	0.00	P-106	0.00	P-142	0.00	P-178	0.00
P-35	0.00	P-71	0.00	P-107	0.00	P-143	0.00	P-179	0.00
P-36	0.00	P-72	0.00	P-108	0.00	P-144	0.00	P-180	0.00

Pozo	Inundación (L/s)	Pozo	Inundación (L/s)	Pozo	Inundación (L/s)	Pozo	Inundación (L/s)	Pozo	Inundación (L/s)
P-181	0.00	P-217	0.00	P-253	0.00	P-289	0.00	P-325	0.00
P-182	0.00	P-218	0.00	P-254	0.00	P-290	0.00	P-326	0.00
P-183	0.00	P-219	0.00	P-255	0.00	P-291	0.00	P-327	0.00
P-184	0.00	P-220	0.00	P-256	0.00	P-292	0.00	P-328	0.00
P-185	0.00	P-221	0.00	P-257	0.00	P-293	0.00	P-329	0.00
P-186	0.00	P-222	0.00	P-258	0.00	P-294	0.00	P-330	0.00
P-187	0.00	P-223	0.00	P-259	0.00	P-295	0.00	P-331	0.00
P-188	0.00	P-224	0.00	P-260	0.00	P-296	0.00	P-332	0.00
P-189	0.00	P-225	0.00	P-261	0.00	P-297	0.00		
P-190	0.00	P-226	0.00	P-262	0.00	P-298	0.00		
P-191	0.00	P-227	0.00	P-263	0.00	P-299	0.00		
P-192	0.00	P-228	0.00	P-264	0.00	P-300	0.00		
P-193	0.00	P-229	0.00	P-265	0.00	P-301	0.00		
P-194	0.00	P-230	0.00	P-266	0.00	P-302	0.00		
P-195	0.00	P-231	0.00	P-267	0.00	P-303	0.00		
P-196	0.00	P-232	0.00	P-268	0.00	P-304	0.00		
P-197	0.00	P-233	0.00	P-269	0.00	P-305	0.00		
P-198	0.00	P-234	0.00	P-270	0.00	P-306	0.00		
P-199	0.00	P-235	0.00	P-271	0.00	P-307	0.00		
P-200	0.00	P-236	0.00	P-272	0.00	P-308	0.00		
P-201	0.00	P-237	0.00	P-273	0.00	P-309	0.00		
P-202	0.00	P-238	0.00	P-274	0.00	P-310	0.00		
P-203	0.00	P-239	0.00	P-275	0.00	P-311	0.00		
P-204	0.00	P-240	0.00	P-276	0.00	P-312	0.00		
P-205	0.00	P-241	0.00	P-277	0.00	P-313	0.00		
P-206	0.00	P-242	0.00	P-278	0.00	P-314	0.00		
P-207	0.00	P-243	0.00	P-279	0.00	P-315	0.00		
P-208	0.00	P-244	0.00	P-280	0.00	P-316	0.00		
P-209	0.00	P-245	0.00	P-281	0.00	P-317	0.00		
P-210	0.00	P-246	0.00	P-282	0.00	P-318	0.00		
P-211	0.00	P-247	0.00	P-283	0.00	P-319	0.00		
P-212	0.00	P-248	0.00	P-284	0.00	P-320	0.00		
P-213	0.00	P-249	0.00	P-285	0.00	P-321	0.00		
P-214	0.00	P-250	0.00	P-286	0.00	P-322	0.00		
P-215	0.00	P-251	0.00	P-287	0.00	P-323	0.00		
P-216	0.00	P-252	0.00	P-288	0.00	P-324	0.00		

### 3.7 – INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Cómo puede observarse en la Tabla 3.9, de acuerdo con los datos obtenidos con la simulación en el software EPA SWMM 5.0, la red de alcantarillado sanitario diseñada, cumple con todos los requisitos hidráulicos propuestos por las Normas Técnicas de Para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras (ANDA 1998).

La red diseñada cuenta con un total de 322 tuberías, de las cuales 22 de ellas tienen un diámetro de 12” ya que el caudal que transportaba sobrepasaba los 50 L/s y sobrepasaba la capacidad de la tubería, y el resto tienen un diámetro de 8”.

En cuanto a las velocidades de flujo en tuberías, el sistema cumple con lo establecido en las Normas Técnicas de Para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras (ANDA 1998), ya que la velocidad mínima que se tiene es de 0.5 m/s y la máxima de 3.87 m/s.

La pendiente mínima en algunos tramos de la red es inferior al 1%, sin embargo es mayor al 0.5% especificado para tramos no iniciales y material PVC, para el caso en particular de dichos tramos es admisible ya que la Normativa de ANDA lo permite, siempre y cuando cumpla con este criterio.

Otro de los criterios a tomar en cuenta es la capacidad de las tuberías, las cuáles dentro de los criterios de diseño establecidos en el Manual de Alcantarillados de ANDA (2009), no debe sobrepasar del 80%. Para el caso de éste diseño, la tubería con mayor porcentaje de capacidad es la tubería T-259 es del 79%, por lo que es inferior al límite recomendado.

En cuanto al resultado del tirante normal, se observa que en algunas casillas el valor que se tiene es 0, lo que indica que la columna de agua no es considerable. Para el caso de los pozos sólo se mide si éste tiene inundación medido en L/s para el tiempo de simulación que se realiza.

En las figuras a continuación se muestra de manera esquemática cada uno de los parámetros evaluados como criterios de diseño y su comportamiento a lo largo de la red de alcantarillado, simulada en el software.

Para el caso de los pozos, no se presenta inundación, por lo que el diseño hidráulico es eficiente.

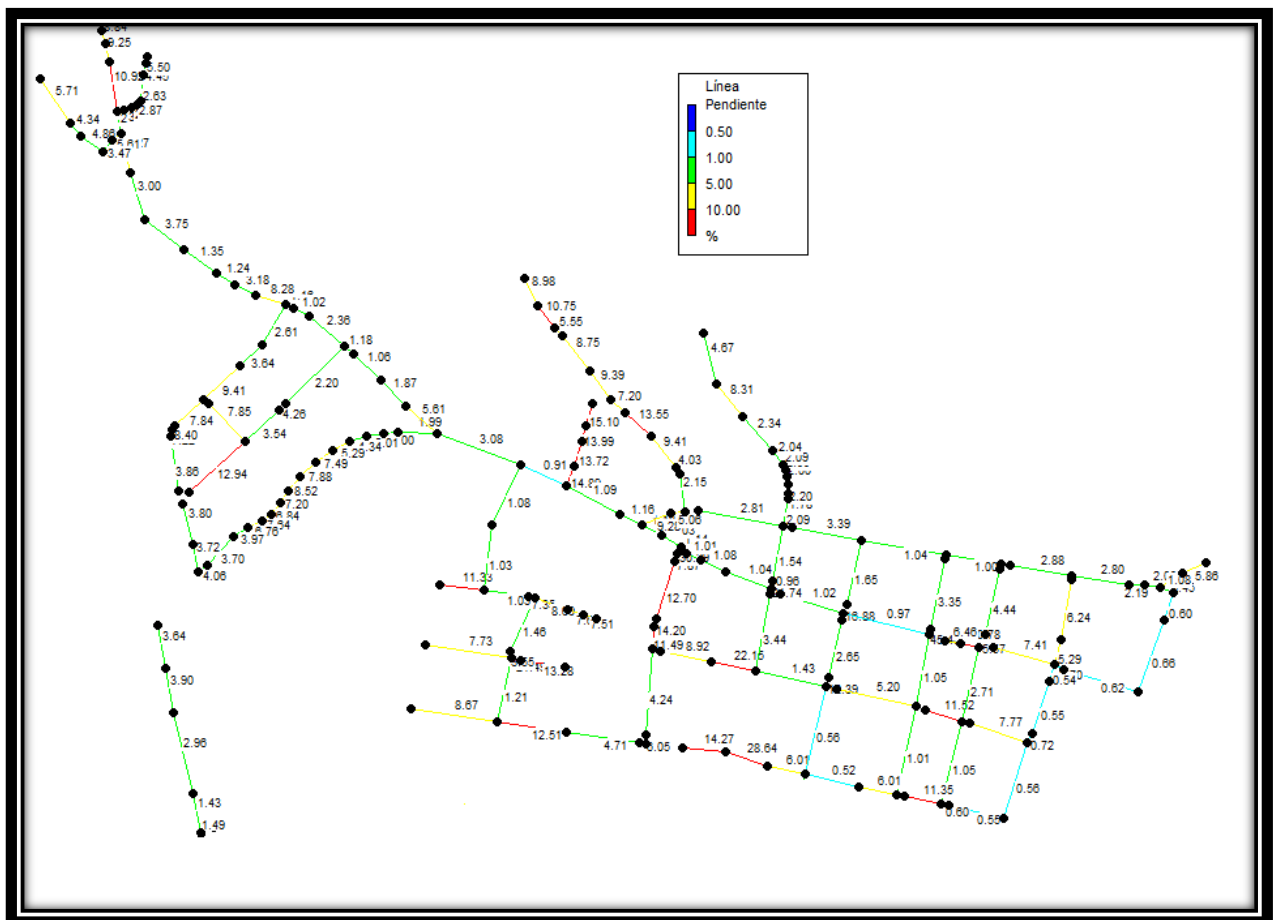


Figura 3.22 – Línea de pendiente (zona norte). Fuente: Elaboración propia

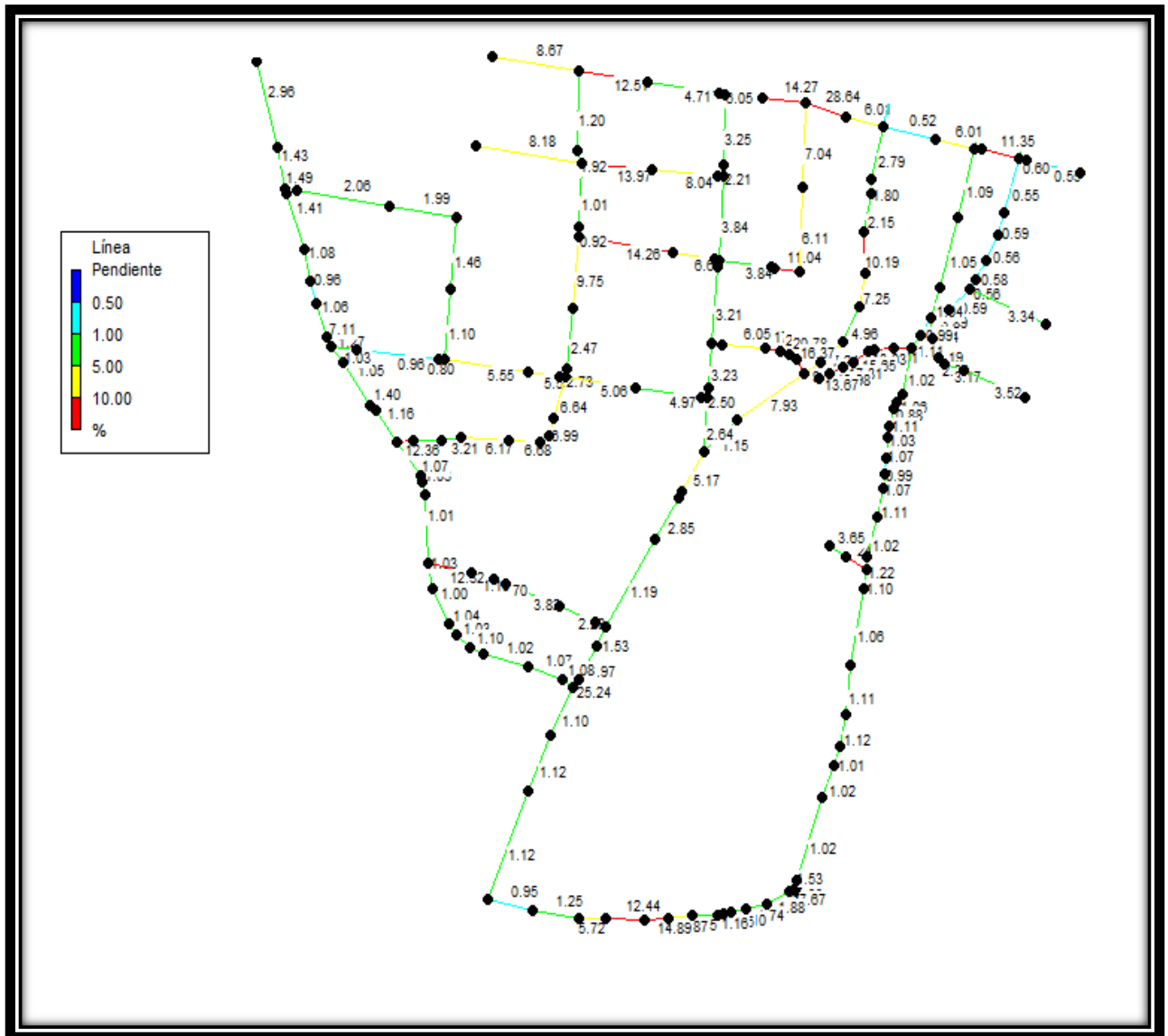


Figura 3.23 – Línea de pendiente (zona sur). Fuente: Elaboración propia



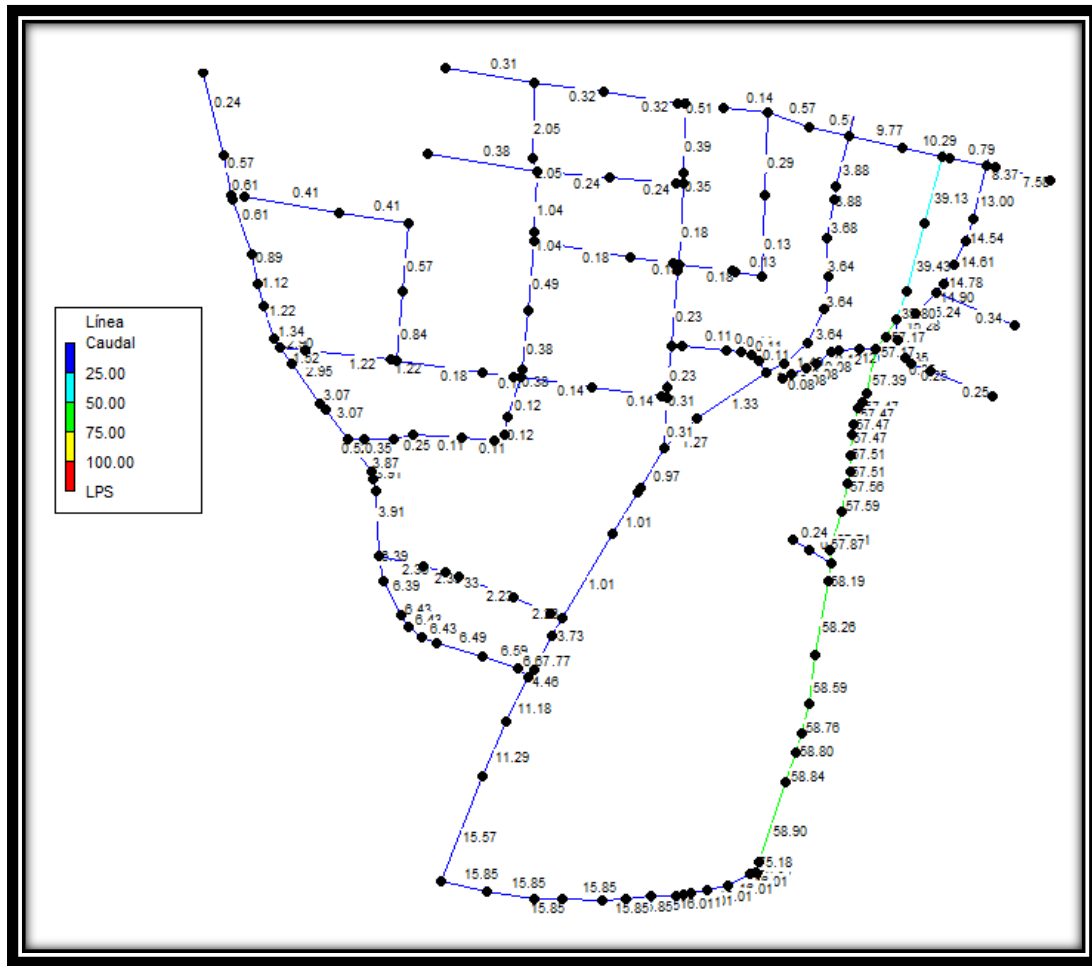


Figura 3.25 – Línea de caudal (zona sur). Fuente: Elaboración propia

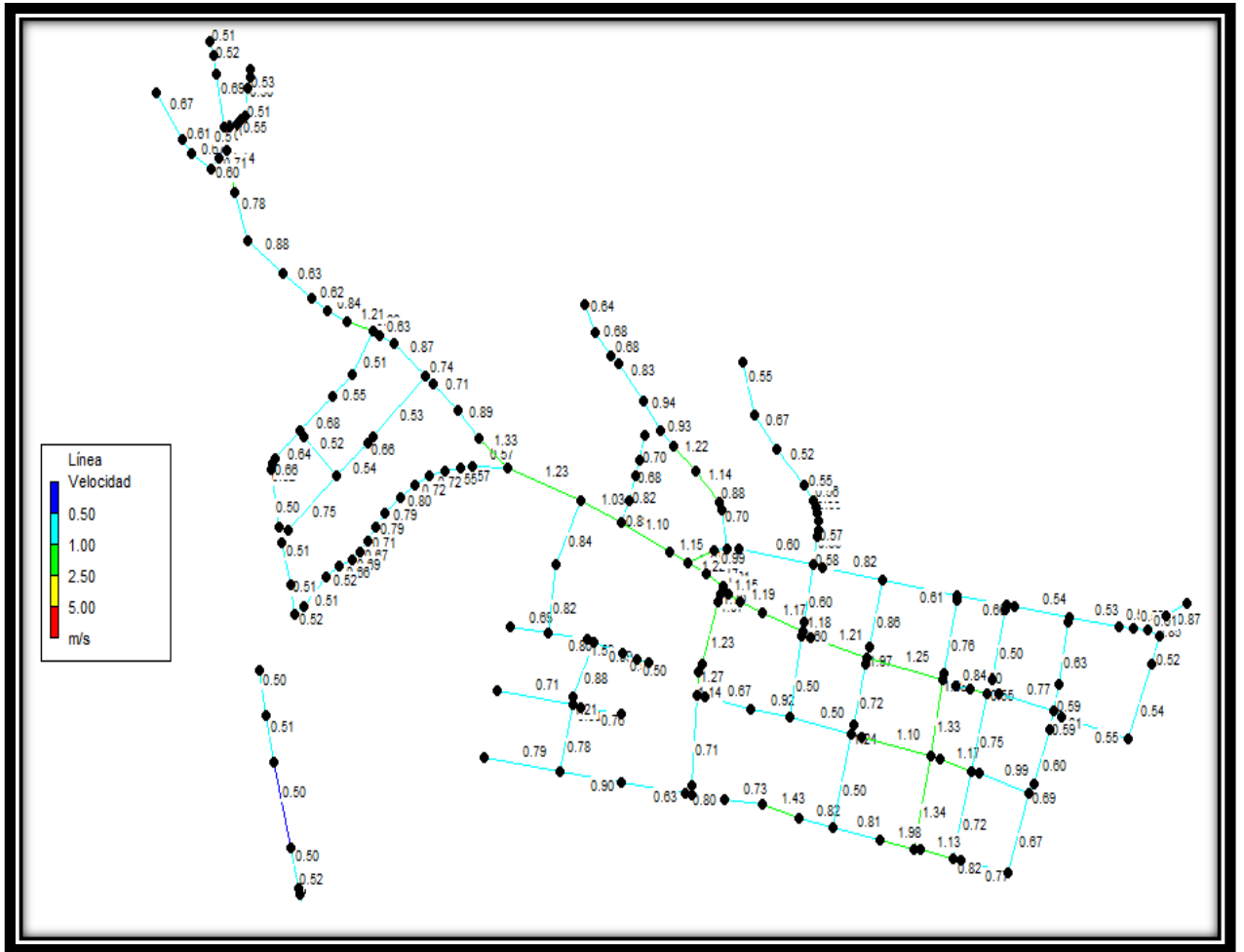


Figura 3.26 – Línea de velocidad (zona norte). Fuente: Elaboración propia



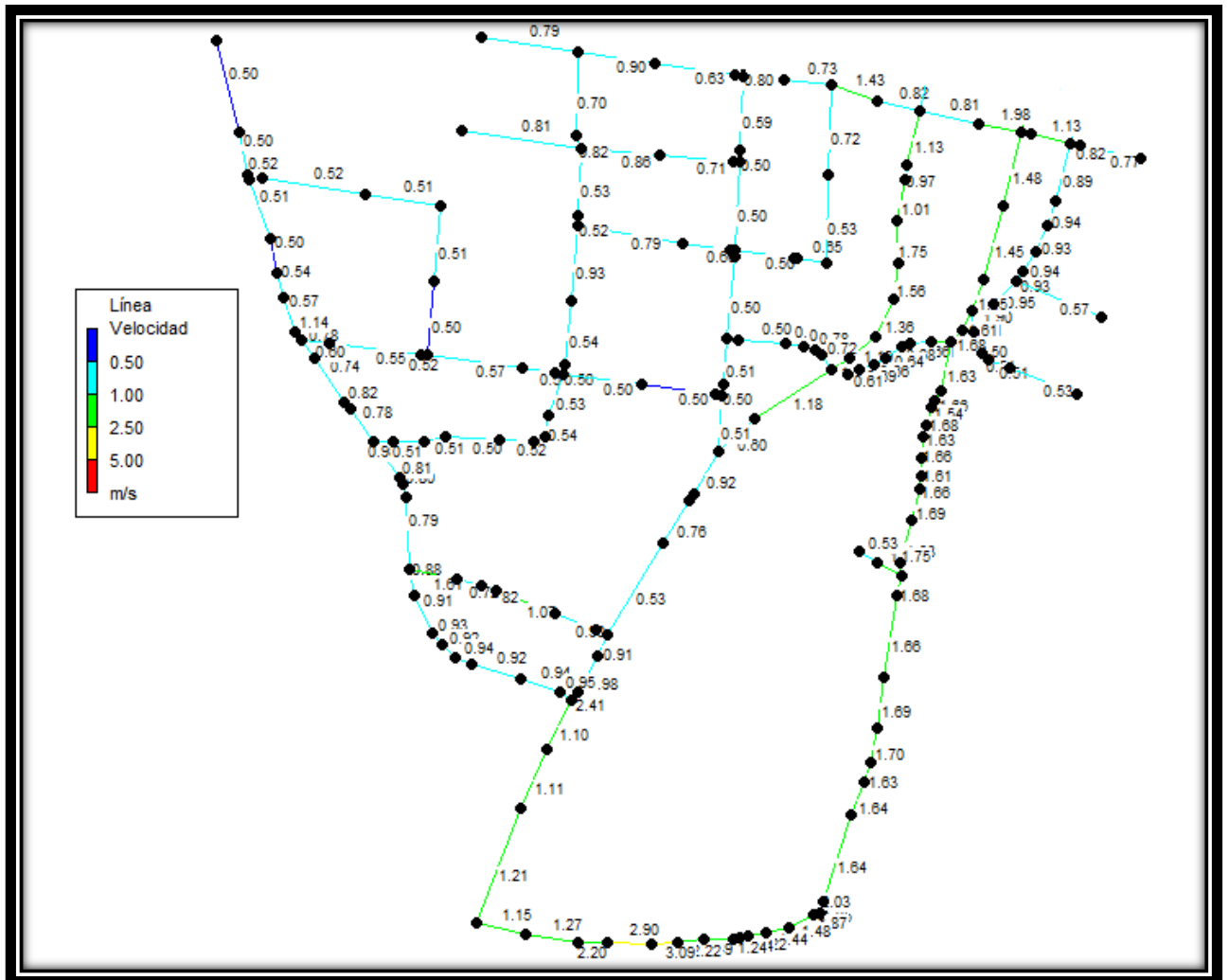


Figura 3.27 – Línea de velocidad (zona sur). Fuente: Elaboración propia

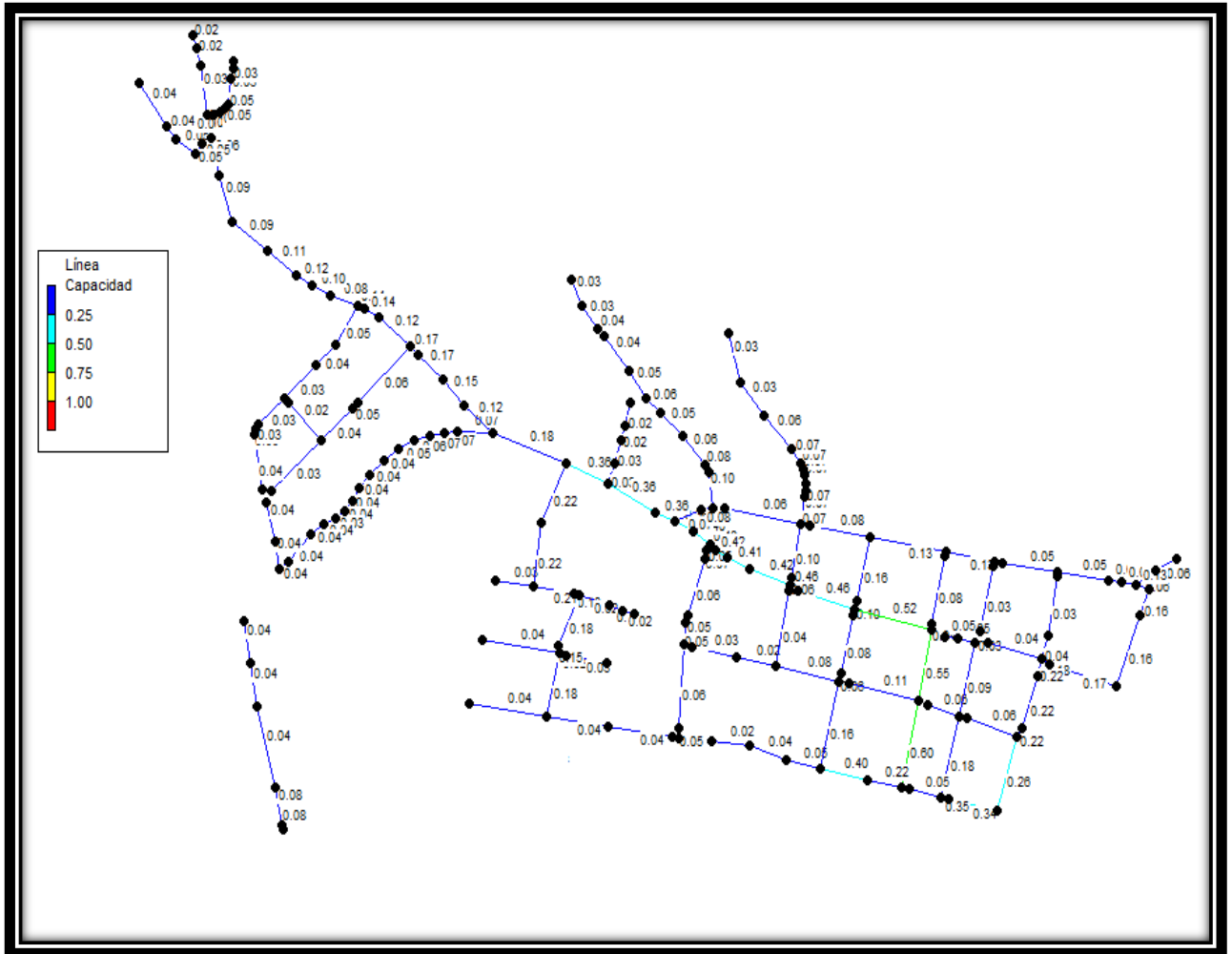


Figura 3.28 – Línea de capacidad (zona norte). Fuente: Elaboración propia

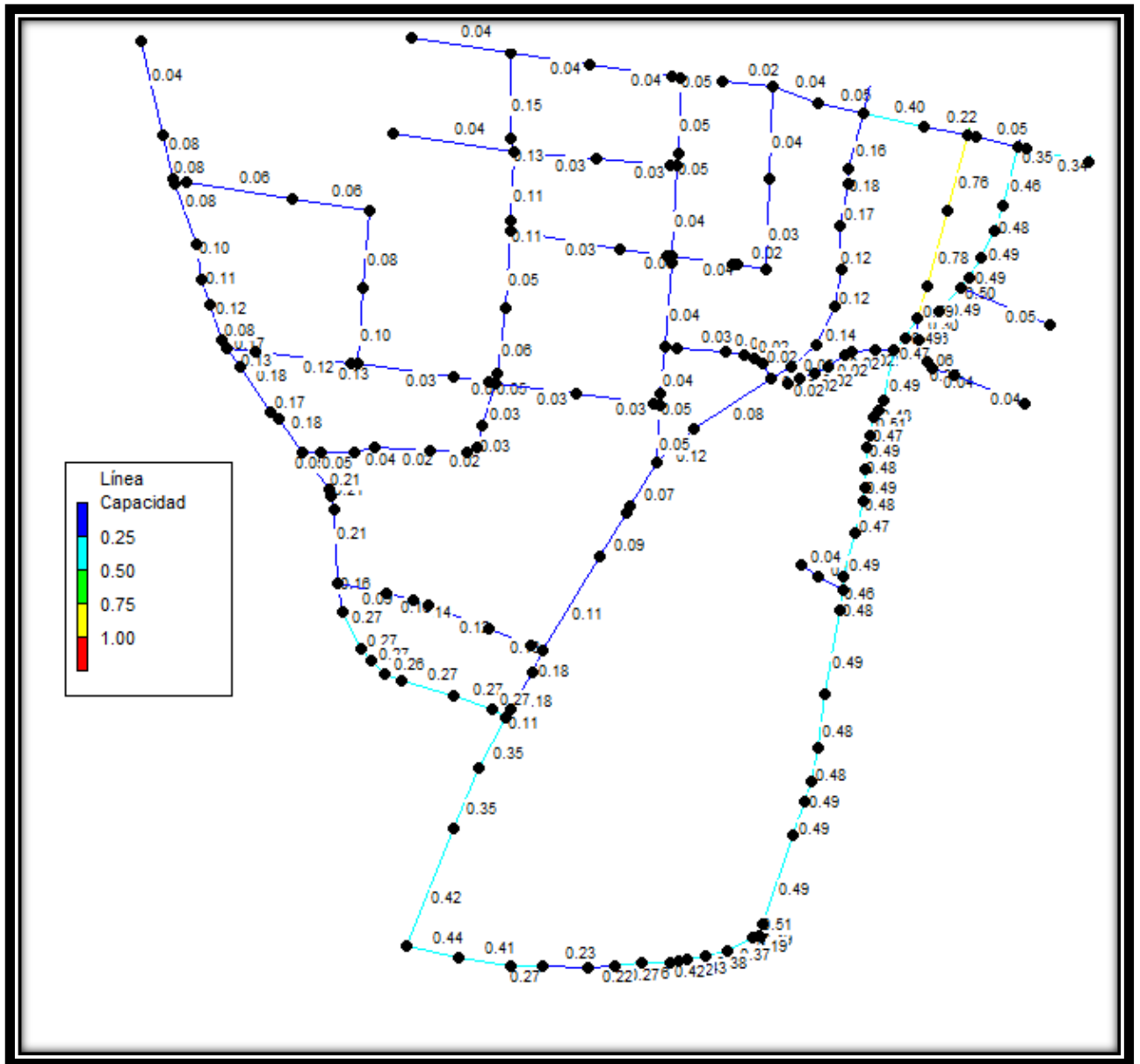


Figura 3.29 – Línea de capacidad (zona sur). Fuente: Elaboración propia

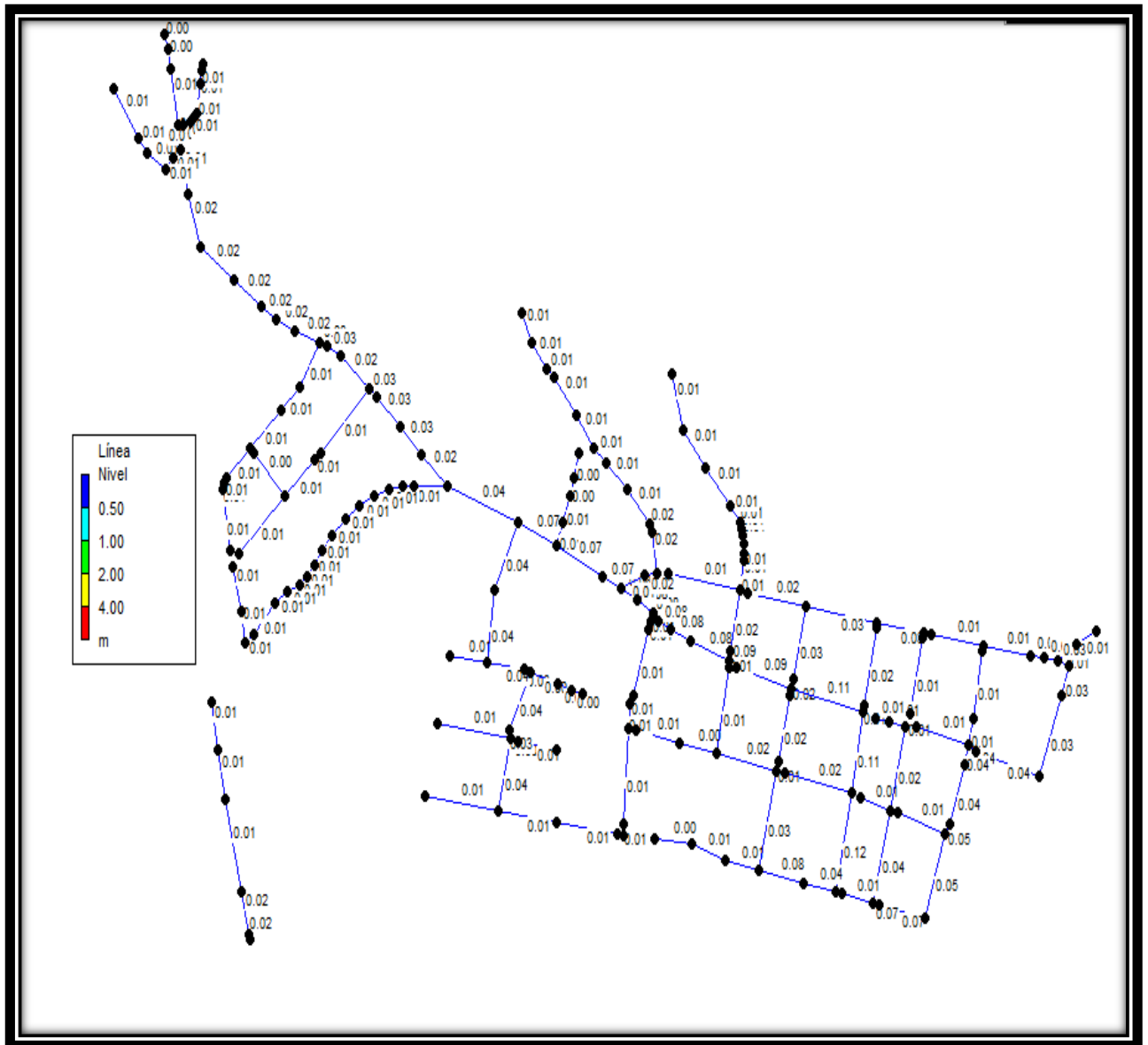


Figura 3.30 – Línea de nivel (zona norte). Fuente: Elaboración propia

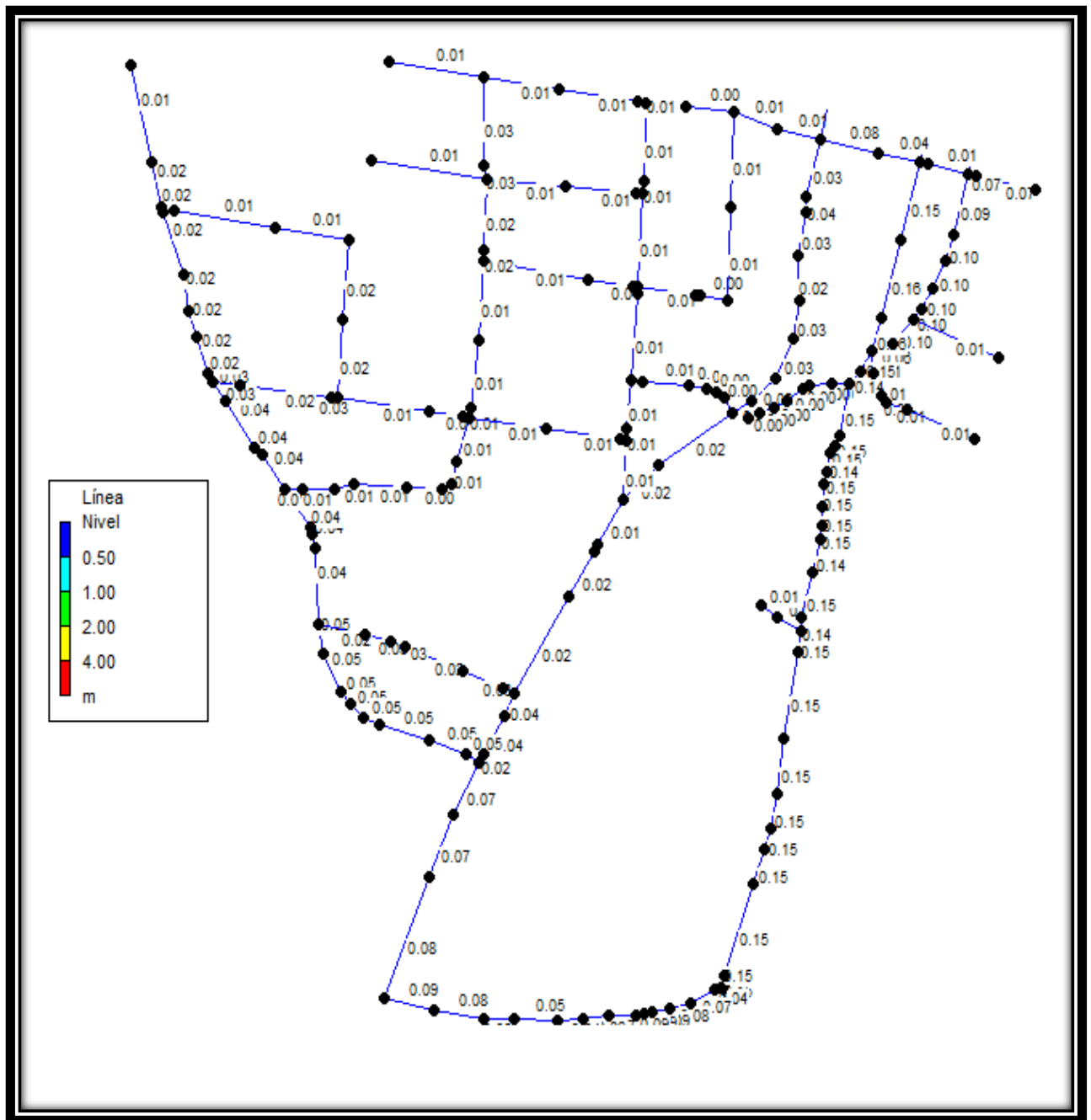


Figura 3.31 – Línea de nivel (zona sur). Fuente: Elaboración propia

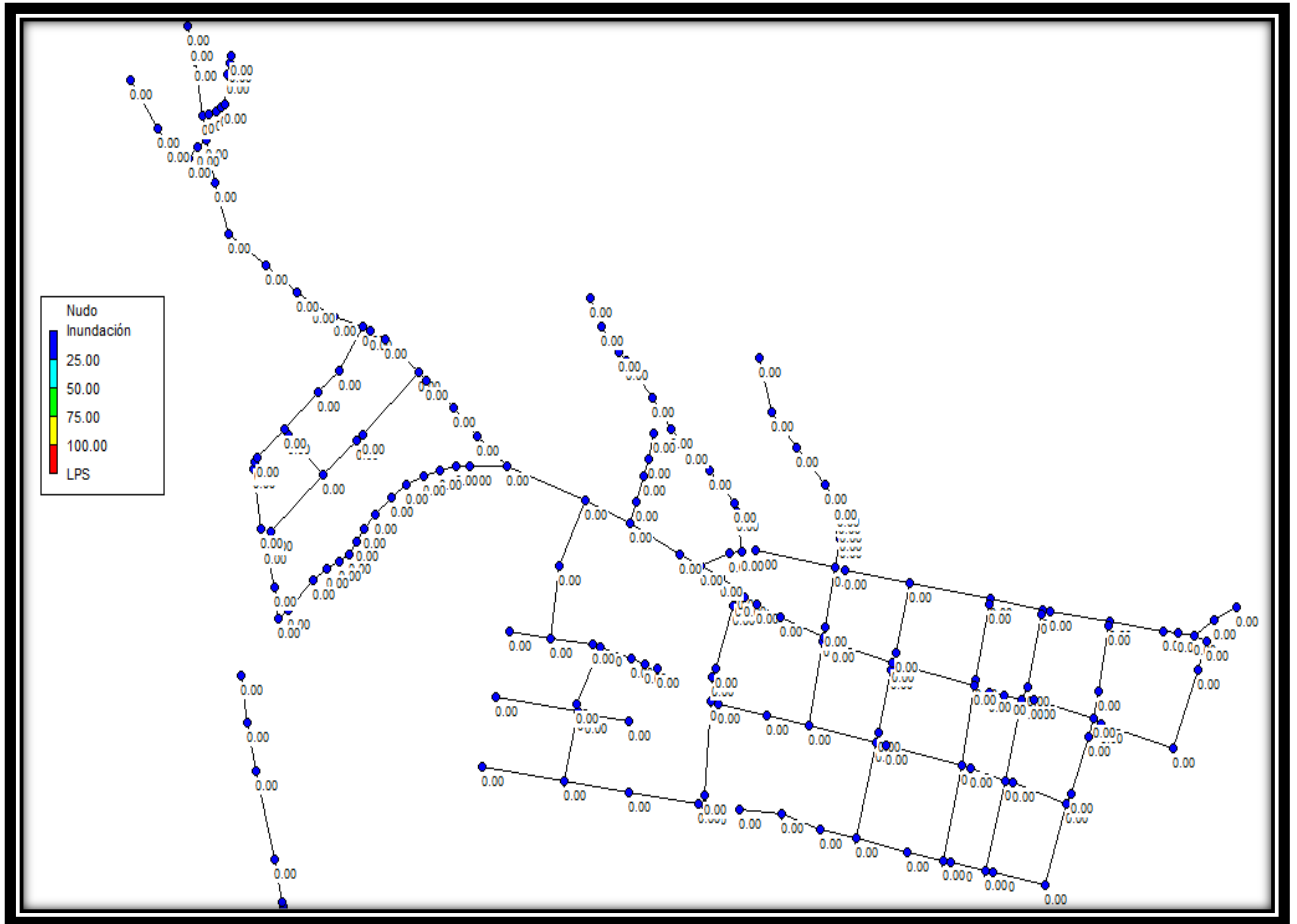


Figura 3.32 – Inundación (zona norte). Fuente: Elaboración propia

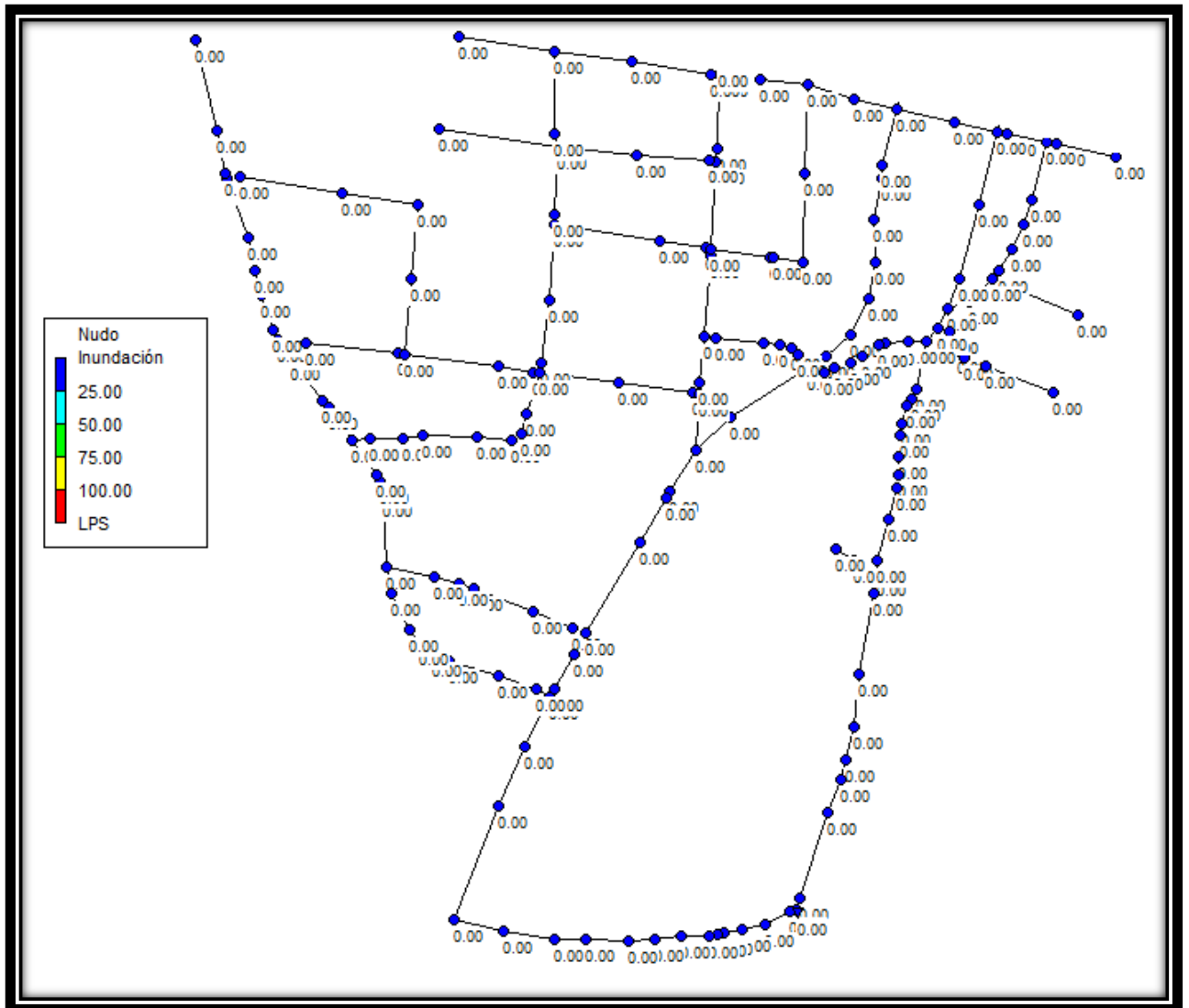


Figura 3.33 – Inundación (zona sur). Fuente: Elaboración propia

# **CAPITULO IV**

## **PREDISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO**



## **4.1 – CRITERIOS DE PRESELECCIÓN PARA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO Y SELECCIÓN DEL LUGAR PARA LA TOMA DE MUESTRAS.**

### **4.1.1 - PRESELECCIÓN DE LA ZONA MÁS ÓPTIMA PARA LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.**

Para la selección del sitio más óptimo para la ubicación de la planta de tratamiento se requiere de un análisis cuidadoso, el cual toma como referencia muchos aspectos que son determinantes para la selección del lugar.

Los aspectos a tomar en cuenta según PÉREZ REYES, JULIO ERNESTO Y OTROS en el trabajo de graduación “DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL” (2014), son:

- ✓ Topografía del lugar
- ✓ Elevación del lugar con respecto a la red de alcantarillado sanitario
- ✓ Cuerpo receptor
- ✓ Distancias entre las zonas habitadas y la ubicación de la planta de tratamiento
- ✓ Zona de riesgo por desbordamiento e inundaciones de la rivera del cuerpo receptor
- ✓ Uso del suelo del lugar seleccionado
- ✓ Normativas de las instituciones responsables, para la ubicación de plantas de tratamiento.

En El Salvador, la Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) es la institución encargada de velar por el cumplimiento de los aspectos para la

ubicación de plantas de tratamientos de aguas residuales, sin embargo, dicha institución no cuenta con una normativa propia que proporcione los alineamientos básico para esta actividad, por tanto, se tomara como referencia la Norma OS.090 para plantas de tratamiento de aguas residuales de Perú.

La norma OS.090 establece en el capítulo 5.1.5 lo siguiente:

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

- ✓ 500 m como mínimo para tratamientos anaerobios
- ✓ 200 m como mínimo para lagunas facultativas
- ✓ 100 m como mínimo para sistemas con lagunas aeradas
- ✓ 100 m como mínimo para lodos activados y filtros percoladores.

Las distancias deben justificarse en el estudio de impacto ambiental. El proyecto debe considerar un área de protección alrededor del sistema de tratamiento, determinada en el estudio de impacto ambiental.

#### **4.1.2 - UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS.**

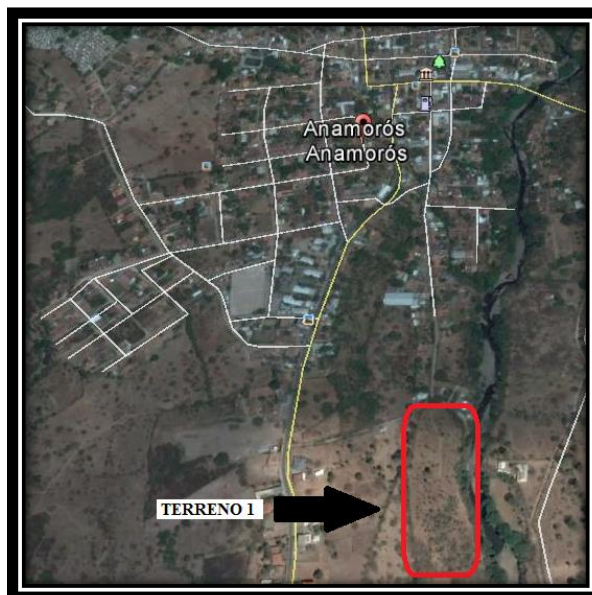
Los sitios para la ubicación de una planta de tratamiento en la ciudad de Anamorós se seleccionaron mediante visitas de campo a dichos lugares teniendo como resultados 3 posibles lugares que están alejados de las población y cercanos al rio de Anamorós. A continuación se muestran las áreas, elevaciones y coordenadas geográficas de los sitios preseleccionados para la planta de tratamiento.

LUGAR	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ELEVACIÓN M	AREA M <sup>2</sup>
	LATITUD	LONGITUD		
Terreno 1	622173.80m	290750.70m	157m	24,032.65 m <sup>2</sup>
Terreno 2	621221.63m	291395.24m	172m	5,903.99 m <sup>2</sup>
Terreno 3	622329.48m	290949.58m	160m	18,249.66 m <sup>2</sup>

**Tabla 4.1 – Áreas y coordenadas geográficas de los terrenos propuesto para la ubicación de la planta de tratamiento. FUENTE: Elaboración Propia**

- **Terreno numero 1:**

Está ubicado en el Barrio Las Flores, colinda al norte con el Barrio Las Flores, al poniente con la ribera del rio, al oriente y al sur con el Barrio Las Flores, el terreno se encuentra totalmente baldío y cuenta con un área aproximadamente de 24,032.65 m<sup>2</sup> (Figura 4.1).



**Figura 4.1 – Ubicación del terreno 1. FUENTE: Google Earth.**

- **Terreno numero 2:**

Está ubicado en Barrio El Centro, colinda al norte con el Barrio El Centro, al oriente con la ribera del rio, al poniente y al sur con Barrio El Centro, el terreno se encuentra totalmente baldío y cuenta con un área aproximadamente de 5,903.99 m<sup>2</sup> (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Ubicación del terreno 2. FUENTE: Google Earth.

- **Terreno numero 3:**

Está ubicado en el cantón Huertas Viejas, colinda al norte, poniente, sur, con cantón Huertas Viejas y al oriente con la ribera del rio, el terreno se encuentra totalmente baldío y cuenta con un área aproximadamente de 18,249.66 m<sup>2</sup> (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Ubicación del terreno 3. FUENTE: Google Earth.

#### 4.1.3 - METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO

Con el fin de obtener el mejor sitio para la construcción la planta de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Anamorós, se determinó aplicar la metodología presentada por PÉREZ REYES, JULIO ERNESTO Y OTROS en el trabajo de graduación “DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL” (2014).

Los criterios que debe cumplir el sitio para ser el más recomendado para la planta de tratamiento son los siguientes:

- Espacios deshabitados aledaños a la ribera del rio de la ciudad de Anamorós.

- Debe de cumplir con el área adecuada para albergar la infraestructura de una planta de tratamiento de aguas residuales
- Que el terreno se encuentre ubicado a una distancia como mínimo de 100 mts de zonas habitadas.
- Que se encuentre ubicado a la orilla de un cuerpo receptor.
- El terreno debe estar ubicado en una zona que no sea propensa a desbordamientos o inundaciones.
- Debe de presentar una topografía plana con pendientes suaves; lo cual permitirá la disminución de costos en la etapa de construcción de la planta.

Para la evaluación de estos criterios se utilizaran los siguientes rangos de valores:

### **1 – Zonas de desbordamiento**

Para éste parámetro se toma en cuenta por medio de consultas a la población, si el terreno es afectado por el desbordamiento del río en épocas de invierno. El puntaje que se asignará a esta categoría será como se muestra en la tabla siguiente:

DESCRIPCION	PUNTAJE
Alto	0
Medio	12
Bajo	25

**Tabla 4.2 – Rango de valores asignados para zonas de desbordamiento. FUENTE: Tesis “DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL” (2014).**

## **2 – Áreas adecuadas para albergar una planta de tratamiento.**

Los rangos seleccionados para el área requerida para la planta de tratamiento, se presentan en la siguiente tabla:

DESCRIPCION	PUNTAJE
Área $\geq$ 80,000 m <sup>2</sup>	25
80,000 > Área $\geq$ 70,000 m <sup>2</sup>	20
70,000 > Área $\geq$ 60,000 m <sup>2</sup>	15
60,000 > Área $\geq$ 40,000 m <sup>2</sup>	10
40,000 > Área $\geq$ 30,000 m <sup>2</sup>	5
Área < 30,000 m <sup>2</sup>	0

**Tabla 4.3 – Área adecuada para albergar las instalaciones. FUENTE: Tesis “DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL” (2014).**

Los terrenos que tengan un área menor de 30,000 m<sup>2</sup> no significan que serán descartados, sino que se debe evaluar la cantidad de elementos y dimensiones que conformarán la planta de tratamiento.

### 3 – Accesibilidad del cuerpo receptor.

Se evaluará la accesibilidad que tiene el sitio desde la ubicación del último pozo de inspección. Las distancias van desde 50 m hasta distancias mayores de 500 m, asignando los puntajes de la siguiente manera:

DESCRIPCION	PUNTAJE
100 m > DISTANCIA $\geq$ 50 m	20
200 m > DISTANCIA $\geq$ 100 m	10
500 m > DISTANCIA $\geq$ 200 m	5
DISTANCIA > 500 m	0

**Tabla 4.4 – Accesibilidad a cuerpo receptor. FUENTE: Tesis “DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL” (2014).**

### 4 – Distancias con respecto a zonas habitadas.

Se evaluará la distancia óptima que debe de tener el terreno donde se ubicará la planta de tratamiento con las zonas habitadas en el municipio, para evitar que ésta se vuelva un foco de infección para la población, además de la incomodidad que generará el mal olor producido por el agua residual cruda.



- Distancias con respecto a zonas habitadas

DESCRIPCION	PUNTAJE
DISTANCIA $\geq$ 100 m	10
100 m > DISTANCIA $\geq$ 50 m	5
DISTANCIA < 50 m	0

**Tabla 4.5 – Distancia con respecto a zonas habitadas. FUENTE: Tesis “DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL” (2014)**

### **5- Uso del suelo del sitio.**

La ponderación se asignará tomando en cuenta tres usos principales de suelo, de más óptimo a más desfavorable: ocioso, agrícola y habitado. Los puntajes se toman de la siguiente manera:

DESCRIPCION	PUNTAJE
Ocioso	10
Agrícola	5
Habitado	0

**Tabla 4.6 – Uso del suelo del sitio propuesto. FUENTE: Tesis “DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL” (2014)**

### **6 – Topografía del sitio propuesto.**

Para la topografía del terreno se toma en cuenta la pendiente natural que presenta, que puede ser plano, al cual se le asignará el mayor puntaje, o pendiente irregular o abrupta, que serán los otros dos puntajes a asignar. Los valores a otorgar son:

DESCRIPCION	PUNTAJE
Plana	10
Irregular	5
Abrupta	0

**Tabla 4.7 – Topografía del sitio propuesto. FUENTE: Tesis “DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL” (2014)**

Para que un sitio propuesto sea tomado como adecuado para la ubicación de una planta de tratamiento deberá obtener un 70% de la suma total de los puntajes individuales que se le asignaran a cada uno de los criterios.

Puntaje	Criterios	Terreno	Terreno	Terreno
		N° 1	N° 2	N° 3
25	Está ubicado en una zona que no está propenso a desbordamientos	25	25	25
25	Área adecuada para alberga las instalaciones de una planta de tratamiento	0	0	0
20	Accesibilidad a cuerpo receptor	20	10	20
10	Distancia con respecto a las zonas habitadas	10	0	10
10	Uso del suelo del lugar propuesto	10	0	5
10	Topografía (relieve del terreno)	10	10	0
<b>TOTAL</b>		<b>75</b>	<b>45</b>	<b>60</b>

**Tabla 4.8 - Valoración de criterios que deben cumplir los sitios propuestos para la ubicación de la planta de tratamiento de la ciudad de Anamorós.**

#### **4.1.4 - ANÁLISIS DEL CUADRO DE VALORACIÓN DE SITIO PROPUESTO**

En la tabla 4.7 se muestra la valoración que se le asignó a cada uno de los lugares propuestos como sitios de posible para la planta de tratamiento, de esto se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Para el terreno 1:**

Se obtuvo un puntaje de 75%, de esto se puede decir que el sitio tiene 25% con respecto a la ubicación, debido a que se encuentra en una zona que no está propensa a inundaciones y desbordamiento, su área para albergar es menor a 30,000 m<sup>2</sup> por lo cual obtuvo 0%, sin embargo su accesibilidad al cuerpo receptor es perfecta obteniendo un 20% ya que esta entre 100 y 50 metros de distancia, su distancia con respecto a las zonas habitadas es excelente con 10% ya que está ubicado a más de 100 metros, al igual que el uso del suelo y su topografía obtuvieron su máximo puntaje de 10% dando como resultado al sitio número 1 con un puntaje positivo para ser usado como lugar para la construcción de la planta de tratamiento de la ciudad de Anamorós.

- **Para el terreno 2:**

Se obtuvo un puntaje de 45%, este está compuesto por un 25% con respecto a su ubicación, en una zona que no está propensa a inundaciones y desbordamiento, su área para albergar es menor a 30,000 m<sup>2</sup> por lo cual obtuvo 0%, sin embargo en cuanto a su accesibilidad a un cuerpo receptor, obtuvo un puntaje medio de 10% ya que su distancia esta entre 200 y 100 metros, el porcentaje de la distancia con respecto a las zonas habitadas fue de 0% ya que está a menos de 50 metros y esto no es recomendable, de igual manera en cuanto al uso del suelo obtuvo un 0% debido a que es un suelo que está

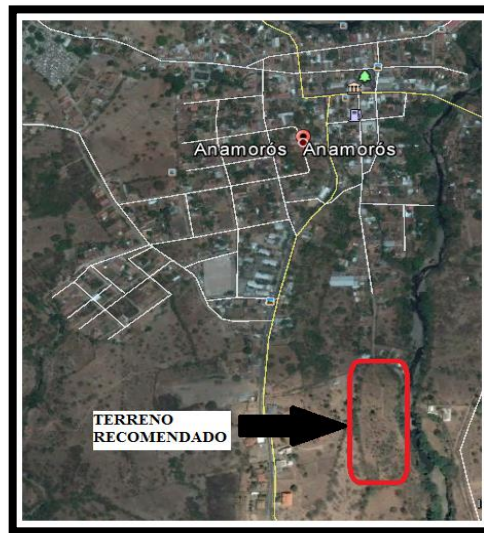
habitado, sin embargo en su topografía obtuvo el máximo puntaje de 10% ya que es una topografía plana, dando como resultado al sitio número 2 con un puntaje negativo para ser usado como lugar para la construcción de la planta de tratamiento de la ciudad de Anamorós, ya que no alcanza el puntaje mínimo.

▪ **Para el terreno 3:**

Se obtuvo un puntaje de 60%, este sitio obtuvo un 25% por estar ubicado en una zona que no está propensa a inundaciones y desbordamiento, su área para albergar es menor a 30,000 m<sup>2</sup> por lo cual obtuvo 0%, sin embargo en cuanto a su accesibilidad a un cuerpo receptor obtuvo la mayor puntuación de un 20%, en su distancia con respecto a las zonas habitadas obtuvo un 10% ya que este está a más de 100 metros, el uso del suelo obtuvo un 5% por el hecho de ser un suelo que se usa para la agricultura, sin embargo su topografía obtuvo el mínimo puntaje de 0% ya que es una topografía abrupta, dando como resultado al sitio número 3 con un puntaje negativo para ser usado como lugar para la construcción de la planta de tratamiento de la ciudad de Anamorós, ya que no alcanza el puntaje mínimo.

#### **4.1.5 - PROPUESTA DE UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.**

De acuerdo al análisis de valoración de sitio, el terreno que obtuvo mayor puntaje para ser usado en la construcción de la planta de tratamiento en la ciudad de Anamorós es el número 1, ya que este obtuvo un puntaje del 75% el cual es mayor al puntaje mínimo (70%) que se requiere para que un sitio sea aprobado, es por ello que se recomienda que esta debería ser ubicada en un terreno que se encuentra al sur de la Ciudad, entre la calle al Rio y Final 1 Av. Sur, el cual consta con un área aproximada de 24,032.65 m<sup>2</sup>.



**Figura 4.4 - Terreno recomendado para la planta de tratamiento. FUENTE: Google Earth.**

#### **4.1.6 - SELECCIÓN DE LOS PUNTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS A LAS AGUAS RESIDUALES.**

Para tener un mayor conocimiento de los contaminantes existentes en las aguas residuales del municipio de Anamorós, se realizaron las pruebas de laboratorio en los lugares donde son descargados los desechos.

Para ello se eligieron dos puntos de muestreo, el primero se ubicó en una parte de la quebrada que atraviesa al municipio, a un costado del Rastro Municipal, y el segundo muestreo se tomó en la parte del río que se encuentra entre la colonia Brisas del Río y colonia Las Flores. Dicho muestreo se llevó a cabo con la ayuda de personal proporcionado por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), Gerencia Región Oriental.



Figura 4.5 - Puntos de Muestreo. FUENTE: Google Earth.

## 4.2 - VALORES PERMISIBLES PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO.

Los valores aceptables que las aguas residuales deben cumplir de acuerdo a lo establecido por el Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCAYT) en la norma NSO 13.49.01:09 “AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR”, después de haber recibido el tratamiento adecuado para su previa descarga al cuerpo receptor son los siguientes:

<b>Parámetros</b>	<b>Valor permisible</b>
<b>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</b>	<b>150 mg/l</b>
<b>Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)</b>	<b>60 mg/l</b>
<b>Sólidos Sedimentables (SSed)</b>	<b>1 ml/l</b>
<b>Sólidos Suspendedos Totales (SST)</b>	<b>60 mg/l</b>
<b>Aceites y Grasas</b>	<b>20 mg/l</b>

**Tabla 4.9 – Parámetros para aguas residuales de tipo ordinario. FUENTE: Norma NSO**

**13.49.01:09**

En ciudades donde existen sistemas de alcantarillado sanitario, la medición de contaminación se hace tomando muestras de agua residual en pozos de visita. En el caso de la ciudad de Anamorós, que no cuenta con un sistema de recolección de aguas residuales, se tuvo la necesidad de tomar muestras en los puntos de descarga descritos con anterioridad, con el objetivo de conocer las concentraciones de contaminantes que caracterizan a estas aguas, y de esta manera dar la solución más aceptable para el tratamiento de las mismas.

### **4.3 - RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO**

De las dos muestras tomadas en los puntos descritos con anterioridad, se obtuvieron los resultados posteriormente al análisis de laboratorio, y de los cuales se seleccionó el resultado donde se superan los valores permisibles de las aguas residuales, los cuales ayudaran a determinar los elementos necesarios que constituirán la planta de tratamiento.

Parámetros	Resultado	Observación.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	308.80 mg/l	Fuera de rango.
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	142.50 mg/l	Fuera de rango.
Sólidos Sedimentables (SSed)	N.D ml/l	No se tiene medición.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	100.00 mg/l	Fuera de rango.
Aceites y Grasas	17.00 mg/l	No está fuera de rango.

Tabla 4.10 – Resultado de la muestra tomada en la quebrada. FUENTE: Elaboración Propia

Cómo se muestra, la contaminación que se tiene en la ciudad de Anamorós excede a los valores mínimos permitidos por la norma, por lo que se procede a realizar el cálculo de los elementos necesarios que deben establecerse en la planta de tratamiento.

#### 4.4 - DISEÑO DE COMPONENTES DE PLANTA DE TRATAMIENTO

Para este prediseño se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, las cuales permitirán definir los elementos necesarios para el tratamiento de las aguas, con el fin de reducir los contaminantes de acuerdo a los parámetros establecidos por N.CONACYT, y no alterar el cuerpo receptor.

Los datos que interesan conocer para el diseño de los elementos que componen la planta de tratamiento son el caudal máximo horario ( $Q_{maxh}$ ), caudal medio diario ( $Q_{md}$ ) y caudal mínimo horario ( $Q_{minh}$ ). Para el caso de éstos valores se tienen los siguientes datos:

$$Q_{maxh} = 75.18 \text{ l/s}$$



$$Q_{md} = 36.65 \text{ l/s}$$

$$Q_{minh} = 17.39 \text{ l/s}$$

### A. DISEÑO DEL CANAL DE ENTRADA

Para el caso del canal de entrada, se necesita tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El ancho del canal debe ser mayor al diámetro efectivo de la tubería que conecta el alcantarillado sanitario con la planta de tratamiento.
- La velocidad de aproximación al final del canal debe ser aproximadamente 0.60 m/s o menor, para evitar daños y estabilizar el flujo.

#### 1 – Calculando dimensiones del canal.

Por continuidad se tiene:

$$Q = V_a \times A$$

**Ecuación 4.1 – Ecuación de continuidad.**

Dónde:

$V_a =$  Velocidad de aproximación

$Q =$  Caudal de diseño

$$Q = 75.18 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 0.07518 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sustituyendo en Ecuación 4.1:

$$A = \frac{Q}{V_a} = \frac{0.07518 \text{ m}^3/\text{s}}{0.6 \text{ m/s}} = 0.1253 \text{ m}^2$$

Considerando la base del canal con ancho  $b = 0.35\text{m}$  (Diámetro de tubería de llagada al canal), para una sección rectangular el tirante (T) se determina de la siguiente manera:

$$A = T \times b$$

$$T = \frac{A}{b} = \frac{0.1253 \text{ m}^2}{0.35 \text{ m}} = 0.358 \text{ m} = 36 \text{ cm}$$

Tomando un borde libre de 14 cm, la profundidad del canal será de:

$$T = 36\text{cm} + 14\text{cm} = 50\text{cm}$$

$$b = 35\text{cm}$$

En cuanto al cálculo de la pendiente del canal se utiliza la ecuación de Manning:

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

**Ecuación 4.2 – Fórmula de Manning.**

Dónde:

$n$  = Coeficiente de rugosidad. Como el canal es de concreto, se utiliza un valor de rugosidad de 0.015

$R$  = Radio hidráulico, medido en metros.

Para el radio hidráulico se tiene que:

$$R_H = \frac{A_H}{P_m}$$

De donde:

$$A_H = \text{Área hidraulica}$$

$P_m = \text{Perímetro mojado}$

Calculo del área hidráulica (Ah):

$$A_H = T \times b = 0.50m \times 0.35m = 0.175 m^2$$

Calculo del perímetro mojado (Pm):

$$P_m = b + 2T = 0.35m + 2(0.50m) = 1.35m$$

Despejando la pendiente de la ecuación 4.2, se obtiene el valor de la pendiente del canal que se busca:

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

$$\frac{Vn}{RH^{2/3}} = S^{1/2}$$

$$\frac{(0.6 \frac{m}{s})(0.015)}{(\frac{0.175m^2}{1.35m})^{2/3}} = S^{1/2}$$

$$S = (0.035137672)^2$$

$$S = 0.00123 \times 100$$

$$S = 0.13 \%$$

## B. DISEÑO DE REJAS

Para el diseño de las rejillas se tomaron en cuenta algunos criterios establecidos en normas internacionales, los cuales ayudaran a llevar a cabo un mejor diseño.

Criterios establecidos:

- Espesor de barra (a) = 12.7mm (1.27cm o 1/2")

- Espaciamiento entre barras ( $e$ ) = 20mm
- Ancho de rejilla = 0.5m
- Inclinación de rejillas ( $\theta$ ) = 60°
- Coeficiente de sección ( $\beta$ ) = 1.79 (Sección circular)
- Ancho de canal de conducción = 0.35m
- Velocidad de aproximación = 0.6 m/s
- Profundidad del agua = 0.36m
- Pérdida de carga admisible = 15cm

Debido al espesor de las barras el ancho del canal tiene que ser ampliado aproximadamente un 40%:

$$b = 0.4 \times 0.35m \cong 0.5m$$

Parámetro	Unidad	Valor del parámetro según					
		Norma Boliviana		Norma Colombiana		Norma Mexicana	
Tipo de limpieza	-	Manual	Mecánica	Manual	Mecánica	Manual	Mecánica
Tipo de barra	-			Rectangular		Rectangular	
Espesor de barra	mm	-	-	-	-	5 - 15	-
Ancho de barra	mm	-	-	-	-	30 - 75	-
Espaciamiento entre barras	mm	-	-	15 a 50	3 y 77	20 y 50	-
Velocidad entre barras limpias	mm	-	-	-	0.6 y 1.2	0.60 a 0.75	-
Velocidad de aproximación	m/s	-	-	0.3 y 0.6	0.3 y 0.9	0.30 a 0.60	-
Angulo de inclinación de las barras (respecto a la horizontal)	Grados	-	-	-	-	45 y 60	-

**Tabla 4.11 – Normas internacionales usadas para el diseño de rejillas. FUENTE: Tesis - Manual para el diseño de unidades de tipo biológico en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en El Salvador (2008).**

El coeficiente de sección se obtuvo de la siguiente tabla:

	Forma de la sección transversal						
Factor de forma	A	B	C	D	E	F	G
$\beta$	2.42	1.83	1.67	1.035	0.92	0.76	1.79

Tabla 4.12–Coeficiente de pérdida para rejillas.

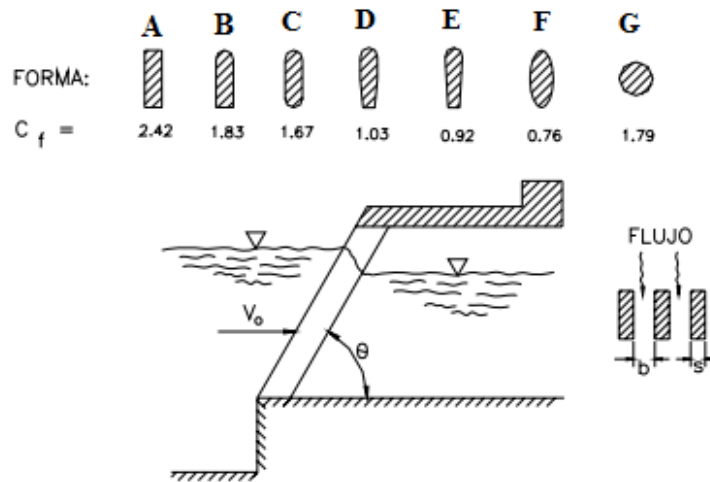


Figura 4.6– Coeficientes de Kirschmer de acuerdo con las forma de las barras. FUENTE: Manual de agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Comisión Nacional del Agua.

La pérdida por obstrucción de los barrotes depende de dichas secciones y se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta h = \beta \left( \frac{a}{e} \right)^{4/3} \left( \frac{V^2}{2g} \right) \text{sen } \theta$$

Ecuación 4.3 – Pérdida de carga producida por barrotes.

Sustituyendo valores en ecuación 4.3:

$$h = 1.79 \left( \frac{0.0127m}{0.02m} \right)^{4/3} \left( \frac{(0.6 m/s)^2}{2(9.81 \frac{m}{s^2})} \right) \text{sen } 60^\circ$$

$$\Delta h = 0.0155 \text{ m} = \mathbf{1.55 \text{ cm}}$$

Para rejillas sucias al 50% se reduce el espesor y aumenta el ancho de barra.

$$e = 50\% (20\text{mm}) = 10\text{mm}$$

$$a = 10\text{mm} + 12.7\text{mm} = 22.7\text{mm}$$

Pérdida de carga para rejillas sucias al 50%. Sustituyendo los valores en la ecuación 4.3:

$$\Delta h = 1.79 \left( \frac{0.0227m}{0.01m} \right)^{4/3} \left( \frac{(0.6 m/s)^2}{2(9.81 \frac{m}{s^2})} \right) \text{sen } 60^\circ$$

$$\Delta h = 0.0848 \text{ m} = 8.48 \text{ cm}$$

Cálculo de pérdida de carga promedio

$$\Delta h_{prom} = \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{2} = \frac{1.55\text{cm} + 8.48\text{cm}}{2}$$

$$\Delta h_{prom} = 5.015\text{cm}$$

Todos los resultados en cuanto a la pérdida de carga en las rejillas son aceptables, debido a que en ninguno de ellos sobrepasa el valor admisible.

- **Determinación del número de barras que constituyen el canal**

Para determinar el número de barras que componen el sistema de rejillas, se hace uso de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{b - s}{a + s}$$

Dónde:

a = Espesor de cada barra.

b = Ancho de canal de entrada.

S = Espaciamiento entre cada barra.

$$n = \frac{b - s}{a + s} = \frac{50cm - 2cm}{1.27cm + 2cm} = 14.67 \text{ barras}$$

$$n = 15 \text{ barras @ } 2cm$$

### **C. CALCULO DE DESARENADOR**

Los desarenadores de flujo horizontal se diseñan para remover partículas de diámetro medio igual o superior a 0,20 mm, y con una velocidad de escurrimiento controlada.

Para el diseño del desarenado se tiene una serie de parámetros establecidos en diferentes normas, los cuales pueden ser utilizados para el cálculo del mismo.

Parámetro	Unidad	Valor del parámetro según		
		Norma Boliviana	Norma Colombiana	Norma Mexicana
Numero de cámaras desarenadoras	Unidad	2	2	2
Velocidad en las cámaras	m/h	0.2 - 0.4	0.2 - 0.4	0.3 - 0.36
Tiempo de retención hidráulico	minutos	20 segundos y 3 minutos	20 segundos y 3 minutos	A definir oportunamente
Tasa de desbordamiento	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /día	700 y 1600	700 y 1600	1080 y 1680
Tipo de limpieza	-	Manual para Q <sub>max</sub> inferiores a 50L/s	Manual para Q <sub>max</sub> < 50L/s	Manual
Caudal de Diseño	m <sup>3</sup> /día	Q <sub>max</sub> horario	Q <sub>max</sub> horario	Q <sub>max</sub> horario
Frecuencia mínima de limpieza	Semana	-	-	1 vez
Estructuras de control de caudal	Unidad	Sutro	Sutro	Sutro, Parshall o Palmer

**Tabla 4.13– Parámetros recomendados para desarenadores. FUENTE: Tesis - Manual para el diseño de unidades de tipo biológico en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en El Salvador (2008).**

Algunas de las recomendaciones de la Norma Técnica peruana (SO.090) para el diseño de los sistemas de rejillas son las siguientes:

- Los desarenadores de flujo horizontal serán diseñados para remover partículas de diámetro medio igual o superior a 0,20 mm. Para el efecto se debe tratar de controlar y mantener la velocidad del flujo alrededor de 0.3 m/s con una tolerancia + 20%.
- A la salida y entrada del desarenador se preverá, a cada lado, por lo menos una longitud adicional equivalente a 25% de la longitud teórica.

Tomando en cuenta que al final del desarenador se conectará un medidor Parshall con un ancho efectivo de  $W = 6''$  (15.24 cm), se asume un ancho de



canal que varíe entre 2 y 3 veces del ancho efectivo, por lo que se tomará el valor de 0.35 m de ancho de desarenador. Por continuidad se tiene:

$$Q = A \times v$$

Tomando en cuenta que es un área rectangular, se tiene:

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$b \times h = \frac{Q}{v}$$

$$h = \frac{Q}{vb}$$

Tomando en cuenta que la velocidad horizontal en el desarenador tiene que ser 0.3 m/s para la remoción de gravas y partículas gruesas, se calcula las alturas máximas para el desarenador:

- **Para el caudal máximo horario (Qmaxh)**

$$h_{max} = \frac{Q}{vb} = \frac{0.07518 \text{ m}^3/\text{s}}{(0.3 \text{ m/s})(0.35\text{m})} = 0.716 \text{ m}$$

- **Para el caudal mínimo horario (Qminh)**

$$h_{min} = \frac{Q}{vb} = \frac{0.01739 \text{ m}^3/\text{s}}{(0.3 \text{ m/s})(0.35\text{m})} = 0.166\text{m}$$

- **Cálculo del ancho promedio**

$$h_{prom} = \frac{0.716\text{m} + 0.166\text{m}}{2} = 0.44 \text{ m}$$

Entonces las dimensiones del desarenador considerando un borde libre de 16 cm son:

$$\text{Ancho} = 35\text{cm}$$

$$\text{Alto} = 60\text{cm}$$

Se recomienda la construcción de 2 cámaras sedimentadoras con medidas de 35 x 60 cm, esto con el objetivo que el sistema no deje de funcionar por efectos de mantenimiento y limpieza.

▪ **Longitud del desarenador**

Tomando arena con tamaño de 0.2mm, se utiliza la Ley de Stokes para conocer la velocidad de arrastre del agua. Se tiene entonces:

$$v_s = \frac{g(S_s - 1)d^2}{18V}$$

**Ecuación 4.4 – Cálculo de velocidad de arrastre por medio de la Ley de Stokes.**

Dónde:

$S_s =$  Densidad relativa de la arena . Se toma el valor de 1.90 para arena.

$d =$  Diámetro de partículas. El diámetro de las partículas es de 0.2 mm

$V =$  Viscosidad cinemática. La viscosidad cinemática del agua es de  $0.893 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ .

Sustituyendo los datos en la ecuación 4.4:

$$v_s = \frac{(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(1.90 - 1)(0.0002\text{m})^2}{(18)(0.893 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s})}$$

$$v_s = 0.02197 \text{ m/s}$$

Para calcular la longitud del desarenador, se utiliza la siguiente ecuación:

$$= \frac{h_{max} v_h}{v_s}$$

Dónde:

$h_{max}$  = Tirante de agua para caudal máximo horario ( $Q_{maxh}$ ), medido en metros.

$v_h$  = Velocidad horizontal del agua, medida en m/s.

$v_s$  = Velocidad de sedimentación de las partículas, medida en m/s.

$$L = \frac{h_{max} v_h}{v_s} = \frac{(0.716 \text{ m})(0.3 \text{ m/s})}{0.02197 \text{ m/s}}$$

$$L \cong 10 \text{ m}$$

Sumando un 25% al largo para fines de seguridad del diseño:

$$L = 10 \text{ m} \times 1.25$$

$$L = 12.5 \text{ m}$$

- **Período de limpieza en el desarenador**

Los datos necesarios para conocer el período de limpieza para mantenimiento en el desarenador son:

- Generación = 5.0 L/hab-año
- N° de habitantes = 2594 Habitantes

Calculando producción anual de arena:

$$\text{Producción anual} = 5.0 \text{ L/hab} - \text{año} \times 2594 \text{ hab} = 12,970 \text{ L/año}$$

$$\text{Producción anual} = 12.97 \text{ m}^3/\text{año}$$

Para la cuneta del almacenamiento de arena se asumió una sección de 0.25 x 0.20 m, por lo tanto el volumen de almacenamiento ( $V_{al}$ ) será de:

$$V_{al} = L \times \text{Área} \times N^{\circ} \text{ de desarenadores}$$

$$V_{al} = 12.5 \text{ m} \times 0.05 \text{ m}^2 \times 2$$

$$V_{al} = 1.25 \text{ m}^3$$

En cuanto a la limpieza por año se tiene:

$$L_{\text{año}} = \frac{\text{Prod. anual}}{V_{al}} = \frac{12.97 \text{ m}^3/\text{año}}{1.25 \text{ m}^3} = 10.37 \cong 11 \text{ remociones por año}$$

Las remociones por días serán:

$$\text{Remociones por día} = \frac{365 \text{ días}}{(2)(11 \frac{\text{remociones}}{\text{año}})} = 16.59 = 16 \text{ días/remoción}$$

Se recomienda 1 remoción cada 16 días.

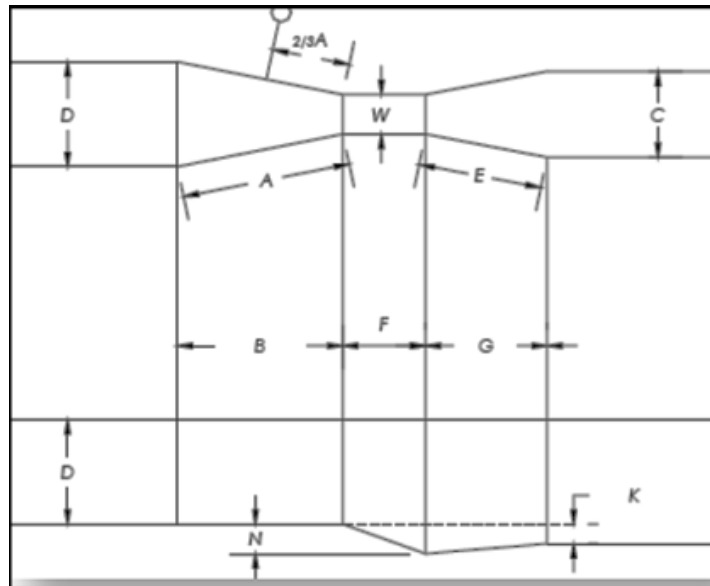
#### **D. MEDIDOR PARSHALL**

Para la selección del tamaño del medidor, se utilizan los siguientes caudales:

$$Q_{maxh} = 75.18 \text{ L/s} = 0.07518 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{minh} = 17.39 \text{ L/s} = 0.01739 \text{ m}^3/\text{s}$$

Las dimensiones que conforman el medidor Parshall se ilustran de la siguiente manera:



**Figura 4.7 – Vista de planta y perfil de Medidor Parshall. FUENTE: Figura 29-2, Manual de Hidráulica de J.M. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez, 1ª Edición, (1976)**

Para la medición del ancho de garganta, se utilizan como parámetros los valores de caudal máximo horario y mínimo horario, de los cuáles se obtiene de acuerdo a la Tabla 4.6 los siguientes valores:

W (pulg y cm)		Capacidad (L/s)	
		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 ½'	45.7	4.25	696.2
2	61.0	11.89	936.7
3	91.5	17.26	1,426.3
4	122.0	36.79	1,921.5
5	152.5	62.80	2,422
6	183.0	74.4	2,929
7	213.5	115.4	3,440
8	244.0	130.7	3,950
10	305.0	200.0	5,660

**Tabla 4.14– Límites de aplicación. Medidores Parshall con descarga libre. FUENTE: Tabla 29 – 2, Manual de Hidráulica de J.M. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez, 1ª Edición, (1976)**

Se selecciona el ancho de garganta de 6'' (15.2 cm), debido a que cumple con los requisitos tanto para caudal mínimo horario ( $Q_{minh} = 1.52$  L/s), cómo para caudal máximo (110.4 L/s). Entonces se tiene:

$$W = 6''$$

Para el caso de las demás dimensiones que complementan el medidor Parshall, se toman los siguientes valores:

	W	A	B	C	D	E	F	G	K	N
1"	2.5	36.3	35.6	9.3	16.8	22.9	7.6	20.3	1.9	2.9
3"	7.6	46.6	45.7	17.8	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7
6"	15.2	62.1	61.0	39.4	40.3	45.7	30.5	61.0	7.6	11.4
9"	22.9	88.0	86.4	38.0	57.5	61.0	30.5	45.7	7.6	11.4
1'	30.5	137.2	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
1 ½'	45.7	144.9	142.0	76.2	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
2'	61.0	152.5	149.6	91.5	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
3'	91.5	167.7	164.5	122.0	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
4'	122.0	183.0	179.5	152.5	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
5'	152.5	198.3	194.1	183.0	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
6'	183.0	213.5	209.0	213.5	266.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
7'	213.5	228.8	224.0	244.0	303.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
8'	244.0	244.0	239.2	274.5	340.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
10'	305.0	274.5	427.0	366.0	475.9	122.0	91.5	183.0	15.3	34.3

**Tabla 4.15 - Dimensiones típicas de medidores Parshall (cm) FUENTE: Tabla 29 – 1, Manual de Hidráulica de J.M. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez, 1ª Edición, (1976)**

Para la distancia dentro del canal del punto de medición de caudal, éste se localiza a 2/3 de la dimensión de B (o 2/3 de A).

$$PM = 2/3 (62.1cm) = 41.4cm$$

En esta posición se puede medir el tirante del agua con una regla, o se instala junto a la pared una escala para las lecturas.

Para la medición de la descarga de caudal, R.L. Parshall propone la siguiente fórmula:

$$Q = KH^n$$

Dónde:

K: Coeficiente que depende de la relación de estrechamiento.

H: Altura en la zona de medición en metros (m).

n: Exponente que depende del tamaño del medidor.

Los valores de “K” y “n” se obtienen de la siguiente tabla:

W		n	K	K
Pulg – Pie.	m		Unidades métricas	Unidades inglesas
3”	0.076	1.547	0.176	0.0992
6”	0.152	1.580	0.381	2.06
9”	0.229	1.530	0.535	3.07
1’	0.305	1.522	0.690	4.00
1 ½’	0.457	1.538	1.054	6.00
2’	0.610	1.550	1.426	8.00
3’	0.915	1.566	2.182	12.00
4’	1.220	1.578	2.935	16.00
5’	1.525	1.587	3.728	20.00
6’	1.830	1.595	4.515	24.00
7’	2.135	1.601	5.306	28.00
8’	2.440	1.606	6.101	32.00

**Tabla 4.16 - Valores de exponente n y del coeficiente K. FUENTE: Tabla 29 – 3, Manual de Hidráulica de J.M. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez, 1ª Edición, (1976)**

Se toman entonces los siguientes valores:

$$K = 0.381$$

$$n = 1.580$$



Sustituyendo los valores de K y n, se tiene entonces la ecuación de flujo siguiente:

$$Q = 0.381H^{1.58}$$

Despejando el valor de H:

$$H = \sqrt[1.58]{\frac{Q}{0.381}}$$

- Para caudal máximo se tiene:

$$H_{max} = \sqrt[1.58]{\frac{0.07518 \text{ m}^3/\text{s}}{0.381}} = 0.3580\text{m} = 35.8\text{cm}$$

- Para caudal mínimo se tiene:

$$H_{max} = \sqrt[1.58]{\frac{0.017388 \text{ m}^3/\text{s}}{0.381}} = 0.142\text{m} = 14.2\text{cm}$$

### **Cálculo de la pérdida de carga**

- De caudal máximo horario

$$H_{f \text{ max}} = 14.05\text{cm}$$

- De caudal mínimo horario

$$H_{f \text{ max}} = 5.45\text{cm}$$

### **E. SEDIMENTADOR PRIMARIO TIPO DORTMUND**

Las consideraciones de diseño que se deben tener en cuenta para este tipo de sistemas de acuerdo a la Norma Peruana OS.090 son:

- a) Los canales de repartición y entrada a los tanques deben ser diseñados para el caudal máximo horario.

b) Los requisitos de área deben determinarse usando cargas superficiales entre 24 y 60 m/d basado en el caudal medio de diseño, lo cual equivale a una velocidad de sedimentación de 1,00 a 2,5 m/h.

c) El período de retención nominal será de 1,5 a 2,5 horas (recomendable <2 horas), basado en el caudal máximo diario de diseño.

Para este diseño se considerara realizar limpiezas de lodos una vez por semana. En cuanto a los datos hidráulicos a utilizar, se tomarán en cuenta los siguientes

Parámetro	Valor utilizado
Caudal máximo horario (Qmaxh)	75.18 L/s
Caudal medio diario (Qmd)	36.65 L/s
Carga superficial	30 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d
Tiempo de retención	2 Horas
Inclinación de fondo	45°

Tabla 4.17- Parámetros utilizados para diseño de sedimentador primario. FUENTE: Elaboración propia.

- **Volumen de almacenamiento de agua residual (Var)**

$$V_{ar} = tr \times Q_{md}$$

Dónde:

tr: tiempo de retención

$Q_{md}$ : Caudal medio diario, medido en m<sup>3</sup>/día

$$Q_{md} = 36.65 \frac{l}{s} \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{60s}{1min} \times \frac{60min}{1hora} \times \frac{24horas}{1dia} = 3166.56 m^3/dia$$

Sustituyendo:

$$V_{ar} = 2 \text{ horas} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times 3166.56 \frac{m^3}{\text{dia}}$$

$$V_{ar} = 263.88 m^3$$

▪ **Volumen de lodos producidos (Vlp)**

El volumen de lodos producidos en el sedimentador cada día se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$V_{lp} = V_L \times Q_{md}$$

Dónde:

Vlp: Volumen de lodos producidos en el sedimentador cada día.

VI: Volumen de lodo sin digerir.

Qmd: Caudal medio diario en m<sup>3</sup>/d

Para conocer el valor de volumen de lodos sin digerir, se hace uso de la siguiente tabla:

PROCESOS DE TRATAMIENTO	NORMAL DE FANGO			Humedad (%)	Peso específico de S. del Fango.	SÓLIDOS SECOS	
	m <sup>3</sup> sobre miles de m <sup>3</sup> de AR	t/miles de m <sup>3</sup> de AR	m <sup>3</sup> /1000 personas			kg/miles de m <sup>3</sup> de AR	kg/1000 personas y día.
<b>Sedimentación primaria</b>							
Sin digerir	2.95	3.3	1.09	95	1.4	150	56
Digeridos en tanques separados	1.45	1.65	0.53	94	-	90	34
Digeridos y deshidratados en lechos de arena	-	0.25	0.16	60	-	90	34
Digeridos y deshidratados en filtros de vacío	-	0.36	0.12	72.5	-	90	34
Filtro percolador	0.745	0.83	0.27	92.5	1.93	57	22
Precipitación química	5.12	5.8	1.9	92.5	1.93	396	150
Deshidratado en filtro de vacío	-	1.58	0.55	72.5	-	396	150
<b>Sedimentación primaria y Fango activado</b>							
Sin digerir	6.9	7.8	2.55	96	-	280	106
Sin digerir y deshidratados en filtros de vacío	1.48	1.55	0.56	80	-	280	106
Digerido en tanques separados	2.7	3	1	94	-	168	63
Digeridos y deshidratados en lechos de arena	-	0.45	0.5	60	-	168	63
Digeridos y deshidratados en filtros de vacío	-	0.92	0.33	80	-	168	63
<b>Fango activado</b>							
Fango húmedo	19.4	20	7.2	98.5	1.25	270	102
Deshidratado en filtro de vacío	-	1.5	0.53	80	-	270	102
Secado por calentadores térmicos	-	0.3	0.08	4	-	270	102
Fosas sépticas, digerido	0.9	-	0.32	90	1.4	97	37
Tanque Imhoff, digerido	0.5	-	0.18	85	1.27	83	31

**Tabla 4.18 - Cantidad típica de lodos producidos por los diferentes tipos de tratamiento.**

**Fuente: "Ingeniería de aguas residuales", Metcalf & Eddy. Editorial Mc Graw Hill.**

**3ª Edición (1995)**

Se utilizará el valor 2.95 m<sup>3</sup>sobre miles de m<sup>3</sup>para la sedimentación primaria, siendo este el volumen de lodos sin digerir. Calculando el volumen de producción de lodos (V<sub>lp</sub>):

$$V_{lp} = \frac{2.95m^3}{1000m^3} \times 3166.56 m^3/dia$$

$$V_{lp} = 9.34 m^3/dia$$

Se recomienda que la limpieza del sedimentador se haga semanalmente.

- **Volumen de almacenamiento de lodos (Val)**

Para el volumen de almacenamiento de lodos se usa la siguiente ecuación:

$$V_{al} = V_{lp} \times \text{los días de almacenamiento}$$

Cómo anteriormente se plasmó que la limpieza será semanal, los días de almacenamiento de lodos son 7 días. Entonces se tiene:

$$V_{al} = 9.34 \frac{m^3}{dia} \times 7 dias$$

$$V_{al} = 65.38 m^3$$

- **Volumen del sedimentador**

El volumen total del sedimentador se obtiene de la suma del volumen de almacenamiento de lodos (Val) y el volumen de agua residual (Var):

$$V_S = V_{al} + V_{ar}$$

$$V_S = 65.38 m^3 + 263.88 m^3$$

$$V_S = 329.26 m^3$$

- **Área superficial del sedimentador**

Esta se obtiene utilizando la siguiente expresión:

$$A_S = \frac{Q_{md}}{C_S}$$

Dónde:

$C_s = \text{Carga superficial en } m^3/m^2/\text{dia}$

$A_s = \text{Área superficial}$

$$A_s = \frac{3166.56 \text{ m}^3/\text{dia}}{30 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}} = 105.55 \text{ m}^2$$

Con el valor del área superficial se determina el diámetro del sedimentador.

$$D_s = \sqrt{\frac{4A_s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(105.55 \text{ m}^2)}{\pi}} = 11.6 = 12.0 \text{ m}$$

▪ **Altura de cono ( $h_c$ ) del sedimentador primario.**

La inclinación o pendiente del fondo ( $\beta$ ) a considerar será  $45^\circ$  con respecto a la horizontal para el diámetro efectivo ( $D_e$ ) en el sedimentador se considerará el diámetro más el ancho que corresponde a las dos pantallas deflectoras de 15cm de espesor cada una por lo que el diámetro a considerar es:

$$D_e = 12.3 \text{ m}$$

Entonces, la altura del cono del sedimentador es:

$$h_c = \frac{D_c}{2} \tan \beta = \frac{12.3 \text{ m}}{2} \tan 45^\circ$$

$$h_c = 6.15 \text{ m}$$

▪ **Volumen de cono del sedimentador primario.**

Para encontrar el volumen del cono se tiene:

$$V_c = \pi r^2 \left(\frac{h_c}{3}\right) = \pi (6.15 \text{ m})^2 \left(\frac{6.15 \text{ m}}{3}\right) = 243.59 \text{ m}^3$$

Debido a que el volumen del cono es menor al volumen necesario del sedimentador, será necesario agregarle una sección cilíndrica.

$$V_{cil} = V_s - V_c$$

$$V_{cil} = 329.27 \text{ m}^3 - 243.59 \text{ m}^3 = 85.68 \text{ m}^3$$

Calculando altura de cilindro:

$$h_{cil} = \frac{V_{cil}}{A_{cil}} = \frac{85.68 \text{ m}^3}{\pi/4(12.3\text{m})^2} = 0.72 \text{ m} = 0.80 \text{ m}$$

Se agregará una sección cilíndrica de 12.30 m de diámetro y 0.80 m de alto.

El porcentaje de remoción recomendado durante el tratamiento empleado con el sedimentador primario es:

Período de retención nominal (horas)	DBO 100 a 200 mg/L		DBO 200 a 300 mg/L	
	DBO	SST	DBO	SST
1.5	30	50	32	56
2.0	33	53	36	60
3.0	37	58	40	64
4.0	40	60	42	66

Tabla 4.19 - Porcentaje de remoción recomendado. FUENTE: Norma Técnica OS.090 - "Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú

- **Remoción de Sólidos Suspendedos Totales (SST)**

De acuerdo a la tabla, se reduce un 53%.

$$SST = 100 \text{ mg/L}$$

$$SST = 100 - (100 \times 0.53) = 47 \text{ mg/L}$$

- **Remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

De acuerdo a la tabla, se reduce un 33%.

$$DBO = 142.5 \text{ mg/L}$$

$$DBO = 142.5 \frac{mg}{L} - \left( 142.5 \frac{mg}{L} \times 0.33 \right) = 95.48 \text{ mg/L}$$

## F. DISEÑO DEL FILTRO PERCOLADOR

Los datos básicos para el diseño son:

Caudal medio diario:  $Q_{md} = 36.65 \text{ lts/seg.}$

Demanda Bioquímica de oxígeno:  $DBO = 95.48 \text{ mg/L}$

El DBO a la salida del filtro según exigido por la Norma N.CONACYT debe ser como máximo 60 mg/l, pero considerando que los filtros no trabajarán a un 100% de su eficiencia, para este diseño se ha considerado que a la salida del filtro debe tenerse una concentración de DBO de 30 mg/l.

Para el diseño se considerará como opción filtros en dos etapas, y para ello se utilizarán las ecuaciones de la NCR (National Research Council USA).

Para la eficiencia 1 (E1):

$$E1 = \frac{100}{1 + 0.4425 * \sqrt{\frac{W_1}{V_1 F}}}$$

**Ecuación 4.5 –Eficiencia para la primer capa de filtro percolador.**

Para la eficiencia 2 (E2):

$$E2 = \frac{100}{1 + \left( \frac{0.4425}{1 - E1} \right) * \sqrt{\frac{W_2}{V_2 F}}}$$

**Ecuación 4.6 – Eficiencia para la segunda capa de filtro percolador.**

Dónde:

E1: Eficiencia del primer filtro percolador.



E2: Eficiencia del segundo filtro percolador.

W<sub>1</sub>: Carga de DBO<sub>5</sub> en kg DBO<sub>5</sub>/día aplicada al primer filtro.

W<sub>2</sub>: Carga de DBO<sub>5</sub> en kg DBO<sub>5</sub>/día aplicada al segundo filtro.

V<sub>1</sub>: Volumen del primer filtro percolador en m<sup>3</sup>.

V<sub>2</sub>: Volumen del segundo filtro percolador en m<sup>3</sup>.

F: Factor de recirculación (adimensional).

Ya que el sistema no será mecanizado, el factor de recirculación se determina considerando que la recirculación R=0, como se muestra:

$$F = \frac{1 + R}{\left(1 + \frac{R}{10}\right)^2}$$

$$F = \frac{1 + 0}{\left(1 + \frac{0}{10}\right)^2} = 1$$

▪ **Calculo de la eficiencia en cada filtro:**

Eficiencia conjunta de los filtros dispuestos en serie:

$$Ec = \frac{DBO_{5Inicial} - DBO_{5Final}}{DBO_{5Inicial}}$$

$$Ec = \frac{95.48 \text{ mg/L} - 30 \text{ mg/L}}{95.48 \text{ mg/L}}$$

$$Ec = 69\%$$

Considerando que los volúmenes de los dos filtros deben ser iguales, se analizan las 4 ecuaciones con las que se cuenta.

$$E1 + E2(1 - E1) = 0.69$$

$$E1 = \frac{100}{1 + 0.4425 * \sqrt{\frac{W_1}{V_1 F}}}$$

$$E2 = \frac{100}{1 + \left(\frac{0.4425}{1 - E1}\right) * \sqrt{\frac{W_2}{V_2 F}}}$$

$$W_2 = (1 - E1/100) * W_1$$

Despejando de las ecuaciones 4.5 y 4.6 los volúmenes, e igualándolos:

Para eficiencia 1 (E1):

$$E1 = \frac{100}{1 + 0.4452 * \sqrt{\frac{W_1}{V_1 F}}}$$

$$V_1 = \frac{W_1}{\left(\frac{226}{E1} - 2.26\right)^2}$$

Para eficiencia 2 (E2):

$$E2 = \frac{100}{1 + \left(\frac{0.4425}{1 - E1}\right) * \sqrt{\frac{W_2}{V_2 F}}}$$

$$V_2 = \frac{W_2}{\left( \frac{100}{E2 * \left(\frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}}\right)} - \frac{1}{\left(\frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}}\right)} \right)}$$

Sustituyendo W2 en la ecuación resultante de la eficiencia 2 (E2), se tiene:

$$V_2 = \frac{(1 - E1/100) * W_1}{\left( \frac{100}{E2 * \left( \frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}} \right)} - \frac{1}{\left( \frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}} \right)} \right)}$$

De las ecuaciones, igualamos los dos volúmenes:

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{W_1}{\left( \frac{226}{E1} - 2.26 \right)^2} = \frac{(1 - E1/100) * W_1}{\left( \frac{100}{E2 * \left( \frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}} \right)} - \frac{1}{\left( \frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}} \right)} \right)}$$

De la ecuación se puede eliminar W1 y quedar con las únicas incógnitas de E1 y E2, luego se despejará E2:

$$\frac{1}{\left( \frac{226}{E1} - 2.26 \right)^2} = \frac{(1 - E1/100)}{\left( \frac{100}{E2 * \left( \frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}} \right)} - \frac{1}{\left( \frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}} \right)} \right)}$$

$$E2 = \frac{100}{\left( \frac{0.4425}{1 - \frac{E1}{100}} \right) * \left( \frac{226}{E1} - 2.26 \right) * \left( \sqrt{1 - \frac{E1}{100}} \right) + 1}$$

**Ecuación 4.7 – Relación de eficiencias de capas en filtro percolador.**

El análisis debe ser enfocado en igualar los valores de eficiencia con los cuales los volúmenes se igualan, ya que los volúmenes tienen infinito número de combinaciones para los cuales pueden ser el mismo. Éste análisis se trabajó por prueba y error dando valores a E1 y calculando E2 en ambas ecuaciones hasta que E2 sea aproximadamente igual en ambos resultados, esto se cumple aproximadamente para los valores E1 = 70.0 y E2 = 56.1 los cuales se toman como correctos prosiguiendo el cálculo con ellos.

- **Calculo de la carga de Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) del primer filtro:**

$$W1 = \frac{C_{DBO} * Q_{md}}{1000}$$

Dónde:

W: Carga de DBO<sub>5</sub> en Kg - DBO<sub>5</sub>/d

C<sub>DBO</sub> = Concentración DBO<sub>5</sub> en mg/L

Q<sub>md</sub> = Caudal medio diario de agua medido en m<sup>3</sup>/s.

Sustituyendo:

$$W1 = \frac{(95.48 \frac{mg}{L}) * (36.65 \frac{L}{s} * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{86400s}{día})}{1000}$$

$$W1 = 302.34 \text{ kg DBO}_5/\text{día}$$

Calculando el volumen para la primera etapa:

$$70.0 = \frac{100}{1 + 0.4425 * \sqrt{\frac{302.34 \text{ kg DBO}_5/\text{día}}{V_1(1)}}$$

$$V_1 = 326.21 \text{ m}^3$$

Considerando una altura de 2.1m por capa del filtro y calculando el área para el primer filtro se tiene:

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{326.21 \text{ m}^3}{2.1 \text{ m}}$$

$$A = \frac{326.21 \text{ m}^3}{2.1 \text{ m}}$$

$$A = 155.34 \text{ m}^2$$

Considerando un filtro cuadrado:

$$L = \sqrt{A}$$

$$L = \sqrt{155.34 \text{ m}^2}$$

$$L \cong 12.5 \text{ m}$$

Para la primer capa del filtro, se tienen las dimensiones de 12.5 x 12.5 x 2.1 m.

Calculando dimensiones para la segunda capa:

- **Cálculo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del segundo filtro:**

$$W_2 = (1 - E1/100) * W_1$$

$$W_2 = (1 - 70/100) * (302.34 \text{ kg DBO}_5/\text{día})$$

$$W_2 = 90.702 \text{ kg DBO}_5/\text{día}$$

Calculando el volumen para la segunda etapa:

$$E2 = \frac{100}{1 + \left(\frac{0.4425}{1 - E1}\right) * \sqrt{\frac{W_2}{V_2 F}}}$$

$$56.1 = \frac{100}{1 + \left(\frac{0.4425}{1 - 0.7}\right) * \sqrt{\frac{90.702 \text{ kg } DBO_5/\text{día}}{V_2(1)}}$$

$$V_2 = 322.25 \text{ m}^3$$

Calculando el área para el segundo filtro:

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{322.25 \text{ m}^3}{2.1 \text{ m}}$$

$$A = \frac{322.25 \text{ m}^3}{2.1 \text{ m}}$$

$$A = 155.59 \text{ m}^2$$

Considerando un filtro cuadrado se tiene:

$$L = \sqrt{A}$$

$$= \sqrt{155.59 \text{ m}^2}$$

$$L \cong 12.5 \text{ m}$$

Para la segunda capa del filtro, se tienen las dimensiones de 12.5 x 12.5 x 2.1 m.

Verificando la tasa de carga hidráulica ( $L_w$ ) para el primer filtro:

$$L_{w1} = \frac{Q_{md}}{L^2} * 86400$$

$$L_{w1} = \frac{0.03665}{(12.5)^2} * 86400$$

$$L_{W1} = 20.27 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{día}$$

Ya que los dos filtros son iguales, la tasa de carga hidráulica para el segundo filtro es igual a la del primero.

$$L_{W2} = 20.27 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{día}$$

Basándose en los resultados obtenidos de carga hidráulica y eficiencia requerida se diseñarán filtros en dos etapas dispuestos en serie, sin recirculación para no tener que mecanizarlos.

Al final del proceso de limpieza en la primera capa del filtro, el valor de DBO que se tendrá es:

$$CDBO = 95.48 \text{ mg/L} - (95.48 \text{ mg/L} * 0.70) = 28.644 \text{ mg/L}$$

Para el segundo filtro:

$$CDBO = 28.644 \text{ mg/L} - (28.644 \text{ mg/L} * 0.561) = 12.57 \text{ mg/L}$$

La concentración de DBO a la salida del filtro percolador cumple con la norma N.CONACYT NSO 13.49.01:06 para la descarga de agua residual a un cuerpo receptor que exige una concentración máxima de DBO<sub>5</sub> de 60 mg/l, por lo que se considera que el diseño es satisfactorio.

## **G. DISEÑO DE DIGESTOR DE LODOS**

Tomando en cuenta los resultados del primer sedimentador, se tiene que se producen un total de 9.43 m<sup>3</sup>/día.

<b>Temperatura (F°)</b>	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0
<b>Temperatura (C°)</b>	10.0	15.6	21.1	26.7	32.2	37.8
<b>Periodo de digestión</b>	75.0	56.0	42.0	30.0	25.0	24.0
<b>Tipo de digestión</b>	Mesofílica.					

Tabla 4.20- Digestión discontinua de los lodos de sedimentación libre a diferentes temperaturas. FUENTE: "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". Tomo II. Purificación de Aguas y Tratamiento de Aguas Residuales, Fair, Geyer, Okun, Año 1998.

Para efectos de diseño, se toma un valor de temperatura promedio de 32.2 °C, por lo que se tiene un período de digestión de 25 días.

- **Volumen de digestor**

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$V_d = V_{lp} * T$$

Dónde:

$V_d$  = Volumen de digestor.

$V_{lp}$  = Volumen de lodos producidos en el sedimentador.

T = Tiempo de digestión.

$$V_d = 9.34 \frac{m^3}{dia} * 25días$$

$$V_d = 233.5 m^3$$

- **Área superficial del digestor**

$$A = \frac{V_d}{h}$$

Dónde:



A: Área del digestor

Vd: Volumen del digestor.

h: Altura del digestor ( asumiendo una altura de 2.0 m)

$$A = \frac{233.5 \text{ m}^3}{2.0\text{m}}$$

$$A = 116.75 \text{ m}^2$$

El diámetro se calcula de la siguiente manera:

$$D = \sqrt{\left(4 * \frac{A}{\pi}\right)}$$

$$D = \sqrt{\left(4 * \frac{116.75\text{m}^2}{\pi}\right)}$$

$$D = 12.20 \text{ m}$$

Considerando una pendiente de 1:6 en el cono del digestor, se tiene:

$$hc = \frac{D}{2} \left(\frac{1}{6}\right)$$

$$hc = \frac{12.20\text{m}}{2} \left(\frac{1}{6}\right)$$

$$hc = 1.02\text{m} \cong 1.10\text{m}$$

## H. PATIO DE SECADO DE LODOS

Para el diseño del patio de secado de lodos se necesita conocer el volumen total de lodos a colocar en el mismo, que se revisan los datos que se tienen en la tabla 4.10. La cantidad de lodos producidos en los procesos anteriores y se tiene:

a) **Lodos producidos en sedimentación primaria digeridos en tanques separados:** se produce una cantidad de  $1.45 \text{ m}^3/1000 \text{ m}^3$  de Agua Residual.

b) **Lodos producidos en la sedimentación primaria luego del filtro percolador:**  $0.745 \text{ m}^3/1000 \text{ m}^3$  de Agua Residual.

Por lo tanto la cantidad de lodos producidos diariamente será:

$$V_L = \frac{1.45 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3} + \frac{0.745 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3} = \frac{2.195 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3}$$

Calculando volumen de lodos a colocar en el patio:

$$V_{LPatio} = V_L \times Q_{md} \times tr$$

Sustituyendo valores:

$$V_{LPatio} = \frac{2.195 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3} \times \left( 0.03665 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s/d} \right) \times 25 \text{ días}$$

$$V_{LPatio} = 173.76 \text{ m}^3$$

Los requisitos de área de los lechos de secado se determinan adoptando una profundidad de aplicación entre 20 y 40 cm de acuerdo al numeral 5.9.6.3 de acuerdo a la Norma Peruana "Norma OS.090", por lo que el área requerida es:

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{173.76 \text{ m}^3}{0.4 \text{ m}}$$

$$A = 434.4 \text{ m}^2$$

Considerando disponer cuatro patios de secado de lodos y asumiendo 6 m de ancho para cada uno se tiene una longitud de:

$$L = \frac{A_T}{4} = \frac{A_T}{24}$$

$$L = \frac{434.4 \text{ m}^2}{24\text{m}}$$

$$L \cong 18.0 \text{ m c/patio}$$

## **4.5 – TRATAMIENTO INDIVIDUAL**

### **4.5.1 - METODOLOGÍA PARA LA PRUEBA DE INFILTRACIÓN PARA DETERMINAR 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 por 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.

#### **4.5.2 - PROPUESTA DEL TRATAMIENTO INDIVIDUAL PARA LOS LUGARES INACCESIBLES DEL SISTEMA.**

Debido a la topografía que presenta el municipio, se tienen lugares en los cuales es difícil hacer la recolección de las aguas residuales, es por ello que se presenta esta alternativa que dé solución a esta parte del diseño.

Para esta alternativa se llevaron a cabo pruebas de infiltración que ayudaran a elegir los elementos necesarios para el tratamiento individual, y de las cuales se muestran los resultados obtenidos.

<b>LUGAR DE LA PRUEBA</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO (MIN)</b>
Entrada principal al Municipio	26.97
Colonia Nueva	8.54
Colonia Brisas del Rio	26.82
Salida a Lislique	5.40

**Tabla 4.21 - Resultados de prueba de infiltración. FUENTE: Elaboración Propia**

Cabe recalcar que el resultado de los tiempos, es el promedio de 2 pruebas realizadas en cada uno de los lugares en donde se da el problema, de igual manera es el tiempo en que el nivel de agua tarda en bajar 2.5 cm dentro del pozo.

#### **4.5.3 - ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL DE AGUAS NEGRAS Y GRISES.**

El tratamiento individual de aguas negras y grises, está compuesto de tres elementos que son:

- Letrina Abonera Seca Familiar (LASF).
- Trampa para grasa.
- Sistema de Infiltración.

Para el caso del sistema de infiltración, será utilizado el Pozo de absorción, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas, se observa que el suelo es apropiado para poder utilizar este tipo de sistema.

##### **1. Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)**

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. Las características de esta letrina también permiten su construcción en terrenos húmedos y poco firmes, como los suelos arenosos. Este tipo de letrinas se conoce con el nombre de Letrina Abonera Seca Familiar con ventilación o sencillamente por sus siglas LASF.

La letrina Abonera Seca familiar con Ventilación, cumple con las mismas características de la Letrina Abonera Seca familiar sin Ventilación, con la

diferencia que lleva incorporado un Tubo de Ventilación, cuya función principal es la de optimizar la evacuación de olores y sirve como trampa para insectos que puedan proliferar en su interior.

Para la instalación del Tubo de Ventilación se deben observar los siguientes requisitos: El tubo de ventilación debe sobresalir por lo menos 10 cm. de la sección superior del techo de la caseta, debe ser preferentemente de PVC de 80 PSI y con un diámetro de 3 pulgadas. Debe ubicarse en la parte posterior de la caseta y que sobrepase por lo menos 2 cm. la plancha de la letrina. Debe estar fijado en la pared por medio de abrazaderas. En la parte superior del tubo debe instalarse un codo de 60° y una malla o cedazo Color blanco o amarillo, para que el color no obstruya el brillo producido por el Sol y debe garantizarse que quede bien sujeta al tubo.

▪ **Criterios de ubicación para letrinas del tipo LASF.**

Los criterios establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en la Norma Técnica Sanitaria para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas secas sin arrastre de agua son:

- a) Que exista riesgo de contaminar cuerpos de agua con otro tipo de letrina.
- b) Que las características del predio de la vivienda no permitan la construcción de otro tipo de letrinas.
- c) La distancia mínima entre la letrina y líneas de colindancia será de 1.0 m.
- d) 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.

- **Detalles técnicos de las LASF:**

- **Dos Cámaras de Almacenamiento**

La LASF provee dos depósitos o cámaras colocados uno junto al otro, los cuales permiten la recolección de las heces. Cuando una cámara está llena no es necesario trasladar a otro lugar toda la letrina, como sucede en las de foso; sencillamente se cambia de una taza a otra, dejando sellada y temporalmente sin uso la taza empleada al principio.

- **Urinarios para Garantizar el Proceso Seco**

Es una letrina que funciona con la condición de mantenerse seca, no está diseñada para recibir líquidos tales como orina o agua. Precisamente por ello, los asientos o tazas utilizados en ella tienen un elemento particular que los hace diferentes a los de otros tipos de letrinas; las tazas cuentan con una prolongación delantera que impide la penetración de orina en la cámara. Esta prolongación o urinario recibe la orina, y la traslada hasta un foso sumidero por medio de un tubo o poliducto. A la letrina también se le ha adaptado un colector de orina de diseño especial que ha de ser utilizado exclusivamente por varones.

El tamaño de las tazas, permite que éstas sean utilizadas por personas de todos los grupos de edad. Adaptándole un asiento más reducido, la taza se adecúa para que la usen los niños de corta edad.

- **Mantenimiento Mejorado**

El mantenimiento de las LASF es sumamente sencillo; ésta posee dos cámaras, cada una de estas cámaras se llena, en condiciones normales, en unos seis meses. Una vez llena, se sella y suspende su uso durante los próximos seis meses. Este será el tiempo necesario para que el excremento humano se

descomponga y seque; en su nuevo estado el material será removido más fácilmente y no ofrecerá peligros para la salud. La cámara llena podrá ser vaciada después de pasados seis meses de haber sido sellada, mientras tanto, la otra estará en uso por un período igual de tiempo.

- **El Material de Desecho Puede Ser Aprovechado**

Además de las ventajas de higiene y mantenimiento, este tipo de letrina ofrece la ventaja de producir abono orgánico. En la LAFS, el excremento humano experimenta un proceso de transformación, que lo convierte en materia aprovechable para el enriquecimiento de la tierra de cultivo.

Para el logro de este propósito, el uso de la letrina abonera seca, exige que las heces depositadas en la cámara sean cubiertas con cantidades regulares de ceniza, o en su defecto, una mezcla de tierra seca con cal. Las heces así tratadas, sufren un cambio en su composición; son secadas y se descomponen, reduciendo su contenido de gérmenes y produciendo un tipo de abono perfectamente aprovechable.

- **Facilidad de Construcción de las Letrinas**

La construcción de la LASF es relativamente sencilla y se presenta para que las familias de la comunidad se organicen y se apoyen mutuamente en las actividades necesarias para su construcción. La comunidad puede intercambiar herramientas de trabajo, ayudar en la consecución de materiales a las familias que tengan más dificultades para obtenerlos y apoyarse mutuamente en los distintos pasos para la construcción de las letrinas.

## **2. Trampa para grasa**

La trampa para grasa es un dispositivo de fácil construcción 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. 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.

### **3. 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.

Para poder conocer la profundidad efectiva del pozo de absorción, se utiliza la siguiente fórmula:

$$H = \frac{K_1 N}{\pi D}$$

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)

$K_1$ : coeficiente de absorción en metros<sup>2</sup>/persona/día

N: número de habitantes del inmueble

D: diámetro medio del pozo en metros

El coeficiente de absorción se obtiene de la siguiente tabla:

Tiempo en minutos para que el nivel del agua baje 2.5 cm	Superficie de filtración requerida por persona por día en metro <sup>2</sup> ( $k_1$ )
1	0.88
2	1.08
5	1.44
10	2.25
30	4.50
Más de 30	Terreno inadecuado

**Tabla 4.22 - Coeficiente promedio de absorción del terreno. FUENTE: Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises.**

- **Cálculo de las profundidades de los pozos para cada uno de los lugares**

### **1 – Entrada principal.**

$K_1$ : 2.25 (de acuerdo al tiempo de la tabla)

N: 4 personas (valor estimado)

D: 1.00m

$$H = \frac{(2.25m^2/persona)(4\ persona)}{\pi(1m)} = 2.86m$$

Considerando la altura de broquel de 1 metro más 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta, la altura total del pozo es:

$$HT = 2.86 + 1 + 0.50 \cong 4.40m$$

### **2 - Colonia Nueva**

$K_1$ : 2.25 (de acuerdo al tiempo de la tabla)

N: 4 personas (valor estimado)

D: 0.30m

$$H = \frac{(2.25m^2/persona)(4\ persona)}{\pi(1m)} = 2.86m$$

Considerando la altura de broquel de 1 metro más 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta, la altura total del pozo es:

$$HT = 2.86 + 1 + 0.50 \cong 4.40m$$

### 3 - Colonia Brisas del Rio

$K_1$ : 2.25 (de acuerdo al tiempo de la tabla)

N: 4 personas (valor estimado)

D: 0.30m

$$H = \frac{(2.25m^2/persona)(4 persona)}{\pi(1m)} = 2.86m$$

Considerando la altura de broquel de 1 metro más 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta, la altura total del pozo es:

$$HT = 2.86 + 1 + 0.50 \cong 4.40m$$

### 4 - Salida a Lislique

$K_1$ : 1.40 (de acuerdo al tiempo de la tabla)

N: 4 personas (valor estimado)

D: 0.30m

$$H = \frac{(1.40m^2/persona)(4 persona)}{\pi(1m)} = 1.78m$$

Considerando la altura de broquel de 1 metro más 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta, la altura total del pozo es:

$$HT = 1.78 + 1 + 0.50 \cong 3.30m$$

#### **4.5.4 - CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO INDIVIDUALES DE AGUAS NEGRAS Y GRISES EN FUNCIONAMIENTO**

##### **1 - Uso y mantenimiento de letrina abonera seca familiar**

Para el uso y mantenimiento de la letrina abonera seca familiar se debe considerar lo siguiente:

- 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.
- 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.
- 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.
- 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 o utilizando plástico con hule para su sostén. Posteriormente,

debe iniciarse el uso de la segunda cámara siguiendo el mismo procedimiento.

- 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.
- 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.
- Los materiales secantes que deben aplicarse a las letrinas (LASF) son los siguientes: cal, ceniza, cal y ceniza mezcladas en iguales proporciones.
- 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.
- 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. El papel de desecho no debe colocarse dentro de la cámara.

- Debe cerciorarse que la cámara contenga suficiente material secante y su aspecto seco y de color oscuro (gris á negro).
- 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.
- Se debe revisar frecuentemente la salida del drenaje de la orina a fin de eliminar cualquier objeto que pudiera obstruirlo o producir malos olores.
- 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 o 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 máximo la proliferación 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.
- El piso debe permanecer limpio y completamente seco.
- La taza debe permanecer completamente tapada.
- Se debe realizar en forma pronta y oportuna cualquier reparación que amerite en su infraestructura.
- 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.

- No debe usarse como bodega, ni darle otros usos distintos para los que fue construida.
- 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.
- 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.
- 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.

## **2 – Mantenimiento para trampa de 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.

### **3 - 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 uno 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.

Las dimensiones de los componentes que constituyen la Letrina Abonera Seca Familiar se presentan en el siguiente resumen:

Componente	Tipo de Letrina	Componente	Tipo de Letrina
	LASF		LASF
<b>1. Dimensiones de la base</b>		<b>7. Tubo de drenaje de orina</b>	Manguera plástica transparente $\Phi$ 1"
Ancho	1.30m	<b>8. Dimensiones de caseta</b>	
Largo	1.80m	Largo	1.70m
Espesor mínimo en el centro	0.15m	Ancho	1.20m
Espesor mínimo en los extremos	0.25m	Altura mínima en la sección frontal hasta la pared	1.80m
Espesor máximo en caso de inundaciones	0.60m	Altura mínima en la sección posterior hasta la pared	1.70m
<b>2. Dimensiones de cámara u hoyo</b>	Cámara	Espacio de la puerta	
Ancho	1.70m	Ancho Mínimo	0.70m
Largo	1.20m	Ancho Máximo	0.90m
Profundidad	-	Altura Mínima	1.60m
Alto	0.85m	<b>9. Instalación de techo</b>	3 láminas galvanizadas acanaladas de 2x1 yardas N° 26
Altura frontal	-	<b>10. Compuertas de las cámaras (0.40m x0.40m) Ancho y alto respectivamente</b>	2u
Altura posterior	-	<b>11. Colector solar</b>	-
<b>3. Instalación de plancha</b>	2u	<b>12. Tubo de ventilación (opcional)</b>	-
<b>4. Taza</b>	2u	13. Pasamanos (opcional)	1u
<b>5. Gradas</b>	-	14. Urinarios para hombres	1u
Huella	0.30m		
Contrahuella	0.20m		
<b>6. Depósito para confinamiento de la orina</b>			
Volumen mínimo (0.40m x 0.40m x 0.50m) Ancho, largo y alto respectivamente, si el terreno es permeable, en caso contrario usar depósito plástico.	2u		
Ubicación bajo terreno natural	0.10m		

**Tabla 4.23 - Dimensiones y componentes de la letrina. FUENTE: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Norma Técnica sanitaria para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas secas sin arrastre de agua.**

## **4.6 - MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

Las tuberías de alcantarillado deben limpiarse periódicamente y de una forma apropiada, a fin de mantener su funcionamiento normal.

Tierra, arena, aceites y grasas, pueden acumularse en las tuberías de alcantarillado sanitario, y reducir su sección transversal, dando como resultado una disminución de su capacidad de flujo hasta producir un bloqueo de las mismas.

La limpieza de las tuberías produce los efectos positivos siguientes:

- ✓ Preservación de su capacidad de flujo, por la remoción de la tierra y arena acumulada.
- ✓ Extensión de la vida de las alcantarillas cuando éstas son limpiadas regularmente.
- ✓ Prevención de olores desagradables y preservación de un ambiente placentero.

### **4.6.1 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

#### **1. Registro de las redes de alcantarillado**

Los responsables de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberán disponer de planos actualizados de las redes, donde se pueda ver la ubicación de las tuberías, tanto en planta como en perfil, además, deberán tener datos relacionados al material, diámetros, clase, fecha de instalación y cualquier otro detalle del sistema.

## **2. Personal**

La cantidad de personas que se dedicarán a los trabajos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado debe ser adecuada a la extensión del sistema y al tipo de trabajo que se realizará, es difícil dar cifras adecuadas sobre la necesidad de personal, cada caso deberá ser evaluado particularmente.

Se deberá seleccionar personal físicamente capacitado. Los exámenes físicos rutinarios son necesarios. Las lesiones físicas están ligadas con los peligros inherentes al trabajo que se desarrollan en las calles y en las zanjas.

El personal seleccionado deberá ser entrenado en la rutina diaria, haciéndole conocer todas las medidas de seguridad que deberá adoptar, para protegerse y evitar accidentes que dañen su integridad física o afecten a su salud.

Durante la operación se deberá tomar estrictas medidas para proteger a los trabajadores frente a posibles accidentes, enfermedades, asfixias, envenenamiento, explosiones, descargas eléctricas, etc.

## **3. Equipos y herramientas**

El grupo de personas encargadas de las tareas de los trabajos de mantenimiento, deberá contar como mínimo con los siguientes materiales:

- a. Cable flexible de aleación de cobre, aproximadamente de 12 mm, en longitudes variables que se utilizará para “empujar” los materiales que normalmente producen las obstrucciones hacia abajo.
- b. Varillas de acero de 12 mm, aproximadamente 60 cm de largo, con uniones en los extremos, que enrosca una con otra para formar un cable largo. Puede ser de madera de 18 mm de diámetro con extremos de bronce hembra-macho para ser atornillada una a la otra.
- c. Picos, palas y herramientas para levantar las tapas, para reparar las tuberías.

- d. Cuerdas, linternas, escaleras de aluminio tipo plegadizo.
- e. Indumentaria que incluya cascos, guantes largos, botas de hule y capas contra la lluvia.
- f. Equipo de seguridad que incluya detector de gases y mascarillas de seguridad.

#### **4. Operación de las redes de alcantarillado**

La Municipalidad u organización operadora deberá ser responsable de la operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema de alcantarillado para asegurar un alto grado de confiabilidad.

Las labores de operación del sistema comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificando que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

##### **a. Puesta en marcha**

Antes de poner en funcionamiento las redes de alcantarillado éstas deberán ser limpiadas, eliminando los desperdicios y los residuos de concreto. Las alcantarillas inaccesibles se inspeccionan utilizando linternas.

##### **b. Inspección**

La finalidad de la inspección de las redes de alcantarillado es el de tener conocimiento del estado de conservación, a través del tiempo, de los diversos componentes que conforman las redes y en especial las tuberías de drenaje.

La inspección ayudará a conocer lo siguiente:

- La vejez o antigüedad de la tubería.
- La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales.
- La penetración de raíces en la tubería.

- La limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.
- Existencia de tapas

La inspección interna de los colectores será en forma visual empleando linternas, y el equipo de seguridad personal. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua. Normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana; sin embargo, en base al comportamiento local de la red podría tenerse otro horario más adecuado.

Se deberá tener especial cuidado al decidir que tramos se inspeccionarán, ya que resulta un desperdicio de esfuerzos y dinero el inspeccionar toda la red. Gran parte de ella no presenta problemas y no tiene sentido la inspección.

Las cuadrillas para la inspección deberán estar conformadas por al menos tres hombres. El responsable de la operación y mantenimiento deberá fijar una frecuencia de inspección que estará en función a las condiciones locales, disponibilidad de recursos, estado de conservación de colectores y toda la experiencia previa de inspección.

## **5. Mantenimiento de las redes de alcantarillado**

La mayoría de las obstrucciones ocurren dentro de las casas o propiedades, en las instalaciones sanitarias, así como en las conexiones domiciliarias. Por tanto, las labores de mantenimiento preventivo comienzan en las viviendas de los usuarios.

Se debe hacer un uso apropiado del servicio de alcantarillado. Se debe seguir las siguientes recomendaciones para evitar la obstrucción de los colectores de menor tamaño (simplificados y condominiales):

- No verter a los lavaderos residuos de comida, papeles, plásticos, ni otro material que pudiera ocasionar atoros de la red.

- No arrojar al inodoro papeles, toallas higiénicas, trapos, vidrios, aguas de lavado o con contenido de grasas, ni otros objetos extraños al desagüe.

## **6. Limpieza de los colectores**

Se deberá identificar, en función a la antigüedad de la tubería y la pendiente de la misma, los tramos de la red críticos, que merece mantenimiento más frecuente, y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciados.

- La frecuencia de mantenimiento para los tramos críticos será de seis meses y para los no críticos un año.
- Se deberá realizar la limpieza de los tramos iniciales de los colectores con abundante chorros de agua.
- Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero de 3/8" a 1/2" de diámetro y de 1,0 m. de longitud. También pueden emplearse cables de acero de 12 mm. de longitud variable. En ambos casos se pueden adaptar ciertos dispositivos como cortadores de raíces y cortadores expandibles con cuchillas adaptables al diámetro de la tubería.
- Se deberán abrir las tapas de los pozos aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas.

## **4.7 - MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

### **4.7.1 - GENERALIDADES**

Las operaciones de mantenimiento tienen lugar debido a la constante amenaza que implica la ocurrencia de una falla o error en un sistema o equipo. Además de existir una necesidad de optimizar el rendimiento de las unidades de los procesos dentro de las instalaciones de una planta de tratamiento.

El objetivo buscado por el mantenimiento es contar con instalaciones en óptimas condiciones en todo momento, para asegurar una correcta operación del sistema, lo cual está basado en la carencia de errores y fallas.

El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo y operando bajo las mejores condiciones técnicas, sin importar las condiciones externas (ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del ambiente al cual este sometido el sistema. El mantenimiento además debe estar destinado a:

- Optimizar la producción del sistema
- Reducir los costos por averías
- Disminuir el gasto por nuevos equipos
- Maximizar la vida útil de los equipos.

Dentro de las plantas de tratamiento el mantenimiento requiere que sea preventivo y correctivo. Llamamos "Mantenimiento Preventivo o Mantenimiento Planificado", a aquellas actividades antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento. Y llamamos "Mantenimiento Correctivo o



Mantenimiento Reactivo", a aquel que tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema.

#### **4.7.2 - REQUERIMIENTOS PARA EL ARRANQUE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

##### **1 - Personal requerido:**

Para efectuar las labores de operación y mantenimiento de una manera eficiente, se debe contratar a dos operadores de tiempo completo, (jornada de 8 horas/días) que pueda atender cada una de las unidades de la planta de tratamiento. Deberá tener conocimiento de dos vigilantes que trabajen en horario nocturno.

##### **2 - Responsabilidades del operador.**

- Revisar periódicamente el estado de las unidades en general.
- Realizar los controles necesarios para la normal operación de la planta, tales como: medición de caudales toma de muestras de agua, el encendido y apagado de motores cuando se alcancen los niveles Pre-establecidos de control, desarrollo de los programas de mantenimiento físico de todas las unidades de la planta y de las instalaciones en general tales como: limpieza general de las instalaciones, riego de jardinería, la operación de válvulas, bombas compuertas, tuberías, etc.
- Registro de controles efectuados como: aforo instantáneo del efluente, información requerida en los formularios de registro de observaciones visuales y operaciones realizadas, visitas que se realizan a la planta, como inspecciones, muestreo, visitas de centros educativos y de la

comunidad en general. El operador velara por que la entrada a las instalaciones permanezca cerrada incluso cuando esté trabajando en el recinto.

Además debe recordar a los visitantes los riegos higiénicos sino están bien informados.

### **3 - Documentación requerida en las instalaciones de la planta.**

La documentación que deberá estar disponible en todo momento en la planta es la siguiente:

- Memoria técnica del proyecto
- Un juego completo de planos de construcción
- Especificaciones técnicas de la construcción
- Manual de operación y mantenimiento
- Formularios de registro de datos operacionales
- Libro de observaciones

#### **4.7.3 - REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD CON QUE DEBEN CONTAR LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.**

Hay muchos peligros para considerar alrededor de una planta de tratamiento de aguas residuales y un sistema de recolección, entre los que podemos mencionar:

- Heridas corporales, resbalones, o caídas
- Enfermedades contagiosas
- Deficiencias de oxígeno
- Gases o vapores tóxicos o explosivos
- Productos químicos tóxicos y peligrosos

- Entre otros

Las plantas de tratamiento deben poseer elementos de seguridad de manera que los trabajadores puedan realizar las actividades cotidianas sin riesgos, evitando así accidentes tanto para estos como para los visitantes. Por lo tanto se hace necesario la utilización de equipo de protección para operadores de plantas de tratamiento.

### **1- Infraestructura:**

- Sistema de agua potable: Es necesario disponer de este sistema para el lavado de unidades de tratamiento, tales como la cámara de rejillas, desarenador, vertederos, etc. También se requerirá del uso de este servicio para el personal de la planta (vivienda del operador, cocina y servicios higiénicos).
- Cerca perimetral: sirve para evitar el acceso de animales o personas no autorizadas a la planta.
- Caseta del operador: lugar donde el operador pueda guardar sus pertenencias, asearse, cocinar e ingerir sus alimentos y dormir en caso de que el operador deba permanecer dentro de las instalaciones por una o varias noches. Además debe incluirse dentro de la caseta una bodega para el resguardo y mantenimiento de las herramientas y equipo.
- Rotulo de identificación de la planta y señalización: debe especificarse el nombre de la planta, tipo de aguas a ser tratada (en nuestro caso aguas negras), propietario, fecha de inauguración, costo de la planta etc. En cuanto a las señalizaciones estas estarán ubicadas en las diferentes áreas para que indiquen advertencias y peligro y en los distintos elementos que conforman la planta, serán dirigidas al operador y a personas que visiten la planta.
- Puerta de acceso: sirve para acceder las instalaciones.

- Servicio de alumbrado eléctrico: necesario para iluminar la planta en las horas nocturnas.
- Accesos y caminos: es importante que la vía que comunica a la planta se encuentre en buen estado,
- Disposición final de los residuos sólidos: tanto el material retenido en las rejillas y desarenador como el material recolectado de realizar la limpieza general de las instalaciones.

## **2 - Herramientas de trabajo:**

Las herramientas a utilizar dentro del mantenimiento de la planta serán: rastrillo metálico, vara metálica con gancho en un extremo, manguera, pala, balde, carreterilla, colador, escoba plástica, pala plástica, pico, machete, martillo tenazas y llaves, serrucho, destornilladores, etc.

## **3 - Equipo de seguridad personal:**

Los riesgos a los que está expuesto un empleado en las instalaciones de este tipo son principalmente lesiones físicas e infecciones. El equipo debe ser el adecuado para proporcionar a los trabajadores protección para evitar o disminuir lesiones producidas por los accidentes o impedir que el trabajador adquiera una enfermedad.

Los elementos que utiliza el trabajador para su seguridad personal son:

## **4 - Ropa de trabajo**

Se le debe proporcionar por lo menos dos uniformes cinturón de seguridad para evitar caídas, gorras para protección del sol, mascarillas desechables para disminuir olores fuertes, botas de hule con suela antiderrapante, guantes de protección de cuero para labores mayores como aberturas de compuertas, manejar rejillas y guantes de protección de hule para evitar infecciones por

contactos con las aguas negras o material de las rejillas o desarenador, así como lentes de protección para evitar infección por contacto en los ojos.

## **5 - Equipo de emergencia:**

Los equipos de emergencia que son necesarios en las instalaciones son: Botiquín de primeros auxilios, extinguidor de incendios, lámparas portátiles.

Nota: es fundamental que antes de empezar la labor como operador, la persona seleccionada para este trabajo debe recibir capacitación en primeros auxilios.

### **4.7.4 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA PRELIMINAR.**

#### **A - REJILLAS**

##### **1- Operación**

Permiten retener sólidos orgánicos grandes que flotan o están suspendidos. Las aguas residuales contienen trapos, desperdicios, pedazos de madera, arena, etc., que deben ser removidos antes de ingresar a las unidades de tratamiento debido a que pueden obstruir cañerías, canaletas, orificios, entre otros elementos que una vez admitidas en la planta, son de difícil remoción y pueden afectar posteriormente el proceso de tratamiento.

##### **2 - Mantenimiento**

Este consiste principalmente en la limpieza y recolección de las basuras que se detienen en las rejillas, además de la disposición de estos desechos. Las actividades a realizar son las siguientes:

### **Mantenimiento diario:**

- Los residuos atrapados en las rejjas deben extraerse tantas veces al día como sea necesario para prevenir inconvenientes al libre escurrimiento del líquido. Por lo tanto se recomienda la limpieza como mínimo dos veces al día una por la mañana y la otra por la tarde.
- Los residuos retenidos en las rejjas serán removidos con rastrillos de mango largo, los que deben ser livianos para facilitar su manejo.
- Al final de cada jornada, los obreros deben lavar los utensilios empleados (pala, rastrillos, carretillas) a fin de evitar la proliferación de insectos y malos olores por la descomposición de la materia orgánica depositada en éstos.
- El material retenido en las rejjas deberá ser transportado a un sitio dentro de la planta con ayuda de una carretilla de mano.
- Se recomienda que el material retirado de las rejillas sea colocado en un depósito de basura o en un contenedor y cubrirlos con cal para evitar malos olores.
- También deben eliminarse los depósitos de arena u otros desechos que se depositan aguas arriba de las rejillas que pueden provocar reflujos o impedir el paso del agua. La arena puede ser barrida dejándola correr junto con el agua hacia los desarenadores, los desechos deben ser retirados con un rastrillo y ser depositados junto con los demás.
- Después de efectuada la limpieza, lavar las rejillas, placa perforada y las paredes con agua a presión, para evitar los malos olores y la proliferación de insectos y roedores.

### **Mantenimiento anual:**

- Se deben revisar las rejillas y compuertas, si presentan corrosión lijarlas y pintarlas; también deben revisarse la placa perforada, paredes y fondo del canal y en caso de encontrar muestras de deterioro, éstos deben

repararse siempre que sea posible. De esta manera se asegura que las estructuras duren más.

**Importante:**

- Recordar que en período de lluvia, la limpieza de la rejilla debe realizarse después de una tormenta, pues puede obstruirse. Los desechos recolectados en los depósitos de basura deben ser enterrados.

**B - DESARENADOR**

**1 - Operación:**

Este dispositivo tiene como finalidad el extraer de las aguas residuales los sólidos inorgánicos como lo son las arenas, las cenizas y gravas, recibiendo generalmente el nombre de arenas, evitándose así problemas en los tratamientos siguientes.

**Mantenimiento diario:**

- Los desarenadores deben limpiarse por lo menos una vez, de preferencia por la mañana. Las arenas deben retirarse con una pala, colocándolas en un depósito para luego trasladarlas a los patios de secado para su escurrimiento.
- Los canales se alternarán diariamente, es decir, que mientras uno está en operación el otro se debe secar y limpiar, quedando libre de sedimentos o agua estancada.
- En caso de lluvias muy fuertes deben operarse los dos canales al mismo tiempo, cuando realice la limpieza de los desarenadores, en estas condiciones se debe limpiar comenzando del extremo final del canal, en el sentido contrario del flujo y utilizando una pala con perforaciones laterales que permita el drenado de arena.

**Mantenimiento semanal:**

- Desprender el material adherido al fondo y paredes de la cámara.
- Enjuagar completamente la cámara antes de restaurar su funcionamiento.

**Mantenimiento mensual:**

- Engrasar los tornillos y partes que sirven para la abertura y cierre de las compuertas.

**Mantenimiento anual:**

- Se deberán revisar por lo menos una vez por año las placas que trabajan como compuertas evitando así que se oxiden y pintar los posibles puntos de corrosión.

**Disposición de desechos:**

- Las arenas pueden ser depositadas en los lechos de secado para su escurrimiento, después deben enterrarse con los otros desechos.

**C - MEDIDORES DE CAUDAL****1 - Operación:**

Para la medición de caudal se utilizara un medidor Parshall en las diferentes plantas. El agua pasa atreves de él, se mide con una regla la altura del agua (tirante) en el punto de medición y así se determina el valor del caudal.

**2 - Mantenimiento:**

Este consiste en el aforo o medición diaria del caudal, la limpieza de las paredes y pisos del elemento.



**Mantenimiento diario:**

- Se recomienda realizar las mediciones del caudal una vez por la mañana y la otra por la tarde.
- De no contarse con una regla graduada para realizar las mediciones podrá utilizarse una cinta métrica en forma vertical en el punto de medición.

**Mantenimiento semanal:**

- Realizar limpieza en las paredes, piso y cinta de medición. Esto evitara la acumulación de sedimentos y residuos y proliferación de insectos. Esto puede realizarse con una escoba o un cepillo plástico de mango largo.

**Mantenimiento anual:**

- Revisar el dispositivo en general por si presenta deterioro, y así poder tomar las medidas correctivas adecuadas.
- En caso que las paredes interiores de los canales desarenadores y del medidor se encuentren agrietadas o se desmoronen se podrán repellar con una mezcla fina de mortero, teniendo cuidado en no alterar las dimensiones originales de estos, para elaborar la mezcla, la arena debe colarse por la malla 1/16" conocida comúnmente como "cedazo", y utilizar una parte de arena por dos partes de cemento.

**4.7.5 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRATAMIENTO PRIMARIO.****A - TANQUE SEDIMENTADOR PRIMARIO TIPO DORTMUND.****1 - Operación**

El tanque de sedimentación es un dispositivo que consta de dos partes, la parte superior, donde se efectúa la sedimentación de los sólidos contenidos en las aguas residuales; y la parte inferior donde se efectúa la digestión de éstos.

## **2 - Mantenimiento**

Este consiste en la limpieza constante del elemento, se deben realizar las siguientes actividades:

### **Mantenimiento Diario:**

- Retirar las natas, espumas y sólidos flotantes que se acumulan en la superficie de la pantalla deflectora con un colador de malla de alambre galvanizado.
- Las natas y demás flotantes deben retirarse para evitar el desarrollo de insectos y olores desagradables.
- Los sólidos y natas recolectados deben ser trasladados a los patios de secado para su escurrimiento.
- Limpiar con una escoba plástica el canal perimetral para evitar sedimentos y que éste se vuelva resbaloso.
- Realizar la extracción de lodos dos veces, una por la mañana y otra por la tarde con un período de espaciamento de siete horas, es decir, si se realiza la extracción a las 9:00 de la mañana la siguiente debe hacerse a las 4:00 de la tarde.
- Durante las épocas de lluvia debe retirarse el agua que se filtra a las cajas de inspección y de visita y también la que se acumula en las tapaderas de éstas.

### **Mantenimiento semanal:**

- Limpiar con agua a presión la caja de inspección, distribuidora y de conexión al digestor así evitará obstrucciones en estas.
- Revisar que el espesor de natas en la cámara de natas no sobrepase de 90 cm, y de ser así proceder a retirarlas con la ayuda de un colador y un recipiente adecuado para depositar las natas recolectadas. Se puede

medir este espesor con una vara a la que se le enrolla en un extremo un lazo hecho con tira de tela blanca.

- Descargar los lodos antes de que su nivel llegue cerca de 30 cm. de distancia al nivel superior del compartimiento de lodos.

#### **Mantenimiento anual:**

- Para evitar que se corroa la pasarela del tanque debe revisarse, si se encuentran puntos de corrosión lijarlos y pintarlos.
- En caso de canales no enterrados verificar que no hallan filtraciones; si los vertederos y/o pantalla deflectora son metálicos, deben localizarse los puntos de corrosión, lijarse y pintarse. Si alguno o todos los elementos mencionados son de concreto, y presentan fisuras, grietas o desmoronamiento deben repararse aplicando una mezcla fina de mortero.
- Verificar que las tapaderas de las cajas y pozos de inspección o de visita se encuentren en buen estado, si se observan puntos de corrosión deben ser lijados y pintados.

### **4.7.6 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO.**

#### **A. FILTRO PERCOLADOR BIOLÓGICO AEROBIO.**

##### **1 - Operación:**

Permite que las aguas residuales procedentes del tratamiento primario estén en contacto con cultivos biológicos, fijados en materiales como: basalto, granito, piedra volcánica u otro tipo de piedra.

## **2 - Mantenimiento:**

En general, este consiste en la limpieza de las canaletas de distribución y recolección, así como también de las ventanas de aireación.

### **Mantenimiento diario:**

- Al comenzar las actividades diarias se debe limpiar los vertederos de distribución y retirar los sólidos que se encuentren en ellos, de esta manera se evita que se obstruyan, o el flujo no se distribuya de forma uniforme.
- Mantener las paredes mojadas. Esto evita la presencia de moscas en el filtro.
- Remover cualquier acumulación de hojas u otras basuras presentes en la superficie del medio filtrante.
- Limpiar las tuberías de entrada y salida, con agua a presión para retirar la basura que pueda encontrarse en éstas.
- Los desechos recolectados de la limpieza se deben depositar en los patios de secado para escurrirse antes de su disposición final.
- Observar el nivel del agua sobre la superficie del lecho filtrante. Si esta encima de la superficie puede indicar taponamiento.

### **Mantenimiento semanal:**

- Revisar la tubería principal que se localiza a la salida del filtro y quitar el lodo presente para mantenerlo limpio.
- Con agua a presión limpiar la superficie del filtro logrando desprender parte de la biomasa de las piedras, y en las zonas donde se pueda observar una tendencia al encharcamiento penetrar unos 30 cm sin remover la piedra de la superficie.

**Mantenimiento anual:**

Revisar las estructuras de concreto y metálica, para verificar aquellos puntos de corrosión y así proceder a lijar y aplicar pintura anticorrosiva.

**B. DIGESTOR DE LODOS****1 - Operación:**

Dispositivo diseñado para estabilizar los lodos provenientes del sedimentador primario y secundario.

**2 - Mantenimiento:**

Consiste en la limpieza de los elementos de extracción por los cuales han sido extraídos los lodos después de la disposición de que estos mismos ya se encuentran estabilizados. Limpieza de los canales de entrada del digestor, limpieza de la tubería de conducción, reparación en compuertas de caja derivadoras diseñadas.

**Mantenimiento diario:**

- Limpiar las tuberías o canaletas utilizadas para transportar el lodo del digestor a los patios para evitar posibles obstrucciones y verificar el nivel de lodos para evitar que sobrepase el nivel de descarga.

**Mantenimiento semanal:**

- Limpiar la superficie del digestor para evitar capas espesas de lodo flotante en la superficie del digestor y lavar con agua a presión las paredes de este elemento.
- Después de cada descarga debe revisarse que no quede lodo en la tubería o canaletas para evitar taponamientos.

### **Mantenimiento anual:**

- Vaciar el digestor para una limpieza completa y revisar su estructura.
- Revisar canaletas, válvulas, tuberías y demás elementos, y repararlos si se encuentran dañados.

### **3 - Otras actividades:**

- La evacuación de lodos debe hacerse cada 36 días. La cantidad debe ser determinada por el diseñador de la planta, y deben marcarse estos niveles en el tanque, con los cuales el operador pueda guiarse.
- Antes de realizar la evacuación de lodos deben prepararse los patios de secado y verificar que todas las compuertas a utilizar funcionen, además debe revisarse que las canaletas de transporte estén limpias.
- Después de realizada la purga de lodos deben limpiarse las tuberías o canaletas utilizadas para transportar el lodo del digestor a los patios.
- La limpieza de las canaletas debe hacerse barriendo el excedente de lodo con una escoba plástica y limpiando después con un chorro de agua.
- Después de cada descarga debe revirarse que no quede lodo en la tubería de la bomba.
- Revisar que las válvulas estén funcionando adecuadamente y que éstas no tengan fugas ni signos de corrosión.

### **4 - Importante:**

- La observación de la superficie del digestor, especialmente de la capa superior de lodos, sirve para determinar el funcionamiento del digestor, así como también da una idea de si el volumen de lodos purgados desde los sedimentadores es el adecuado. La capa de lodos demasiado delgada indica que se está bombeando demasiada agua.

## **C - PATIOS DE SECADO.**

### **1 - Operación:**

Permite el secado de los lodos digeridos procedentes de tanques de sedimentación, digestores de lodos y otros elementos que produzcan lodos, antes de su disposición final.

### **2 - Mantenimiento:**

Este consiste en la remoción del lodo seco, así como la limpieza de los patios.

### **3 - Actividades:**

- Limpiar los patios de secado antes de ser vaciado el lodo para evitar que se mezcle el lodo viejo con el fresco, también deben removerse las plantas que proliferen en ellos.
- Los lodos descargados deben esparcirse sobre los lechos de secado en capas de un espesor de 25 a 30 centímetros, y en época de lluvias, no deben ser mayores de 15 centímetros; para lograr esto pueden marcarse las paredes de los patios y verificar que la capa sea uniforme.
- Aproximadamente una semana después de haber esparcido los lodos en los patios de secado, éstos deben removerse hasta formar pequeños promontorios y luego dejar que se siga secando.
- Remover los lodos de los patios aproximadamente después de tres semanas de haber formado los promontorios o cuando éstos se agrieten.
- En caso que se observen encharcamientos en los patios de secado debe revisarse el lecho de arena, pues puede estar obstruido y si se encuentra muy sucia la arena debe cambiarse.

#### **4.7.7 - PROGRAMA DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL.**

Cualquier planta de tratamiento y re-uso de las aguas residuales debe cumplir con las normas vigentes en el país sobre la calidad de los procesos de depuración de los vertidos tratados. Realizar un monitoreo es muy importante para determinar la eficiencia de los procesos de tratamiento, identificar problemas para tomar acciones correctivas y el cumplimiento de los parámetros establecidos.

##### **1 - Muestreo**

La frecuencia y el punto de la toma de la muestra, así como los parámetros a analizar, debe ser programada tomando en cuenta los fondos disponibles y el cumplimiento con la ley.

El propósito del muestreo es recoger una porción de las aguas residuales de volumen adecuado, para ser manejada convenientemente en el laboratorio. Debe de realizarse de tal forma que no se agregue, ni se pierda nada en la porción tomada y que no se produzca ningún cambio durante el tiempo que transcurra desde la recolección hasta el examen en el laboratorio, evitando además su contaminación. En caso de no cumplir estas condiciones, los resultados obtenidos serán engañosos y de peores consecuencias que la falta de ellos.

Existen 2 tipos de muestras recolectadas, dependiendo del tiempo disponible y del propósito de los análisis. A una se le llama “muestra instantánea o puntual” y consiste en una porción de aguas residuales que se toma de una sola vez, el cual representa las condiciones en el momento del muestreo. La otra se llama “muestra compuesta o integrada” y consiste de porciones de aguas residuales que se toman a intervalos regulares de tiempo, siendo proporcional el volumen



de cada porción al volumen del recipiente, las que al mezclarse forman una muestra final representativa de las aguas residuales durante cierto periodo.

Para la toma de muestras y análisis de laboratorio, lo más práctico y confiable es contratar los servicios de un laboratorio especializado que esté autorizado por el N.CONACYT para la realización de este trabajo, el cual tendrá certificadas las pruebas a realizar.

Las características: temperatura, pH, sólidos sedimentables y caudal, no requieren ser practicados por un laboratorio acreditado; sin embargo, deberán estar incluidos en el informe operacional.

Los puntos del muestreo en las unidades de tratamiento estarán situados a la salida y el último punto deberá localizarse cerca del punto de la descarga, para efectos de realizar un buen muestreo se instalara una caja de acceso donde el efluente se encuentre más aireado procurando resultados favorables. Deberá realizarse igualmente un muestreo en el cuerpo receptor, tomando como punto de control el punto de descarga de la planta de tratamiento, y una distancia más abajo en la dirección del flujo. Ésta distancia será considerada por el encargado de laboratorio que realizará las pruebas.

## **2 - Informes operacionales.**

Los titulares deben elaborar y presentar al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales informes operacionales de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y de las condiciones de sus vertidos, que reflejen la frecuencia del muestreo.

El contenido de dichos informes operacionales periódicos deberá tener como mínimo la siguiente información:

- Registro de aforos.

- Registro de análisis de laboratorio efectuados por el titular y los efectuados por laboratorios acreditados, según la legislación pertinente.
- Registro de daños a la infraestructura, causados por situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y funcionamiento del sistema.
- Situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y el funcionamiento del sistema que originen descargas de aguas residuales con niveles de contaminantes que contravengan los límites permitidos por las normas técnicas respectivas.
- Evaluación del estado actual del sistema.
- Acciones correctivas y de control.

# **CAPITULO V**

## **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

## 5.1 - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1 - Nombre del proyecto:

Propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, para el área urbana de la ciudad de Anamorós, departamento de la unión.

### 2 - Ubicación del proyecto.

Dentro del área urbana del Municipio de Anamorós, departamento de La Unión, se tiene la necesidad de contar con un sistema de alcantarillado sanitario, cuyo objetivo es permitir la evacuación de las aguas residuales desechadas en todo el municipio y reducir la contaminación ambiental.

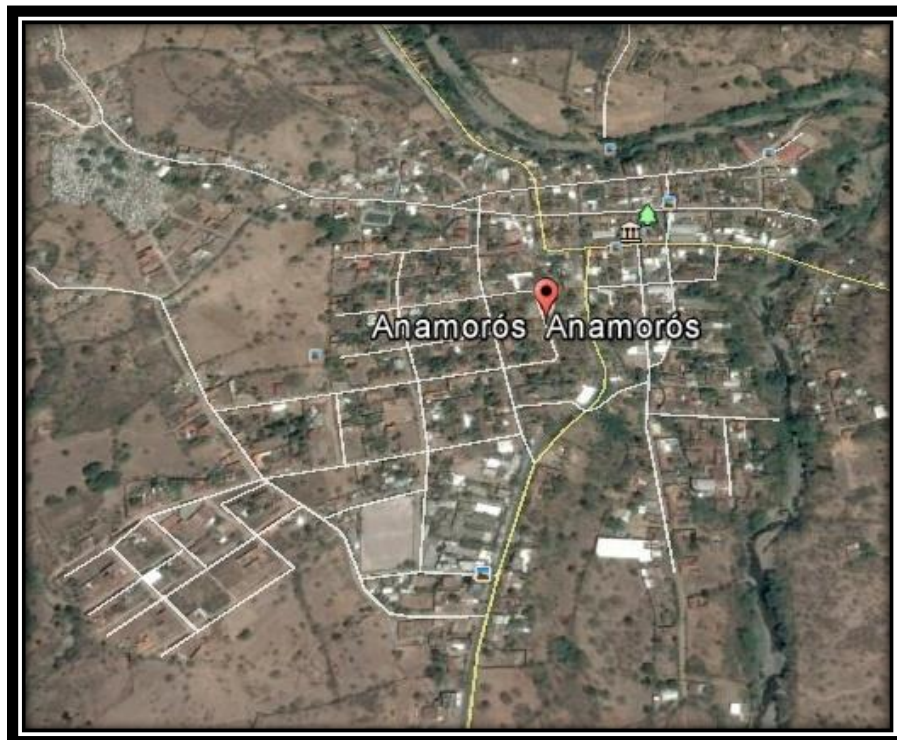


Figura 5.1 – Ubicación del Proyecto. FUENTE: Google Earth.

El proyecto se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas.

- ✓ Latitud: 13°44'26" N (Coordenadas Lambert N: 621850.25).
- ✓ Longitud: 87° 52' 24" W (Coordenadas Lambert W: 291471.70).
- ✓ Superficie: 1 km<sup>2</sup>.
- ✓ Altura: 176 msnm.

El proyecto consiste en propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales del área urbana del Municipio de Anamorós. El área de influencia que comprende es de aproximadamente 1 km<sup>2</sup>, y cuenta con 2012 personas que habitan actualmente en el área urbana de dicha ciudad.

## **5.2 - ETAPAS DEL PROYECTO CON LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

La propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, tiene influencia principalmente en el área urbana de la ciudad de Anamorós.

Las etapas que se consideran en el proyecto son:

### **1. UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN**

Es la etapa que contiene las actividades que establece las condiciones para la ejecución del proyecto. Esta etapa es de gran interés, ya que es en ella donde se realizan las actividades que tienen mayor impacto e importancia tanto para la empresa que trabajará, las personas que laboraran así como para el medio ambiente local, dichas actividades son las siguientes:

## **A. ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA.**

Se describe como la parte donde se llevará a cabo la limpieza en el sitio de construcción, dejando un acondicionamiento adecuado para las actividades posteriores a ejecutar. Se realizará la actividad para un total de 9890.44 ML, y un total de 332 pozos.

## **B. REMOCIÓN DE PAVIMENTOS**

En esta actividad serán desplazados todos los tipos de pavimentos existentes, con el objetivo de proceder a la excavación de zanjas. El trabajo a realizar consiste en un total de obra de 7,005.71 m<sup>2</sup> a remover.

## **C. EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERIAS Y POZOS DE VISTA**

Se excavarán zanjas que permitirán la instalación de las tuberías, así como la construcción de pozos de visita. El volumen a excavar es de 42625.59 m<sup>3</sup>.

## **D. DESALOJO DE MATERIAL**

Consiste en remover el material excavado, del sitio donde se lleva a cabo la construcción. Se desalojará un total de 42625.59 m<sup>3</sup>, tomando en cuenta un factor de desperdicio de 1.20.

## **E. RELLENO COMPACTADO**

Esta actividad consiste en estabilizar el material de relleno en las zanjas, después de haber instalado las tuberías. Se tomarán en cuenta dos tipos de relleno, uno con material selecto y otro con material existente compactado producto de la excavación. Para relleno compactado con Material Selecto se tiene una cantidad de obra de 9,226.96 m<sup>3</sup>, tomando en cuenta el relleno en zanja, construcción de pozos y colocación de base para pavimentos. Para relleno compactado con Material Desalojado se tiene una cantidad de obra de 30,146.98 m<sup>3</sup>, tomando en cuenta el relleno en zanja, construcción de pozos y colocación de base para pavimentos.

## **F. CONSTRUCCIÓN DE POZOS**

Esta actividad se refiere a la elaboración de los pozos de visita que constituyen la red de alcantarillado sanitario. Se construirán un total de 332 pozos.

## **G. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS**

Una vez que se ha realizado la instalación de las tuberías y compactación, se reconstruirán los tipos de pavimentos removidos con anterioridad.

## **2. FUNCIONAMIENTO**

Esta etapa del proyecto contiene las actividades ayudaran a que el proyecto realizado funcione tal fue diseñado, dándole su respectivo mantenimiento, sus actividades son las siguientes:

### **A. LIMPIEZA DE LAS TUBERÍAS Y POZOS DE VISITA.**

Se harán visitas periódicamente a los pozos de visita para monitorear la suciedad acumulada en las tuberías de drenaje, con el fin de verificar que la red se encuentre al 100% de su funcionamiento. Las visitas se programarán cuando se detecte un inconveniente en la red.

## **5.3 - DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL AREA DEL PROYECTO Y SU AREA DE INFLUENCIA.**

### **5.3.1 - MEDIO AMBIENTE FÍSICO, BIOLÓGICO Y SOCIOECONÓMICO**

#### **1. MEDIO FÍSICO.**

Localización del proyecto:

La propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se ubica principalmente en el área urbana de la ciudad de Anamorós, Departamento de La Unión.

## 2. Geomorfología y topografía

Geomorfológicamente el terreno es parte de un sistema semiplano. El drenaje de las escorrentías, discurre por un drenaje natural, una parte desemboca hacia el río ubicado al oriente del municipio, y la otra parte desemboca hacia una quebrada que se encuentra al poniente del mismo.

## 3. Aspecto Climático:

Como es conocido el clima de El Salvador es tropical y se caracteriza por que tiene condiciones anuales similares, más sin embargo podemos afirmar que las oscilaciones diarias son mayores que las anuales en cuanto a temperatura, esto se debe porque El Salvador se encuentra ubicado en la parte exterior del cinturón climático, de acuerdo con la altura del nivel del mar, según las definiciones de Kopen, Saper y Laner.

<b>M.S.N.M</b>	<b>ZONA CLIMÁTICA</b>	<b>COMUNIDAD</b>
0 – 800	Tierra caliente.	Sabana tropical caliente.
800 – 1,200	Tierra templada.	Sabana calurosa.
1,200 – 2,700	Tierra fría.	Bosques nebulosos o sabana tropical de alturas.

**Tabla 5.1 – Tipo de clima según altura. FUENTE: Elaboración propia.**

El proyecto se encuentra en la primera opción. Se tiene una zona climática caliente y una sabana tropical caliente.

## 4. Aspectos del suelo

El proyecto se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas:



Latitud: 13° 44' 26" N (LAMBERTN: 621850.25)

Longitud: 87° 52' 24" W (LAMBERT W: 291471.70)

Altura: 176 m

### **5.3.2 - MEDIO AMBIENTE BIOLÓGICO**

#### **1. AMBIENTE BIOLÓGICO**

En el proyecto la biodiversidad en cuanto a la flora y fauna no es muy representativa dentro del área urbana del municipio. Sin embargo, se observa vegetación en mayor cantidad en las afueras o alrededores de la ciudad.

#### **A. FLORA**

Las especies más notables en cuanto a la flora son: *Calycophyllum candidissimum* (sálamo), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), *Swietenia hogani* (caoba), *Schinopsis balansae* (quebracho), *Enterolobium cyclocarpum* (conacastes), además se presentan algunas gramíneas *Sida acuta* (escobilla), *Cenchrus browhii* (mozote).

#### **B. FAUNA**

Las especies que forma parte del ecosistema local son las siguientes: zopes (*Coragyps atratus*), garrobos (*Ctenosaurus similis*), zanates (*Quiscalus mexicanus*), ratón de monte (*Zygodontomys brevicauda*) caracol de jardín (*Helix aspersa*).

El efecto de la agricultura y la ganadería han afectado negativamente a la flora y la fauna, generando que la fauna emigre hacia otros lugares y la flora se ha ido reduciendo.

### **5.3.3 - MEDIO SOCIO ECONÓMICO**

#### **A. TIPO DE VIVIENDA Y TENENCIA DE TIERRA:**

Los materiales que mayormente son utilizados para la construcción de las viviendas en la zona, son el ladrillo de obra y bloque.

Los terrenos en desuso dentro de la ciudad se usan como potrero, y sus alrededores son utilizados para cultivos de granos básicos.

#### **B. VÍAS DE ACCESO Y MEDIOS DE TRANSPORTE**

El proyecto “Propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento” se localiza en el área urbana de la ciudad de Anamorós, departamento de La Unión.

Se accede a la zona del proyecto por la carretera longitudinal que conecta Santa Rosa de Lima con Anamorós por la zona sur de la ciudad, al este por la carretera que conecta Nueva Esparta con la ciudad, al norte por la carretera longitudinal en el tramo que conecta con Lislique. Todas las vías están recarpeteadas con Asfalto y Concreto Hidráulico.

#### **C. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.**

Actualmente un gran porcentaje de la población se sustenta por medio de la ganadería y los productos derivados de las actividades agrícolas, los cuales comercializan dentro de la misma ciudad o en la ciudad de Santa Rosa de Lima.

## **5.4 - IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **5.4.1 - METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.**

Para la elaboración de la matriz, se procede a evaluar e identificar las interacciones entre la actividad y los factores ambientales para identificar los impactos positivos que se generan durante la puesta en marcha del proyecto.

Las diferentes etapas del proyecto son:

- A. Ubicación y construcción.
- B. Funcionamiento.

Para las actividades, se generan diferentes sub actividades las cuales son:

#### **A. Ubicación y Construcción.**

1. Acondicionamiento y limpieza.
2. Remoción de pavimentos.
3. Excavación de zanjas para tuberías y pozos de visita.
4. Desalojo de material.
5. Suministro e instalación de tuberías.
6. Suministro y compactación de relleno para zanjas.
7. Suministro y construcción de pozos.
8. Suministro y colocación de pavimentos.

#### **B. Funcionamiento.**

1. Limpieza de las tuberías y pozos de visita.

## 1. FACTORES AMBIENTALES

Son los factores que se verán afectados por las actividades que se desarrollan durante las diferentes etapas del proyecto.

Los factores que se verán afectados son:

MEDIO	FACTORES AMBIENTALES	
FÍSICO	ATMÓSFERA	- Calidad del aire. - Generación de ruido.
	AGUA	- Escorrentía superficial.
	SUELO	- Pérdida de suelo existente. - Generación de desechos sólidos. - Generación de desechos líquidos.
SOCIO - ECONÓMICO	ANTRÓPICO	- Generación de empleo.

Tabla 5.2 – Factores ambientales según medio en que se generan. FUENTE: Propia.

Dentro de la identificación de impactos ambientales no se toman en cuenta dos factores importantes como lo son flora y fauna, debido a que el proyecto se ejecutará en la zona urbana cuyos accesos ya se encuentran pavimentados, por lo que no se requerirá de ninguna tala de árbol y tampoco se desalojará de su hábitat a las especies que se encuentran en la zona.

Para la cuantificación de impactos se utilizará la Matriz de Leopold, la cual se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural.

El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto por ejemplo: desbroce, extracción de tierras, incremento del tráfico, ruido, polvo, y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados (aire, agua, geología).

Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental.

Los valores que se calculan por etapa de llamarán IVIA (Índice de Valoración del Impacto Ambiental), el cuál resultada de la multiplicación directa de la magnitud del impacto por la importancia o intensidad.

La matriz de identificación de impacto realizada es la siguiente:

**TABLA 5.3 – IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

FACTORES	UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN							FUNCIONAMIENTO
	ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA	REMOCIÓN DE PAVIMENTOS	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERIAS Y POZOS DE VISTA	DESALOJO DE MATERIAL	RELLENO COMPACTADO	CONSTRUCCIÓN DE POZOS	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS	LIMPIEZA DE LAS TUBERÍAS Y POZOS DE VISITA.
<b>ATMÓSFERA</b>								
Calidad del aire		2	7	12	16		22	
Generación de ruido		3	8	13	17	19	23	
<b>AGUA</b>								
Escorrentía superficial		4					24	
Generación de desechos líquidos.								27
<b>SUELO</b>								
Pérdida de suelo existente			9					
Generación de desechos sólidos		5	10	14		20	25	28
<b>SOCIO - ECONÓMICO</b>								
Generación de empleo	1	6	11	15	18	21	26	29

#### **5.4.2 - DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS**

1. En la etapa de ubicación y construcción, el acondicionamiento y limpieza del proyecto tiene un efecto positivo debido a la generación de empleo.
2. Durante la remoción de pavimentos, se verá afectada la calidad del aire por la generación de partículas de polvo.
3. Sera generado ruido a causa del uso de maquinaria y equipo utilizado para llevar a cabo la remoción del pavimento.
4. La escorrentía superficial se verá afectada, ya que no tendrá el mismo drenaje natural durante la ejecución de la actividad.
5. El material removido de los pavimentos existentes dará lugar a la generación de desechos sólidos inertes.
6. Se tendrá impacto positivo en lo socio-económico, por la cantidad de empleo generado en la ejecución de la actividad.
7. La calidad del aire se verá modificada al empezar la actividad de excavación de zanjas para tuberías y pozos, generando dispersión de partículas de polvo en sectores del proyecto, desaparecerá al cesar el funcionamiento de las máquinas.
8. Durante la terracería se produce ruido constante de maquinaria y equipo utilizado en el sitio del proyecto y cesara al finalizar el proyecto.
9. El suelo sufrirá alteración con los trabajos de excavación, debido a que será extraído una gran cantidad del mismo.

10. Debido a la excavación de zanjas y pozos se tendrá una gran cantidad de material sólido.
11. La ejecución de la actividad, genera fuentes de empleo.
12. El desalojo de material excavado, modifica la calidad del aire por la acumulación de partículas de polvo.
13. El ruido afectará a los habitantes durante esta actividad.
14. El sobrante del material sólido, afectara el lugar donde será depositado.
15. Debido al uso de maquinaria para el desalojo del material excavado, se necesitara personal para el manejo de esta, lo cual aumenta las fuentes de empleo.
16. La calidad del aire se verá afectada por la generación de polvo, producido por el material utilizado en la compactación de zanjas y pozos.
17. Afecta la tranquilidad produciendo ruido constante mientras ocurra el proceso de ejecución, al finalizar los trabajos finalizara este efecto negativo.
18. Esta actividad requerirá de mucho personal, lo cual hará que se genera empleo.
19. El ruido generado por la construcción de pozos, estará únicamente durante la ejecución de estos.
20. Se obtendrá material sólido inerte durante la construcción de los pozos de visita.



21. Habrá necesidad de contratar mano de obra calificada para la ejecución de la actividad, ayudando a la creación de empleos.
22. El aire será afectado por las partículas de polvo y materiales utilizados en la reposición de los pavimentos.
23. El ruido estará presente durante el tiempo que dura la actividad.
24. Mejorará la escorrentía superficial, debido a que el área trabajada se dejara como inicialmente estaba.
25. Una parte del material sólido excavado, será nuevamente colocado en el lugar de su procedencia.
26. La ejecución de esta actividad generará empleos.
27. Se generaran desechos líquidos durante las pruebas de funcionamiento y posteriormente, el mantenimiento de las tuberías.
28. Se generaran desechos sólidos, cuando existan problemas de obstrucción en las tuberías y pozos de la red.
29. Para llevar a cabo esta actividad, se tendrá la necesidad de contar con personal capacitado, lo cual ayudara a la creación de nuevos empleos.

**TABLA 5.4 - CUADRO DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>
ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA	- Generación de empleos	
REMOCIÓN DE PAVIMENTOS	- Generación de empleos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Modificación del drenaje natural del agua pluvial.</li> <li>- Generación de escombros.</li> </ul>
EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERIAS Y POZOS DE VISTA	- Generación de empleos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Remoción de suelo existente en la zona.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto de la excavación.</li> </ul>
DESALOJO DE MATERIAL	- Generación de empleos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto del desalojo.</li> </ul>

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>
RELLENO COMPACTADO	- Generación de empleos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> </ul>
CONSTRUCCIÓN DE POZOS	- Generación de empleos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto del proceso constructivo realizado</li> </ul>
REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de empleos</li> <li>- Restablecimiento de la pendiente natural de la zona para el eficaz drenaje del agua pluvial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto del trabajo de reposición.</li> </ul>
LIMPIEZA DE LAS TUBERÍAS Y POZOS DE VISITA.	- Generación de empleos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de desechos líquidos producto de pruebas de funcionamiento y limpieza.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto de la limpieza de la tubería.</li> </ul>

**TABLA 5.5 – CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.**

FACTORES	UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN						FUNCIONAMIENTO	TOTAL	
	ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA	REMOCIÓN DE PAVIMENTOS	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERÍAS Y POZOS DE VISTA	DESALOJO DE MATERIAL	RELLENO COMPACTADO	CONSTRUCCIÓN DE POZOS	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS		LIMPIEZA DE LAS TUBERÍAS Y POZOS DE VISITA.
<b>ATMÓSFERA</b>									
Calidad del aire		-3/3	-8/8	-7/6	-7/6		-3/3		-166
Generación de ruido		-4/3	-5/3	-4/3	-5/3	-4/3	-4/3		-78
<b>AGUA</b>									
Escorrentía superficial		-5/2					5/2		0
Generación de desechos líquidos								-3/3	-9
<b>SUELO</b>									
Pérdida de suelo existente			-5/2						-10
Generación de desechos sólidos		-6/3	-7/3	-7/3		-6/3	-4/3	-2/3	-96
<b>SOCIO - ECONÓMICO</b>									
Generación de empleo	5/6	6/6	9/6	7/6	7/6	7/6	4/6	3/6	288
<b>TOTAL</b>	30	-13	-56	-33	-15	12	1	3	-71

Cómo se puede observar, el valor el IVIA es -71, por lo que se deben implementar obras de mitigación en las diferentes actividades del proyecto.

## **5.5 - PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**

El Programa de Manejo Ambiental (PMA), producto de la Evaluación de Impacto Ambiental, contiene las medidas que deberá implementarse para prevenir, atenuar o compensar los impactos ambientales negativos, originados por la ejecución del proyecto, tal como está diseñado. Específicamente está referido a los impactos persistentes después del diseño final para la ejecución del proyecto.

### **5.5.1 - DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Las medidas ambientales a considerar, están orientadas con el objetivo de revertir los impactos negativos resultantes en la ejecución del proyecto, los cuales se ha mencionado en la descripción de los impactos. Estas son medidas que tienden a mejorar el medio ambiente del lugar y del proyecto, para lo cual se han incluido obras como parte del desarrollo del proyecto, debiendo ser consideradas parte de la ejecución del mismo.

### **5.5.2 - IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES**

Las medidas ambientales a ejecutar en este programa corresponden a un plan para atenuar los impactos ambientales negativos identificados en el EIA, definidos en la determinación de las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación a implementarse son:

**TABLA 5.6 – DESCRIPCIÓN Y COSTO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	ACTIVIDADES	MEDIDA DE MITIGACIÓN	COSTO DE MITIGACIÓN
CALIDAD DEL AIRE.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remoción de pavimento.</li> <li>2. Excavación de zanjas para tuberías y pozos de visita.</li> <li>3. Desalojo de material.</li> <li>4. Relleno compactado.</li> <li>5. Reposición de pavimentos.</li> </ol>	<p>La medida de mitigación será el riego de agua para el control de polvo, utilizando camiones cisterna para la conducción del agua al sitio de construcción. El precio unitario es de \$7.01, y se utilizaran un total de 225 pipadas durante la ejecución de todas las actividades.</p>	<p>Costo por cada actividad:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 15 Pipadas con un costo de \$105.01.</li> <li>2. 65 Pipadas con un costo de \$455.65.</li> <li>3. 65 Pipadas con un costo de \$455.65.</li> <li>4. 65 Pipadas con un costo de \$455.65.</li> <li>5. 15 Pipadas con un costo de \$105.01</li> </ol>
ESCORRENTÍA SUPERFICIAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remoción de pavimentos.</li> </ol>	<p>El costo que lleva el manejo de la escorrentía superficial se calcula poniendo como medida de mitigación el bombeo del agua utilizando una bomba de 2HP para impulsar el agua hacia las cunetas de la ciudad para su descarga al cuerpo receptor. Se hará uso de una sola bomba durante todo el proyecto.</p>	<p>\$250.00</p>

FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	ACTIVIDADES	MEDIDA DE MITIGACIÓN	COSTO DE MITIGACIÓN
GENERACIÓN DE DESECHOS LIQUIDOS	1. Limpieza de las tuberías y pozos de visita.	Se implementarán dentro de las etapas de prueba de funcionamiento y su posterior limpieza cuando sea requerido. Se utilizarán contenedores para el almacenamiento de residuos líquidos generados, los cuáles serán vertidos nuevamente al sistema de alcantarillado sanitario para su transporte hasta la planta de tratamiento. Los contenedores serán proporcionados por la alcaldía municipal.	\$500 por contenedor.
GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.	1. Remoción de pavimento. 2. Excavación de zanjas para tuberías y pozos de visita. 3. Desalojo de material sobrante. 4. Construcción de pozos. 5. Reposición de pavimentos. 6. Limpieza de las tuberías y pozos de visita.	La medida de mitigación será la recolección y transporte de todos los residuos sólidos en un lugar adecuado, proporcionado por la alcaldía municipal. El transporte se hará en camiones de carga con una capacidad de transporte de 7 m <sup>3</sup> de ripio o cualquier material granular, y su costo estimado es de \$35 por viaje. El terreno proporcionado por la alcaldía municipal se encuentra dentro de los límites de la ciudad.	Costo por cada actividad: 1. \$765.29. 2. \$211,327.95. 3. \$113,931.95 4. Para los pozos, se toma un total estimado de 20 m <sup>3</sup> . Su costo corresponde a \$100. 5. Se toma un monto igual al 10% del monto por remoción. Su costo es \$76.53. 6. Se toma un total de 2 m <sup>3</sup> por limpieza total. Su costo es \$35.

### **5.5.3 - PROGRAMA DE MONITOREO.**

El seguimiento y control del programa debe asegurar que los impactos y las medidas mitigantes se cumplan conforme las normativas de la entidad reguladora.

Se establece un seguimiento y control de todos los trabajos a realizarse en el Proyecto (Preparación de sitio, ejecución, operación), por personas capacitadas que puedan evaluar y hacer cumplir correctamente las medidas propuestas en el EIA.

A continuación se muestra la forma en la cual se llevará a cabo el Programa de Manejo Ambiental, para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

- Etapa de Ejecución
- Actividad del Proyecto
- Descripción de Impacto Ambiental generado
- Medida de mitigación
- Descripción de la medida de mitigación propuesta
- Ubicación de la medida de mitigación ambiental
- Responsable de la ejecución
- Monto Calculado de la Medida de Mitigación Ambiental
- Momento de la ejecución
- Resultado esperado

El programa de manejo ambiental presentado es:



**TABLA 5.7 – PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)**

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL									
ETAPA DE EJECUCIÓN	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	COSTO CALCULADO	RESULTADO ESPERADO
UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	REMOCIÓN DE PAVIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Modificación del drenaje natural del agua pluvial.</li> <li>- Generación de escombros.</li> </ul>	<p>ATENUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Humectación.</li> <li>- Se realizará bombeo en la zona de trabajo en caso de retención de agua en las zanjas excavadas.</li> </ul> <p>PREVENCIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de escombros producidos por la actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riego en la zona dónde se removerá el pavimento.</li> <li>- Se coordinará con la alcaldía municipal la gestión para uso o arrendamiento de transporte de carga para la deposición de escombros producidos.</li> </ul>	TODO EL PROYECTO.	TITULAR	ANTES DE INICIAR EL PROYECTO Y DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	<p>1. Humectación: costo de \$105.01.</p> <p>2. Bombeo: \$250.00</p> <p>3. Recolección de escombros: \$765.29.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mejoramiento de la calidad de aire.</li> <li>- Recolección completa de materiales de escombros producida por la actividad realizada.</li> </ul>

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL									
ETAPA DE EJECUCIÓN	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	COSTO CALCULADO	RESULTADO ESPERADO
UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERIAS Y POZOS DE VISTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Remoción de suelo existente en la zona.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto de la excavación.</li> </ul>	<p>ATENUACIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Humectación.</li> </ul> <p>PREVENCIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de escombros producidos por la actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riego en la zona dónde se removerá el pavimento.</li> <li>- Se coordinará con la alcaldía municipal la gestión para uso o arrendamiento de transporte de carga para la deposición de escombros producidos.</li> </ul>	TODO EL PROYECTO.	TITULAR	DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	1. Humectación: \$455.65. 2. Recolección de escombros: \$211,327.95.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mejoramiento de la calidad de aire.</li> <li>- Recolección completa de materiales de escombros producida por la actividad realizada.</li> </ul>

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL									
ETAPA DE EJECUCIÓN	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	COSTO CALCULADO	RESULTADO ESPERADO
UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	DESALOJO DE MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto del desalojo.</li> </ul>	<p>ATENUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Humectación.</li> </ul> <p>PREVENCIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de escombros producidos por la actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riego en la zona dónde se removerá el pavimento.</li> <li>- Se coordinará con la alcaldía municipal la gestión para uso o arrendamiento de transporte de carga para la deposición de escombros producidos.</li> </ul>	TODO EL PROYECTO	TITULAR	DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Humectación : \$455.65.</li> <li>2. Recolección de escombros: \$113,931.95</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoramiento de la calidad de aire.</li> <li>- Recolección completa de materiales de escombros producida por la actividad realizada.</li> </ul>

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL									
ETAPA DE EJECUCIÓN	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	COSTO CALCULADO	RESULTADO ESPERADO
UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	RELLENO COMPACTADO	- Contaminación del aire por partículas de polvo. - Ruido provocado por maquinaria y herramientas.	ATENUACIÓN - Humectación.	- Riego en la zona dónde se removerá el pavimento.	TODO EL PROYECTO	TITULAR	DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	\$455.65	- Mejoramiento de la calidad de aire.
	CONSTRUCCIÓN DE POZOS	- Ruido provocado por maquinaria y herramientas. - Generación de residuos sólidos producto del proceso constructivo realizado	PREVENCIÓN. - Recolección de escombros producidos por la actividad.	- Se coordinará con la alcaldía municipal la gestión para uso o arrendamiento de transporte de carga para la deposición de escombros producidos.	TODO EL PROYECTO	TITULAR	DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	\$100.00	- Recolección completa de materiales de escombros producida por la actividad realizada.

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL									
ETAPA DE EJECUCIÓN	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	COSTO CALCULADO	RESULTADO ESPERADO
EJECUCIÓN O CONSTRUCCIÓN	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del aire por partículas de polvo.</li> <li>- Ruido provocado por maquinaria y herramientas.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto del trabajo de reposición.</li> </ul>	<p>ATENUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Humectación.</li> </ul> <p>PREVENCIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de escombros producidos por la actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riego en la zona dónde se removerá el pavimento.</li> <li>- Se coordinará con la alcaldía municipal la gestión para uso o arrendamiento de transporte de carga para la deposición de escombros producidos.</li> </ul>	TODO EL PROYECTO	TITULAR	DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Humectación : \$105.01</li> <li>2. Recolección de escombros: \$76.53.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoramiento de la calidad de aire.</li> <li>- Recolección completa de materiales de escombros producida por la actividad realizada.</li> </ul>

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL									
ETAPA DE EJECUCIÓN	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN	RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	MOMENTO DE EJECUCIÓN	COSTO CALCULADO	RESULTADO ESPERADO
FUCIONAMIENTO	LIMPIEZA DE LAS TUBERÍAS Y POZOS DE VISITA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos líquidos producto de la limpieza de la tubería.</li> <li>- Generación de residuos sólidos producto de la limpieza de la tubería.</li> </ul>	<p>PREVENCIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de escombros producidos por la actividad.</li> <li>- Recolección de residuos líquidos producidos por la actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se coordinará con la alcaldía municipal la gestión para uso o arrendamiento de transporte de carga para la deposición de escombros producidos.</li> <li>- Se realizará la compra de tanques recolectores de agua para el almacenamiento o momentáneo de las aguas residuales mientras finalizan los trabajos de limpieza..</li> </ul>	TRAMOS DE TUBERÍAS Y POZOS DONDE ES REQUERIDA LA LIMPIEZA.	TITULAR	DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD PROGRAMADA.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recolección de desechos líquidos: \$500/ contenedor</li> <li>2. Recolección de desechos sólidos: \$35.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección completa de materiales de escombros producida por la actividad realizada.</li> <li>- Recolección de residuos líquidos producto de la limpieza de pozos y tuberías.</li> </ul>

**TABLA 5.8 – MONITOREO AMBIENTAL.**

MONITOREO AMBIENTAL								
IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	PARÁMETROS A CONSIDERAR	LUGAR O PUNTO DE MONITOREO	FRECUENCIA DEL MONITOREO	MÉTODO A UTILIZAR	RESPONSABLE DEL MONITOREO	INTERPRETACION DEL RESULTADO	RETROALIMENTACION
Modificación del drenaje natural del agua pluvial.	Conducción de la escorrentía superficial hacia puntos de descarga.	Control del caudal de aguas lluvias	Puntos de descarga	Cada día lluvioso	Bitácora y monitoreo por medio de fotografías.	Titular	Evacuación adecuada de la escorrentía natural	Eficiencia en el drenaje natural.
Generación de residuos sólidos producto de la excavación.	Destinar un sitio de acopio para los residuos	Volumen del material sólido	Sitio de acopio	Cada semana	Bitácora y monitoreo por medio de fotografías.	Titular	Manejo adecuado del material sólido	Evitar la acumulación de material en el proyecto
Generación de residuos líquidos producto de la limpieza de la tubería.	Recolección agua residual que se encuentra en el pozo.	Agua residual no tratada.	Pozos y tuberías	Cada vez que sea necesario	Bitácora y monitoreo por medio de fotografías.	Titular	Disposición adecuada de los residuos	Mantenimiento de la red de alcantarillado
Generación de residuos sólidos producto de la limpieza de la tubería.	Recolección de escombros producidos	Tipos de residuos sólidos	Pozos y tuberías	Cada vez que sea necesario	Bitácora y monitoreo por medio de fotografías.	Titular	Disposición adecuada de los residuos	Mantenimiento de la red de alcantarillado

**TABLA 5.9 - MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA**

FACTORES	PREPARACIÓN DEL SITIO EJECUCIÓN O CONSTRUCCIÓN						FUNCIONAMIENTO	TOTAL	
	ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA	REMOCIÓN DE PAVIMENTOS	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERIAS Y POZOS DE VISTA	DESALOJO DE MATERIAL	RELLENO COMPACTADO	CONSTRUCCIÓN DE POZOS	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS		LIMPIEZA DE LAS TUBERIAS Y POZOS DE VISTA.
<b>ATMÓSFERA</b>									
Calidad del aire		-2/3	-3/8	-3/6	-3/6		-2/3		-66
Generación de ruido		-4/3	-5/3	-4/3	-5/3	-4/3	-4/3		-78
<b>AGUA</b>									
Escorrentía superficial		-4/2					5/2		2
Generación de desechos líquidos								-2/3	-6
<b>SUELO</b>									
Pérdida de suelo existente			-5/2						-10
Generación de desechos sólidos		-3/3	-3/3	-3/3		-6/3	-2/3	-1/3	-54
<b>SOCIO - ECONÓMICO</b>									
Generación de empleo	5/6	6/6	9/6	7/6	7/6	7/6	4/6	3/6	288
<b>TOTAL</b>	30	1	2	3	9	12	10	9	76



De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que el IVIA tiene un valor positivo, por lo que el impacto ambiental del proyecto es positivo.

Todas las medidas de mitigación que se realicen deberán ir coordinadas con la alcaldía municipal, ya que se necesita el permiso de ésta para la deposición del ripio generado durante las etapas constructivas.

Ciertos costos pueden variar a medida se actualicen los precios, por lo que se considera necesario la revisión de las medidas y la actualización de los costos por mitigación realizada.

Los formularios ambientales a presentar dirigidos al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) son:



**Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales**  
**Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental**

Formulario Ambiental: Para los sistemas de abastecimiento de agua y sistemas de tratamiento de aguas residuales

No. de entrada: \_\_\_\_\_

No. de salida: \_\_\_\_\_

No. de base de datos: \_\_\_\_\_

*I. DEL TITULAR. PERSONA JURIDICA*

Nombre del Titular, según como se establece en la Escritura Pública de Constitución de la Persona Jurídica:

**ALCALDIA MUNICIPAL DE ANAMOROS**

Y que se podrá abreviar

\_\_\_\_\_  
(\*) Nombre del Representante Legal, según Credencial de Junta Directiva Vigente o Acuerdo de Nombramiento:

\_\_\_\_\_  
(\*) N° Documento Único de Identidad (D.U.I.) del Representante Legal:

\_\_\_\_\_  
(\*) Nombre del Apoderado de la Persona Jurídica según Poder (de ser procedente)

\_\_\_\_\_  
(\*) N° de N.I.T. de la Persona Jurídica:

Domicilio principal de la Persona Jurídica: Calle/Avenida: \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

Colonia \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_  
Departamento \_\_\_\_\_

(\*) Debe anexar copia de la documentación legal.

*II. DEL TITULAR. PERSONA NATURAL*

Nombre del Titular: **NO APLICA**

\_\_\_\_\_  
(\*\*) N° Documento Único de Identidad (D.U.I.)

\_\_\_\_\_  
(\*) N° de N.I.T. de la Persona Natural:

\_\_\_\_\_  
(\*) Nombre del apoderado de la Persona Natural, según Poder (De ser procedente)

Domicilio principal de la Persona Natural: Calle/Avenida \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

Colonia \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Departamento \_\_\_\_\_



(\*\*) Debe anexar copia de la documentación legal.

**III. PARA COMUNICACIONES Y/O NOTIFICACIONES, PROPORCIONAR LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:**

Teléfono fijo No.: \_\_\_\_\_ Teléfono móvil No.: \_\_\_\_\_

Fax No.: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

**IV. DECLARACION JURADA**

Yo \_\_\_\_\_ en calidad de titular del proyecto, DECLARO BAJO JURAMENTO la veracidad de la información detallada en el presente y la documentación anexa, cumpliendo con los requisitos de ley exigidos; asimismo, me comprometo a informar al MARN, si cambiare los datos de los medios señalados para recibir comunicaciones y/o notificaciones, de todo lo anterior asumo la responsabilidad que establece el Código Penal para el delito de perjurio y falso testimonio.

Lugar y fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del titular y/o Representante Legal

\_\_\_\_\_  
Firma del titular y/o Representante Legal

**III. DE LA DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO.**

**De requerirse cualquier ampliación al formulario ambiental utilizar hojas adicionales y anexarlas a éste.**

1. Nombre del proyecto: **PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL AREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN.**

2. Ubicación física: calle/avenida: \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_

Carretera (km): \_\_\_\_\_ Caserío: \_\_\_\_\_ Cantón: \_\_\_\_\_

Municipio: **ANAMORÓS**

Departamento: **LA UNIÓN**

3. Ubicación geográfica. coordenadas geográficas de al menos de cuatro puntos, información proporcionada por el centro nacional de registro.

x1: **621927.76 m**

x2: **622192.5 m**

x3: **621569.1 m**

x4: **621936.0 m**

y1: **290979.78 m**

y2: **291559.65 m**

y3: **291261.55 m**

y4: **291666.09 m**

4. Áreas: total del terreno: **108,000,000m<sup>2</sup>**

A desarrollar por el proyecto: **1,000,000 m<sup>2</sup>**

5. Descripción del proyecto: describir el proyecto, su finalidad, infraestructura con que contará y obras de conservación y/o protección previstas, si se requieren.



**EL PROYECTO CONSISTE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, LA CUAL ESTARÁ COMPUESTA POR COLECTORES, A BASE DE TUBERÍAS DE PVC RÍGIDAS, MEDIANTE LAS CUALES SE TRANSPORTARÁN LAS AGUAS RESIDUALES HASTA UN PUNTO FINAL DE DESCARGA. ADEMÁS CONTENDRÁ LOS RESPECTIVOS POZOS DE VISTA PARA SU LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.**

Tiempo estimado de ejecución de la etapa de construcción: **18 MESES**

6. Ámbito de acción:  urbano  rural  costero– marino  área protegida
7. Naturaleza:  nuevo  ampliación  rehabilitación  mejoramiento  reconversión
8. Tenencia del inmueble del sitio donde se localiza el sistema (agua potable o saneamiento):  
 Propiedad  Con opción de compra  Arrendamiento Otro: \_\_\_\_\_
9. Derechos de servidumbre y derechos de paso: presentar copias de las certificaciones respectivas
10. Realizó análisis comparativo de alternativas de rutas y/o sitios de ubicación:  
Fuente de agua:  Sí  No Sistema de tratamiento:  Sí  No Tuberías:  si  no
11. Sistema abastecimiento de agua para consumo humano: anexar factibilidad/autorización de conexión al sistema existente, emitido por la autoridad competente. si es un autoabastecido presentar plano con localización y datos del aforo de la fuente. **NO APLICA**

Forma de abastecimiento:  Conexión a sistema existente  Sistema autoabastecido

Fuente de agua a utilizar en el sistema autoabastecido:  Pozo perforado  Manantial  
 Río

Laguna  Aguas Iluvias

Fuente de agua a utilizar para el abastecimiento:  Existente  Nueva

Caudal diario a extraer calculado: Época seca: \_\_\_\_\_ Época de lluvia: \_\_\_\_\_

Abastecimiento:  Red domiciliar  Cantareras: Número: \_\_\_\_\_

Punto de conexión previsto, en caso de conexión a sistema existente \_\_\_\_\_

Longitud de tubería a punto de conexión: \_\_\_\_\_ m Longitud de tubería total: \_\_\_\_\_ m

Diámetro promedio de la tubería a instalar:  menos de 2 pulgadas  de 12 a 2 pulgadas  más de 12 pulgadas

Volumen a transportar por día:  menos de 16 m<sup>3</sup>  de 16 a 160 m<sup>3</sup>  de 160 a 800 m<sup>3</sup>  
 Más de 800 m<sup>3</sup>

Tiempo de servicio:  Permanente  por horas: Número de horas: \_\_\_\_\_

Tanque de almacenamiento:  No  Sí Capacidad: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

Tratamiento:  Potabilización  Otro. Definir: \_\_\_\_\_

Población servida: \_\_\_\_\_ Cuota de abastecimiento calculado por día \_\_\_\_\_  
Litros/persona/día

Tipo de terreno para la ubicación de la tubería:

Por carretera asfaltada \_\_\_\_\_ km  Por camino de tierra \_\_\_\_\_ km  Otros \_\_\_\_\_

Requiere apertura de caminos:  no  Sí: permanente  \_\_\_\_\_ km Transitorio  \_\_\_\_\_ km



12. Sistema de aguas residuales de tipo ordinario: anexas factibilidad/autorización de conexión al sistema Existente emitido por la autoridad competente.

Aguas negras:  Letrina abonera familiar  Fosa séptica y pozo de absorción  Letrina solar  
 Letrina de hoyo modificada  Otros. Especifique: \_\_\_\_\_

Aguas grises:  Pozo de absorción  Campo de riego  Otros. Especifique:  
\_\_\_\_\_

Aguas residuales ordinarias:  Conexión a alcantarillado sanitario existente  Planta de tratamiento

Descripción del sistema de tratamiento (debe considerar los parámetros establecidos en el art. 17 y 18 del Reglamento)

Especial de aguas residuales ordinarias):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Capacidad de diseño de la planta: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/seg Caudal a tratar (q):  
\_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/seg

Sitio de descarga final:

\_\_\_\_\_

Población servida: \_\_\_\_\_ Cuota de generación de aguas residuales:  
\_\_\_\_\_ Litros/persona/día

Manejo y disposición final de los lodos:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Se considera el reúso de las aguas tratadas:  No  Sí: Explique:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Distancia entre el sistema de tratamiento (planta) y la(s) viviendas más próxima(s):  
\_\_\_\_\_ Metros

Diámetro promedio de la tubería a instalar:  menos de 2 pulgadas  de 2 a 4 pulgadas  
 Más de 4 pulgadas

Volumen a transportar por día:  menos de 16 m<sup>3</sup>  de 16 a 160 m<sup>3</sup>  de 160 a 800 m<sup>3</sup>  
 Más de 800 m<sup>3</sup>

Longitud y tipo de terreno para la ubicación de la tubería: Longitud: \_\_\_\_\_ m

Por carretera asfaltada \_\_\_\_\_ km  Por camino de tierra \_\_\_\_\_ km  Otros \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Requiere apertura de caminos:  No  Sí: Permanente  \_\_\_\_\_ km Transitorio  
 \_\_\_\_\_ km



13. Necesidades de recurso humano. detallar el número de personas que serán requeridas en las diferentes etapas.

Número mano de obra	construcción		operación		cierre
	permanente	temporal	permanente	temporal	temporal

14. Manejo y disposición final de desechos sólidos en la etapa de construcción: esta parte del numeral aplica para las actividades, obras o proyectos del grupo a, categoría 1

Tipo de desecho sólido y volumen estimado: [ ] Material vegetativo (desmonte) \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
 Ripio **2,415.34 m<sup>3</sup>** [ ] Descapote \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
 Material de excavación **40,200.28 m<sup>3</sup>** [ ] Otro \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

Localización del sitio de disposición final:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Anexar factibilidad/autorización de disposición emitido por la autoridad competente.

16. Descripción del manejo temporal del material de desalojo, previo y durante a su retiro del área del proyecto al sitio de disposición final: Esta parte del numeral aplica para las actividades, obras o proyectos del grupo a, categoría 1

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

1. Colindantes del terreno donde se localiza el sistema, actividades que desarrollan y topografía dominante estimada: % pendiente dominante estimada

Al norte: **LISLIQUE Y NUEVA ESPARTA** Actividad **AGRICULTURA, GANADERIA**

Al sur: **SANTA ROSA DE LIMA** Actividad **HABITACIONAL, COMERCIAL**

Al este: **EL SAUCE** Actividad **AGRICULTURA, GANADERIA**

Al oeste: **SOCIEDAD Y CORINTO** Actividad **AGRICULTURA, GANADERIA**

2. Acceso al sitio del proyecto:  Acceso por carretera asfaltada. Longitud **13.5 km DESDE SANTA ROSA DE LIMA**

[ ] Acceso por camino de tierra. Distancia en \_\_\_\_\_ km [ ] Por agua. Distancia en \_\_\_\_\_ km  
 Requiere apertura de camino:  No [ ] Sí. Distancia \_\_\_\_\_ km

3. Descripción del relieve y pendientes del terreno.

Plano a ligeramente inclinado (0 – 2%) [ ] Ondulado suave a ondulado (3 - 12%)

[ ] Alomado a quebrado (13-35%) [ ] Accidentado (36-70%) [ ] Muy accidentado (>70%)



4. Construcciones existentes en el sitio del proyecto:  No  Sí Área que ocupan: **456,573.23 m<sup>2</sup>** Requieren demolición
5. Profundidad del manto freático: Cuando sea determinado a través de un estudio hidrogeológico anexar copia del documento.  
Profundidad: \_\_\_\_\_ Metros en época de lluvia Profundidad: \_\_\_\_\_ Metros en época seca  
Determinado por:  Pozo existente en el sitio  Pozos aledaños  Perforaciones en el sitio  
 Estudio hidrogeológico  Otro. Detallar: \_\_\_\_\_
6. Cobertura vegetal  
Cobertura vegetal menor:  Pasto  Matorral  Arbustivo  Cultivo: \_\_\_\_\_  
Cobertura vegetal mayor (densidad):  Bosque ralo ( $\leq 50\%$ )  Bosque denso ( $> 50\%$ )  
 Bosque de galería (en márgenes de ríos y quebradas)  
Número aproximado de árboles por tipo especie: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
/ \_\_\_\_\_
7. Existencia en el terreno o en un perímetro de 100 metros del lindero, de cualquiera de las áreas y estructuras siguientes:  
 Ríos \_\_\_\_\_  Lagos \_\_\_\_\_  Mar \_\_\_\_\_  Estero \_\_\_\_\_  
 Manantiales \_\_\_\_\_  
 Quebradas \_\_\_\_\_  Manglares \_\_\_\_\_  Lugares turísticos / zonas de recreo  
\_\_\_\_\_  
 Sitios o inmuebles con valor cultural \_\_\_\_\_  Áreas naturales protegidas  
\_\_\_\_\_  
 Centro poblado \_\_\_\_\_  Viviendas aisladas \_\_\_\_\_  
Nombre los que han sido marcados  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. Profundidad promedio del río y/o quebrada. época seca: \_\_\_\_\_ m época de lluvia: \_\_\_\_\_ m  
Profundidad promedio: \_\_\_\_\_ Metros Zona de protección. Ancho \_\_\_\_\_ Metros  
 Muros  Conformación de taludes  Obras de paso  
 Guarda niveles  Disipadores energía  Otros. \_\_\_\_\_  
Descripción de obras de protección:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### V. ACTIVIDADES Y OBRAS PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO.

Marque las acciones a ser realizadas en cada una de las etapas del proyecto.

##### 1. ACTIVIDADES DEL PROYECTO A EJECUTARSE. Marcar las que apliquen.

- Limpieza y chapeo  Apertura de vías de circulación  Demolición  Excavación   
Descapote  Construcción de tanque de almacenamiento   
Tala y destronconado  Construcción de planta de tratamiento



Corte y relleno  Edificaciones/Construcciones

2. Se prevé la generación y/o el establecimiento de muros y taludes dentro del proyecto: No  Sí

Describir longitud de talud, altura, relación de talud (H: V), sistema de drenajes y tratamiento de taludes. Anexar plano con localización.

---

3. Riesgo a que es susceptible el sitio/proyecto:  No significativo  Deslizamientos   
Derrumbes  Inundación  Otros \_\_\_\_\_

## VI. COMPONENTES DEL MEDIO NATURAL SUSCEPTIBLES A SER AFECTADOS POR LA EJECUCION DEL PROYECTO.

Marque lo pertinente a lo solicitado.

1. Cobertura vegetal que será afectada por la ejecución del proyecto:

Sitio de perforación del pozo:  No  Sí:  Pastizales  Arbustos  Bosque   
Cultivos

Trazo de la tubería:  No  Sí:  Pastizales  Arbustos  Bosque   
Cultivos

Sitio de descarga:  No  Sí:  Pastizales  Arbustos  Bosque   
Cultivos

Sitio de planta de tratamiento:  No  Sí:  Pastizales  Arbustos  Bosque   
Cultivos

Número de árboles/arbustos a ser afectados con diámetro a la altura del pecho (dpa), igual o mayor a 25 centímetros: N°. \_\_\_\_\_ Total de árboles N°. \_\_\_\_\_ Total de arbustos

Nombre común y número de árboles a ser afectados por el proyecto:

---

Incluir propuesta de revegetación que incluya especies arbóreas, arbustivas y herbáceas a plantar, de acuerdo al propósito de la plantación (ornamentación y/o protección), número de árboles por especie, sitio propuesto de plantación (localización: zonas verdes, zonas de protección u otras áreas), distanciamiento y mantenimiento previsto: fertilización, poda, riego, mano de obra, frecuencia.



2. De producirse los siguientes impactos, marque y explique las medidas ambientales a implementar:

Componente del medio	Impacto	Etapas del Proyecto				Descripción de la medida
		PS	Co	Fu	Ci	
Aire	Emisión de polvo		X			Humectación de la zona para control de polvo
	Generación de ruido		X			
	Incremento del tráfico vehicular					
	Generación Olores/vapores					
Agua	Agotamiento del recurso hídrico					
	Contaminación por aguas residuales domésticas					
	Contaminación por aguas residuales industriales o lixiviados					
Suelo	Erosión					
	Disposición en el sitio del proyecto de desechos sólidos		X	X		Recolección manual de escombros para su deposición final.
	Contaminación por derrames de aceite de vehículos					
Flora	Especies amenazadas y/o en peligro de extinción					
	Tala de vegetación					
Fauna	Especies amenazadas y/o en peligro de extinción					
Socioeco nómico	Pérdida de fuente de empleo					
	Reubicación de personas					



Componente del medio	Impacto	Etapas del Proyecto				Descripción de la medida
		PS=Preparación del sitio; Co=Construcción; Fu=Funcionamiento; Ci=Cierre				
	Pérdida de suelo con potencial agrícola					
Cultural	Monumentos históricos y/o vestigios arqueológicos					
Paisaje	Visibilidad					
Otros						

Cualquier ampliación anexarla al formulario en hojas adicionales.

#### VII. POSIBLES ACCIDENTES, RIESGOS Y CONTINGENCIAS

Indique los posibles accidentes, riesgos y contingencias que puedan ocasionarse en las diferentes etapas del proyecto (construcción, operación o cierre)


#### VIII. MARCO LEGAL APLICABLE (A nivel Nacional, Sectorial y Municipal)


NOTA: En caso de existir en el marco legal (Nacional, Sectorial y Municipal), una norma que prohíba expresamente la ejecución de la actividad, obra o proyecto en el área propuesta, la tramitación realizada ante éste Ministerio quedará sin efecto.

- La presente no tiene validez, sin nombres y firma del titular (propietario o su representante legal debidamente acreditado).
- la información debe presentarse en forma completa y en donde la información solicitada no aplica a la actividad, obra o proyecto, favor indicar con la abreviación "n/a"

# **CAPITULO VI**

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO**

## **6.1 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **6.1.1 - OBRAS PRELIMINARES**

#### **6.1.1.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

El Contratista suministrará los materiales y realizará por su cuenta y riesgo las construcciones e instalaciones provisionales para la debida conducción y ejecución de las obras tales como: bodega, oficinas, servicios sanitarios móviles, servicios de energía eléctrica, áreas de acopio de materiales, señalización de seguridad en las áreas de trabajo y en caso de ser necesario cercas protectoras.

De igual manera, el Contratista es responsable de proveer a los trabajadores las herramientas, maquinaria y el equipo de seguridad personal adecuado para desarrollar cada una de las actividades constructivas.

#### **6.1.1.2 - BODEGAS Y PATIOS DE ACOPIO**

Incluye la construcción de bodegas para el almacenamiento provisional, conservación y protección de materiales y equipos que deban ser incorporados a la obra; así como la conformación de patios para el depósito de materiales a la intemperie debidamente delimitados y protegidos, con el objeto de evitar su contaminación y mezcla con otros materiales. Además debe haber áreas para el acopio de desechos sólidos.

Las bodegas serán del tamaño adecuado para el almacenamiento de materiales como acero, cemento, tuberías y cualquier otro material o equipo que por su

naturaleza lo requiera, dispuestos de tal manera que no los afecte la humedad u otros elementos. La disposición de los materiales en bodega debe permitir una fácil inspección.

#### **6.1.1.3 - OFICINAS Y SERVICIOS SANITARIOS**

El Contratista proveerá de una oficina para su personal técnico y para el personal de Supervisión, con un área que contenga los muebles, como mesa de dibujo, escritorio y estantería para guardar planos y documentos, etc. Éstas se construirán en el plantel cerca de la bodega. Los servicios sanitarios serán de arrendamiento (tipo portátil), debido a la modalidad del proyecto. Tales servicios serán proporcionados conforme y cuando el Supervisor lo disponga, y deberán ser regularmente aseados y desinfectados.

Deberán atenderse las disposiciones legales y normas mínimas locales. El equipo y mobiliario deberá considerarse que será recuperado por el Contratista por lo que su costo deberá calcularse en base al porcentaje de uso. El Contratista se coordinará con el Supervisor para la ubicación y distribución de la oficina.

#### **6.1.1.4 - VALLAS DE PROTECCIÓN Y SEÑALIZACIÓN**

Se hará por medio de rótulos y señalizaciones que indicará a los conductores, peatones y a las visitas del proyecto, la conducta a seguir en cada una de las áreas de trabajo, indicando precaución y/o prohibición; estas serán colocadas en lugares visibles.

El Contratista hará y mantendrá los letreros según aquí se especifica. Los letreros serán de 1.50 x 2.00 m. La redacción y el tipo de los letreros serán

según lo ordene el Supervisor, estos serán exigidos al principio de la construcción y se mantendrán durante el período de construcción. La ubicación de los letreros será según lo especifique el Supervisor.

#### **6.1.1.5 - MATERIALES**

Como mínimo la construcción de la bodega y oficinas deberá ser a base de estructuras de madera, forrados con lámina galvanizada o fibrocemento; el piso podrá ser de suelo compactado o suelo cemento fluido. En el caso de bodegas, deberá de proveerse de las tarimas necesarias para el aislamiento de la humedad con los materiales.

Las bardas de protección serán de madera y cinta amarilla. Para los rótulos se usará lámina galvanizada u otro material resistente a los efectos de la intemperie.

#### **6.1.1.6 - SUMINISTRO PROVISIONAL DEL AGUA**

En la obra se requerirá agua para mezclar, curar el concreto y morteros, para controlar el polvo, humedecer material para rellenos y para cualquier otro tipo de trabajo. El Contratista hará todos los arreglos necesarios para el suministro de agua; construirá y mantendrá todas las tuberías, llaves, tanques, mangueras, etc., requeridos para distribuir el agua, tanto para la construcción, y el consumo humano.

#### **6.1.1.7 - SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD**

El Contratista hará sus propios arreglos para el abastecimiento de electricidad al sitio de las obras y de su plantel para los fines del Contrato. La energía consumida por el Contratista será sufragada por el mismo.

#### **6.1.1.8 - FORMA DE PAGO**

Todas las instalaciones provisionales se deberán de contemplar en los costos indirectos.

### **6.1.2 - TRAZO Y NIVELACIÓN**

#### **6.1.2.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

El Contratista trazará las dimensiones de la construcción de acuerdo con las medidas y niveles expresados en los planos y establecerá las referencias planimétricas y altimétricas (bancos de marca), necesarias para plantear niveles establecidos por los proyectistas, cuantas veces sea necesario. El Contratista será el responsable que el trabajo terminado quede conforme con los alineamientos, niveles, pendientes y referencias indicados en los planos o por alguna modificación dada por el Supervisor.

Antes de iniciar cualquier trabajo de terracería el Contratista deberá realizar el replanteo de la línea en planimetría y perfil, indicados en los planos y mostrará a la Supervisión el replanteo en campo de la línea para su aprobación. Deberá acatar las indicaciones que la Supervisión emita como resultado de la inspección, realizando las correcciones necesarias.

Basado en el replanteo de la línea, el Contratista verificará la rasante de la tubería de los planos de diseño y presentará los planos de trabajo o de ejecución al Supervisor para su aprobación. El Supervisor podrá ordenar al Contratista la realización de excavaciones exploratorias para la localización precisa de algún elemento enterrado que resultare decisivo para definir el eje a trazarse.

Habiéndose presentado y aprobado por la Supervisión la documentación relativa al replanteo de la línea, se podrán iniciar las excavaciones tomando en consideración que no se reconocerán anchos de zanja mayores a lo estipulado en el contrato ni se permitirán anchos menores. El Contratista puede efectuar el trazo desde el momento en que recibe la orden de inicio, pero no podrá comenzar las excavaciones hasta que el Supervisor lo autorice, con su previa revisión y aprobación.

#### **6.1.2.2 - CONDICIONES**

El trazo deberá ejecutarse con estación total o con el sistema que el supervisor determine.

#### **6.1.2.3 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

El trazo y nivelación se medirá en metros lineales (ml) con aproximación al metro y en la proyección horizontal del trabajo.

El trazo y nivelación se pagara según el precio unitario estipulado en el contrato. El pago incluye todo el trabajo de investigación, inspección, localización de estructuras, levantamiento topográfico en planimetría y altimetría



y lo requerido para que el trazo y nivelación quede a satisfacción del Supervisor. Las excavaciones exploratorias se pagan por aparte.

### **6.1.3 - EXCAVACIÓN**

#### **6.1.3.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

Abarca todos los trabajos de excavación (excavación general a cielo abierto, zanjas, excavación para obras, etc.) ya sea a mano o con maquinaria. Asimismo comprende la protección de las excavaciones, de todos los cortes y acabados de sus taludes en el caso dado, así como la preparación del fondo de las zanjas y excavaciones para terracerías y la cimentación de las estructuras que posteriormente se van a construir en el lugar. Todas las excavaciones se deberán efectuar hasta los límites y niveles mostrados en los planos, definidos en la especificación o indicados por el Supervisor.

El Supervisor aprobará y autorizará las líneas de excavación mínimas suficientes para ejecutar las obras y hasta las cuales se autorizará implícitamente el pago para cada clase de material excavado. El Contratista no podrá excavar más allá de la línea indicada por el Supervisor. En caso de hacerlo el volumen sobre excavado no dará lugar a pago y si el Supervisor lo considera necesario, deberá rellenar el fondo o paredes con material seleccionado compactado, concreto u otro apropiado según lo ordene, todo a cuenta del Contratista.

El Contratista deberá tomar las medidas del caso y precauciones para conservar la excavación mientras se ejecuten las obras; se harán los entibados, soportes u obras que se requieran para evitar derrumbes de las paredes o la entrada de material extraño desde el exterior de la excavación.

### **6.1.3.2 - EXCAVACIÓN PARA POZOS DE VISITA**

El procedimiento para la excavación será como lo estime conveniente el Contratista, éste tomará todas las precauciones como la colocación de barda de protección, conos y cintas de precaución para impedir el acceso de personas ajenas a la obra durante el tiempo que no se trabaje; la boca de la excavación deberá permanecer tapada de manera que no permita el acceso accidental o premeditado de personas.

### **6.1.3.3 - EXCAVACIÓN PARA TUBERIAS**

El Contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todos los procesos de excavaciones para los sistemas de tuberías mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas. Todas las excavaciones deberán efectuarse hasta los límites y niveles mostrados en los planos o en el presente documento o indicados por el supervisor.

El ancho de zanja deberá considerar los espacios mínimos de trabajo necesarios a ambos lados de la tubería y ser suficientemente amplio para permitir la ejecución de estos. Se recomienda que el ancho mínimo de la zanja sea 80 cm, esto para facilitar el movimiento del personal que instalará la tubería (Tabla 6.1). Para excavaciones con profundidades menores de 3 m, se recomiendan los siguientes anchos de zanja:

DIÁMETRO NOMINAL		ZANJA SIN	ZANJA CON
Pulgadas	mm	ADEMADO (M)	ADEMADO DE 0.30M
8	200	0.80	1.10
10	250	0.80	1.10
12	300	0.90	1.20

**Tabla 6.1 – Anchos de zanjas recomendados para colocación de tuberías. FUENTE: ANDA, Manual de Planificación de Alcantarillados (2009).**

Para tuberías que van enterradas a profundidades mayores a 3m, se deberá agregar una grada de 0.6m de ancho para los primeros tres metros de excavación, retomando el ancho recomendado para las profundidades mayores.

El ancho máximo se establecerá en base a lo que indique la Supervisión de acuerdo a las condiciones del sitio. Se efectuarán sobre excavaciones cuando a juicio del supervisor sean estrictamente necesarias. Se deberá considerar el ademado de las paredes laterales de la zanja cuando las condiciones del suelo no garanticen la estabilidad de la pared y exista posibilidad de derrumbe. El diseño del ademado deberá ser realizado por personal especializado tomando en consideración las condiciones del suelo.

El material producto de la excavación deberá colocarse a un costado de la zanja, a una distancia no menor que 60 cm del borde y la altura del montículo no mayor de 1.25 m, para evitar que la carga produzca derrumbes en la zanja. Como regla general, no deben excavarse las zanjas con mucha anticipación a la colocación de la tubería. Se harán excavaciones a mano en los lugares de difícil acceso para la maquinaria utilizada.

#### **6.1.3.4 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los volúmenes de la excavación se medirán por metro cubico (m<sup>3</sup>) con aproximación a un decimal.

Para su determinación se considerara el perfil del terreno y la línea de corte (excavación) indicada en los planos autorizados por el Supervisor.

El pago se hará al precio unitario establecido en el Contrato; el precio incluye toda la mano de obra, equipos, materiales y trabajos ejecutados para efectuar y conservar los cortes de terracería de que trata esta especificación; incluirá todas las obras que realice el Contratista para mantener las excavaciones libres o protegidas del agua, como cualquiera de las actividades que sea necesarias ejecutar para realizar satisfactoriamente el trabajo, el Contratista no podrá reajuste alguno por imprevistos en su estimación.

#### **6.1.4 - DESALOJO**

##### **6.1.4.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

Este trabajo consiste en el desalojo fuera de los terrenos de la construcción del material extraído de las excavaciones y que no pueda ser usado en otras partes de la construcción. El trabajo incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, equipo y servicios necesarios para la ejecución completa y correcta de los trabajos.

#### **6.1.4.2 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Los volúmenes del material desalojado se medirán por metro cubico (m<sup>3</sup>) con aproximación a un decimal. Se considerará un factor de abundamiento de 1.2 al volumen de material excavado.

El pago se hará al precio unitario establecido en el Contrato; el precio incluye toda la mano de obra, equipos, materiales y trabajos ejecutados para efectuar el traslado de los volúmenes originados en los cortes de terracería.

#### **6.1.5 - ADEMADO O ENTIBADO**

##### **6.1.5.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

Consiste en la colocación de estructuras que ayuden a que los taludes de las zanjas no sufran deslizamientos, a causa del tipo de suelo existente o por la presencia de sobrecargas eventuales tales como maquinaria y equipo o la provocada por el acopio de la misma tierra.

##### **6.1.5.2 - COLOCACIÓN**

Los elementos del entibado serán colocados de la siguiente manera:

Las estacas serán colocadas en posición vertical, las vigas (o tablonés), se colocaran longitudinalmente y correrán paralelas al eje de la zanja. En cuanto a los puntales, estos serán colocada transversalmente, cortando el eje de la zanja y transmitiendo la fuerza resultante del empuje de la tierra desde un lado de la zanja para el otro.

### **6.1.5.3 - MATERIAL EMPLEADO EN EL ENTIBADO.**

Sera utilizada la madera pino utilizando piezas de dimensiones conocidas de 1" x 6"; 1" x 8"; 1" x 10", o en su caso de 2" x 6"; 2" x 8"; 2" x 10" y para listones de 2" x 4"; 3" x 4". Las piezas pueden tener los bordes preparados para ensamble hembra y macho. Se usarán también como puntales, rollizos en diámetros mínimos de 4" y 6".

### **6.1.5.4 - TIPO DE ENTIBADO**

Será empleado el entibado cerrado, en zanjas de una profundidad mediana, variando su utilización en función del tipo de suelo y de la necesidad de una mayor protección. Este tipo de entibado cubrirá totalmente las paredes laterales de la zanja.

## **6.1.6 - MATERIALES**

### **6.1.6.1 - ACERO DE REFUERZO**

Todo el acero corrugado de refuerzo deberá cumplir con la norma para varilla de refuerzo en concreto armado ASTM A615, y tendrán un límite de fluencia  $f_y=2800 \text{ Kg/cm}^2$  (Grado 40), valor que deberá verificarse con pruebas de tensión según dicha norma, tomando tres muestras de cada lote de diferentes diámetros. Se exceptúa el acero de refuerzo # 2 ( $\varnothing \frac{1}{4}$ ") que será liso.

El acero de refuerzo deberá estar libre de defectos de manufactura y su calidad deberá estar garantizada por el fabricante y justificado por el Contratista, antes de su uso, por medio de pruebas realizadas en el material entregado a la obra.

En el armado de todo miembro estructural no se permitirán barras de refuerzo cuyo diámetro nominal difiera del indicado en los planos en más del 5%.

#### **6.1.6.2 - AGREGADOS**

La procedencia de los agregados, deberá mantenerse durante toda la construcción. Si fuere necesario cambiarla deberá someterse a la aprobación de la Supervisión y realizar un nuevo diseño de mezcla. La granulometría de los agregados deberá quedar siempre dentro de los límites indicados en la especificación ASTM C33. Estos agregados se almacenarán y mantendrán de forma tal que impida la segregación y contaminación.

Cuando exista duda sobre la calidad de los agregados, el Contratista a través del Gerente de Control de Calidad estará en la obligación de presentar carta del laboratorio que practicó las pruebas a los materiales o de la pedrera o bancos de donde provienen éstos, para garantizar la calidad de los materiales a usar.

#### **GRAVA**

Se entenderá por agregado grueso a aquella parte de los agregados que no pasa la malla N° 04 (4.76 mm). El agregado grueso consistirá de piedra triturada de roca sana, compacta y cristalina en fragmentos duros, resistentes, sin escamas y exentos de polvo y materia orgánica; deberán estar de acuerdo con las normas aplicables (ASTM C73). No se aceptará grava que presente aspecto laminar, debe estar libre de pizarra, lajas o piezas en descomposición.

Su tamaño máximo será determinado de acuerdo con las condiciones de los elementos estructurales, de tal manera que, en general, no sea mayor de 1 ½”

ni mayor de 1/5 de la menor dimensión entre las paredes de la formaleta en la cual va a usar el concreto, ni mayor que 3/4 del mínimo espacio libre entre barras de refuerzo o paquetes de barras de refuerzo.

## **ARENA**

Comprenden los agregados que pasan la malla N° 4 (4.6 mm) y es retenido en la malla N° 200 (0.074 mm) de graduación.

El agregado fino consistirá de arena natural constituida por partículas finas, sanas, limpias, resistentes y exentas de polvo, pómez, grasas, sales, álcalis, sustancias orgánicas y otras impurezas perjudiciales para el concreto, y será bien graduada. Su módulo de finura deberá estar entre 2.3 y 3.0.

La granulometría de los agregados finos quedará dentro de los límites indicados en la norma ASTM C33, no deberá contener más del 1.5% de arcilla, no menos del 85% deberá pasar por la malla de ¼", no más del 30% deberá pasar por la malla N° 50 y no más del 5% pasar por la malla N° 100. Deberán protegerse contra la lluvia, viento y contaminación con otros materiales.

### **6.1.6.3 - AGUA DE MEZCLADO**

El agua que se emplee debe ser limpia, clara y estar libre de sales, aceites, ácidos, álcalis, azúcar, vegetales, materia orgánica u otras sustancias deletéreas.



#### **6.1.6.4 - CEMENTO**

Todo el cemento debe ser tipo PÓRTLAND cumpliendo con las especificaciones ASTM C150 tipo I o su equivalente bajo la norma ASTM C1157GU; con excepción del cemento utilizado para mampostería, el cual estará bajo la especificación ASTM C91.

Las diferentes marcas o clases de cemento deberán almacenarse separadamente. El Contratista deberá usar el cemento que tenga más tiempo de estar almacenado, antes de usar el almacenado recientemente. El cemento en sacos no se almacenará en pilas de más de diez sacos y se dispondrán en forma tal que permita el fácil acceso para la correcta inspección e identificación. Deberá almacenarse de manera que la humedad y la edad no bajen su calidad. El cemento será entregado en la obra en su empaque original y será almacenado bajo techo sobre plataformas que se encuentren 15 cm por encima del suelo, asegurando protección contra la humedad. Se colocará plástico sobre la última y bajo la primera fila de bolsas de cemento. No se aceptará el cemento contenido en bolsas abiertas o rotas.

#### **6.1.6.5 - LADRILLO**

Los ladrillos deberán ser sólidos, sanos, bien formados, de tamaño uniforme y sin grietas o escamas, deberán cumplir con las normas ASTM C62 y C67. Los ladrillos serán construidos a máquina o a mano, bien cocidos, de dimensiones 9x14x28 cm y resistencia a la ruptura por compresión igual o mayor de 70 kg/cm<sup>2</sup>. Tendrán la misma apariencia y calidad de la muestra que el Contratista ha presentado a la Supervisión para su aceptación previa.

Los ladrillos a usarse deberán colocarse en las paredes previamente humedecidos y como se indica en los planos. Ladrillos rajados y alterados no se aceptarán para instalación. Las paredes de ladrillo se dejarán a plomo, alineadas correctamente, con filas de ladrillo a nivel. Todo el trabajo con relación a su colocación se deberá realizar por albañiles experimentados.

#### **6.1.6.6 - TUBERÍAS**

Los planos constructivos indicarán el tipo de tubería, diámetro, pendiente y profundidad que se emplearán. Las tuberías serán de PVC estructural de doble pared, con accesorios del mismo material. Se utiliza dicho material por su versatilidad del transporte, almacenaje, instalación y por su resistencia a cargas, abrasión, agentes químicos y corrosivos. Los materiales que se empleen en la construcción de la obra serán nuevos, de primera calidad y de conformidad con las especificaciones técnicas.

La tubería para alcantarillado utilizada será de PVC, con una pared interna lisa y una pared externa corrugada, para óptimo desempeño estructural e hidráulico, de junta rápida, con presión de trabajo de 250 PSI, tanto para diámetro de 8" como para 12", además se tomara en cuenta la relación entre diámetro exterior y espesor (SDR) de 17. Estas deberán satisfacer las normas ASTM-F949 / AASHTO M-304.

#### **6.1.6.7 - TIERRA BLANCA**

Los suelos adecuados o material selecto, deberán reservarse para su uso en los rellenos, acopiándolos en sitios protegidos de la lluvia y contaminación orgánica o arcillosa. La selección y control de calidad del material de relleno

será avalada por un Laboratorio de Suelos y Materiales, que deberá ser contratado previo al inicio del proyecto por parte del Contratista.

## **6.1.7 - INSTALACIÓN DE TUBERÍAS**

### **6.1.7.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

Se refiere a la instalación de tubería de PVC para el proyecto, de acuerdo a diámetros, características y diseño mostrados en los planos. El tipo de junta a utilizar deberá ser del tipo de junta rápida.

### **6.1.7.2 - COLOCACIÓN DE TUBERÍAS**

Cada tubo deberá ser colocado al lado de la zanja, tan cerca como sea posible a su posición de colocación final, para minimizar el movimiento a lo largo de la ruta luego del alineamiento. Deberán ser transportados al lugar de la obra hasta que se terminen los trabajos de excavación para evitar daños en la tubería y que genere estorbo en los trabajos realizados. Debe evitarse que pase mucho tiempo expuesta al sol o a la intemperie.

La tubería de PVC deberá instalarse de acuerdo a lo indicado en los planos. El fondo de la zanja deberá conformarse cuidadosamente, de manera que la tubería quede apoyada en toda su longitud y no en las campanas o uniones, las zanjas deberán limpiarse para que estas queden libres de piedras o protuberancias para que no entren en contacto con la tubería y la dañen.

La tubería deberá colocarse respetando la pendiente establecida en los planos constructivos, permitiéndose una desviación máxima de 10 mm. En la escala vertical por cada 6mts de tubería.

Antes de su instalación, la tubería deberá ser inspeccionada para asegurarse que está en buenas condiciones y que los extremos no estén dañados, además se colocara una cama de arena de 10 cm de espesor sobre la cual se asentará la tubería.

La técnica utilizada para recoger y bajar la tubería debe ser seleccionada para asegurar que ésta no resulte dañada. Para el caso de zanjas profundas (mayores de 2 metros), se recomienda bajar la tubería utilizando lazos en sus extremos.

#### **6.1.7.3 - 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 y deberá colocarse una cama de arena de 10 cm de espesor sobre la cual se asentará la tubería. Lo anterior es requerido para que se permita el apoyo del tubo en toda su longitud entre zanjas de uniones, que este posea la pendiente especificada y que no quede en contacto con grumos que pueden dañar su recubrimiento.

#### **6.1.7.4 - 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. 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. No será permitido dejar caer el tubo al fondo de la zanja; si esto ocurre, el tubo deberá ser extraído y cuidadosamente inspeccionado.

#### **6.1.7.5 - ACOUPLE DE TUBOS**

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. Cuando el trabajo 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.

#### **6.1.7.6 - DEFLEXIONES EN JUNTAS O ACOPLES**

Para juntas rápidas, los tubos y piezas de acople deben ser enfundados respetando un alineamiento estricto. Cuando la colocación tenga que hacerse siguiendo una curva de gran radio, el desvío angular de cada deflexión deberá ser realizado con las curvas y deflexiones que recomiende el fabricante. No se admitirá el calentamiento de la tubería para lograr estas deflexiones.

#### **6.1.7.7 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La instalación de tubería se pagará por cada metro lineal (ml) de tubería debidamente instalada, al precio de contrato aplicable para cada diámetro. El precio de instalación debe considerar el suministro de materiales, toda la mano de obra, equipos, herramientas, transporte desde los sitios de entrega hasta el punto de instalación y todo lo necesario para la realización de esta actividad.

## **6.1.8 - RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL**

### **6.1.8.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

El Contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para realizar todos los procesos de compactaciones mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas. El material para los rellenos deberá cumplir con las especificaciones descritas en el apartado 6.1.6.7 y con la autorización de la Supervisión, previo pruebas del Laboratorio.

### **6.1.8.2 - COMPACTACION EN ZANJAS**

Antes de realizar las pruebas de las tuberías, se hará la compactación manualmente (usando pisón) hasta una altura de 30 cm sobre la corona del tubo. Luego de realizar las pruebas se compactarán a máquina (rodo o bailarina), en capas uniformes y sucesivas de espesor, en estado suelto, no mayor de 20 cm, debiendo alcanzar un grado de compactación entre el 90% y el 95% con respecto a la densidad obtenida con estándar AASHTO T180. Se realizaran pruebas por cada capa compactada o cuantas veces lo requiera el Supervisor, aplicable en zonas de carga vehicular.

El contenido óptimo de humedad de los diferentes materiales para alcanzar la densidad requerida, será el indicado por la Supervisión con base a las pruebas de laboratorios; será responsabilidad del Contratista determinar si la humedad del material, al momento de su compactación, sea la adecuada.

### **6.1.8.3 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

El volumen de los rellenos debidamente compactados se medirá por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con aproximación de un decimal. Para su determinación se deberá considerar el perfil del terreno después de la terracería o excavación, hasta el perfil final de los terraplenes indicados en los planos, en las especificaciones o autorizado por el Supervisor. No se consideraran factores de expansión. El volumen computado del material colocado y debidamente compactado en todo relleno será igual al volumen de diseño.

Se pagará al precio unitario establecido en el Contrato por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de relleno debidamente compactado. Este incluye todos los gastos por equipo, mano de obra, materiales de relleno, control de agua y demás gastos en que el Contratista incurra para la realización de los rellenos de acuerdo con las especificaciones y planos del proyecto a entera satisfacción del Supervisor.

### **6.1.9 - CONCRETO**

#### **6.1.9.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

El Contratista proporcionará al Laboratorio de Mecánica de Suelos treinta días antes de colocar el concreto las muestras que éste solicite para que le sea aprobado el diseño de la mezcla. Cualquier cambio que el Contratista quiera introducir en la dosificación durante el proceso de la construcción deberá ser autorizado por el Laboratorio.

### **6.1.9.2 - MATERIALES**

Deben cumplir con lo establecido en las especificaciones de los apartados 6.1.6.2, 6.1.6.3 y 6.1.6.4.

### **6.1.9.3 - PRODUCCIÓN**

Si el concreto va a ser producido en el sitio, los materiales serán mezclados en concreteiras en perfecto estado de funcionamiento, capaces de proporcionar una masa uniforme y descargarla sin una segregación perjudicial. La concreteira se hará girar a la velocidad recomendada por el fabricante y el tiempo de mezclado será de por lo menos 1.5 minutos para volúmenes de un metro cúbico (1 m<sup>3</sup>) o menores.

Este tiempo se incrementará en 20 segundos por cada metro cúbico (m<sup>3</sup>) o fracción en exceso del metro cúbico (m<sup>3</sup>). El tiempo de mezclado se podrá prolongar hasta un máximo de 4 minutos cuando las operaciones de carga y mezclado no produzcan la uniformidad de composición y consistencia requerida para el concreto. Las mezcladoras no se cargarán en exceso, ni se les dará velocidad mayor que la que recomiendan los fabricantes. El concreto se preparará siguiendo las propiedades de diseño de las mezclas, a manera de obtener la resistencia especificada con su adecuación al campo.

Las mezclas obtenidas deberán ser plásticas y uniformes con un revenimiento que esté de acuerdo al tipo de elemento a colar, entre los 7.5 y 10 cm. (de 3 a 4 pulgadas). No se deberá, por ningún motivo, agregar más agua de la especificada, sin autorización del Supervisor. No se permitirá hacer sobre mezclados excesivos que necesiten mayor cantidad de agua para presentar la consistencia requerida, ni se admitirá el uso de mezclas retempladas.



El concreto endurecido será rechazado cuando hayan transcurrido más de 90 minutos después de su elaboración y su manejo será acumularlo en los espacios de acopio temporal del proyecto, para su posterior desalojo y disposición en un sitio autorizado por la Municipalidad respectiva o el Ministerio de Obras Públicas. Si alguna mezcladora llegara a producir resultados insatisfactorios, se dejará de usar inmediatamente, hasta que se repare o se sustituya por otra.

#### **6.1.9.4 - PREPARACIÓN DE LA FUNDACIÓN ANTES DE LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO.**

Antes de comenzar a colocar al concreto, todas las superficies que quedaran en contacto con el deberán limpiarse y humedecerse bien. No se aceptará el colocado de concretos sobre superficies que no hayan sido aprobadas por el Supervisor.

#### **6.1.9.5 - COLOCACIÓN DEL CONCRETO**

El concreto deberá colocarse sobre superficies que estén preparadas para recibirlo. El concreto deberá ser colocado solamente en presencia del Supervisor, excepto cuando se haya extendido un permiso por escrito para colocar concreto en su ausencia.

El concreto debe ser depositado muy cuidadosamente para evitar segregaciones y no se le permitirá caer más de 1.5 m en caída libre. Cuando se usen carros o canaletas, se deberán mantener limpios y usarse en tal forma que se evite la segregación. Cada obra debe planearse cuidadosamente, y se dispondrá de un número adecuado de vibradores de capacidad suficiente para mantener la máxima rapidez de vibrado del concreto.

Cuando se inicie el colado de una sección, deberá efectuarse en forma continua y no debe interrumpirse hasta encontrar una junta de construcción apropiada. Durante la colocación, la temperatura del concreto se deberá mantener tan baja como sea posible a fin de evitar los efectos nocivos del calor sobre la calidad del concreto. No se podrá efectuar colados cuando la temperatura ambiental está muy alta o cuando la temperatura de colocación del concreto exceda los 32°C (90°F).

#### **6.1.9.6 - CURADO DEL CONCRETO**

El concreto recién colado deberá mantenerse constantemente húmedo y protegerse de daño por fluctuaciones de temperatura en la superficie, del sol y del viento hasta que haya fraguado adecuadamente. También se tomarán medidas preventivas para que el fraguado no sea acelerado, cubriéndolo con sacos húmedos o con cualquier otro material que pueda mantenerse húmedo permanentemente por lo menos durante 14 días después del colado. Aún después de haberse cumplido el periodo mínimo de curado, se deberá tener cuidado de evitar que el concreto sufra un secado excesivo.

#### **6.1.9.7 - PRUEBAS DEL CONCRETO**

Todos los ensayos del concreto prescritos en este apartado o en cualquier otra parte de estas especificaciones, deberán ser realizados en un laboratorio reconocido y previamente aprobado por el Supervisor. Se deberán efectuar pruebas de revenimiento, según la especificación ASTM C143, que permitan asegurar que el concreto es trabajable para su colocación. Las pruebas de resistencia a la compresión se llevarán a cabo de acuerdo con la norma ASTM

C39. Deberán tomarse muestras para pruebas por cada colado y los ensayos deben ser hechos como y cuando lo indique el Supervisor.

El Contratista debe costear los gastos de transporte y pagar por todos los gastos en que incurra para tales ensayos, no importando el resultado de la prueba. Los ensayos rutinarios serán los de resistencia a la compresión, para lo cual se obtendrán tres muestras que se probarán uno a los 7 días y los restantes a los 28 días.

El Supervisor considerará si el concreto en la obra, representado por cualquier muestra cuya resistencia resulte más baja de la especificada, es aceptable o no. En caso no sea aceptada, el Contratista deberá demoler o remover la estructura cuyo concreto no alcanzo la resistencia de diseño.

El costo total por mano de obra, equipo, transportes y herramientas que involucren las pruebas del concreto deberán ser incluidas en el precio unitario de estas pruebas.

#### **6.1.9.8 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La unidad de medida para el pago de concretos será el metro cúbico ( $m^3$ ) con una cifra decimal. Para la medida se consideraran las dimensiones reales de las estructuras. No se computarán volúmenes de concreto que no hayan sido ordenados por el Supervisor.

Se pagara el precio unitario establecido en el Contrato por metro cúbico de concreto ( $m^3$ ) debidamente colocado. Dicho precio incluye toda la mano de obra, equipo, materiales, transporte, formaletas, aditivos, suministros de agua, control del agua durante la construcción, curado y demás actividades o trabajos

que el Contratista efectúe y gastos en que incurra para la ejecución de cada metro cúbico de concreto.

## **6.1.10 - MORTEROS**

### **6.1.10.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

Incluye la descripción de los materiales para la elaboración de los morteros a utilizar en el proyecto, con sus características principales y proporciones a utilizar dependiendo de su uso, así como también la forma de elaborarlos y los requisitos que debe cumplir.

### **6.1.10.2 - MATERIALES Y PROPORCIONES DE LOS MORTEROS**

Los materiales a usarse en los morteros llenarán los siguientes requisitos:

- Cemento para mampostería, según especificaciones ASTM C91 (Apartado 6.1.6.4).
- Cemento para repello y afinado, según especificaciones ASTM C150 tipo I o su equivalente bajo la norma ASTM C1157 GU (Apartado 6.1.6.4).
- Arena (agregado fino) conforme ASTM C144 (Apartado 6.1.6.2).
- Agua (Apartado 6.1.6.3).

### **6.1.10.3 - PROPORCIONES**

Los morteros tendrán las siguientes proporciones en volumen y según el uso que se le dará:

<b>TIPO DE USO</b>	<b>PROPORCIÓN</b>
Mampostería de piedra	1:4
Mampostería de ladrillo de barro	1:3
Repellos	1:3
Afinados	1:1
Pulidos	Pasta de cemento

**Tabla 6.2 – Proporciones de mortero FUENTE: Diseño de la red de alcantarillado sanitario en la ciudad de Turín, Departamento de Ahuachapán (2005)**

#### **6.1.10.4 - PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

El mortero deberá mezclarse sólo en las cantidades necesarias para uso inmediato y en un período máximo de 90 minutos a partir del instante en que se le agregue el agua; después de este período será descartado. No se permitirá el reemplado del mortero, ni batir la mezcla en el suelo de tierra por ningún motivo. Se aplicará en forma continua para no dejar juntas y se harán en las superficies indicadas en los planos.

Los afinados se harán utilizando llana de metal o madera, seguido de un alisado con esponja; para poder efectuar el afinado la pared debe estar bien repellada y mojada hasta la saturación, además deben estar libre de grietas, fisuras, cortaduras, manchas y sopladuras en el repello. Antes de afinar las paredes deberán estar saturadas de agua, limpias de polvo, aceite, o cualquier otro elemento extraño. Una vez efectuados los afinados, éstos se mantendrán húmedos por medio de rociado de agua constante por un mínimo de 3 días, estos gastos se incluyen en el precio unitario contratado.

Los repellos al estar terminados, deben quedar nítidos, limpios, sin manchas, parejos, a plomo, sin grietas, o irregularidades. Cualquier cantidad de mezcla que no esté de acuerdo con la condición apuntada no será aprobada, y no podrá ocuparse en la obra.

#### **6.1.10.5 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La forma de pago será en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

#### **6.1.11 - ACERO DE REFUERZO**

##### **6.1.11.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

El Contratista suministrará y colocara todo el acero de refuerzo como está especificado en esta sección o mostrado en los planos.

Todo el trabajo se hará de acuerdo con el código del ACI-318, a menos que se especifique o detalle en otra forma. Se incluye también los amarres, separadores y otros accesorios para soportar y espaciar el acero de refuerzo.

##### **6.1.11.2 - ALMACENAJE**

Inmediatamente después de ser entregado el acero de refuerzo será clasificado por tamaño, forma, longitud o por su uso final. Se almacenará en estantes que no toquen el suelo y se protegerá en todo momento de la intemperie.

### **6.1.11.3 - PRUEBAS DEL ACERO DE REFUERZO**

De cada lote de diferente diámetro del acero de refuerzo entregado en la obra, se tomarán tres probetas, proporcionadas por cuenta del Contratista, para ser sometidas a pruebas para acero de refuerzo según especificación ASTM A370.

### **6.1.11.4 - DOBLADO**

Todas las barras deberán ser rectas, excepto donde se indique en los planos; los dobleces se harán en frío, sin excepción. El doblado de las barras de refuerzo deberá hacerse cumpliendo con las especificaciones ACI 318.

### **6.1.11.5 - ESTRIBOS**

Se construirán estrictamente en la forma en que están indicados en los planos. No se permitirá calentar las barras antes de doblarlas para formar los estribos; deberán utilizarse herramientas especiales que no dañen el acero.

### **6.1.11.6 - LIMPIEZA Y PROTECCIÓN DEL REFUERZO**

Deberá estar limpio de cualquier elemento extraño que pudiera reducir la adherencia con el concreto; en caso contrario, el acero deberá limpiarse. Por ningún motivo, una vez aprobada la posición del refuerzo, se permitirá la colocación de cargas y el paso de operarios sobre los amarres, pues éstos se deforman o pierden la posición correcta en que fueron colocados y aprobados.

#### **6.1.11.7 - COLOCACIÓN DEL REFUERZO**

El Contratista cortará, doblará y colocará todo el acero de refuerzo, de acuerdo con lo que indiquen los planos y especificaciones o como ordene la Supervisión. Todo el refuerzo deberá estar libre de recubrimientos que pueda reducir su adherencia con el concreto. Deberá asegurarse la posición correcta del refuerzo y evitarse su desplazamiento durante el colado mediante elementos diversos.

#### **6.1.12 - ENCONFRADOS**

##### **6.1.12.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

Comprende el suministro de mano de obra, materiales y equipo para la ejecución de las operaciones necesarias en la construcción de los moldes requeridos según la forma, dimensiones y acabados de los diferentes elementos de concreto armado y simple, de acuerdo a lo indicado en los planos. El diseño y la seguridad de los encofrados serán de responsabilidad única del Contratista.

Podrán usarse encofrados de madera, los cuales serán diseñados y construidos con suficiente resistencia 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 escurrimientos y en tal forma que permanezcan alineados sin deformarse ni pandearse.

Se deben revisar planos de taller para encofrados antes de su autorización, preferiblemente con un diseño que garantice la resistencia estructural de los mismos. Una vez instalados se debe verificar que sus dimensiones coincidan



con la sección transversal de los elementos de concreto y que estén limpios interiormente. Se deberá verificar la hermeticidad de los moldes antes de autorizar el colado.

#### **6.1.12.2 - DESENCOFRADO**

El Contratista será el único responsable por el desencofrado de las estructuras. No podrá por ningún motivo, cargar las estructuras desencofradas con cargas accidentales superiores a las cargas asumidas en el diseño. 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.

En el desencofrado la atención de la Supervisión debe centrarse en la observación de daños en el concreto, tales como colmenas y segregación. No debe permitirse ningún resane sin la aprobación escrita del supervisor. En caso de daños importantes deben aplicarse los criterios que al respecto establezcan las especificaciones técnicas.

#### **6.1.12.3 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La forma de pago de los encofrados será por unidad (u), o por metro lineal (ml), según sea especificado.

## **6.1.13 - POZOS**

### **6.1.13.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

En este ítem está incluida la construcción de la base, cilindro y cono de todos los pozos de visita. El Contratista proveerá materiales, mano de obra, transporte, equipo y servicios necesarios para ejecutar las obras que indiquen los planos y especificaciones.

Todos los pozos serán construidos con ladrillos de obra, tanto el cilindro como el cono, repellado y pulido, garantizando que no tendrán filtraciones de agua. La tapadera de los pozos será de hierro fundido con anillo de metal. No será permitido el sustituir el tipo de tapadera por otra de concreto armado. Se describen a continuación los tipos de pozo utilizados.

### **6.1.13.2 - POZO SIN REFUERZO**

El pozo sin refuerzo se utilizará, sin importar el diámetro de las tuberías a conectar, para profundidades menores de 5.0 m. El diámetro interno de los pozos sin refuerzo será de 1.10 m. La base del pozo será construida en mampostería de piedra con espesor de 0.40 m, mientras que el cilindro principal y el cono serán construidos en mampostería de ladrillo.

### **6.1.13.3 - POZO CON CAJA DE SOSTÉN**

Se construirán cajas de sostén en todos los pozos de visita siempre que el desnivel entre cualquier tubería de entrada y el fondo del pozo exceda de 1.0 m.

#### **6.1.13.4 - PROCEDIMIENTO DE EJECUCION**

La fundación debe tener un espesor de 0.40 m y está hecha de piedra zulaqueada con un mortero arena-cemento de relación 1:4 y tendrá 10 cm de concreto simple con una resistencia de  $180 \text{ kg/cm}^2$ .

Previamente a su colocación, los ladrillos deberán saturarse con agua, por lo menos 2 horas antes de su uso. El mortero al ser colocado deberá repartirse de tal manera que al asentar sobre el ladrillo, la junta o sisa resulte homogénea y de espesor uniforme; las sisas no deben exceder de 1.5 cm, ni ser menores de  $\frac{1}{2}$  cm.

Las hiladas de ladrillo deberán ser construidas a plomo equidistante y a nivel. En las paredes de los pozos deberán colocarse los ladrillos en forma de trinchera y las juntas verticales deberán construirse a plomo y las horizontales a nivel a menos que el proyecto indique otra cosa. En los elementos de ladrillo de barro, la solera de coronamiento se encofrará 24 horas después de que haya sido colocada la última hilada.

El mortero de pega a utilizar será con una proporción de 1:3, además las paredes interiores llevarán un repello de 2 cm de espesor y la proporción de este repello será de 1:3, además deberán ser afinadas con una mezcla de proporción 1:1 (Tabla 6.2). Se colocaran estribos de hierro de  $\frac{5}{8}$ " de diámetro en forma de escalera para habilitar el acceso en caso de cualquier inspección.

Los pozos de visita deberán cumplir con las pruebas de infiltración y estanqueidad que efectuara la Supervisión del proyecto. Todas las superficies deberán ser humedecidas antes de recibir el repello y será curado durante un periodo de tres días continuos.

#### **6.1.13.5 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La medición y forma de pago para los pozos de visita, será por metro lineal (ml) el cilindro y las escaleras de acceso para inspección, y por unidad (u) el cono y tapadera.

Se pagará el número de metros (ml) medidos y número de conos y tapaderas (u) al precio de contrato aplicable. Dicho precio incluye la compensación por el suministro de todos los materiales, mortero, colocación, así como la mano de obra calificada y no calificada, equipo, herramientas, obras de protección y requeridas para su ejecución y otros gastos que involucre dicha partida.

#### **6.1.14 - PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN TUBERÍAS Y POZOS**

##### **6.1.14.1 - ALCANCE DE TRABAJO**

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. La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), comprobará la correcta instalación y estanqueidad de la tubería, juntas, derivaciones y demás accesorios instalados.

Se aplica al conjunto una presión hidrostática mínima equivalente a la carga que genera el pozo de mayor nivel con una carga de un metro de profundidad de agua (1.0 m), para lo cual deberá estar taponado el inferior y así sucesivamente ir probando los diferentes tramos que componen el proyecto.

Durante la prueba, todas las instalaciones sometidas a ella, deberán estar visibles, a excepción de los tramos lisos (sin juntas, derivaciones o accesorios) de la tubería, los cuales deberán tener el relleno inicial (los primeros 30 cm) con el objeto de darle firmeza al conjunto.

#### **6.1.14.2 - PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

Las tuberías de aguas negras deberán de probarse a tubo lleno, utilizando para ello tapones especiales para estos casos, en todas las salidas. Se deberá llenar de agua desde el punto más elevado de las tuberías y la prueba deberá tener una duración de 24 horas, debiendo efectuarse en la siguiente forma:

1. Se medirá el agua que se use para la prueba.
2. Se tapara la tubería por donde se inyecte el agua para evitar la introducción de elementos extraños a la prueba.
3. Se revisaran visualmente las tuberías para cerciorarse que no existen fugas.
4. A las 24 horas se verificará la cantidad de agua que se utilizó, la cual no podrá ser menor del 98% de la utilización inicial, ya que en este caso, deberá revisarse minuciosamente toda la tubería, para eliminar posibles fugas, debiendo efectuar nuevamente la prueba en las mismas condiciones que en la primera ocasión, hasta comprobar que no existen fugas.
5. Deberá desairarse cada una de las mechas o derivaciones que están taponeadas, para lo cual se recomienda perforar con un clavo en el

tapón y luego tapar con el mismo clavo o cemento solvente. El pozo aguas arriba tiene que estar completamente terminado, resanado y descubierto en su periferia para efectos de detectar cualquier humedad o fuga.

#### **6.1.14.3 - TRABAJO INCLUIDO**

Las pruebas se harán en condiciones tales que permitan efectivamente examinar los tramos de cañerías y particularmente las juntas, salvo que el Supervisor autorice relleno completo con examen por medios indirectos. El Contratista proporcionará y colocará los tapones, conexiones de alimentación, bombas, manómetros, 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.

El agua necesaria para las pruebas será suministrada por el Contratista. El punto de entrega será definido por éste, atendiendo la disponibilidad en red existente en cercanías a sitios de Pruebas de Tuberías. El Supervisor vigilará el buen uso y reutilización del agua suministrada.

En caso que la primera prueba fallase por descuido o negligencia del Contratista, los subsiguientes acarreos de agua serán a cuenta del Contratista. Una vez utilizada el agua para probar un tramo, no podrá ser desechada, salvo autorización por escrita del Supervisor, debiendo el Contratista proveer un sistema adecuado para vaciarla al siguiente tramo, evitando por todos los medios necesarios que en su vaciado pueda caer parte de ella en la zanja.

Durante el período de prueba se revisarán las juntas de tubería, accesorios y las piezas especiales, a fin de localizar posibles fugas. Cuando por tránsito vehicular u otros motivos se haya realizado un relleno completo el Contratista deberá usar métodos indirectos, para detectar posibles fugas, los cuales deberán ser aprobados por el Supervisor.

## **6.1.15 - REMOCIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS**

### **6.1.15.1 - ALCANCE DEL TRABAJO**

El trabajo consistirá en la rotura o demolición y posterior reparación de pavimentos, de cualquier clase, incluyéndose la base sobre la cual se hayan construido. Se entenderá por reparación de pavimentos, la operación consistente en construir nuevamente las obras que hubieran sido removidas para la apertura de zanjas. La reparación del pavimento consistirá en construir una superficie de rodadura que presente condiciones similares o mejor grado y calidad que la anterior.

### **6.1.15.2 - REMOCIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTO ADOQUINADO**

En la remoción de pisos o pavimentos adoquinados, obligada por la construcción de las obras, se deberá retirar los adoquines con el cuidado de no dañarlos para utilizarlos de nuevo. Se protegerá los adoquines para su reutilización si se encuentran en buenas condiciones.

Los adoquines dañados durante la remoción serán sustituidos por nuevos, de calidad y dimensiones iguales a los existentes.

## PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Sobre la base preparada, que puede requerir un tratamiento de suelo-cemento de acuerdo a las condiciones del suelo, se colocará una capa soporte de arena de 25 a 35 mm de espesor; sobre esta capa de arena se colocarán los adoquines, dejando entre ellos una separación de 5 a 10 mm.

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 es necesario con ayuda de un rodillo vibratorio se podrá acomodar el material de sellado de las juntas.

El relleno de las juntas se debe repetir hasta lograr una junta perfecta, necesaria para la estabilización de los adoquines. El piso o pavimento terminado, deberá estar de acuerdo con los niveles indicados en los planos con una tolerancia de  $\pm 5$  mm. En los lugares donde existen depresiones, que sobrepasen la tolerancia indicada y que se hayan retirado los adoquines y colocados nuevamente, éstos se retirarán corrigiéndose las deficiencias y repitiendo el proceso de construcción indicado.

Una vez finalizados los adoquinados, deberán dejarse limpios y en perfectas condiciones; toda la grasa y polvo deberán ser removidas cuidadosamente de su superficie. Además, el Contratista deberá protegerlos de agrietamientos, roturas y cualquier daño hasta la entrega final de la obra. Cualquier defecto deberá ser corregido o reemplazado, sin que por ello el Contratista reciba pago adicional alguno.



### **6.1.15.3 - REMOCIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO**

En los lugares donde sea necesaria la ruptura de pavimentos de asfalto, después de haber efectuado el trazo definitivo de la excavación de las zanjas, se deberá efectuar el corte del pavimento. El material producto de dicha ruptura no deberá ser usado posteriormente en la reconstrucción del pavimento, por lo que deberá retirarse hasta el banco de desperdicio.

Después de realizada la compactación de zanjas, deberá reemplazarse la superficie de asfalto donde fue efectuado el corte. Dicho reemplazo se ejecutará con un espesor igual al existente. Se retirarán los escombros o material sobrante a sitios aceptados por la Supervisión.

### **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

Para reposición de pavimento asfáltico, se deberá hacer cortes rectangulares o rectos, 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 aprobados anteriormente por el 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, colocándola primero contra los bordes y

extendiéndola hacia el centro, El Contratista debe colocar la cantidad de mezcla necesaria para poder obtener una superficie nivelada.

Para la compactación, si se utilizan equipos y procedimientos adecuados (rodillo vibratorio), la superficie del parche debe quedar a nivel de la superficie del pavimento circundante; pero si se utilizan 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, la superficie será protegida por una capa delgada de agregado fino (chispa) de aproximadamente 5 mm que esté seca completamente.

#### **6.1.15.4 - REMOCIÓN Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO**

Este trabajo consistirá en retirar la capa de pavimento existente en las zonas donde sea necesario excavar para la colocación de tuberías y construcción de pozos. Una vez realizados los trabajos de colocación de tuberías y compactación, se debe reconstruir el pavimento el cual debe cumplir con las características del existente.

El material removido no debe ser reutilizado para la reconstrucción del pavimento, este se debe acopiar en un lugar aprobado por la Supervisión o retirarse de la obra. El concreto a utilizar para la reconstrucción debe ser con una resistencia igual a la del pavimento existente, además la capa de rodadura debe tener las mismas características físicas que la existente.

#### **6.1.15.6 - MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

La medición y forma de pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), para cada uno de los tipos de pavimentos descritos.

#### **6.2 – PRESUPUESTO**

Para realizar el cálculo de presupuesto se determinó la cantidad de obra y costo de las partidas listadas, utilizando los planos y detalles de los elementos del sistema de alcantarillado sanitario diseñado, presentados en Anexos, y descritos sus procesos constructivos en las especificaciones técnicas. Mediante el manejo de software de Dibujo Asistido por Computadora y hojas de cálculo se determinaron longitudes, áreas y volúmenes de los elementos del sistema. Los perfiles presentados en los planos indican la profundidad de colocación de las tuberías, desde la cual se calcula el área hasta la línea de rasante. Una vez definida dicha área, se establece un ancho de zanja de 0.80 m más 0.3 m para adomados en zanjas de tuberías cuya profundidad sea menor o igual a 3.0 m; para zanjas de profundidades mayores a los 3.0 m, se agregaran 0.6 m de ancho a la zanja formando una grada, esto de acuerdo a lo establecido en el Manual de Planificación de Alcantarillados de ANDA (2009).

Con los datos anteriores, se calcula los volúmenes de excavación, volúmenes de compactación y superficie de remoción y reparación de pavimentos. Por lo antes expuesto, se recomienda se efectúen estudios de suelo en toda la zona del proyecto para la elección del método más conveniente de excavación, estabilización de zanjas y posible reutilización del material extraído como relleno de compactación.

El procedimiento utilizado para la elaboración de los cálculos del presupuesto es el siguiente:

- El listado de precios utilizados para obtener el costo directo se tomaron de la lista de precios del FISDL para el año 2016, además de costos investigados en la zona.
- El costo por partida se obtiene de multiplicar la cantidad de obra total por el Costo Unitario.
- La suma de los costos de todas las partidas que componen el proyecto darán como resultado el Costo Total del proyecto.
- Para el costo indirecto, donde se incluirá el costo de las instalaciones provisionales, se utilizará un total del 30% del Costo Directo.
- El porcentaje de IVA es del 13% y se calcula sobre la suma del Total de Costo Directo más el Costo Indirecto.
- El Monto Total del Proyecto es la suma del Total del Costo Directo más el Costo Indirecto más el IVA.

**TABLA 6.3 – PRESUPUESTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA CIUDAD DE ANAMORÓS.**

ÍTEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL
<b>1.0</b>	<b>TRAZO Y NIVELACIÓN</b>				
1.1	Trazo y nivelación para tuberías	ML	<b>9890.44</b>	\$ 6.27	\$ 62,013.06
<b>2.0</b>	<b>REMOCIÓN DE PAVIMENTOS</b>				
2.1	Demolición de Pavimento Asfáltico	M2	<b>1877.15</b>	\$ 2.05	\$ 3,848.16
2.2	Demolición y desalojo de Adoquinado	M2	<b>4590.37</b>	\$ 3.56	\$ 16,341.72
2.3	Demolición de Pavimento (Concreto Hidráulico)	M2	<b>538.19</b>	\$ 3.52	\$ 1,894.44
<b>3.0</b>	<b>EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERIAS Y POZOS DE VISTA</b>				
3.1	Excavación a mano hasta 1.5 m (Mat. Semi duro)	M3	<b>1146.26</b>	\$ 12.87	\$ 14,752.37
3.2	Excavación a mano de 1.5 a 3.00 m (Mat. Semi duro)	M3	<b>883.74</b>	\$ 18.59	\$ 16,428.73
3.3	Excavación a mano mayor de 3.00 m (Mat. Semi duro)	M3	<b>395.31</b>	\$ 18.22	\$ 7,202.55
3.4	Excavación con Retroexcavadora	M3	<b>40,200.28</b>	\$ 4.18	\$ 168,037.17
<b>4.0</b>	<b>DESALOJO DE MATERIAL</b>				
4.1	Desalojo de material sobrante en maquinaria; incluye acarreo interno	M3	<b>51150.71</b>	\$ 4.25	\$ 217,390.51
<b>5.0</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS</b>				
5.1	Tubería PVC de 8"	M	<b>12575.34</b>	\$ 4.29	\$ 556,961.81
5.2	Tubería PVC de 12"	M	<b>469.61</b>	\$ 8.68	\$ 32,252.81
5.3	Arena para cama e= 10cm	M3	<b>1406.89</b>	\$ 25.00	\$ 35,172.36
<b>6.0</b>	<b>SUMINISTRO Y COMPACTACIÓN DE RELLENO PARA ZANJAS</b>				
6.1	Relleno compactado con Material Selecto	M3	<b>6553.99</b>	\$ 21.67	\$ 142,024.96
6.2	Relleno compactado con Material Existente	M3	<b>28364.32</b>	\$ 13.37	\$ 379,230.96
<b>7.0</b>	<b>SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE POZOS</b>				
7.1	Trazo para Pozos	U	<b>332</b>	\$ 6.27	\$ 2,081.64
7.2	Relleno compactado con Material Selecto	M3	<b>200.26</b>	\$ 21.67	\$ 4,339.58
7.3	Relleno compactado con Material Existente	M3	<b>1782.66</b>	\$ 13.37	\$ 23,834.12
7.4	Cono de pozo diam. interior 1.10 mts. c/ tapadera metálica	U	<b>332</b>	\$ 416.74	\$ 138,357.68
7.5	Cilindro de pozo diámetro interior 1.10 mts. H= 1.0 mts	M	<b>558.50</b>	\$ 187.51	\$ 104,724.34
7.6	Escalera metálica con tubo de HoGo $\Phi$ 1½", y peldaños de HoGo $\Phi$ 1"	M	<b>956.90</b>	\$ 4.04	\$ 3,865.88
7.7	Fondo de pozo diámetro 2.0 mts	U	<b>332</b>	\$ 168.26	\$ 55,862.32
7.8	Caja sostén	U	<b>16.00</b>	\$ 59.35	\$ 949.60

ÍTEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL
<b>8.0</b>	<b>SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PAVIMENTOS</b>				
8.1	Base para pavimentos (Material Selecto)	M3	<b>2472.71</b>	\$ 21.67	\$ 53,583.63
8.2	Pavimento con mezcla asfáltica en caliente; tamaño de agregado 3/4" e=5cm	M2	<b>1845.17</b>	\$ 15.52	\$ 28,637.04
8.3	Readoquinado con adoquín existente	M2	<b>4503.01</b>	\$ 4.66	\$ 20,984.03
8.4	Arena para readoquinado e=3cm	M3	<b>134.52</b>	\$ 25.00	\$ 3,363.00
8.5	Pavimento de Concreto Hidráulico f'c 210 kg/cm2 e=0.11m	M2	<b>521.81</b>	\$ 20.02	\$ 10,446.68
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 2092,212.03</b>
	<b>TOTAL COSTO INDIRECTO (INCLUYE INSTALACIONES PROVISIONALES)</b>				<b>\$ 627.663.61</b>
	<b>IVA</b>				<b>\$ 353.583.83</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 3 073 459,48</b>

# **CAPITULO VII**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo de campo se concluye lo siguiente:

1. El diseño para la recolección de aguas residuales en el área urbana de la ciudad de Anamorós, se ha realizado de manera satisfactoria, cumpliendo con los parámetros establecidos en la Norma Técnica para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras (ANDA).
2. El diseño y posterior construcción del sistema de alcantarillado sanitario en la ciudad de Anamorós, evitará que los habitantes que residen en el lugar continúe descargando las aguas grises hacia la calle, ayudando a prevenir o mitigar las enfermedades infecciosas producidas por la contaminación, y evitando la generación de gases que generan malos olores en la ciudad. De igual manera, permite tener un solo punto de descarga para toda el agua recolectada en la ciudad, lo que facilita el manejo y tratamiento de las aguas residuales para evitar la contaminación del cuerpo receptor de la ciudad.
3. La red de alcantarillado sanitario que se ha diseño para la recolección de las aguas residuales del área urbana de la ciudad de Anamorós, tiene una cobertura del 80% del municipio, y tiene la capacidad de conducir 75.18 L/S hacia el punto de descarga.
4. La simulación realizada con la aplicación EPA SWMM 5.0 es únicamente para el transporte de caudal residual en la red. Se realizaron una serie de pruebas en la red mediante la modificación de la pendiente de las tuberías para obtener los resultados que satisfagan las necesidades



hidráulicas planteadas en la normativa de diseño del país. Los resultados obtenidos en la simulación del software EPA SWMM 5.0, son los más idóneos para que el sistema de alcantarillado sanitario diseñado funcione eficientemente, pues estos cumplen con los parámetros hidráulicos necesarios en la red.

5. El costo total del proyecto de alcantarillado sanitario en la ciudad de Anamorós asciende a un valor de US\$3 073 459,48. Este monto es el resultado del cálculo de volúmenes de obra realizados a partir de las partidas o procesos constructivos requeridos para la ejecución satisfactoria del proyecto. Se tomó en cuenta los Costos Directos, Costos Indirectos (tomados como un 30% del Costo Directo) e IVA (13%).
6. El diseño cuenta con planos representativos de tuberías y pozos a colocar y elaborar, con sus respectivos datos como profundidad de pozo, cota de tapadera, cota de fondo, longitud de tubería, pendiente de tubería, velocidad de flujo, caudal residual transportado y su numeración correspondiente, separándose en dos tipos, red primaria y red secundaria.
7. Las especificaciones técnicas elaboradas son de importancia ya que es preciso tomar en cuenta los detalles requeridos para la correcta ejecución del proyecto. Las especificaciones técnicas sirven de guía para el Contratista y Supervisor, y es la que facilita y permite elaborar el presupuesto total del proyecto.
8. Se realizó únicamente el prediseño (dimensionamiento) de los elementos que componen la planta de tratamiento de las aguas residuales

desechadas por la ciudad, el cual se calculó a partir del caudal acumulado en el punto de descarga.

9. El prediseño de la planta de tratamiento realizado es del tipo tradicional, que incluye los elementos mencionados en el marco teórico del trabajo realizado para las diferentes fases del tratamiento, que son el tratamiento preliminar, tratamiento primario y tratamiento secundario. El sistema incluye un canal de entrada diseñado a partir del caudal máximo horario que se tiene en el diseño, un sistema de rejillas diseñado para retener el material grueso como basuras, ramas, grava, materia fecal sólida, etc. que pueda permanecer aún en las aguas residuales, un desarenador y un canal Parshall para la medición de caudal; un sedimentador primario tipo Dortmund, un filtro percolador para reducir los niveles de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) hasta los niveles permitidos por la normativa del N.CONACYT, que tienen un valor permisible de 60 mg/l en ambos casos, un digestor de lodos y un patio de secado de lodos.
  
10. Los valores obtenidos a final del tratamiento son de 12.57 mg/l en el caso de la DBO, para los SST se tiene un valor de 47 mg/l, por lo que se concluye que los dos niveles cumplen con lo establecido en la norma N.CONACYT. Los otros parámetros medidos se encuentran dentro del rango permisible de la Norma.
  
11. El terreno donde debería estar ubicada la planta de tratamiento de las aguas residuales, se ha propuesto tomando en cuenta una serie de criterios para seleccionar la zona más óptima que permita llevar a cabo la construcción de esta.

12. El monto que conlleva la construcción de la planta de tratamiento, no ha sido calculado debido a que no fueron diseñados estructuralmente los elementos que la constituyen, ya que para ello es necesario realizar una serie de estudios que den a conocer las características y el tipo de suelo, pues es en este donde son transferidas todas las cargas de cada elemento. El presupuesto será deber del encargado del diseño de la planta de tratamiento.
13. Las actividades de monitoreo ambiental que componen las obras de mitigación durante la fase de construcción y funcionamiento del proyecto, deberán sumarse al monto total del proyecto ya calculado, y se licitará junto con todo el proyecto.

### **RECOMENDACIONES**

1. Antes de realizar el proyecto, se debe realizar un estudio de suelos en la zona para conocer las características físicas que éste presenta y la profundidad a la que se encuentra el manto rocoso en caso de existir. Todos los costos calculados para las obras de excavación deberán cambiarse y actualizarse según considere apropiado el Contratista.
2. Para que el diseño de alcantarillado sanitario funcione de manera eficiente, es indispensable que este reciba el mantenimiento más adecuado, en periodos de tiempo establecidos y en los momentos en que el sistema presente problemas.
3. Durante la ejecución del proyecto es importante que se mantenga el diseño presentado en éste trabajo, debido a que se comprobó el sistema funciona satisfactoriamente. Se deben respetar las alturas de pozo diseñadas y las pendientes de las tuberías para su funcionamiento.

4. Antes de la construcción de la planta de tratamiento, se debe hacer un estudio de suelos para verificar los niveles reales de las fundaciones a construir, así como todo el diseño estructural de los elementos que conforman el proyecto, ya que los niveles reales varían según el tipo de suelo que se tenga.
5. Se recomienda que la Alcaldía Municipal de la ciudad de Anamorós gestione la compra del terreno que se ha propuesto para la construcción de la planta de tratamiento, ya que éste presenta las características idóneas para la construcción de la planta de tratamiento puesto que no se ubica dentro de una zona poblada de la ciudad.
6. Se recomienda dar a conocer al municipio sobre la ejecución del proyecto, ya que se tiene planificado implementar el saneamiento ambiental a base de tratamientos individuales en el hogar. También se debe concientizar a la población sobre el uso, cuidado y manejo del sistema de alcantarillado sanitario y de los tratamientos individuales para poder cumplir con la vida útil establecida.
7. Este trabajo debe servir como referencia a las autoridades de la Alcaldía Municipal de Anamorós, para que se extraiga de éste un resumen y se prepare con los datos presentados una carpeta técnica con todos los componentes del proyecto, para presentarla a entidades como FISDL u otro tipo de organizaciones gubernamentales o no gubernamentales.

8. Debido al costo total del proyecto, se recomienda que la Alcaldía Municipal de Anamorós, por medio de la UACI licite el proyecto por sectores, comenzando por el tramo dónde se ubica el punto de descarga de todo el sistema.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**CÁLCULO DE**  
**APORTES**

**Tabla 1A – Cálculo de aportes por uso de suelo, medido en L/s.**

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-1	3241.432	0.324	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.032	0.098
T-2	794.334	0.079	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.008	0.024
T-3	9768.123	0.977	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.098	0.163
T-4	448.074	0.045	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.021
T-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-6	2410.117	0.241	Doméstico	215	L/Habitantes/día	7	0.143	0.114	0.024	0.138
T-7	3339.131	0.334	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.033	0.115
T-8	1763.081	0.176	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.018	0.050
T-9	1142.133	0.114	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.011	0.060
T-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-11	6046.286	0.605	Doméstico	215	L/Habitantes/día	9	0.184	0.147	0.060	0.207
T-12	3072.248	0.307	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.031	0.080
T-13	3478.341	0.348	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.035	0.133
T-14	1089.648	0.109	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.011	0.027
T-15	2425.413	0.243	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.024	0.090
T-16	2326.045	0.233	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.023	0.072
T-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-18	7082.752	0.708	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.071	0.152
T-19	358.317	0.036	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020
T-20	1071.774	0.107	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.011	0.027
T-21	862.793	0.086	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.009	0.058
T-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-23	1085.148	0.109	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.011	0.060



Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-24	452.725	0.045	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.005	0.054
T-25	499.987	0.050	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.005	0.070
T-26	321.765	0.032	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.003	0.052
T-27	435.565	0.044	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.004	0.086
T-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-29	1313.869	0.131	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.013	0.078
T-30	169.036	0.017	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.002	0.018
T-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-32	410.307	0.041	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.004	0.037
T-33	250.37	0.025	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	1.116
	533.655	0.053	Comercial	20	L/m2/día	-	0.356	0.285	0.005	
	533.655	0.053	Restaurante	50	L/m2/día	-	0.889	0.712	0.005	
	533.655	0.053	Oficina	6	L/m2/día	-	0.107	0.085	0.005	
T-34	1349.361	0.135	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.013	0.046
T-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-36	122.892	0.012	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.001	0.018
T-37	742.964	0.074	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.007	0.024
T-38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-39	512.34	0.051	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.005	0.021
T-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-42	1125.064	0.113	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.011	0.028
T-43	2154.254	0.215	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.022	0.054
T-44	643.283	0.064	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.006	0.039
T-45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-46	7080.279	0.708	Escuelas	40	L/Alumno/día	-	0.495	0.396	0.071	0.507
	1375.535	0.138	Clínica Médica	500	L/Consultorio/día	-	0.033	0.027	0.014	
T-47	1297.831	0.130	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.013	1.357
	606.327	0.061	Comercial	20	L/m2/día	-	0.404	0.323	0.006	
	2200.167	0.220	Escuelas	40	L/Alumno/día	-	1.200	0.960	0.022	
T-48	627.746	0.063	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.006	0.023
T-49	1317.139	0.132	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.013	0.343
	547.588	0.055	Comercial	20	L/m2/día	-	0.365	0.292	0.005	
T-50	896.272	0.090	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.009	0.025
T-51	2235.376	0.224	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.022	0.055
T-52	977.749	0.098	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.010	2.138
	3886.823	0.389	Comercial	20	L/m2/día	-	2.591	2.073	0.039	
T-53	3363.421	0.336	Escuelas	40	L/Alumno/día	-	0.040	0.032	0.034	0.141
	4313.207	0.431	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.043	
T-54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-60	6400.733	0.640	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.064	0.080

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-67	370.705	0.037	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.004	0.036
T-68	1005.902	0.101	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.010	0.043
T-69	484.916	0.048	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.005	0.021
T-70	965.62	0.097	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.010	0.075
T-71	1739.604	0.174	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.017	0.083
T-72	884.763	0.088	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.009	0.025
T-73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-74	297.537	0.030	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.019
T-75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-78	2359.495	0.236	Doméstico	215	L/Habitantes/día	8	0.163	0.131	0.024	0.154
T-79	309.804	0.031	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.003	0.036
T-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-83	1165.826	0.117	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.012	0.044

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-84	1646.327	0.165	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.016	0.065
T-85	853.998	0.085	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.009	0.041
T-86	467.623	0.047	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.005	0.021
T-87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-88	394.892	0.039	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020
T-89	1032.768	0.103	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.010	0.059
T-90	5890.258	0.589	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.059	0.092
T-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-94	699.18	0.070	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.007	0.040
T-95	654.914	0.065	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.007	0.023
T-96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-98	929.397	0.093	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.009	0.058
T-99	1835.442	0.184	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.018	0.084
T-100	2197.652	0.220	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.022	0.087
T-101	1145.08	0.115	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.011	0.044
T-102	1294.753	0.129	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.013	0.078
T-103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-104	1889.371	0.189	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.019	0.068
T-105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-106	876.433	0.088	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.009	0.041

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-107	1947.873	0.195	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.019	0.085
T-108	674.952	0.067	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.007	0.390
	674.952	0.067	Comercial	20	L/m2/día	-	0.450	0.360	0.007	
T-109	3215.505	0.322	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.032	0.097
T-110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-113	731.547	0.073	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.007	0.024
T-114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-116	397.652	0.040	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020
T-117	346.92	0.035	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.020
T-118	318.891	0.032	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.020
T-119	221.664	0.022	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.002	0.019
T-120	321.002	0.032	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.020
T-121	916.158	0.092	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.009	0.042
T-122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-123	681.088	0.068	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.007	0.039
T-124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-125	172.917	0.017	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.002	0.274
	470.23	0.047	Comercial	20	L/m2/día	-	0.313	0.251	0.005	

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-126	1548.61	0.155	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.015	0.794
	1257.715	0.126	Comercial	20	L/m2/día	-	0.838	0.671	0.013	
	0	0.000	Clínica Médica	500	L/Consultorio/día	-	0.017	0.013	0.000	
T-127	928.758	0.093	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.009	0.058
T-128	550.485	0.055	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.006	0.022
T-129	1848.281	0.185	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.018	0.067
T-130	1181.147	0.118	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.012	0.044
T-131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-132	1839.315	0.184	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.018	0.051
T-133	5035.542	0.504	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.050	0.099
T-134	2405.076	0.241	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.024	0.089
T-135	2437.409	0.244	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.024	0.090
T-136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-137	2113.876	0.211	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.021	0.070
T-138	2359.814	0.236	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.024	0.122
T-139	2227.05	0.223	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.022	0.120
T-140	2768.33	0.277	Doméstico	215	L/Habitantes/día	10	0.204	0.163	0.028	0.191
T-141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-142	1831.723	0.183	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.018	0.100
T-143	2971.443	0.297	Doméstico	215	L/Habitantes/día	8	0.163	0.131	0.030	0.160
T-144	2003.048	0.200	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.020	0.085
T-145	4242.114	0.424	Doméstico	215	L/Habitantes/día	7	0.143	0.114	0.042	0.157
T-146	1041.839	0.104	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.010	0.043

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-148	2150.798	0.215	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.022	0.087
T-149	2842.179	0.284	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.028	0.126
T-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-151	667.053	0.067	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.007	0.023
T-152	891.185	0.089	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.009	0.042
T-153	254.97	0.025	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.019
T-154	2241.931	0.224	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.022	0.071
T-155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-156	1659.812	0.166	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.017	0.098
T-157	1220.035	0.122	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.012	0.078
T-158	2346.29	0.235	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.023	0.121
T-159	1255.317	0.126	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.013	0.045
T-160	3555.319	0.356	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.036	0.101
T-161	549.301	0.055	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.005	0.054
T-162	1988.799	0.199	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.020	0.053
T-163	585.008	0.059	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.006	0.022
T-164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-165	2230.27	0.223	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.022	0.417
	575.974	0.058	Comercial	20	L/m2/día	-	0.384	0.307	0.006	
T-166	2099.377	0.210	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.021	0.054
T-167	2727.714	0.273	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.027	0.076
T-168	880.539	0.088	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.009	0.090

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-169	357.509	0.036	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020
T-170	2828.058	0.283	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.028	0.077
T-171	2420.363	0.242	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.024	0.073
T-172	682.792	0.068	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.007	0.072
T-173	984.744	0.098	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.010	0.075
T-174	681.089	0.068	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.007	0.056
T-175	695.722	0.070	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.007	0.040
T-176	692.015	0.069	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.007	0.040
T-177	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-178	348.571	0.035	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.020
T-179	278.396	0.028	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.003	0.068
T-180	155.587	0.016	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.002	0.034
T-181	2628.335	0.263	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.026	0.092
T-182	1755.746	0.176	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.018	0.083
T-183	362.785	0.036	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020
T-184	1226.497	0.123	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.012	0.061
T-185	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-186	2797.744	0.280	Doméstico	215	L/Habitantes/día	7	0.143	0.114	0.028	0.142
T-187	1330.347	0.133	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.013	0.046
T-188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-189	1808.056	0.181	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.018	0.051
T-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-192	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-193	1366.936	0.137	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.014	0.046
T-194	356.756	0.036	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.004	0.036
T-195	0	0.000	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.000	0.614
	876.018	0.088	Comercial	20	L/m2/día	-	0.584	0.467	0.009	
	714.27	0.071	Oficina	6	L/m2/día	-	0.143	0.114	0.007	
T-196	3235.875	0.324	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.032	0.098
T-197	2678.821	0.268	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.027	0.092
T-198	1533.758	0.153	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.015	0.064
T-199	132.781	0.013	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.001	0.018
T-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-201	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-203	449.608	0.045	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.021
T-204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-205	101.903	0.010	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.001	0.017
T-206	3419.532	0.342	Doméstico	215	L/Habitantes/día	12	0.245	0.196	0.034	0.230
T-207	852.463	0.085	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.009	0.041
T-208	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-209	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-210	1560.099	0.156	Doméstico	215	L/Habitantes/día	7	0.143	0.114	0.016	0.130

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-211	1435.742	0.144	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.014	0.777
	1000.763	0.100	Comercial	20	L/m2/día	-	0.667	0.534	0.010	
	616.764	0.062	Oficina	6	L/m2/día	-	0.123	0.099	0.006	
	575.743	0.058	Clínica Dental	1000	L/Consultorio/día	-	0.033	0.027	0.006	
T-212	1771.417	0.177	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.018	0.129
	145.545	0.015	Clínica Médica	500	L/Consultorio/día	-	0.017	0.013	0.001	
	346.188	0.035	Clínica Dental	1000	L/Consultorio/día	-	0.033	0.027	0.003	
T-213	41115.478	4.112	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.411	0.526
	371.124	0.037	Clínica Médica	500	L/Consultorio/día	-	0.017	0.013	0.004	
T-214	1518.111	0.152	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.015	0.310
	392.973	0.039	Comercial	20	L/m2/día	-	0.262	0.210	0.004	
	189.133	0.019	Oficina	6	L/m2/día	-	0.038	0.030	0.002	
T-215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-216	2274.164	0.227	Comercial	20	L/m2/día	-	1.516	1.213	0.023	1.236
T-217	627.084	0.063	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.006	0.421
	703.929	0.070	Comercial	20	L/m2/día	-	0.469	0.375	0.007	
T-218	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-219	218.961	0.022	Comercial	20	L/m2/día	-	0.146	0.117	0.002	0.392
	1603.246	0.160	Oficina	6	L/m2/día	-	0.321	0.257	0.016	
T-220	1952.933	0.195	Comercial	20	L/m2/día	-	1.302	1.042	0.020	1.061
T-221	638.895	0.064	Gasolinera	300	L/Bomba/día	-	0.020	0.016	0.006	0.365
	630.413	0.063	Comercial	20	L/m2/día	-	0.420	0.336	0.006	

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-222	2439.447	0.244	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.024	0.090
T-223	1039.872	0.104	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.010	0.090
	100	0.010	Clínica Médica	500	L/Consultorio/día	-	0.033	0.027	0.001	
	50	0.005	Clínica Dental	1000	L/Consultorio/día	-	0.033	0.027	0.001	
	50	0.005	Oficina	6	L/m2/día	-	0.010	0.008	0.001	
T-224	2098.639	0.210	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.021	0.103
T-225	1615.486	0.162	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.016	0.081
T-226	541.346	0.054	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.005	0.468
	701.431	0.070	Comercial	20	L/m2/día	-	0.468	0.374	0.007	
	287.562	0.029	Oficina	6	L/m2/día	-	0.058	0.046	0.003	
T-227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-228	1530.512	0.153	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.015	1.291
	2206.961	0.221	Comercial	20	L/m2/día	-	1.471	1.177	0.022	
	352.253	0.035	Oficina	6	L/m2/día	-	0.070	0.056	0.004	
T-229	1430.758	0.143	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.014	0.063
T-230	3514.707	0.351	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.035	0.084
T-231	2142.975	0.214	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.021	0.070
T-232	1946.33	0.195	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.019	0.068
T-233	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-234	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-235	3343.143	0.334	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.033	0.115
T-236	639.993	0.064	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.006	0.039
T-237	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-239	1178.652	0.118	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.012	0.483
	4956.007	0.496	Clínica Médica	500	L/Consultorio/día	-	0.233	0.187	0.050	
			Clínica Dental	1000	L/Consultorio/día	-	0.033	0.027		
			Hospital	600	L/cama/día	-	0.220	0.176		
T-240	847.431	0.085	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.008	0.025
T-241	1365.192	0.137	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.014	0.030
T-242	540.691	0.054	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.005	0.054
T-243	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-244	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-245	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-246	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-247	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-248	799.805	0.080	Restaurante	50	L/m2/día	-	1.333	1.066	0.008	1.074
T-249	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-251	366.378	0.037	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020
T-252	787.555	0.079	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.008	0.098
	45.38	0.005	Comercial	20	L/m2/día	-	0.030	0.024	0.000	
T-253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-254	2921.242	0.292	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.029	0.540
	819.685	0.082	Comercial	20	L/m2/día	-	0.546	0.437	0.008	

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-255	1425.238	0.143	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.014	0.261
	423.175	0.042	Comercial	20	L/m2/día	-	0.282	0.226	0.004	
T-256	1311.145	0.131	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.013	0.377
	608.855	0.061	Comercial	20	L/m2/día	-	0.406	0.325	0.006	
T-257	818.538	0.082	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.008	0.152
	204.613	0.020	Comercial	20	L/m2/día	-	0.136	0.109	0.002	
T-258	1534.071	0.153	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.015	0.186
	163.395	0.016	Comercial	20	L/m2/día	-	0.109	0.087	0.002	
T-259	1479.399	0.148	Comercial	20	L/m2/día	-	0.986	0.789	0.015	0.804
T-260	3364.528	0.336	Doméstico	215	L/Habitantes/día	8	0.163	0.131	0.034	0.164
T-261	3243.564	0.324	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.032	0.130
T-262	863.182	0.086	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.009	0.041
T-263	582.45	0.058	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.006	0.022
T-264	394.399	0.039	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.345
	445.705	0.045	Hotel	500	L/Habitaciones/día	-	0.400	0.320	0.004	
T-265	968.783	0.097	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.010	0.042
T-266	10980.687	1.098	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.110	0.126
T-267	1024.221	0.102	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.010	0.043
T-268	2525.204	0.253	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.025	0.123
T-269	2798.312	0.280	Doméstico	215	L/Habitantes/día	10	0.204	0.163	0.028	0.191
T-270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-271	1244.354	0.124	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.012	0.110
T-272	400.487	0.040	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-273	838.903	0.084	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.008	0.176
	697.812	0.070	Oficina	6	L/m2/día	-	0.140	0.112	0.007	
T-274	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-275	2156.758	0.216	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.022	0.310
	233.701	0.023	Comercial	20	L/m2/día	-	0.156	0.125	0.002	
	472.075	0.047	Oficina	6	L/m2/día	-	0.094	0.076	0.005	
T-276	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-277	704.844	0.070	Comercial	20	L/m2/día	-	0.470	0.376	0.007	0.383
T-278	3806.436	0.381	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.038	1.560
	2621.27	0.262	Comercial	20	L/m2/día	-	1.748	1.398	0.026	
T-279	1013.034	0.101	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.010	0.398
	653.48	0.065	Comercial	20	L/m2/día	-	0.436	0.349	0.007	
T-280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-281	1421.158	0.142	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.014	0.080
T-282	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-283	524.372	0.052	Comercial	20	L/m2/día	-	0.350	0.280	0.005	0.285
T-284	223.69	0.022	Comercial	20	L/m2/día	-	0.149	0.119	0.002	0.178
	329.282	0.033	Oficina	6	L/m2/día	-	0.066	0.053	0.003	
T-285	1728.883	0.173	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.017	0.402
	898.843	0.090	Mercado	15	L/m2/día	-	0.449	0.360	0.009	
T-286	75.757	0.008	Puestos	15	L/m2/día	-	0.038	0.030	0.001	0.422
	719.355	0.072	Comercial	20	L/m2/día	-	0.480	0.384	0.007	

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-287	241.526	0.024	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.002	0.554
	496.157	0.050	Comercial	20	L/m2/día	-	0.331	0.265	0.005	
	198.044	0.020	Restaurante	50	L/m2/día	-	0.330	0.264	0.002	
T-288	953.797	0.095	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.010	0.393
	675.001	0.068	Comercial	20	L/m2/día	-	0.450	0.360	0.007	
T-289	3949.197	0.395	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.039	0.773
	1259.374	0.126	Comercial	20	L/m2/día	-	0.840	0.672	0.013	
T-290	1519.453	0.152	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.015	0.032
T-291	2155.116	0.216	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.022	0.087
T-292	896.429	0.090	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.009	0.058
T-293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-294	5715.251	0.572	Doméstico	215	L/Habitantes/día	7	0.143	0.114	0.057	0.171
T-295	165.975	0.017	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.002	0.018
T-296	365.313	0.037	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020
T-297	2518.082	0.252	Doméstico	215	L/Habitantes/día	6	0.122	0.098	0.025	0.123
T-298	521.161	0.052	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.005	0.054
T-299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-300	179.346	0.018	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.002	0.018
T-301	933.385	0.093	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.009	0.026
T-302	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-303	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-304	2445.913	0.245	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.024	0.041
T-305	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-306	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-307	263.65	0.026	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.019
T-308	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-309	116.073	0.012	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.001	0.034
T-310	254.484	0.025	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.019
T-311	590.88	0.059	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.006	0.039
T-312	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-313	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-314	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-315	528.202	0.053	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.005	0.022
T-316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-317	763.931	0.076	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.008	0.024
T-318	123.295	0.012	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.001	0.018
T-319	804.345	0.080	Doméstico	215	L/Habitantes/día	3	0.061	0.049	0.008	0.057
T-320	1468.637	0.147	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.015	0.080
T-321	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-322	3732.237	0.373	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.037	0.119
T-323	670.305	0.067	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.007	0.039
T-324	738.523	0.074	Doméstico	215	L/Habitantes/día	2	0.041	0.033	0.007	0.040
T-325	3036.738	0.304	Doméstico	215	L/Habitantes/día	8	0.163	0.131	0.030	0.161
T-326	2193.206	0.219	Doméstico	215	L/Habitantes/día	4	0.082	0.065	0.022	0.087
T-327	309.917	0.031	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.003	0.019
T-328	387.568	0.039	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.004	0.020



Tubería de drenaje	Área (m <sup>2</sup> )	Área (Ha)	Uso de Suelo	Dotación		Cantidad de lotes habitacionales	Caudal potable (L/s)	Caudal residual (L/s)	Caudal de infiltración (L/s)	Caudal residual total (L/s)
T-329	1310.039	0.131	Doméstico	215	L/Habitantes/día	1	0.020	0.016	0.013	0.029
T-330	5234.321	0.523	Doméstico	215	L/Habitantes/día	5	0.102	0.082	0.052	0.134
T-331	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-332	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**ANEXO 2**

**TIPOS DE CAPA**

**DE RODADURA**

**POR**

**NOMENCLATURA**

**DE CALLE**

**TABLA 2A – Tipo de capa de rodadura encontrada en la ciudad de Anamorós.**

<b>NOMENCLATURA DE CALLES/AVENIDAS</b>	<b>TIPO DE CAPA DE RODADURA</b>
Calle a Santa Rosa de Lima y Calle al Centro	Asfalto
3ra Avenida Sur	Asfalto
1ra Calle Oriente	Asfalto y Adoquín
1ra Avenida Norte	Asfalto y Adoquín
1ra Avenida Sur	Asfalto y Adoquín
7ma Avenida Sur	Asfalto
7ma Avenida Norte	Asfalto
Calle al Cementerio	Adoquín
Pasaje 1	Adoquín
5ta Avenida Norte	Adoquín
2da Calle Oriente	Adoquín
Pasaje Romero	Adoquín
3ra Avenida Norte	Adoquín
5ta y Final Calle Oriente	Adoquín
3ra Calle Oriente	Adoquín
2da Avenida Norte	Adoquín
4ta Avenida Norte	Adoquín
6ta Avenida Norte	Adoquín
2da Avenida Sur	Adoquín
4ta Avenida Sur	Adoquín
Pasaje 12	Adoquín
1ra Calle Poniente	Adoquín
3ra Calle Poniente	Adoquín
5ta Calle Poniente	Adoquín
Final 5ta Calle Poniente	Concreto Hidráulico
Pasaje 8	Concreto Hidráulico
Pasaje 11	Concreto Hidráulico
Pasaje 13	Concreto Hidráulico

El resto de las calles de la ciudad de Anamorós, son vías de tránsito no pavimentadas.

**ANEXO 3**  
**RESULTADOS DE**  
**PRUEBAS DE**  
**LABORATORIO Y DATOS**  
**PROPORCIONADOS POR**  
**LA UNIDAD DE SALUD DE**  
**ANAMORÓS**



## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

CODIGO: P G - 2 8 F 2

## REGISTRO

N° **LO163313**

NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA RESIDUALES

PAGINA: 1 de 1

Código de Muestra: 0	Identificación de Muestra: LO163313
Cliente: GERENCIA REGION ORIENTAL	Fecha de Recepcion: 30-05-2016 Hora: 13:35
Dirección: CONTIGUO A RASTRO MUNICIPAL DE ANAMOROS	Fecha de Análisis: 30-05-2016 Hora: 15:11
Muestreador: JOSE ERNESTO ESPINOZA	Tipo de Muestra Analizada:
Punto de Muestreo: DESCARGA	Parametros de acuerdo a NSO 13.49.01.09
Plan de Muestreo: Puntual	<b>ORDINARIO COMPLEMENTARIOS</b>
Fecha de Muestreo: 30-05-2016 Hora: 08:55	

Párametros de Campo	Resultados	Unidad	Límite Máximo Permissible	Método de Referencia
Temperatura de Muestra	27.5	°C.	20 - 35 La temperatura del agua descargada al cuerpo receptor no podra alterar $\pm$ 5°C con respecto al cuerpo hidrico receptor	2550 Laboratory and Field. Method APHA
Cloro Residual	-	mg/L	-----	4500- CI G DPD Colorimetric. Method APHA

## RESULTADOS ANALITICOS

Párametros de Laboratorio	Resultados	Unidad	Límite Máximo Permissible	Método de Referencia
DQO Total *	308.80	mg/L	150	5220 C Closed Reflux, Titrimeric. Method APHA
DBO Total *	142.50	mg/L	60	5210 B 5 - Day BOD Test. Method APHA
Sólidos Sedimentables *	N.D	ml/L	1	2540 F Settleable Solids. Method APHA
Sólidos Suspendidos Totales *	100.00	mg/L	60	2540 D Total Suspended Solid Dried at 103 - 105°C. Method APHA
Aceites y Grasas	17.00	mg/L	20	5520 D Soxhlet Extraction. Method APHA
pH *	7.70	---	5.5 - 9.0 Vertidos en aguas limnicas; 6.0 - 9.5 Vertidos en aguas costero marinas	4500 - H <sup>+</sup> B ELECTrometric Method APHA
Turbidez	145.00	NTU	No se incrementara en 5 unidades la turbidez del cuerpo receptor.	2130 B Nephelometric Method APHA
Color	842	Pt - Co	Efluente liquido no debera incrementar color visible al cuerpo receptor	120 Method HACH
Cloruros	-	mg/L	---	4500 Chloride B. Argentometric. Method APHA
Oxigeno Disuelto *	-	mg/L	---	4500 - O C Azide Modification. Method APHA
Coliformes Totales	130000000	NMP/100mL	10000	9221 B Standard Total Coliform Fermentation Technique. Method APHA
Coliformes Fecales	49000000	NMP/100mL	2000	9221 E Fecal Coliform Procedure. Method APHA

\* Métodos Acreditados \*\* Fuera de Rango \*\*\* Interferencia de Matriz N.D No Detectable

Revisado por:

RM

Micro

13-06-16

FQ

Observaciones: URGENTE

Autorizado por:

LIC. DOUGLAS ERNESTO GARCIA  
JEFE DEL LABORATORIO



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

CODIGO: P G - 2 8 F 2

REGISTRO

N° **LO163314**

NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA RESIDUALES

PAGINA: 1 de 1

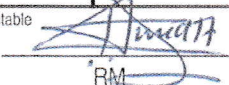

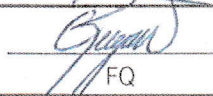
Código de Muestra: 0	Identificación de Muestra: LO163314
Cliente: GERENCIA REGION ORIENTAL	Fecha de Recepcion: 30-05-2016 Hora: 13:35
Dirección: BRISAS DEL RIO Y B. LAS FLORES ANAMOROS	Fecha de Análisis: 30-05-2016 Hora: 15:35
Muestreador: JOSE ERNESTO ESPINOZA	Tipo de Muestra Analizada:
Punto de Muestreo: DESCARGA	Parametros de acuerdo a NSO 13.49.01.09
Plan de Muestreo: Puntual	<b>ORDINARIO COMPLEMENTARIOS</b>
Fecha de Muestreo: 30-05-2016 Hora: 09:15	

Párametros de Campo	Resultados	Unidad	Límite Máximo Permissible	Método de Referencia
Temperatura de Muestra	29.2	°C.	20 - 35 La temperatura del agua descargada al cuerpo receptor no podra alterar ± 5°C con respecto al cuerpo hidrico receptor	2550 Laboratory and Field. Method APHA
Cloro Residual	-	mg/L	-----	4500- Cl G DPD Colorimetric. Method APHA

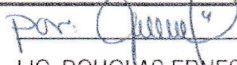
RESULTADOS ANALITICOS

Párametros de Laboratorio	Resultados	Unidad	Límite Máximo Permissible	Método de Referencia
DQO Total *	25.60	mg/L	150	5220 C Closed Reflux, Tritrimetric. Method APHA
DBO Total *	10.70	mg/L	60	5210 B 5 - Day BOD Test. Method APHA
Sólidos Sedimentables *	N.D	ml/L	1	2540 F Settleable Solids. Method APHA
Sólidos Suspendidos Totales *	19.00	mg/L	60	2540 D Total Suspended Solid Dried at 103 - 105°C. Method APHA
Aceites y Grasas	14.00	mg/L	20	5520 D Soxhlet Extraction. Method APHA
pH *	7.71	---	5.5 - 9.0 Vertidos en aguas limnicas; 6.0 - 9.5 Vertidos en aguas costero marinas	4500 - H <sup>+</sup> B Electrometric Method APHA
Turbidez	21.45	NTU	No se incrementara en 5 unidades la turbidez del cuerpo receptor.	2130 B Nephelometric Method APHA
Color	110	Pt - Co	Efluente liquido no deberá incrementar color visible al cuerpo receptor	120 Method HACH
Cloruros	-	mg/L	---	4500 Chloride B. Argentometric. Method APHA
Oxigeno Disuelto *	-	mg/L	---	4500 - O C Azide Modification. Method APHA
Coliformes Totales	49000	NMP/100mL	10000	9221 B Standard Total Coliform Fermentation Technique. Method APHA
Coliformes Fecales	7000	NMP/100mL	2000	9221 E Fecal Coliform Procedure. Method APHA

\* Métodos Acreditados \*\* Fuera de Rango \*\*\* Interferencia de Matriz N D No Detectable

Revisado por:   

Observaciones: URGENTE

Autorizado por:   
 LIC. DOUGLAS ERNESTO GARCIA  
 JEFE DEL LABORATORIO



# COBERTURAS DE AGUAS Y SANEAMIENTO DEL AREA GEOGRAFICA DE INFLUENCIA AÑO 2015

UCSF: Especializada

MUNICIPIO Anamoros

## COBERTURA GENERAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AÑO 2015

URBANO				RURAL				TOTAL URBANO RURAL				
TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS C/ CONEX. RED	COBERTURA DE CONEXIÓN	VIVIENDAS CON AGUA SEGURA	TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS C/ CONEX. RED	COBERTURA DE CONEXIÓN	VIVIENDAS CON AGUA SEGURA	TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS C/ CONEX. RED	COBERTURA DE CONEXIÓN	VIVIENDAS CON AGUA SEGURA	COBERTURA AGUA SEGURA
700	615	88	700	3062	115	4	1512	3762	730	19	2212	59

## COBERTURA DE LETRINIZACION Y ALCANTARILLADO SANITARIO AÑO 2015

URBANO				RURAL				TOTAL URBANO RURAL				
TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS CON LETRINAS	COBERTURA LETRINAS	VIVIENDAS CON ALCANTARILLADO	TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS CON LETRINAS	COBERTURA LETRINAS	VIVIENDAS CON ALCANTARILLADO	TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS CON LETRINAS	COBERTURA LETRINAS	VIVIENDAS CON ALCANTARILLADO	COBERTURA ALCANTARILLADO
700	698	99	0	3062	1779	58	0	3762	2477	66	0	0

## TIPOS DE LERINAS QUE SE USAN PRINCIPALMENTE

URBANO				RURAL				TOTAL URBANO RURAL				
INODORO A ALCANTARIL A FOSA SEPTICA	INODORO A	OTRO TIPO DE LERINA	LETRINA ABONERA	INODORO A ALCANTARIL A FOSA SEPTICA	INODORO A	OTRO TIPO DE LERINA	LETRINA ABONERA	INODORO A ALCANTARIL A FOSA SEPTICA	INODORO A	LETRINA DE FOSA	LETRINA ABONERA	OTRO TIPO DE LERINA
0	609	89	0	0	487	978	314	1096	0	1067	314	0

## COBERTURA DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SOLIDOS AÑO 2014

URBANO				RURAL				TOTAL URBANO RURAL				
TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS C/ TREN DE ASEO	TIPO DE TRATAMIENTO		TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS C/ TREN DE ASEO	TIPO DE TRATAMIENTO		TOTAL VIVIENDAS	VIVIENDAS C/ TREN DE ASEO	TIPO DE TRATAMIENTO		COBERTURA %
		COBERTURA TREN DE ASEO	INCINERACION			COBERTURA TREN DE ASEO	INCINERACION			COBERTURA TREN DE ASEO	INCINERACION	
700	700	100	0	3062	135	4	0	2927	0	3762	835	22



f.

NOMBRE, FIRMA Y SELLO DE DIRECTOR LOCAL

Dra. Norma Dinora Cruz Flores  
DOCTORA EN MEDICINA  
J.V.P.M. No. 14,999

CASOS DE DIARREAS Y GASTROENTERITIS AGUDA 2014 Y 2015  
UCSF-E ANAMOROS.

POBLACION	2014		POBLACION	2015	
	DIARREA Y GE AGUDA	TASA POR 10,000 HAB.		DIARREA Y GE AGUDA	TASA POR 10,000 HAB.
15,936	1,299	815.1	15,727	1408	895.3

CASOS DE DENGUE 2014 Y 2015 UCSF-E ANAMOROS.

POBLACION	2014			POBLACION	2015		
	SOSPECHOSOS	TASA POR 10,000 HAB.	SOSP. GRAVES		SOSPECHOSOS	TASA POR 10,000 HAB.	SOSP. GRAVES
15,936	76	47,7	2	15,727	279	177,4	18

*Handwritten signature: H. Sarena*





**ANEXO 4**

**PLANOS**

**CONSTRUCTIVOS**

NUMERO  
DE HOJA

DESCRIPCION

1/90

–PLANO ÍNDICE.

2–8/90

–CROQUIS GENERAL DE USO DE SUELOS Y  
DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUAS RESIDUALES.

9–18/90

–PERFIL DE POZOS Y TUBERÍAS DE RED PRIMARIA.

19–76/90

–PERFIL DE POZOS Y TUBERÍAS DE RED SECUNDARIA.

77–79/90

–POZOS Y DETALLES.

80–85/90

–PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
Y DETALLES.

86–90/90

–TRATAMIENTOS INDIVIDUALES Y DETALLES.

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA  
DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA  
DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS,  
DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PLANO ÍNDICE.

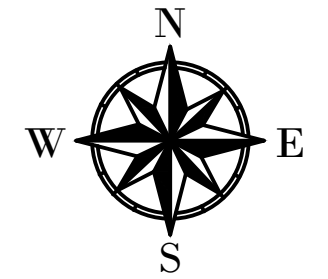
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA:  
SIN ESCALA

N° DE HOJA:  
1/90





Leyenda	Usos de Suelo
	Centros Educativos
	Gasolineras
	Laboratorios y Consultorios
	Restaurantes
	Oficinas
	Comercio
	Habitacional

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
 CROQUIS GENERAL DE USO DE SUELOS Y DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUAS RESIDUALES.

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA:  
 SIN ESCALA

N° DE HOJA:  
 2/90





SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	PUNTO DE DESCARGA
Legenda	
	Centros Educativos
	Gasolineras
	Laboratorios y Consultorios
	Restaurants
	Oficinas
	Comercio
	Habitacional

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

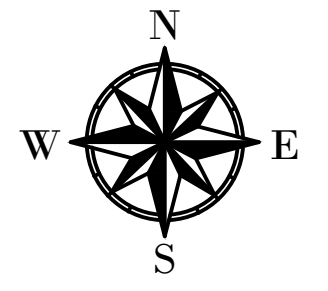
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
 USO DE SUELOS Y DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUAS RESIDUALES ÁREA 1.

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA:	1:1500	
N° DE HOJA:	3/90	



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	PUNTO DE DESCARGA

Legenda	Usos de Suelo
	Centros Educativos
	Gasolineras
	Laboratorios y Consultorios
	Restaurantes
	Oficinas
	Comercio
	Habitacional

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
 USO DE SUELOS Y DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUAS RESIDUALES ÁREA 2.

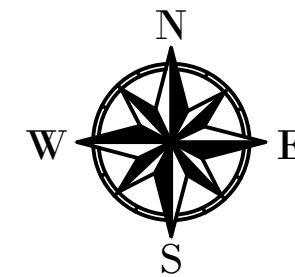
PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA:  
 1:1500

N° DE HOJA:  
 4/90





SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	PUNTO DE DESCARGA

Legenda	Usos de Suelo
	Centros Educativos
	Gasolineras
	Laboratorios y Consultorios
	Restaurantes
	Oficinas
	Comercio
	Habitacional

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
 USO DE SUELOS Y DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUAS RESIDUALES ÁREA 3.

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA:  
 1:1500

N° DE HOJA:  
 5/90





SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	PUNTO DE DESCARGA
<b>Legenda Usos de Suelo</b>	
	Centros Educativos
	Gasolineras
	Laboratorios y Consultorios
	Restaurants
	Oficinas
	Comercio
	Habitacional

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
 USO DE SUELOS Y DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUAS RESIDUALES ÁREA 4.

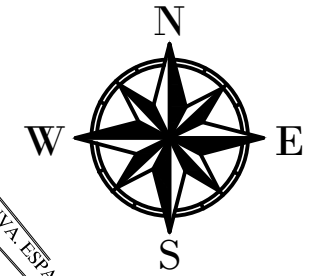
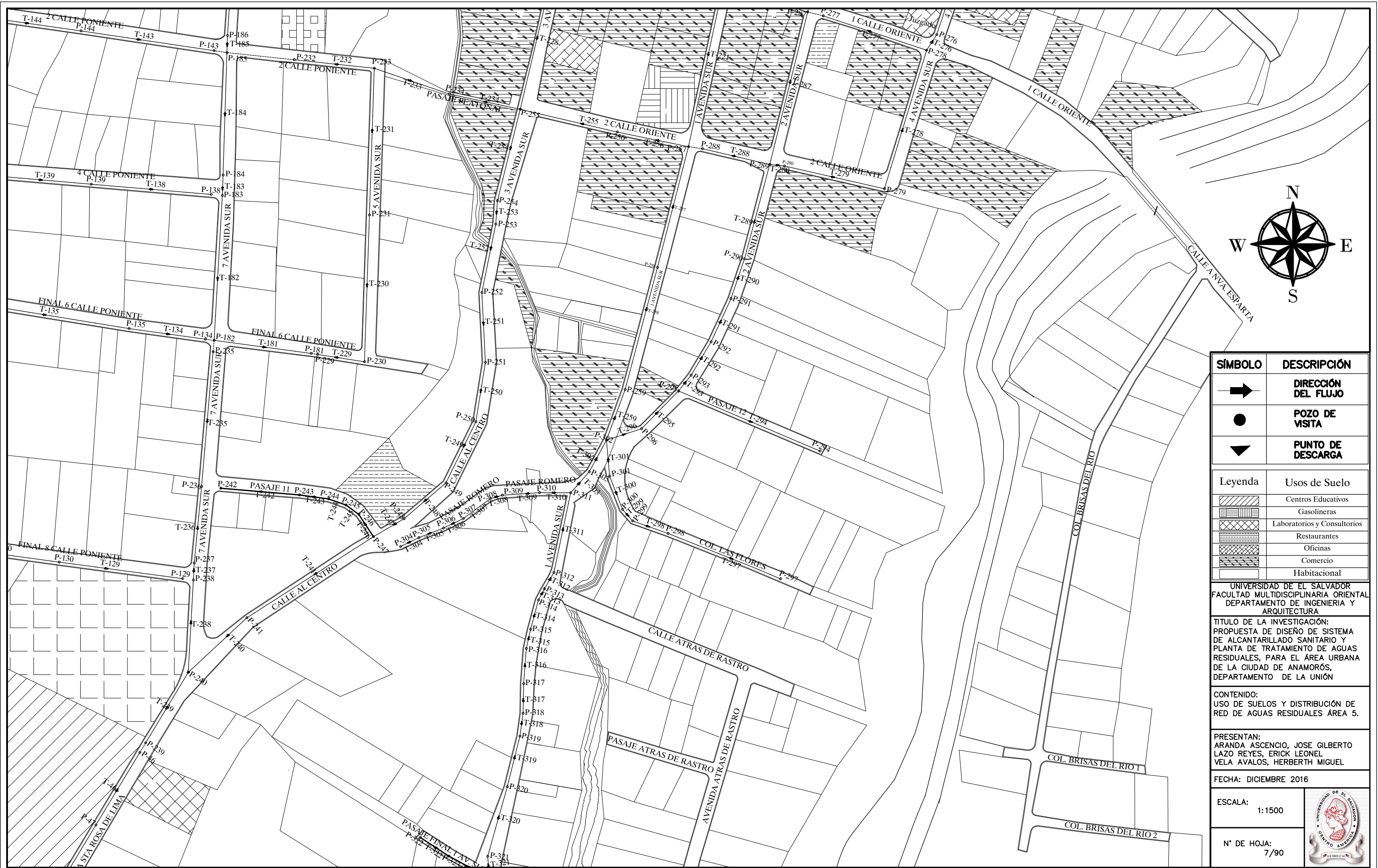
PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA:  
 1:1500

N° DE HOJA:  
 6/90





SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	PUNTO DE DESCARGA
<b>Legenda</b>	
	Centros Educativos
	Gasolineras
	Laboratorios y Consultorios
	Restaurantes
	Oficinas
	Habitacional

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
 USO DE SUELOS Y DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUAS RESIDUALES ÁREA 5.

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA: 1:1500

N° DE HOJA: 7/90







SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	PUNTO DE DESCARGA
Leyenda	
	Centros Educativos
	Gasolineras
	Laboratorios y Consultorios
	Restaurantes
	Oficinas
	Comercio
	Habitacional

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

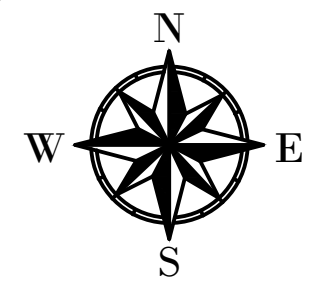
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
 USO DE SUELOS Y DISTRIBUCIÓN DE RED DE AGUAS RESIDUALES ÁREA 6.

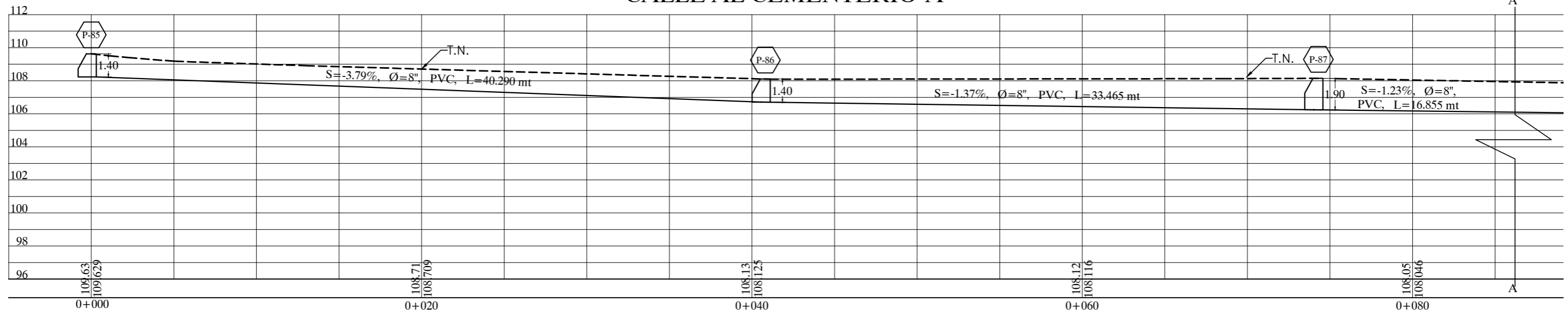
PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

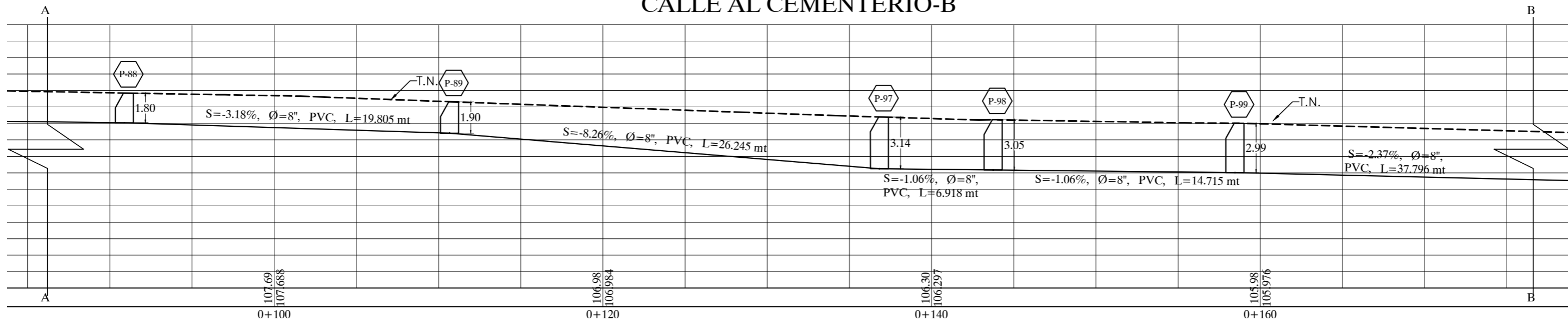
ESCALA:	1:1500	
N° DE HOJA:	8/90	



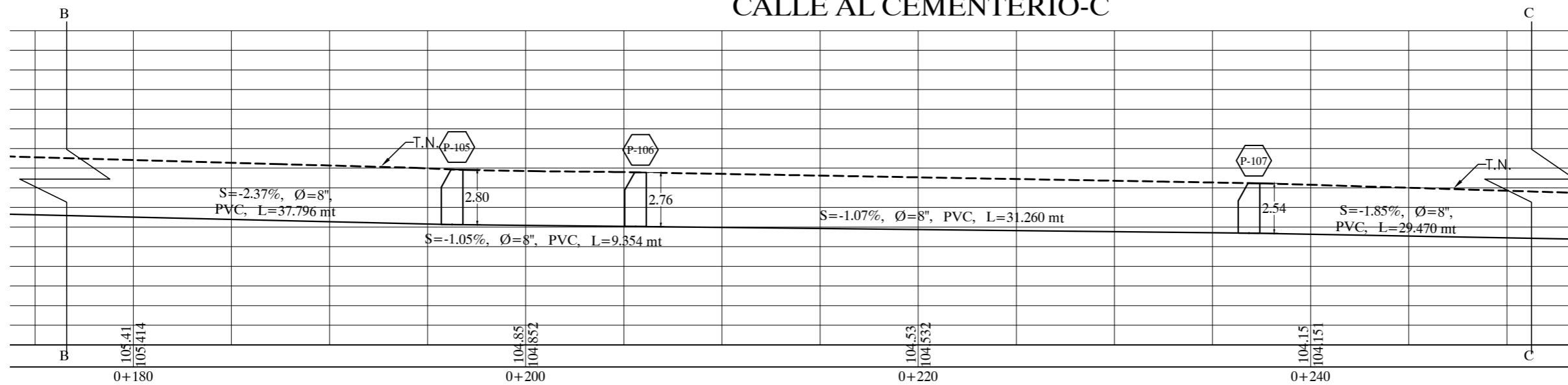
### CALLE AL CEMENTERIO-A



### CALLE AL CEMENTERIO-B



### CALLE AL CEMENTERIO-C



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

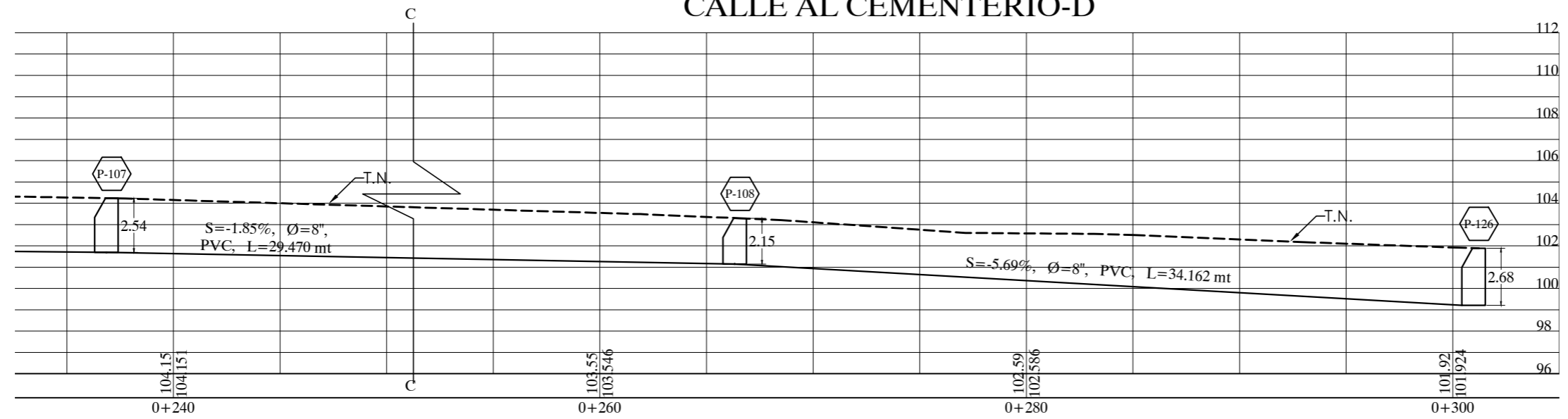
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
9/90



## CALLE AL CEMENTERIO-D



**PERFIL "CALLE A CEMENTERIO"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-85	P-85	P-86	8 (0.2032)	1.20	0.88	P-85	621772.947	291640.105	109.63	1.4	108.23
T-86	P-86	P-87	8 (0.2032)	1.28	0.63	P-86	621805.716	291615.779	108.1	1.4	106.7
T-87	P-87	P-88	8 (0.2032)	1.33	0.62	P-87	621832.462	291595.693	108.15	1.9	106.25
T-88	P-88	P-89	8 (0.2032)	1.33	0.84	P-88	621846.691	291586.636	107.84	1.8	106.04
T-89	P-89	P-97	8 (0.2032)	1.37	1.21	P-89	621864.386	291577.795	107.31	1.9	105.41
T-97	P-97	P-98	8 (0.2032)	1.79	0.66	P-97	621889.3	291569.788	106.39	3.14	103.25
T-98	P-98	P-99	8 (0.2032)	1.79	0.63	P-98	621895.635	291567.007	106.22	3.05	103.17
T-99	P-99	P-105	8 (0.2032)	1.91	0.87	P-99	621908.795	291560.43	106.01	2.99	103.02
T-105	P-105	P-106	8 (0.2032)	2.63	0.74	P-105	621937.254	291535.571	104.93	2.8	102.13
T-106	P-106	P-107	8 (0.2032)	2.63	0.71	P-106	621944.311	291529.431	104.78	2.76	102.02
T-107	P-107	P-108	8 (0.2032)	2.72	0.89	P-107	621967.39	291508.349	104.23	2.54	101.69
T-108	P-108	P-126	8 (0.2032)	2.89	1.33	P-108	621987.653	291486.96	103.29	2.15	101.14
						P-126	622013.759	290416.759	101.88	2.68	99.2

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

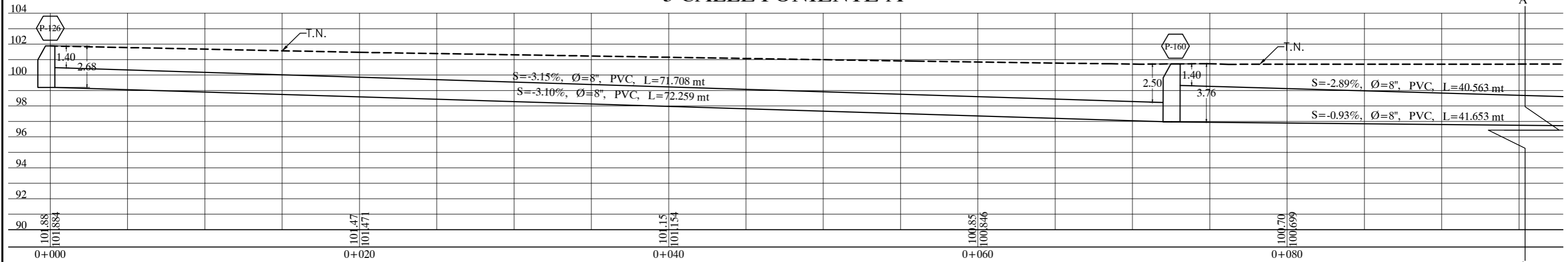
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

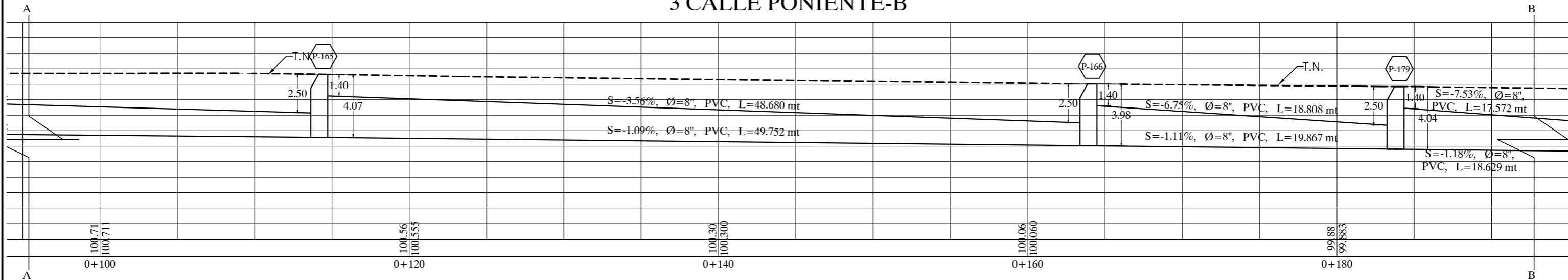
N° DE HOJA:  
10/90



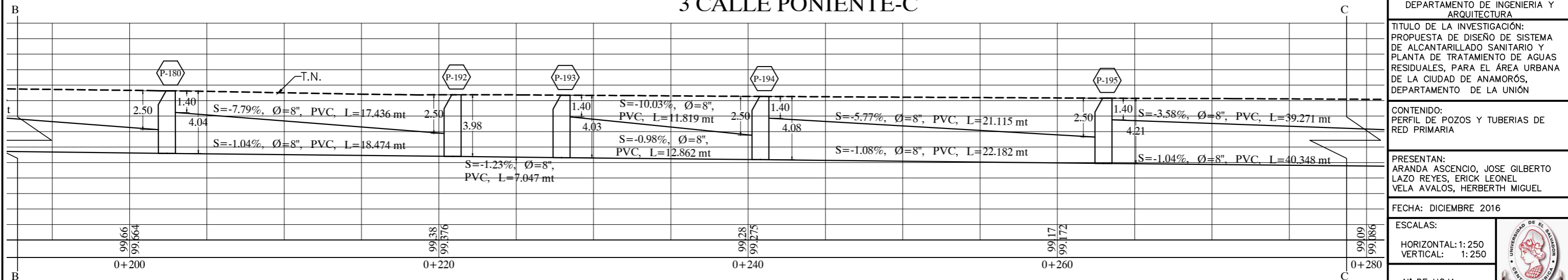
### 3 CALLE PONIENTE-A



### 3 CALLE PONIENTE-B



### 3 CALLE PONIENTE-C



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

TITULO DE LA INVESTIGACION:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN


CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

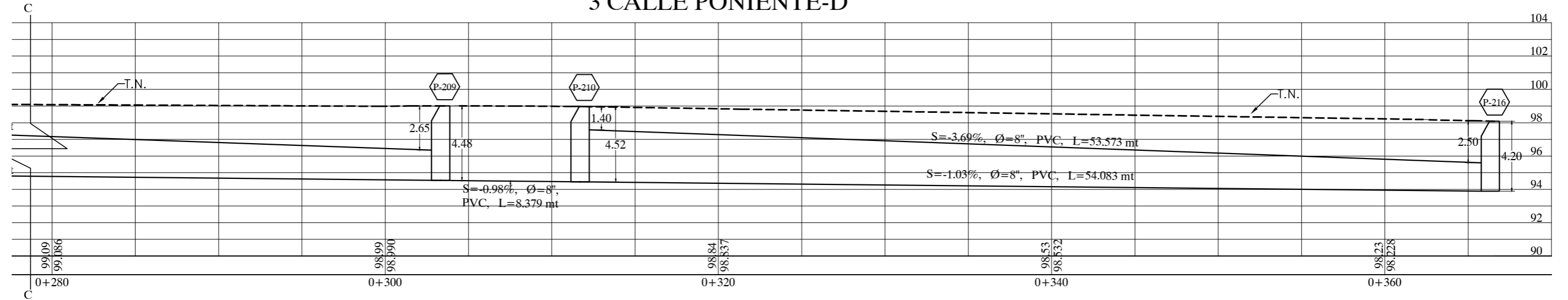
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
11/90



### 3 CALLE PONIENTE-D



PERFIL "3ra CALLE PONIENTE"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-126	P-126	P-160	8 (0.2032)	4.82	1.23	P-126	622013.759	290416.759	101.88	2.68	99.2
T-160	P-160	P-165	8 (0.2032)	10.97	1.03	P-160	622081.794	291438.306	100.72	3.76	96.96
T-165	P-165	P-166	8 (0.2032)	11.43	1.10	P-165	622119.757	291421.193	100.65	4.07	96.58
T-166	P-166	P-179	8 (0.2032)	12.26	1.15	P-166	622163.581	291397.645	100.02	3.98	96.04
T-179	P-179	P-180	8 (0.2032)	13.65	1.20	P-179	622181.684	291389.47	99.85	4.04	95.81
T-180	P-180	P-192	8 (0.2032)	13.78	1.14	P-180	622198.227	291380.949	99.63	4.04	95.59
T-192	P-192	P-193	8 (0.2032)	14.84	1.21	P-192	622213.896	291371.119	99.38	3.98	95.4
T-193	P-193	P-194	8 (0.2032)	14.84	1.15	P-193	622218.662	291365.948	99.35	4.03	95.32
T-194	P-194	P-195	8 (0.2032)	14.93	1.19	P-194	622230.107	291360.058	99.27	4.08	95.19
T-195	P-195	P-209	8 (0.2032)	15.00	1.17	P-195	622250.133	291350.533	99.16	4.21	94.95
T-209	P-209	P-210	8 (0.2032)	17.39	1.18	P-209	622287.845	291336.171	99.01	4.48	94.53
T-210	P-210	P-216	8 (0.2032)	17.39	1.21	P-210	622294.906	291331.732	98.97	4.52	94.45
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-216	622347.295	291316.125	98.09	4.2	93.89
TP-126	P-126	P-160	8 (0.2032)	1.588	0.90						
TP-160	P-160	P-165	8 (0.2032)	0.202	0.50						
TP-165	P-165	P-166	8 (0.2032)	0.834	0.78						
TP-166	P-166	P-179	8 (0.2032)	0.107	0.52						
TP-179	P-179	P-180	8 (0.2032)	0.136	0.58						
TP-180	P-180	P-192	8 (0.2032)	0.068	0.50						
TP-193	P-193	P-194	8 (0.2032)	0.093	0.57						
TP-194	P-194	P-195	8 (0.2032)	0.072	0.50						
TP-195	P-195	P-209	8 (0.2032)	1.227	0.87						
TP-210	P-210	P-216	8 (0.2032)	0.260	0.55						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

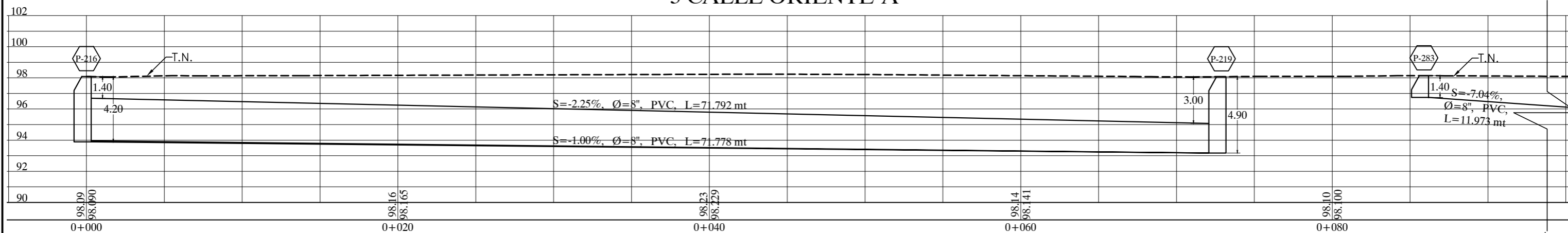
CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

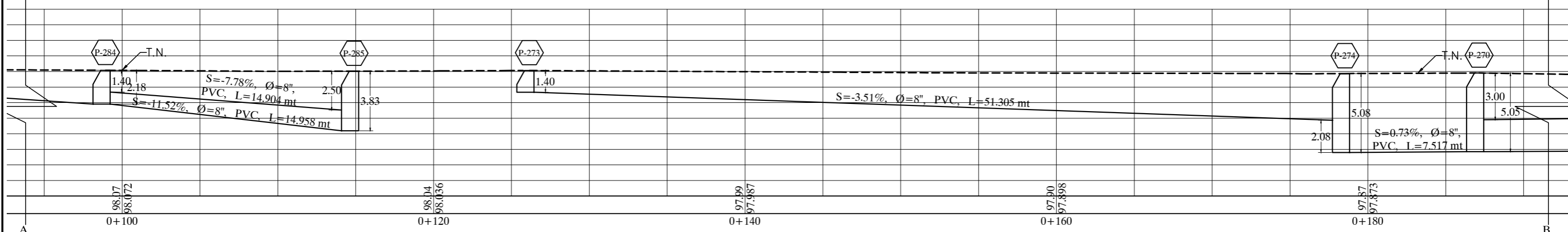
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS: HORIZONTAL: 1: 250 VERTICAL: 1: 250	
N° DE HOJA: 12/90	

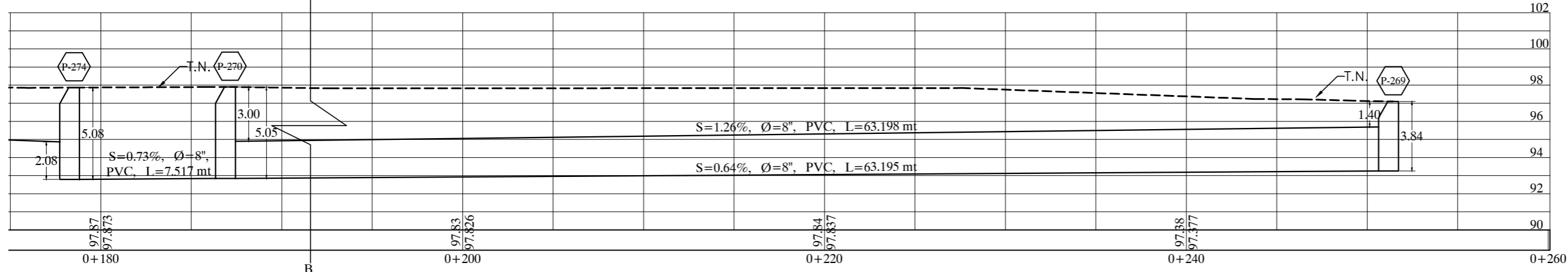
### 3 CALLE ORIENTE-A



### 3 CALLE ORIENTE-B



### 3 CALLE ORIENTE-C



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN


CONTENIDO:  
 PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
 HORIZONTAL: 1: 250  
 VERTICAL: 1: 250

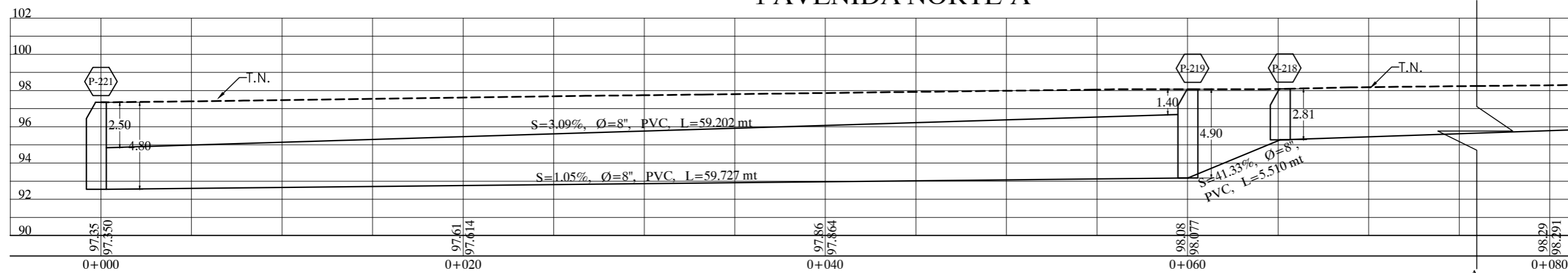
N° DE HOJA:  
 13/90



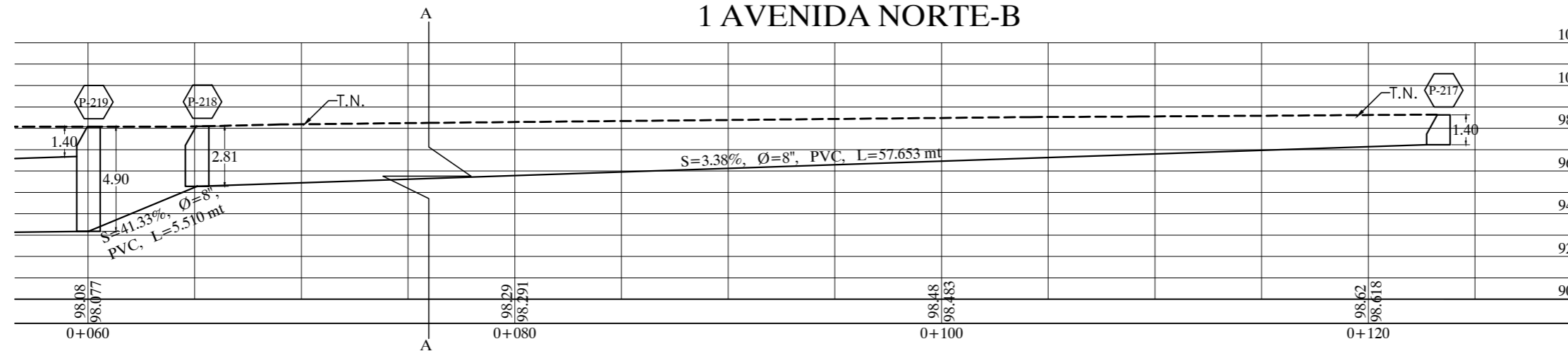
PERFIL "3ra CALLE ORIENTE"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-216	P-216	P-219	8 (0.2032)	21.14	1.25	P-216	622347.295	291316.125	98.09	4.2	93.89
T-283	P-283	P-284	8 (0.2032)	0.57	0.84	P-219	622418.063	291298.693	98.08	4.9	93.18
T-284	P-284	P-285	8 (0.2032)	0.57	1.00	P-283	622430.113	291293.803	98.14	1.4	96.74
T-273	P-273	P-274	8 (0.2032)	0.05	0.58	P-284	622443.025	291291.958	98.08	2.18	95.9
T-269	P-269	P-270	8 (0.2032)	2.07	0.55	P-285	622458.572	291288.357	98.02	3.83	94.19
T-270	P-270	P-274	8 (0.2032)	2.46	0.61	P-273	622469.831	291288.491	98.06	1.4	96.66
DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS						P-274	622520.342	291274.655	97.87	5.08	92.79
TP-269	P-269	P-270	8 (0.2032)	0.382	0.50						
TP-216	P-216	P-219	8 (0.2032)	2.471	0.92	P-270	622527.692	291270.156	97.9	5.05	92.85
TP-284	P-284	P-285	8 (0.2032)	0.355	0.79	P-269	622589.429	291252.198	97.09	3.84	93.25

PERFIL "1ra AVENIDA NORTE"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-217	P-217	P-218	8 (0.2032)	0.84	0.76	P-217	622430.504	291360.683	98.63	1.4	97.23
T-218	P-218	P-219	8 (0.2032)	0.84	1.88	P-218	622418.554	291303.753	98.09	2.81	95.28
T-219	P-219	P-221	8 (0.2032)	24.45	1.33	P-219	622418.063	291298.693	98.08	4.9	93.18
DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS						P-221	622406.659	291239.5	97.35	4.8	92.55
TP-219	P-219	P-221	8 (0.2032)	0.783	0.72						

### 1 AVENIDA NORTE-A



### 1 AVENIDA NORTE-B



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN


CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

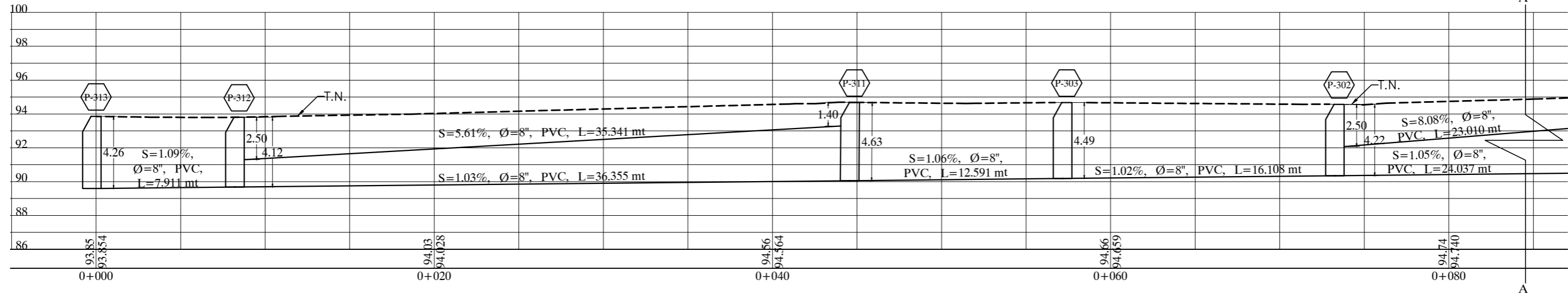
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

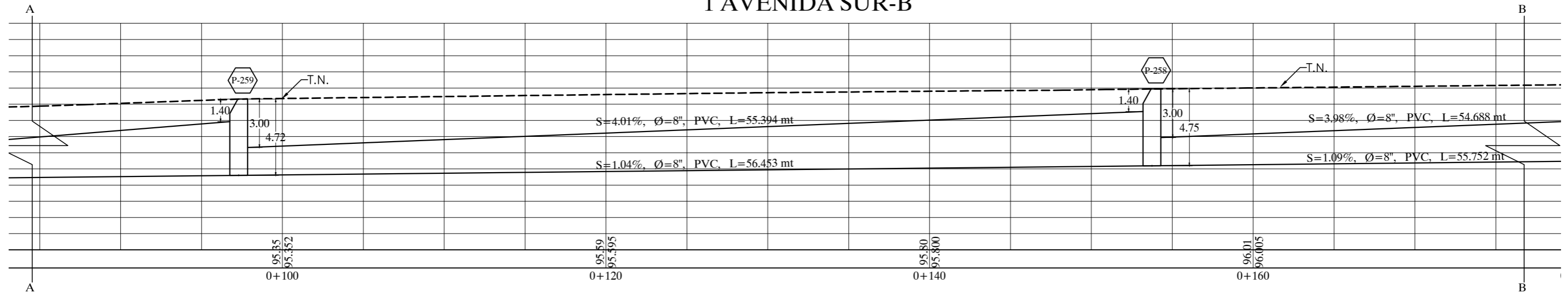
N° DE HOJA:  
14/90



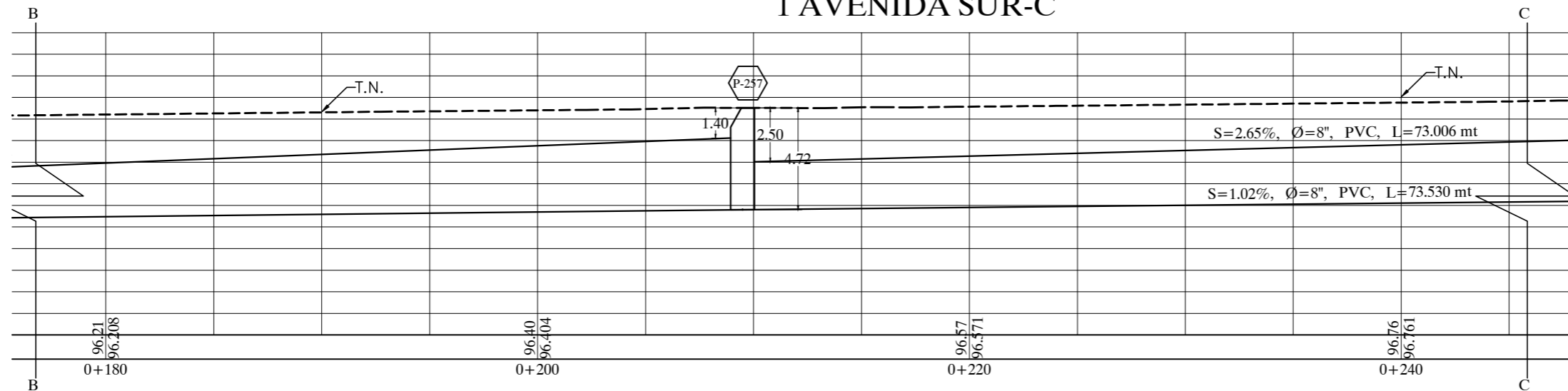
### 1 AVENIDA SUR-A



### 1 AVENIDA SUR-B



### 1 AVENIDA SUR-C



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

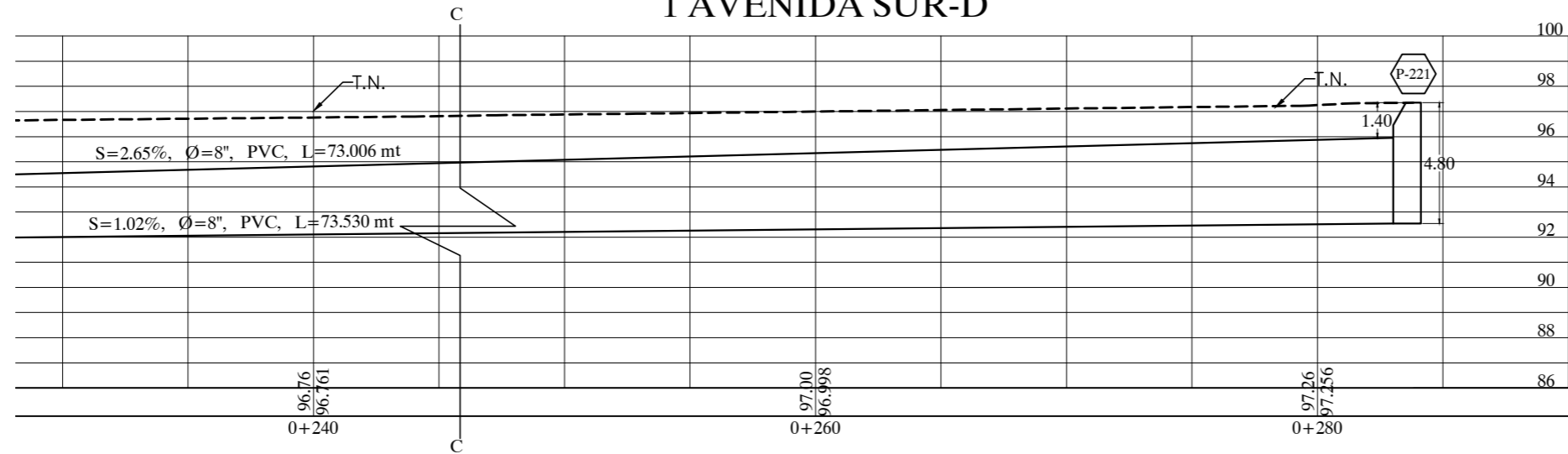
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
15/90





# 1 AVENIDA SUR-D



**PERFIL "1ra AVENIDA SUR"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-221	P-221	P-257	8 (0.2032)	27.36	1.34	P-221	622406.659	291239.5	97.35	4.8	92.55
T-257	P-257	P-258	8 (0.2032)	39.13	1.48	P-257	622391.128	291167.064	96.52	4.72	91.8
T-258	P-258	P-259	8 (0.2032)	39.43	1.45	P-258	622377.264	291113.073	95.94	4.75	91.19
T-259	P-259	P-302	8 (0.2032)	39.80	1.45	P-259	622362.784	291058.512	95.32	4.72	90.6
T-302	P-302	P-303	12 (0.3048)	57.17	1.61	P-302	622354.475	291035.959	94.57	4.22	90.35
T-303	P-303	P-311	12 (0.3048)	57.17	1.68	P-303	622346.831	291021.781	94.68	4.49	90.19
T-311	P-311	P-312	12 (0.3048)	57.39	1.63	P-311	622338.506	291012.383	94.68	4.63	90.05
T-312	P-312	P-313	12 (0.3048)	57.47	1.66	P-312	622331.021	290976.772	93.8	4.12	89.68
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-313	622326.761	290969.464	93.85	4.26	89.59
TP-221	P-221	P-257	8 (0.2032)	0.730	0.67						
TP-257	P-257	P-258	8 (0.2032)	0.304	0.59						
TP-258	P-258	P-259	8 (0.2032)	0.371	0.63						
TP-259	P-259	P-302	8 (0.2032)	1.608	1.26						
TP-311	P-311	P-312	8 (0.2032)	0.077	0.50						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

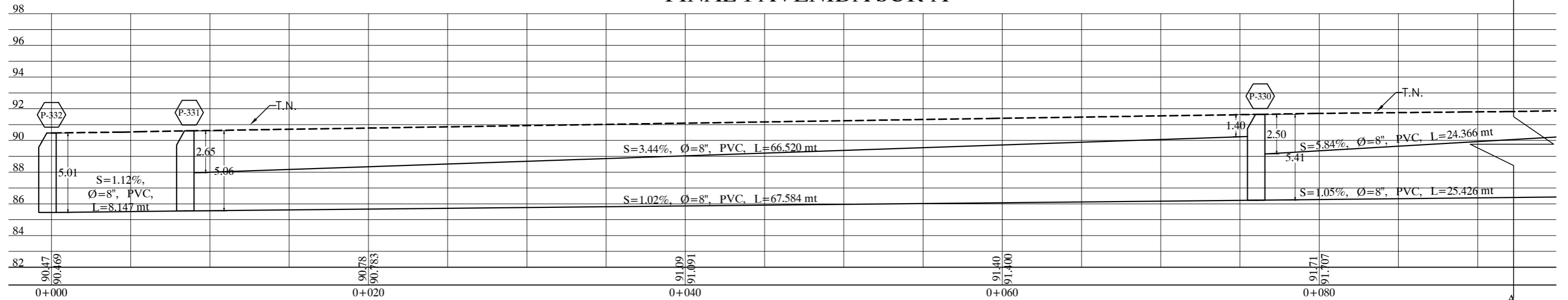
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

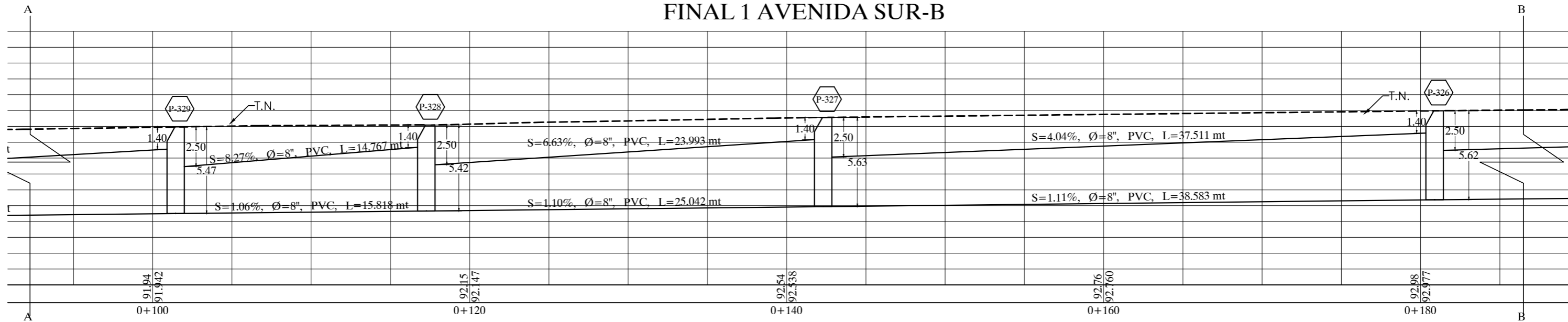
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
16/90

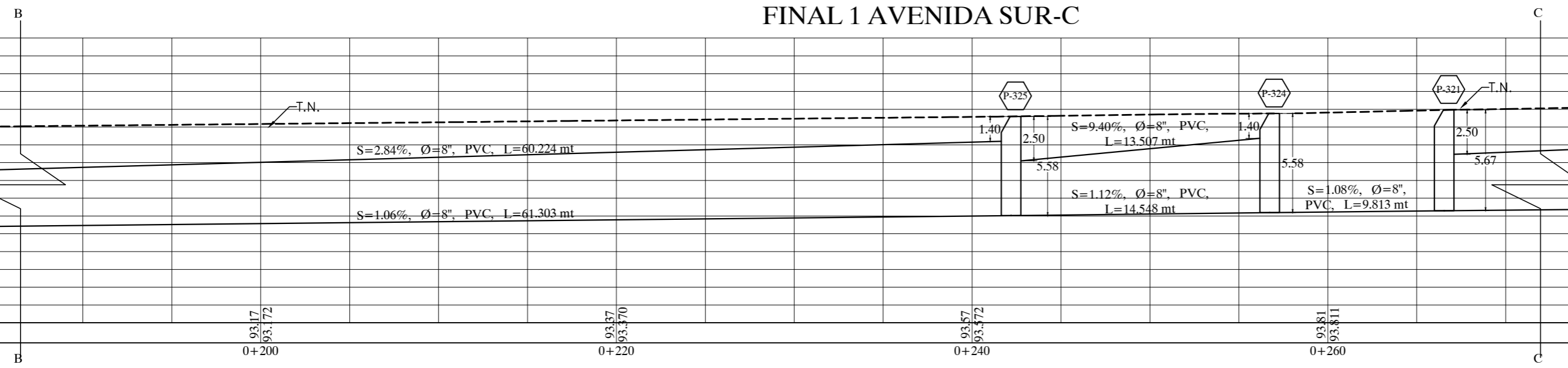
### FINAL 1 AVENIDA SUR-A



### FINAL 1 AVENIDA SUR-B



### FINAL 1 AVENIDA SUR-C



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN


CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

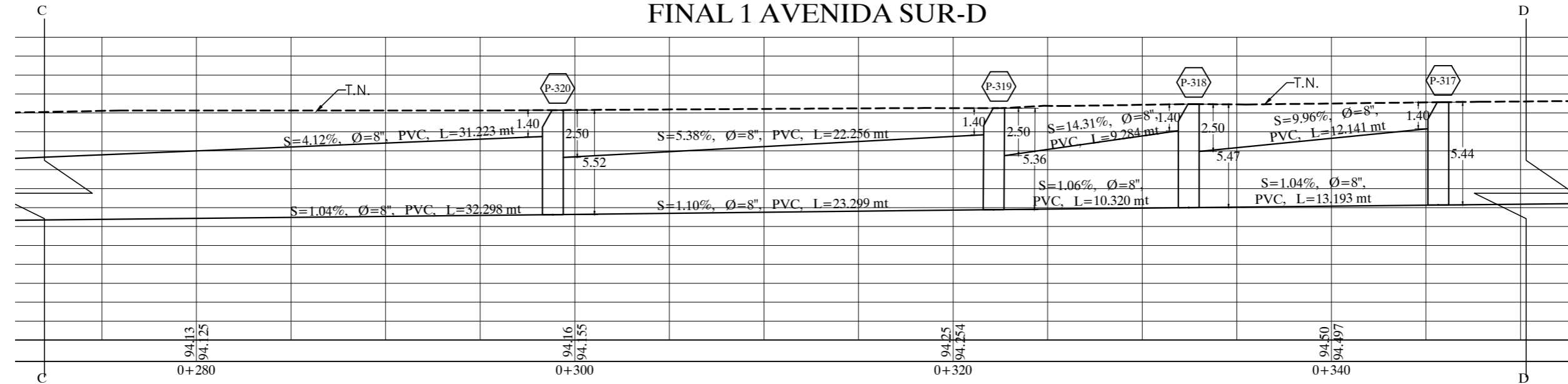
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

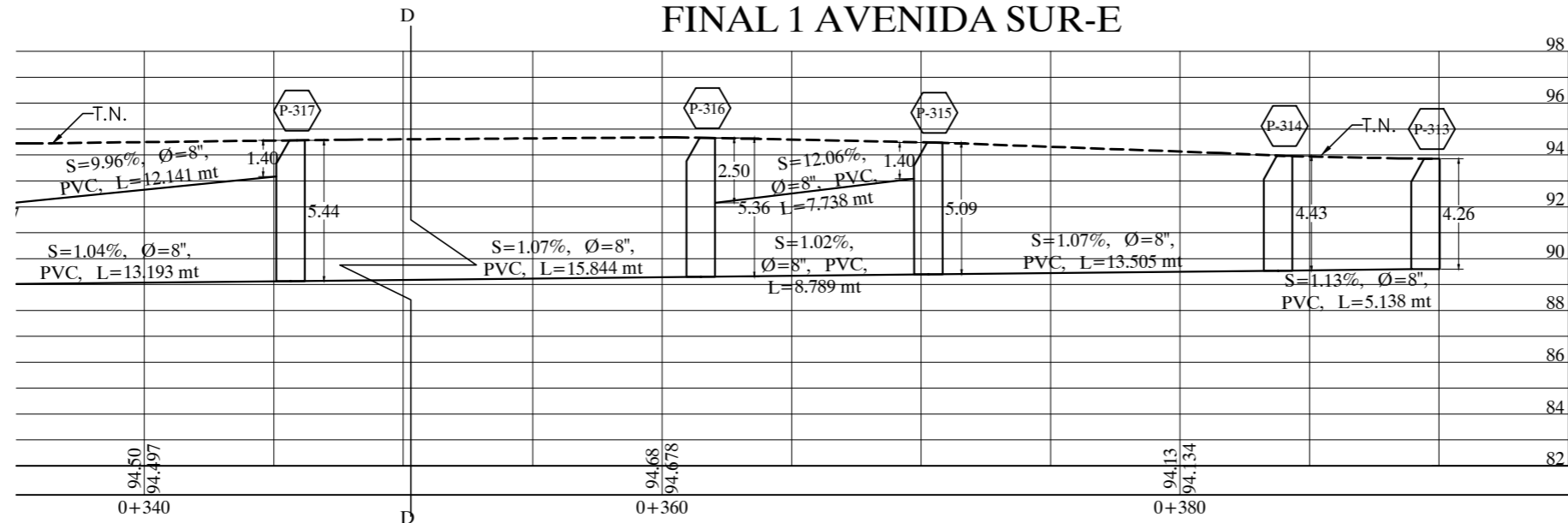
N° DE HOJA:  
17/90



## FINAL 1 AVENIDA SUR-D



## FINAL 1 AVENIDA SUR-E



PERFIL "FINAL 1ra AVENIDA SUR"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-313	P-313	P-314	12 (0.3048)	57.47	1.54	P-313	622326.761	290969.464	93.85	4.26	89.59
T-314	P-314	P-315	12 (0.3048)	57.47	1.68	P-314	622324.065	290964.456	93.97	4.43	89.54
T-315	P-315	P-316	12 (0.3048)	57.47	1.63	P-315	622320.552	290951.394	94.48	5.09	89.39
T-316	P-316	P-317	12 (0.3048)	57.51	1.66	P-316	622318.647	290942.836	94.66	5.36	89.3
T-317	P-317	P-318	12 (0.3048)	57.51	1.61	P-317	622317.469	290927.037	94.57	5.44	89.13
T-318	P-318	P-319	12 (0.3048)	57.56	1.66	P-318	622317.236	290913.858	93.47	4.47	89
T-319	P-319	P-320	12 (0.3048)	57.59	1.69	P-319	622315.821	290903.654	94.25	5.36	88.89
T-320	P-320	P-321	12 (0.3048)	57.71	1.63	P-320	622310.14	290881.029	94.15	5.52	88.63
T-321	P-321	P-324	12 (0.3048)	57.87	1.75	P-321	622301.382	290849.943	93.97	5.67	88.3
T-324	P-324	P-325	12 (0.3048)	58.19	1.68	P-324	622302.237	290840.168	93.76	5.58	88.18
T-325	P-325	P-326	12 (0.3048)	58.26	1.66	P-325	622299.433	290825.893	93.6	5.58	88.02
T-326	P-326	P-327	12 (0.3048)	58.59	1.69	P-326	622288.722	290765.537	92.99	5.62	87.37
T-327	P-327	P-328	12 (0.3048)	58.76	1.70	P-327	622284.058	290727.24	92.57	5.63	86.94
T-328	P-328	P-329	12 (0.3048)	58.80	1.63	P-328	622279.015	290702.713	92.08	5.42	86.66
T-329	P-329	P-330	12 (0.3048)	58.84	1.64	P-329	622274.317	290687.609	91.97	5.47	86.5
T-330	P-330	P-331	12 (0.3048)	58.90	1.64	P-330	622265.293	290663.854	91.65	5.41	86.24
T-331	P-331	P-332	12 (0.3048)	59.17	1.65	P-331	622244.212	290599.632	90.61	5.06	85.55
						P-332	622241.756	290591.29	90.47	5.01	85.46

DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS

TP	P	P	Ø	S	L
TP-315	P-315	P-316	8 (0.2032)	0.043	0.50
TP-317	P-317	P-318	8 (0.2032)	0.048	0.50
TP-318	P-318	P-319	8 (0.2032)	0.035	0.50
TP-319	P-319	P-320	8 (0.2032)	0.114	0.50
TP-320	P-320	P-321	8 (0.2032)	0.160	0.50
TP-324	P-324	P-325	8 (0.2032)	0.080	0.50
TP-325	P-325	P-326	8 (0.2032)	0.322	0.51
TP-326	P-326	P-327	8 (0.2032)	0.174	0.50
TP-327	P-327	P-328	8 (0.2032)	0.039	0.50
TP-328	P-328	P-329	8 (0.2032)	0.040	0.50
TP-329	P-329	P-330	8 (0.2032)	0.059	0.50
TP-330	P-330	P-331	8 (0.2032)	0.268	0.51

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED PRIMARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

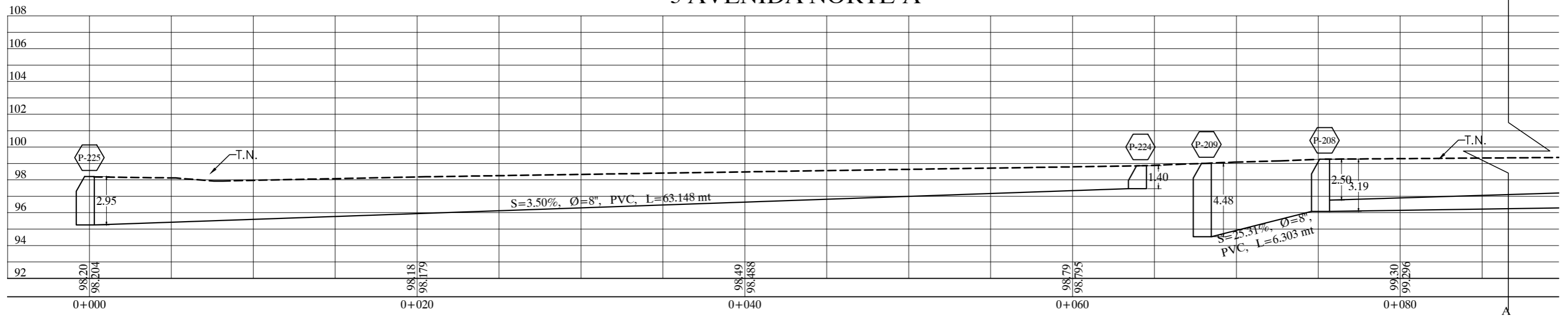
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

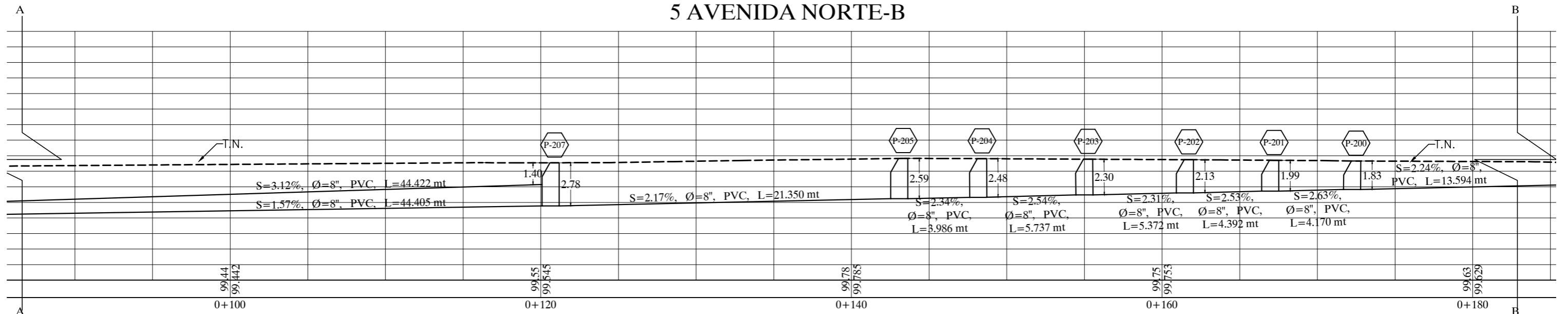
N° DE HOJA:  
18/90



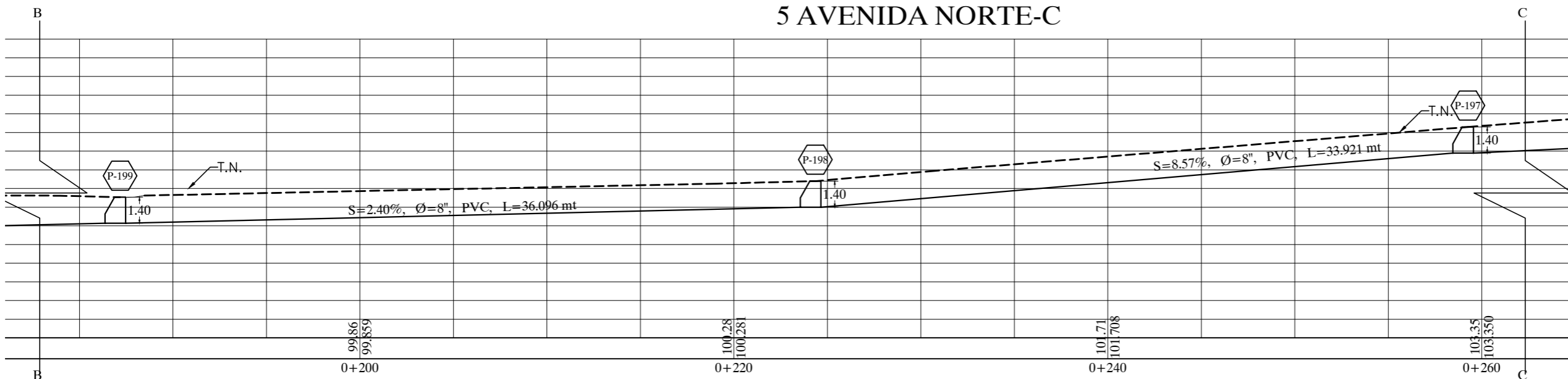
### 5 AVENIDA NORTE-A



### 5 AVENIDA NORTE-B

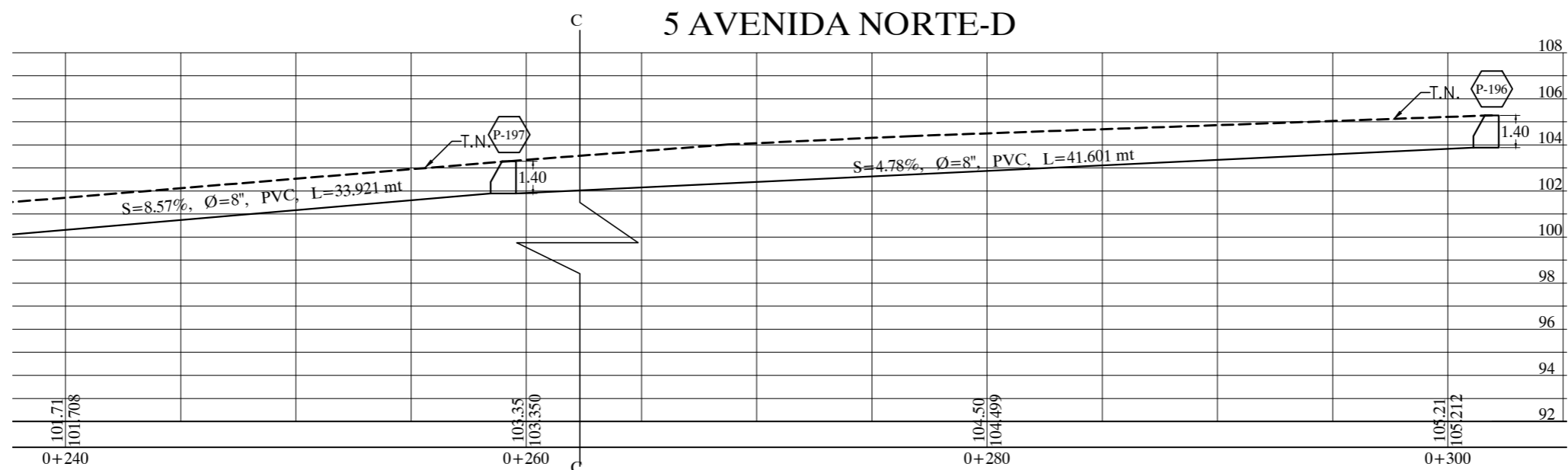


### 5 AVENIDA NORTE-C



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALAS: HORIZONTAL: 1: 250 VERTICAL: 1: 250	
N° DE HOJA: 19/90	





**PERFIL "5ta AVENIDA NORTE"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-196	P-196	P-197	8 (0.2032)	0.19	0.55	P-196	622231.626	291546.614	105.28	1.4	103.88
T-197	P-197	P-198	8 (0.2032)	0.19	0.67	P-197	622242.387	291505.345	103.29	1.4	101.89
T-198	P-198	P-199	8 (0.2032)	0.38	0.52	P-198	622264.084	291478.007	100.4	1.4	99
T-199	P-199	P-200	8 (0.2032)	0.51	0.55	P-199	622288.806	291450.229	99.53	1.4	98.13
T-200	P-200	P-201	8 (0.2032)	0.54	0.56	P-200	622297.599	291438.468	99.66	1.83	97.83
T-201	P-201	P-202	8 (0.2032)	0.54	0.56	P-201	622299.619	291433.596	99.71	1.99	97.72
T-202	P-202	P-203	8 (0.2032)	0.54	0.55	P-202	622301.124	291428.316	99.74	2.13	97.61
T-203	P-203	P-204	8 (0.2032)	0.54	0.57	P-203	622302.133	291421.908	99.78	2.3	97.48
T-204	P-204	P-205	8 (0.2032)	0.58	0.55	P-204	622302.255	291415.079	99.81	2.48	97.33
T-205	P-205	P-207	8 (0.2032)	0.58	0.58	P-205	622301.687	291410.037	99.83	2.59	97.24
T-207	P-207	P-208	8 (0.2032)	1.08	0.60	P-207	622297.62	291387.964	99.55	2.78	96.77
T-208	P-208	P-209	8 (0.2032)	1.16	1.60	P-208	622289.002	291343.326	99.26	3.19	96.07
T-224	P-224	P-225	8 (0.2032)	0.20	0.50	P-209	622287.845	291336.171	99.01	4.48	94.53
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-224	622287.108	291332.275	98.86	1.4	97.46
TP-207	P-207	P-208	8 (0.2032)	0.082	0.37	P-225	622275.181	291269.182	98.2	2.95	95.25

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

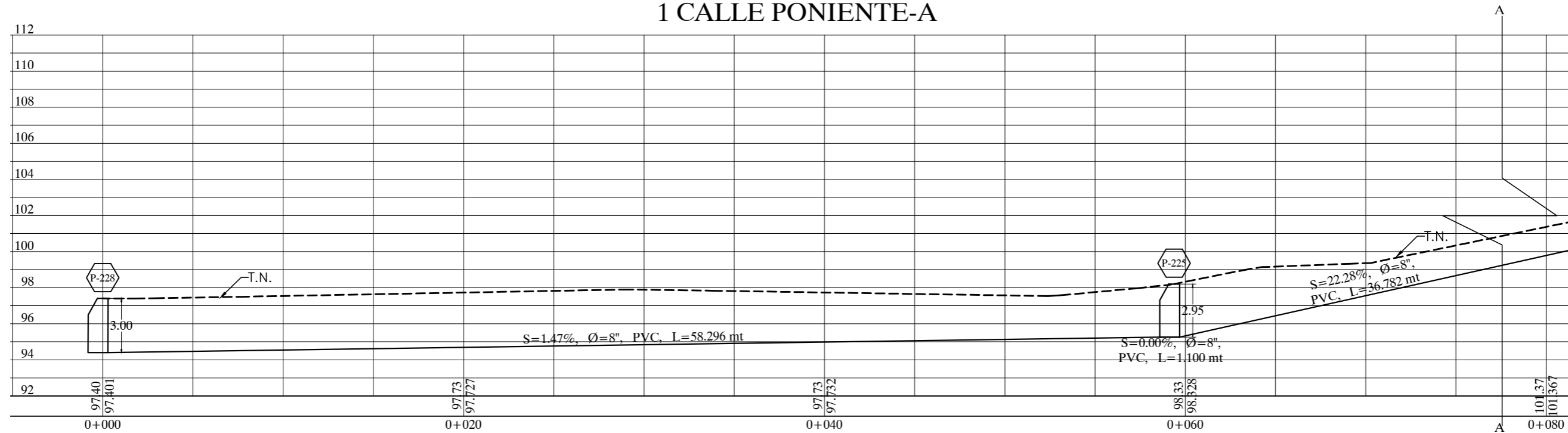
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

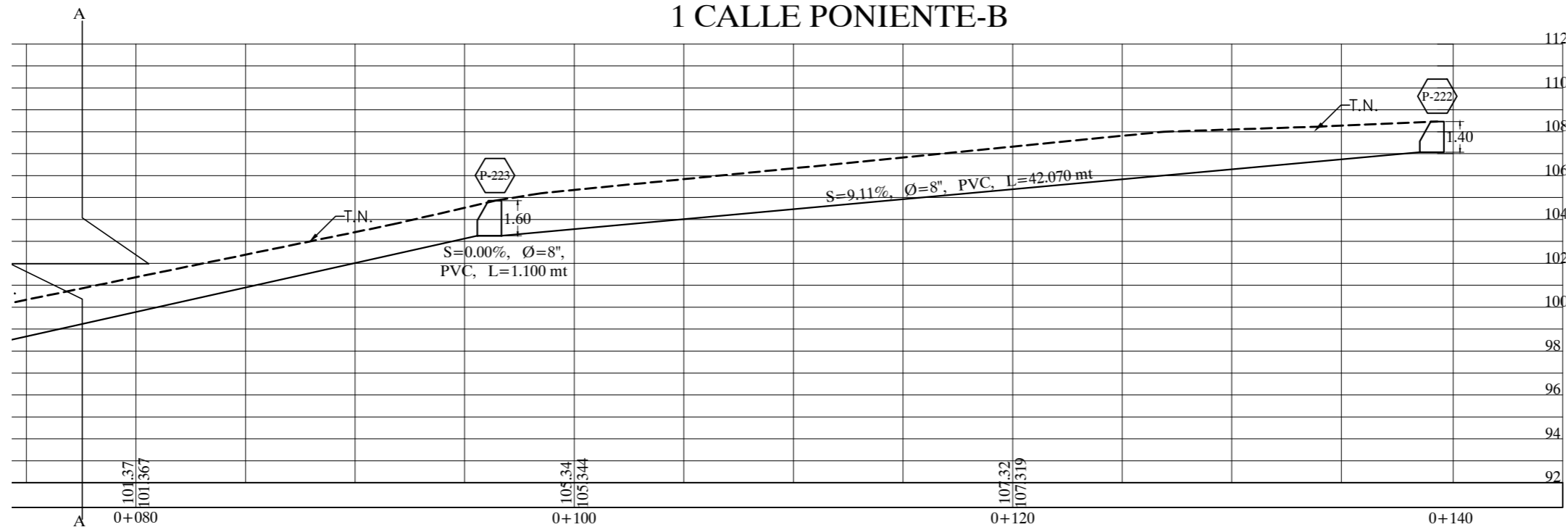
N° DE HOJA:  
20/90



## 1 CALLE PONIENTE-A



## 1 CALLE PONIENTE-B



### PERFIL "1ra CALLE PONIENTE"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-222	P-222	P-223	8 (0.2032)	0.18	0.67	P-222	622196.84	291285.362	108.47	1.4	107.07
T-223	P-223	P-225	8 (0.2032)	0.18	0.92	P-223	622238.866	291276.279	104.85	1.6	103.25
T-225	P-225	P-228	8 (0.2032)	0.56	0.50	P-225	622275.181	291269.182	98.2	2.95	95.25
						P-228	622333.138	291256.259	97.4	3	94.4

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

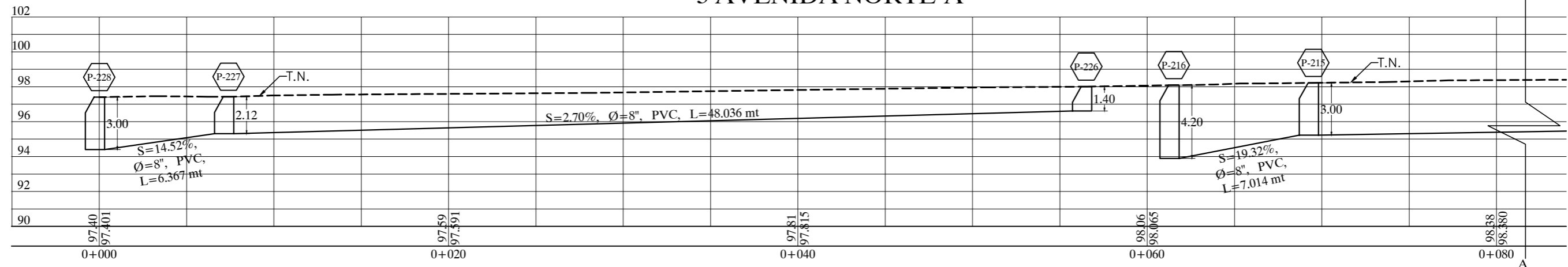
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

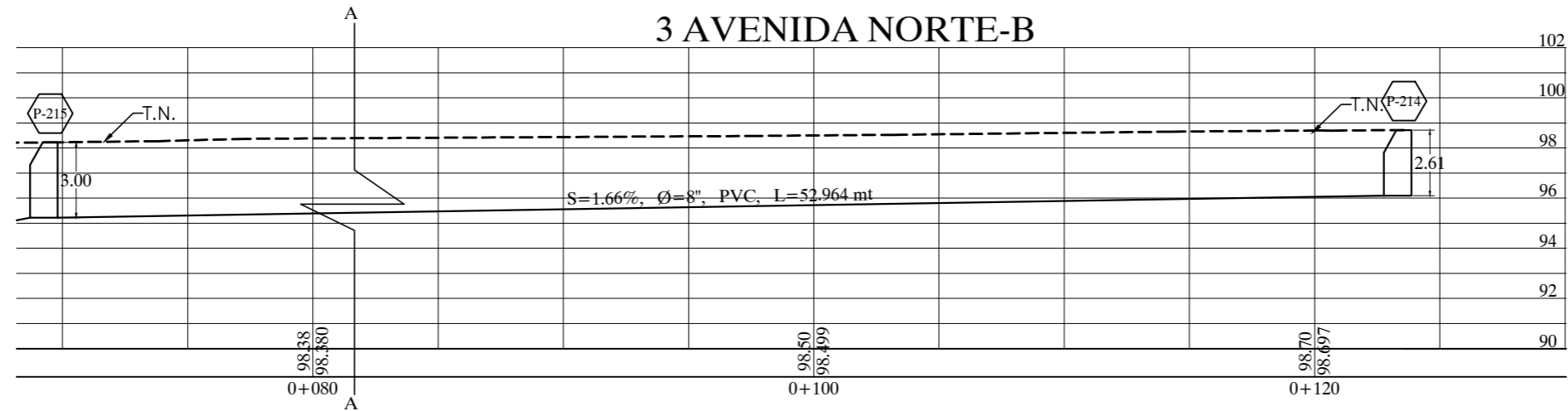
N° DE HOJA:  
21/90



### 3 AVENIDA NORTE-A



### 3 AVENIDA NORTE-B



PERFIL "3ra AVENIDA NORTE"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-214	P-214	P-215	8 (0.2032)	2.87	0.86	P-214	622361.832	291376.414	98.72	2.61	96.11
T-215	P-215	P-216	8 (0.2032)	3.48	1.97	P-215	622349.752	291323.725	98.22	3	95.22
T-226	P-226	P-227	8 (0.2032)	0.94	0.72	P-216	622347.295	291316.125	98.09	4.2	93.89
T-227	P-227	P-228	8 (0.2032)	0.94	1.24	P-226	622346.17	291311.249	98.01	1.4	96.61
						P-227	622335.129	291263.386	97.43	2.12	95.31
						P-228	622333.138	291256.259	97.4	3	94.4

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

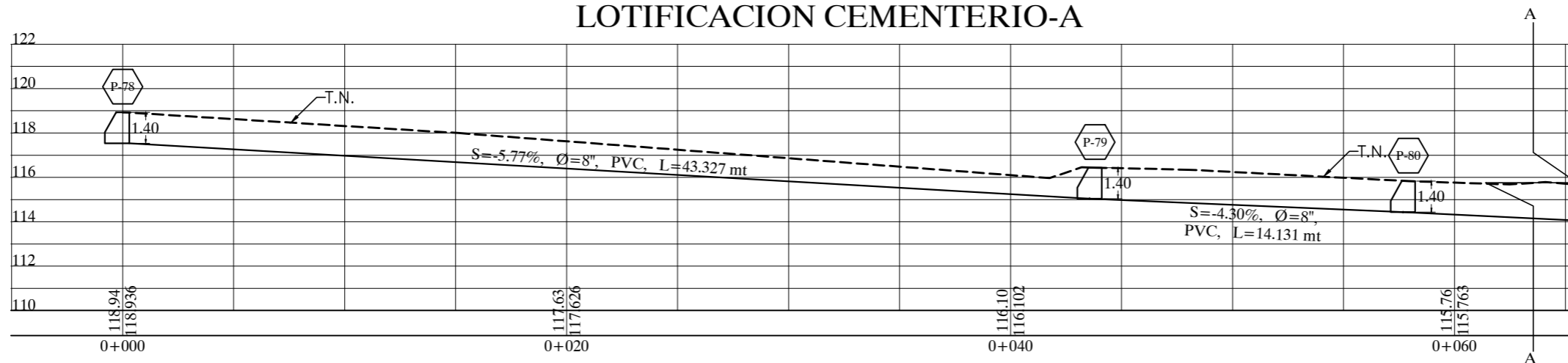
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

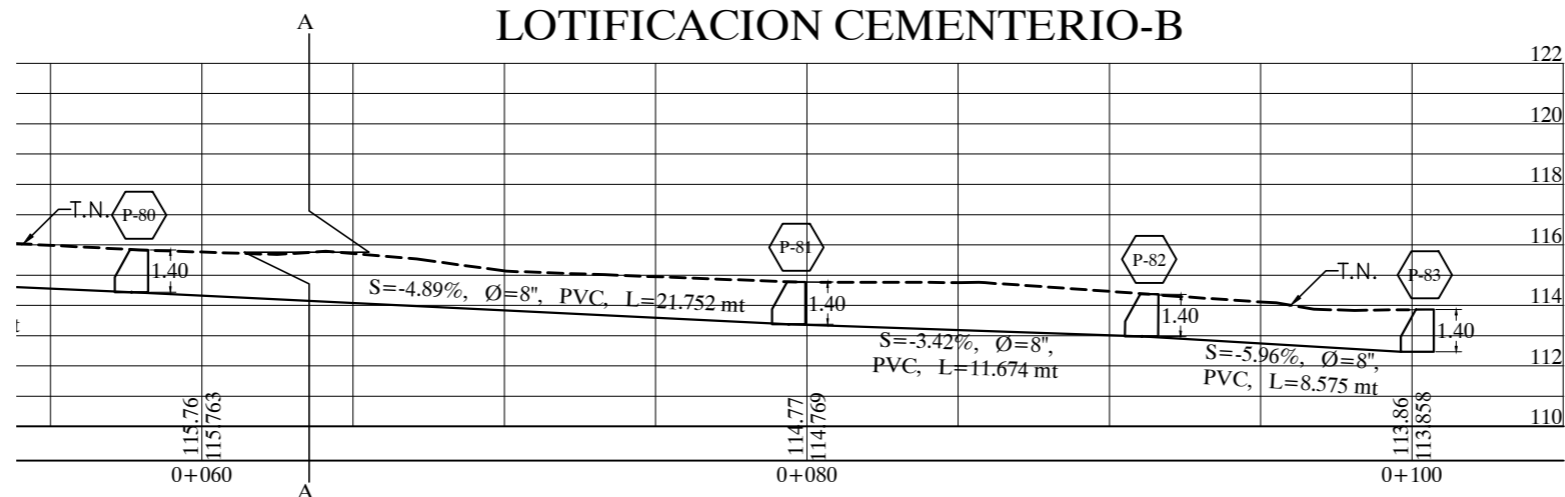
N° DE HOJA:  
22/90



### LOTIFICACION CEMENTERIO-A



### LOTIFICACION CEMENTERIO-B



**PERFIL "LOTIFICACIÓN CEMENTERIO"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-78	P-78	P-79	8 (0.2032)	0.31	0.67	P-78	621687.846	291755.876	118.94	1.4	117.54
T-79	P-79	P-80	8 (0.2032)	0.31	0.61	P-79	621712.521	291719.638	116.44	1.4	115.04
T-80	P-80	P-81	8 (0.2032)	0.38	0.67	P-80	621720.862	291708.292	115.83	1.4	114.43
T-81	P-81	P-82	8 (0.2032)	0.38	0.60	P-81	621739.051	291696.19	114.77	1.4	113.37
T-82	P-82	P-83	8 (0.2032)	0.38	0.71	P-82	621745.907	291705.48	114.37	1.4	112.97
						P-83	621753.505	291710.506	113.86	1.4	112.46

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

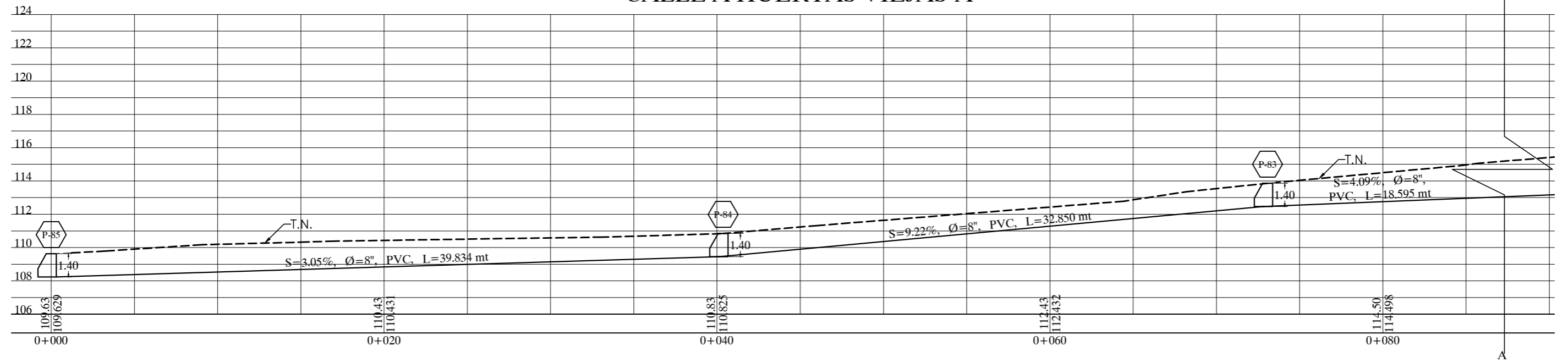
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
23/90

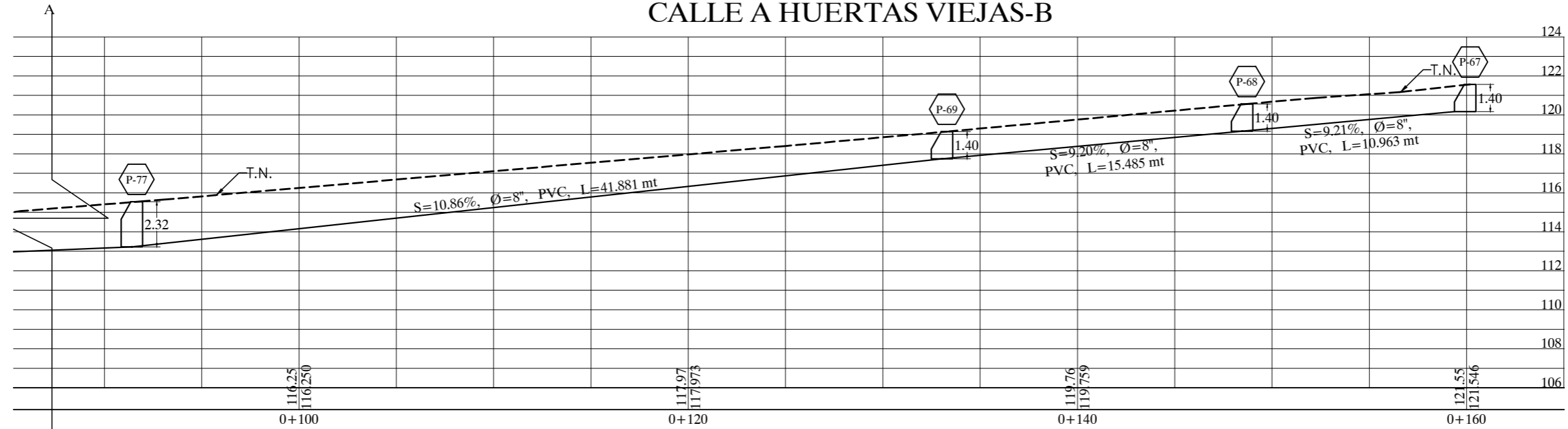




## CALLE A HUERTAS VIEJAS-A



## CALLE A HUERTAS VIEJAS-B



PERFIL "CALLE A HUERTAS VIEJAS"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-67	P-67	P-68	8 (0.2032)	0.07	0.51	P-67	621737.536	291796.005	121.57	1.4	120.17
T-68	P-68	P-69	8 (0.2032)	0.07	0.52	P-68	621741.108	291785.109	120.56	1.4	119.16
T-69	P-69	P-77	8 (0.2032)	0.16	0.69	P-69	621744.118	291769.985	119.14	1.4	117.74
T-77	P-77	P-83	8 (0.2032)	0.60	0.74	P-77	621750.704	291728.873	115.54	2.32	113.22
T-83	P-83	P-84	8 (0.2032)	0.98	1.14	P-83	621753.505	291710.506	113.86	1.4	112.46
T-84	P-84	P-85	8 (0.2032)	1.07	0.78	P-84	621761.038	291678.674	110.84	1.4	109.44
						P-85	621772.947	291640.105	109.63	1.4	108.23

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

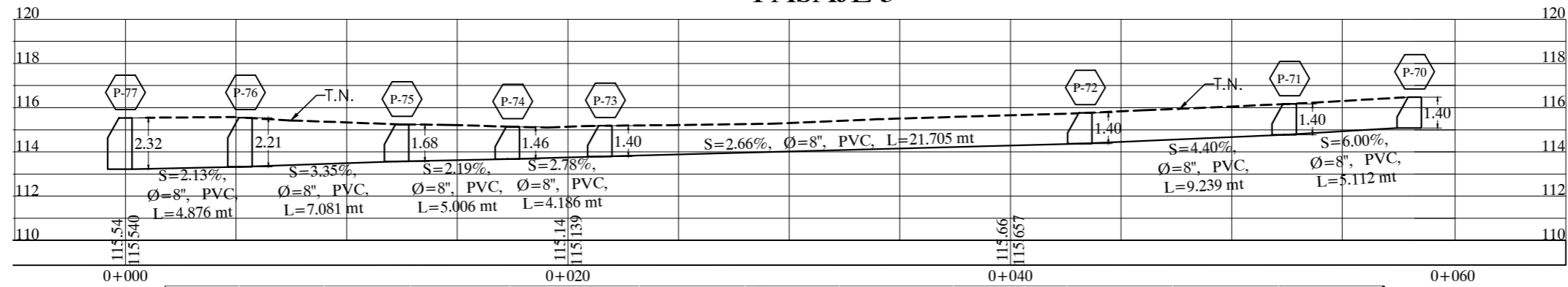
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
24/90

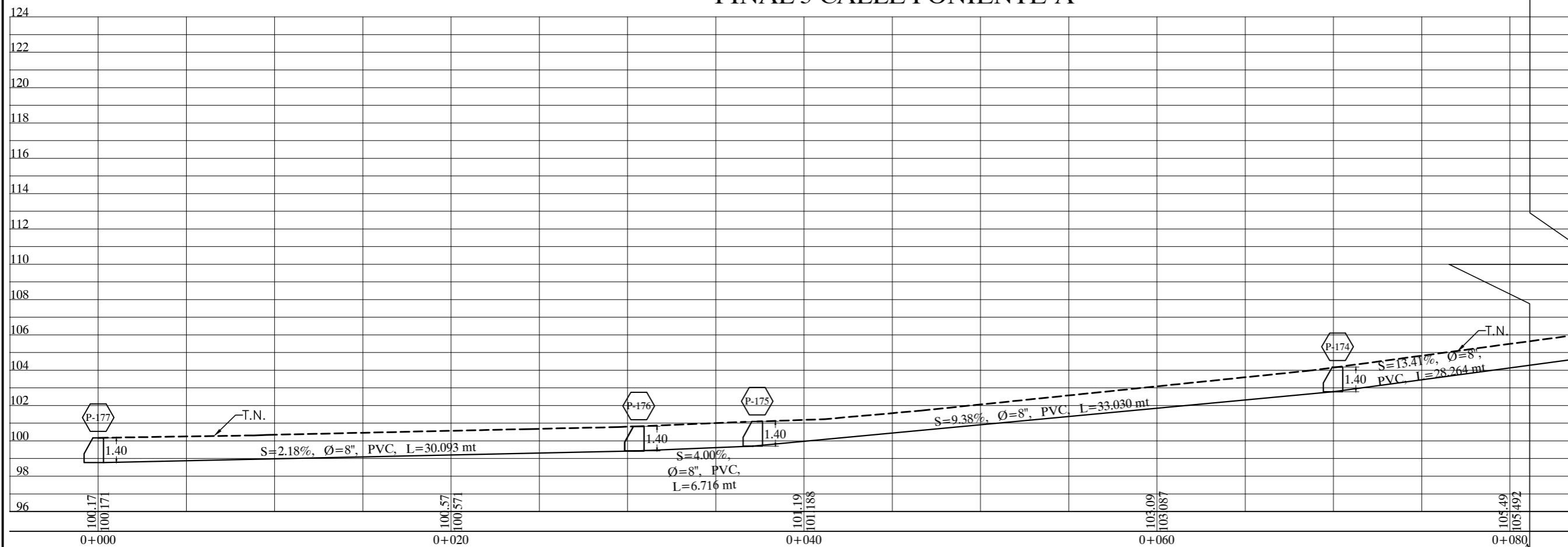



### PASAJE 3



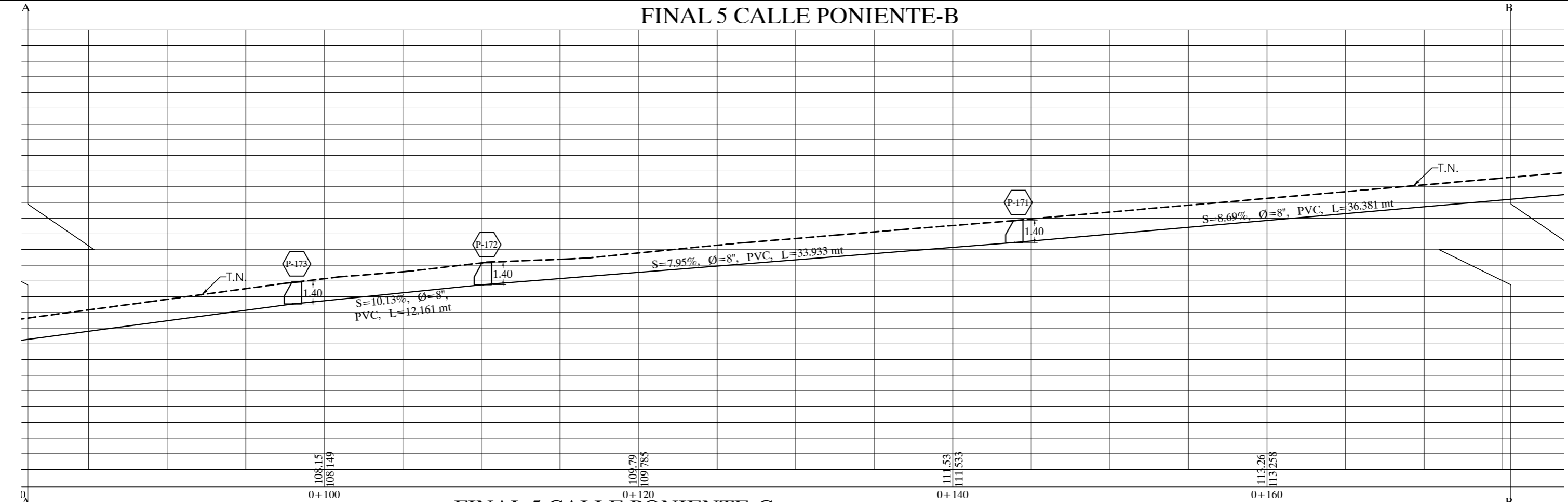
PERFIL "PASAJE 3"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-70	P-70	P-71	8 (0.2032)	0.15	0.53	P-70	621775.109	291774.047	116.48	1.4	115.08
T-71	P-71	P-72	8 (0.2032)	0.15	0.50	P-71	621774.469	291768.43	116.17	1.4	114.77
T-72	P-72	P-73	8 (0.2032)	0.31	0.51	P-72	621772.309	291759.457	115.76	1.4	114.36
T-73	P-73	P-74	8 (0.2032)	0.37	0.55	P-73	621769.7	291737.917	115.19	1.4	113.79
T-74	P-74	P-75	8 (0.2032)	0.37	0.51	P-74	621766.869	291734.834	115.13	1.46	113.67
T-75	P-75	P-76	8 (0.2032)	0.40	0.60	P-75	621762.769	291731.964	115.24	1.68	113.56
T-76	P-76	P-77	8 (0.2032)	0.40	0.51	P-76	621756.067	291729.691	115.54	2.21	113.33
						P-77	621750.704	291728.873	115.54	2.32	113.22

### FINAL 5 CALLE PONIENTE-A

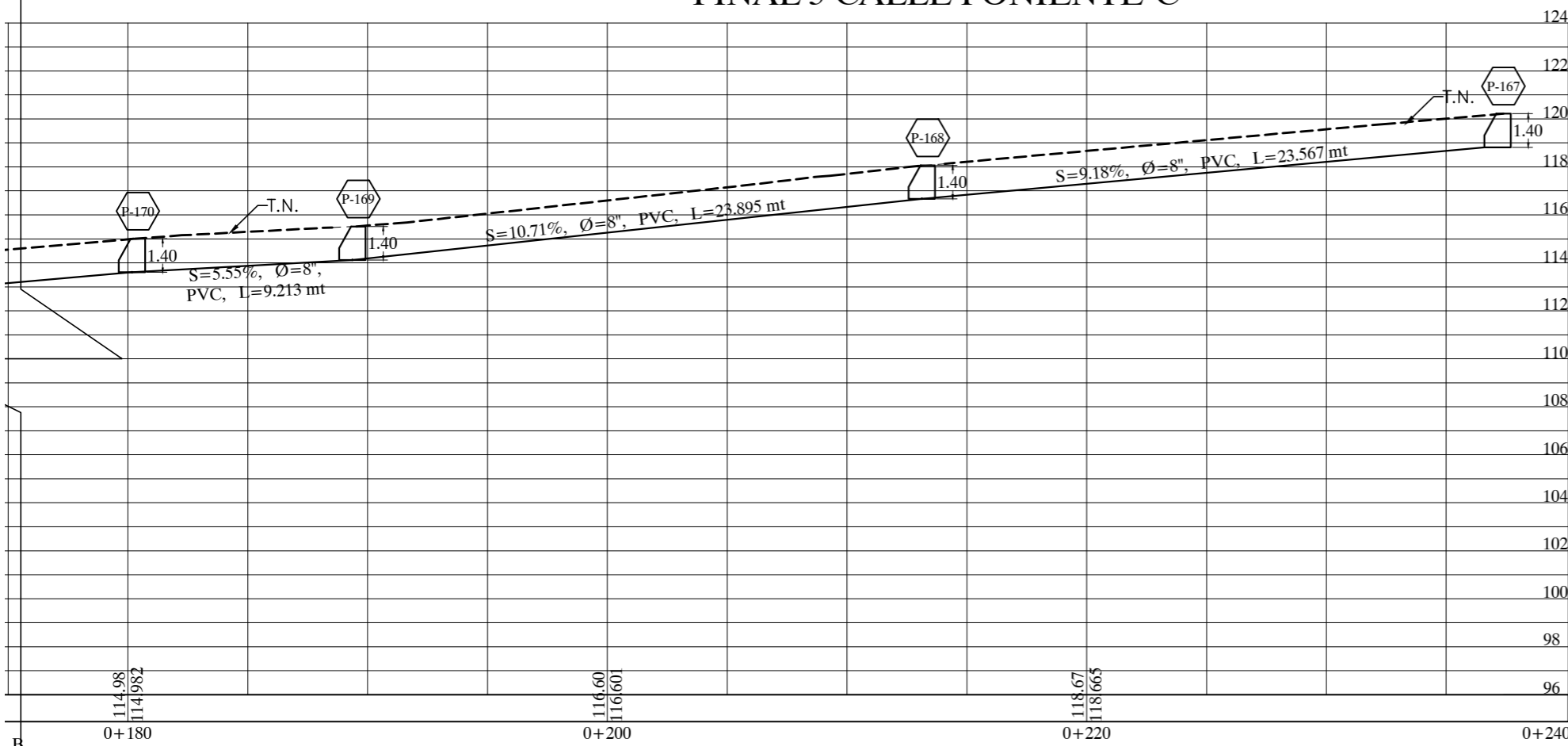


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALAS: HORIZONTAL: 1: 250 VERTICAL: 1: 250	
N° DE HOJA: 25/90	

## FINAL 5 CALLE PONIENTE-B



## FINAL 5 CALLE PONIENTE-C



PERFIL "FINAL 5ta CALLE PONIENTE"					
DATOS DE TUBERÍAS					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-167	P-167	P-168	8 (0.2032)	0.15	0.64
T-168	P-168	P-169	8 (0.2032)	0.15	0.68
T-169	P-169	P-170	8 (0.2032)	0.33	0.68
T-170	P-170	P-171	8 (0.2032)	0.37	0.83
T-171	P-171	P-172	8 (0.2032)	0.53	0.94
T-172	P-172	P-173	8 (0.2032)	0.68	0.93
T-173	P-173	P-174	8 (0.2032)	0.82	1.22
T-174	P-174	P-175	8 (0.2032)	0.97	1.14
T-175	P-175	P-176	8 (0.2032)	1.08	0.88
T-176	P-176	P-177	8 (0.2032)	1.16	0.70

DATOS DE POZO					
Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-167	622085.64	291591.48	120.22	1.4	118.82
P-168	622095.509	291569.44	118.06	1.4	116.66
P-169	622110.203	291550.769	115.52	1.4	114.12
P-170	622116.784	291544.343	115.01	1.4	113.61
P-171	622139.342	291515.974	111.85	1.4	110.45
P-172	622155.482	291492.28	109.17	1.4	107.77
P-173	622168.311	291480.936	107.94	1.4	106.54
P-174	622188.758	291461.787	104.18	1.4	102.78
P-175	622210.037	291436.714	101.1	1.4	99.7
P-176	622212.616	291430.519	100.83	1.4	99.43
P-177	622217.026	291400.202	100.17	1.4	98.77

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
 PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

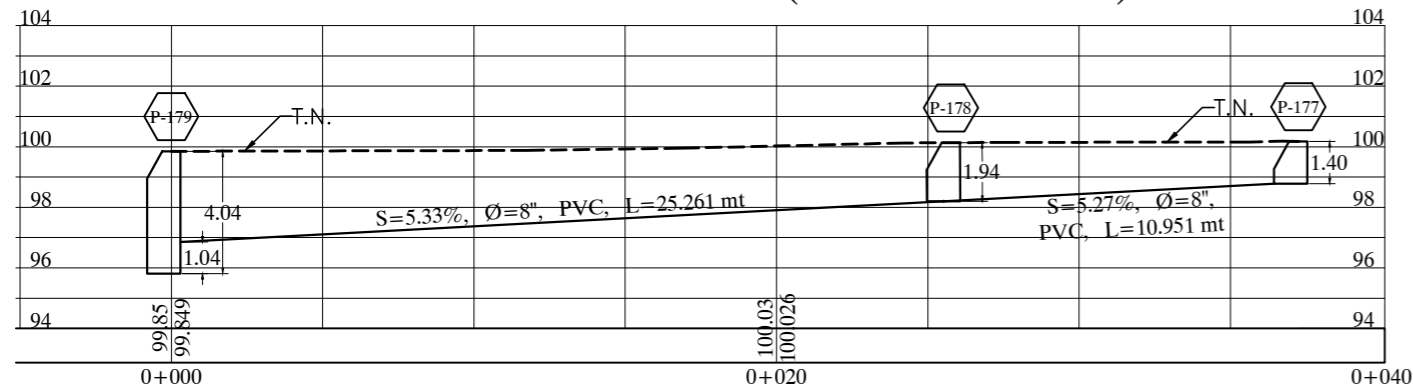
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
 HORIZONTAL: 1: 250  
 VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
 26/90

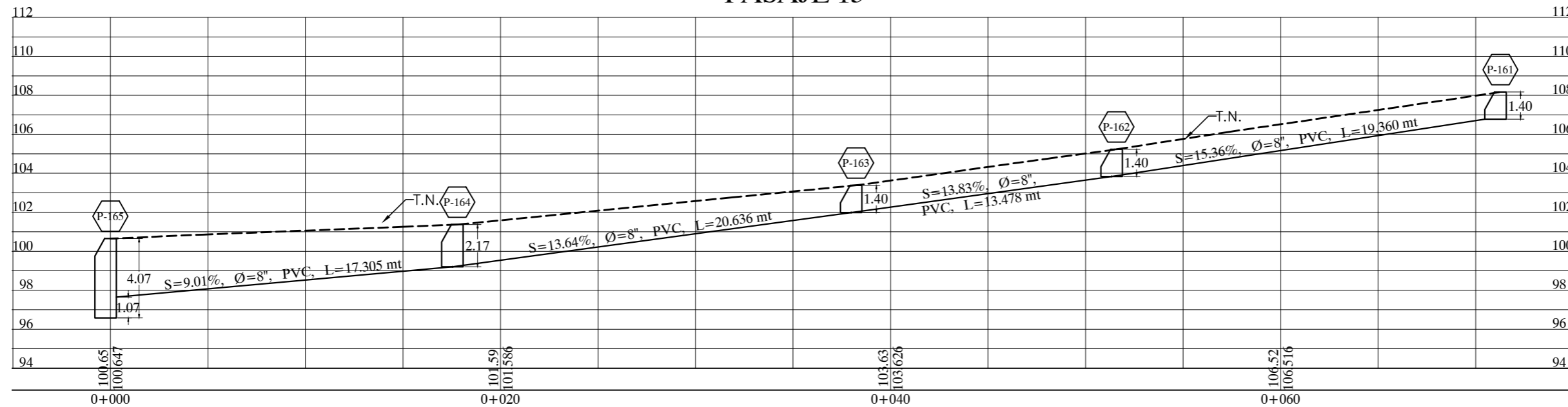


## 5 CALLE PONIENTE (TRAMO FINAL)



PERFIL "5ta CALLE PONIENTE (TRAMO FINAL)"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-177	P-177	P-178	8 (0.2032)	1.24	0.99	P-177	622217.026	291400.202	100.17	1.4	98.77
T-178	P-178	P-179	8 (0.2032)	1.24	1.00	P-178	622205.6	291399.079	100.13	1.94	98.19
						P-179	622181.684	291389.47	99.85	4.04	95.81

## PASAJE 13



PERFIL "PASAJE 13"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-161	P-161	P-162	8 (0.2032)	0.11	0.70	P-161	622140.996	291489.165	108.17	1.4	106.77
T-162	P-162	P-163	8 (0.2032)	0.11	0.68	P-162	622136.043	291470.112	105.23	1.4	103.83
T-163	P-163	P-164	8 (0.2032)	0.21	0.82	P-163	622132.206	291457.325	103.38	1.4	101.98
T-164	P-164	P-165	8 (0.2032)	0.26	0.74	P-164	622126.052	291437.827	101.37	2.17	99.2
						P-165	622119.757	291421.193	100.65	4.07	96.58

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

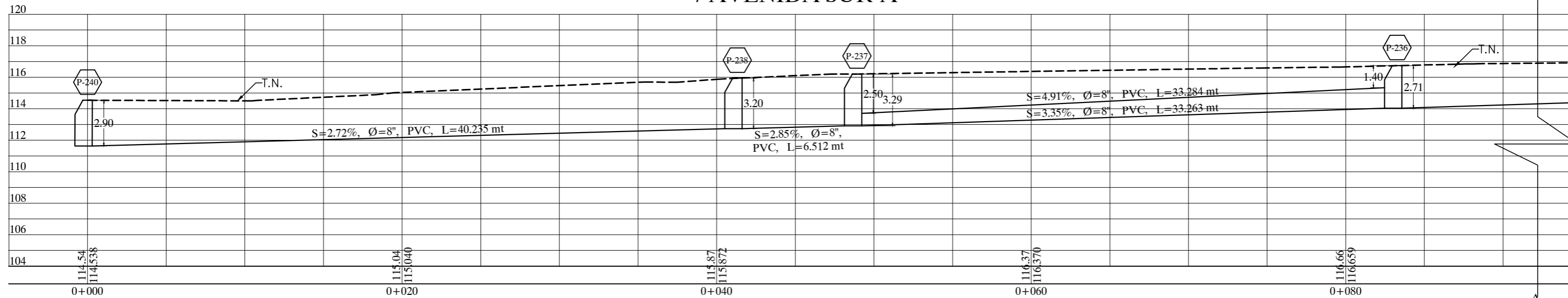
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

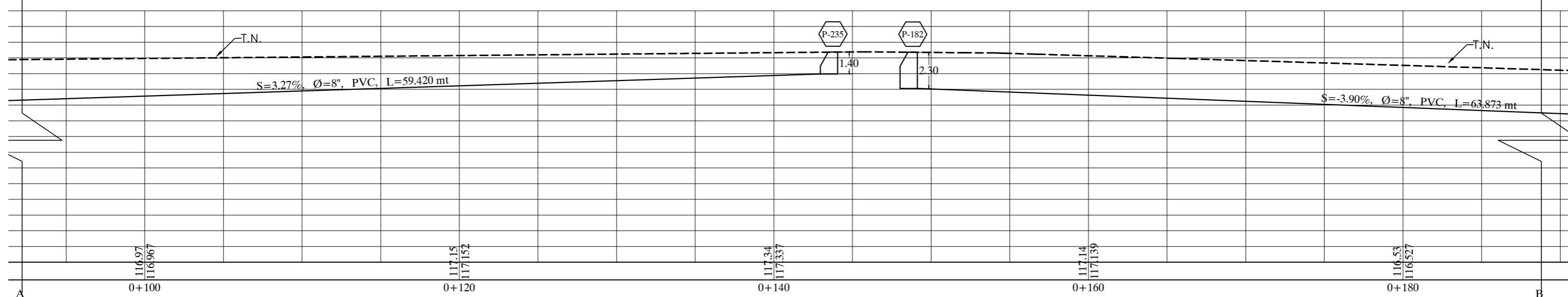
N° DE HOJA:  
27/90



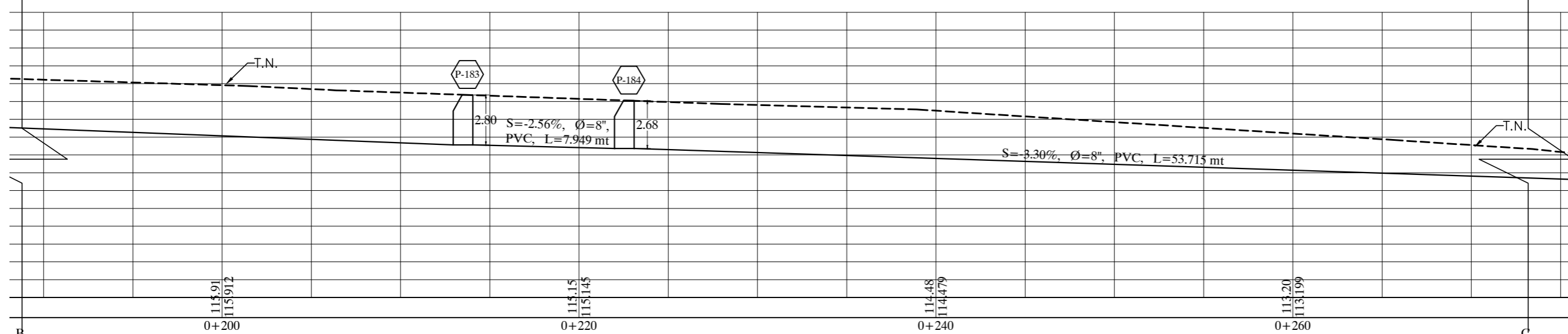
### 7 AVENIDA SUR-A



### 7 AVENIDA SUR-B



### 7 AVENIDA SUR-C



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN


CONTENIDO:  
 PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

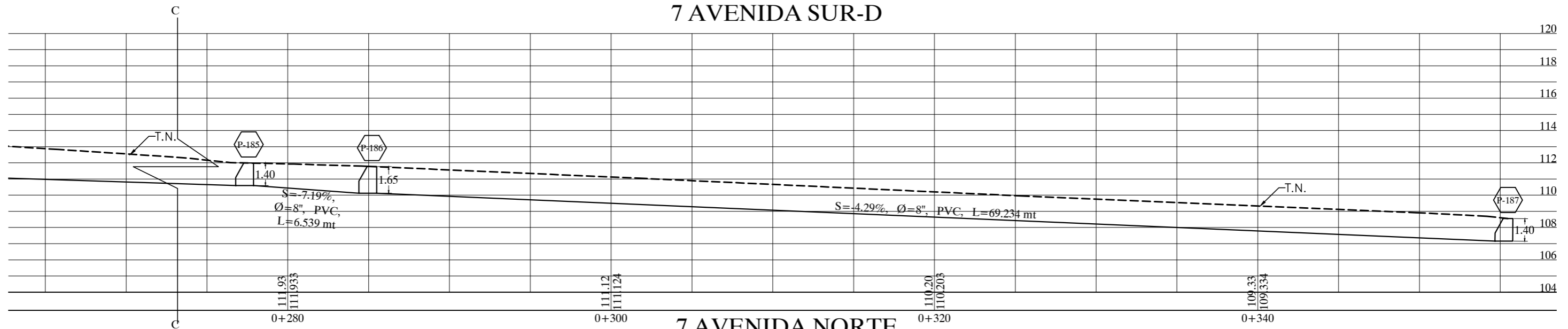
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
 HORIZONTAL: 1: 250  
 VERTICAL: 1: 250

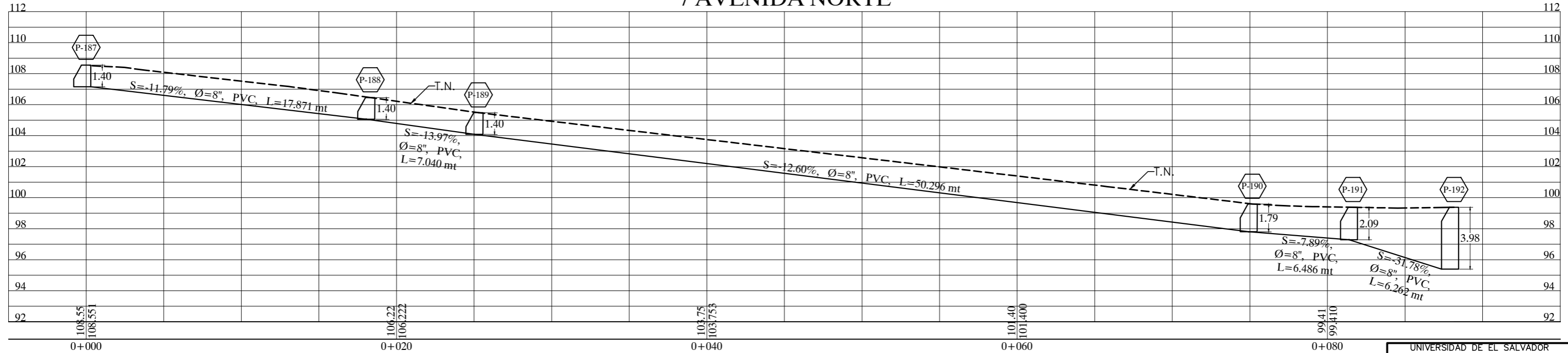
N° DE HOJA:  
 28/90



## 7 AVENIDA SUR-D



## 7 AVENIDA NORTE



PERFIL "7ma AVENIDA SUR"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-235	P-235	P-236	8 (0.2032)	0.23	0.50	P-235	622178.751	291075.437	117.37	1.4	115.97
T-236	P-236	P-237	8 (0.2032)	0.23	0.51	P-236	622173.608	291015.168	116.74	2.71	114.03
T-237	P-237	P-238	8 (0.2032)	0.31	0.50	P-237	622170.307	290980.983	116.21	3.29	112.92
T-238	P-238	P-240	8 (0.2032)	0.31	0.51	P-238	622169.869	290973.386	115.93	3.2	112.73
T-182	P-182	P-183	8 (0.2032)	0.18	0.50	P-240	622167.633	290932.134	114.54	2.9	111.64
T-183	P-183	P-184	8 (0.2032)	0.35	0.50	P-182	622179.183	291080.496	117.36	2.3	115.06
T-184	P-184	P-185	8 (0.2032)	0.39	0.59	P-183	622182.829	291145.31	115.37	2.8	112.57
T-185	P-185	P-186	8 (0.2032)	0.51	0.80	P-184	622183.167	291154.349	115.05	2.68	112.37
T-186	P-186	P-187	8 (0.2032)	0.51	0.71	P-185	622184.888	291209.109	111.99	1.4	110.59
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-186	622185.148	291216.726	111.78	1.65	110.13
T-P-236	P-236	P-237	8 (0.2032)	0.078	0.50	P-187	622190.042	291286.832	108.55	1.4	107.15

PERFIL "7ma AVENIDA NORTE"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-187	P-187	P-188	8 (0.2032)	0.80	1.14	P-187	622190.042	291286.832	108.55	1.4	107.15
T-188	P-188	P-189	8 (0.2032)	0.89	1.27	P-188	622191.317	291305.095	106.46	1.4	105.06
T-189	P-189	P-190	8 (0.2032)	0.89	1.23	P-189	622193.922	291311.563	105.48	1.4	104.08
T-190	P-190	P-191	8 (0.2032)	0.99	1.07	P-190	622209.087	291359.055	99.59	1.79	97.8
T-191	P-191	P-192	8 (0.2032)	0.99	1.70	P-191	622211.065	291365.249	99.38	2.09	97.29
						P-192	622213.896	291371.119	99.38	3.98	95.4

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

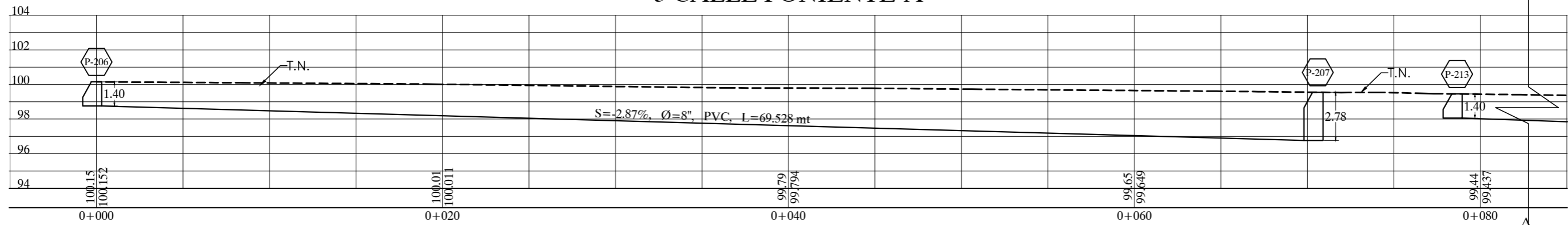
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

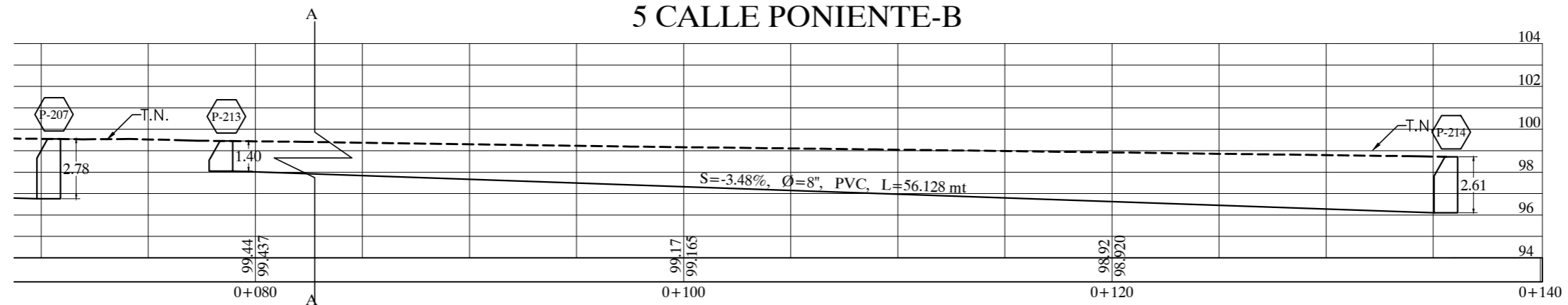
N° DE HOJA:  
29/90



### 5 CALLE PONIENTE-A



### 5 CALLE PONIENTE-B



### PERFIL "5ta CALLE PONIENTE"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-206	P-206	P-207	8 (0.2032)	0.46	0.60	P-206	622228.177	291400.691	100.15	1.4	98.75
T-213	P-213	P-214	8 (0.2032)	1.05	0.82	P-207	622297.62	291387.964	99.55	2.78	96.77
						P-213	622305.544	291386.539	99.45	1.4	98.05
						P-214	622361.832	291376.414	98.72	2.61	96.11

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

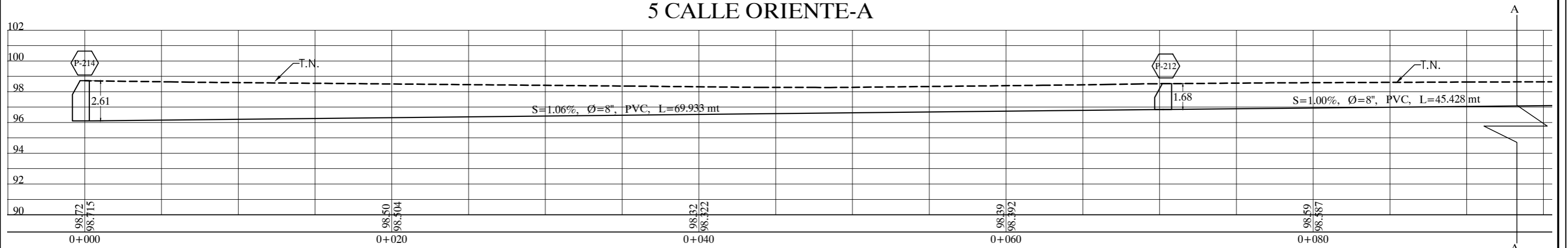
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

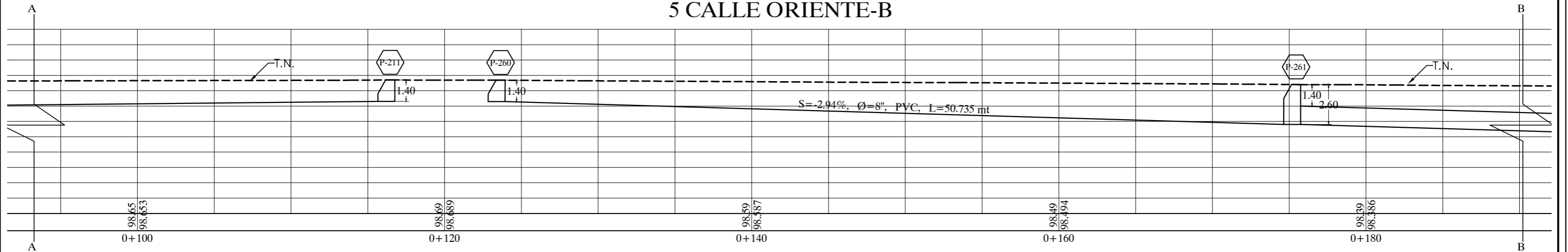
N° DE HOJA:  
30/90



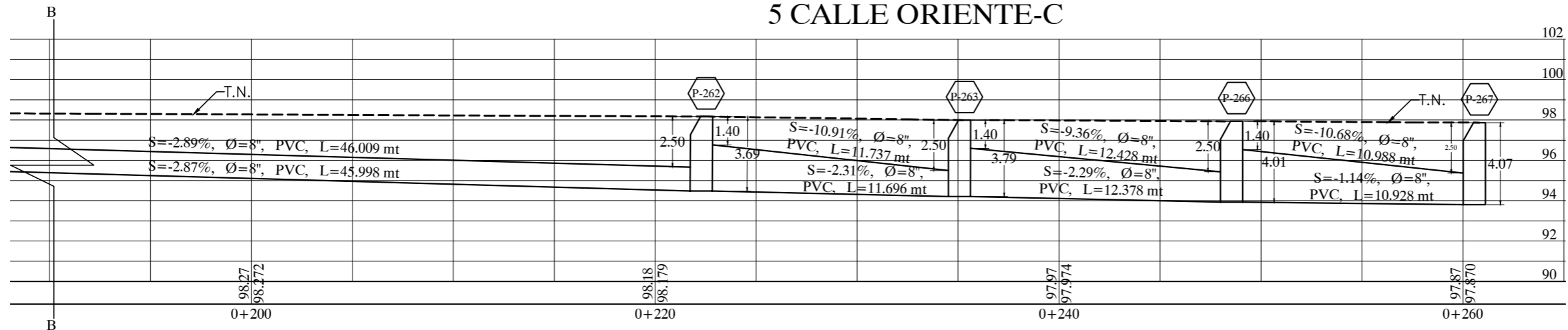
### 5 CALLE ORIENTE-A



### 5 CALLE ORIENTE-B



### 5 CALLE ORIENTE-C



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

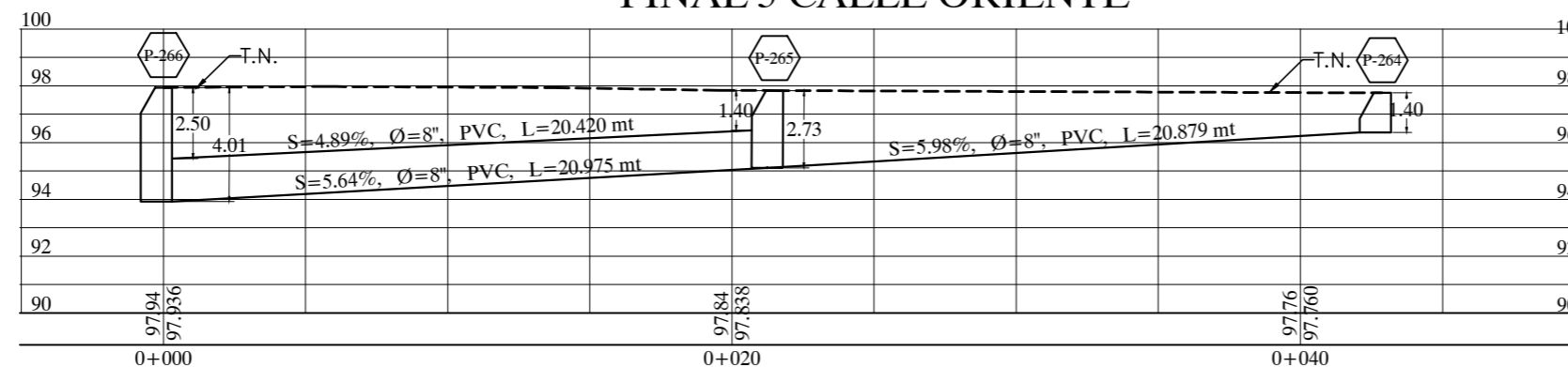
N° DE HOJA:  
31/90





PERFIL "FINAL 5ta CALLE ORIENTE"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-211	P-211	P-212	8 (0.2032)	1.55	0.60	P-211	622476.581	291356.559	98.7	1.4	97.3
T-212	P-212	P-214	8 (0.2032)	1.55	0.61	P-212	622431.256	291364.267	98.52	1.68	96.84
T-260	P-260	P-261	8 (0.2032)	0.33	0.54	P-214	622361.832	291376.414	98.72	2.61	96.11
T-261	P-261	P-262	8 (0.2032)	0.33	0.53	P-260	622483.687	291355.447	98.69	1.4	97.29
T-262	P-262	P-263	8 (0.2032)	0.59	0.59	P-261	622534.862	291347.441	98.4	2.6	95.8
T-263	P-263	P-266	8 (0.2032)	0.67	0.59	P-262	622581.355	291340.033	98.17	3.69	94.48
T-266	P-266	P-267	8 (0.2032)	1.49	0.61	P-263	622594.133	291339.409	97.99	3.79	94.2
DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS						P-266	622607.417	291337.149	97.94	4.01	93.93
TP-261	P-261	P-262	8 (0.2032)	0.261	0.51	P-267	622618.622	291332.779	97.87	4.07	93.8
TP-262	P-262	P-263	8 (0.2032)	0.083	0.57						
TP-263	P-263	P-266	8 (0.2032)	0.044	0.50						
TP-266	P-266	P-267	8 (0.2032)	0.252	0.79						

### FINAL 5 CALLE ORIENTE



PERFIL "FINAL 5ta CALLE ORIENTE"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-264	P-264	P-265	8 (0.2032)	0.69	0.87	P-264	622644.809	291357.891	97.75	1.4	96.35
T-265	P-265	P-266	8 (0.2032)	0.69	0.85	P-265	622625.416	291348.889	97.83	2.73	95.1
DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS						P-266	622607.417	291337.149	97.94	4.01	93.93
TP-265	P-265	P-266	8 (0.2032)	0.085	0.50						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

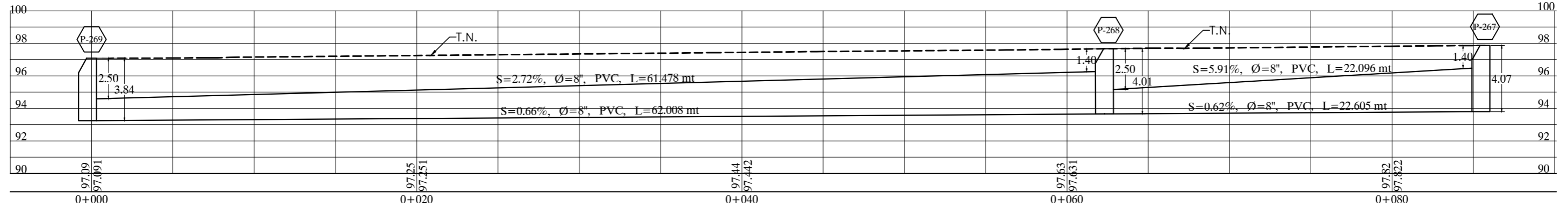
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

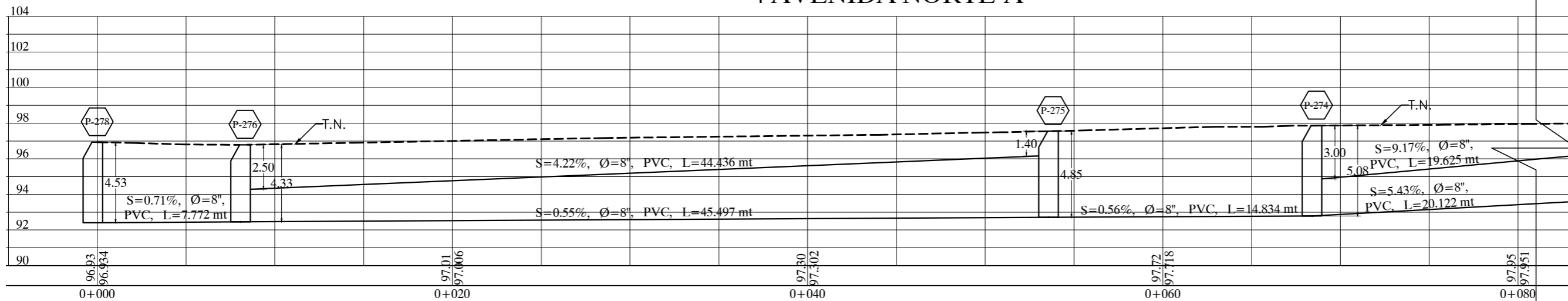
N° DE HOJA:  
32/90

## 6 AVENIDA NORTE



PERFIL "6ta AVENIDA NORTE"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-267	P-267	P-268	8 (0.2032)	1.74	0.52	P-267	622618.622	291332.779	97.87	4.07	93.8
T-268	P-268	P-269	8 (0.2032)	1.83	0.54	P-268	622611.141	291310.864	97.67	4.01	93.66
DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS						P-269	622589.429	291252.198	97.09	3.84	93.25
TP-267	P-267	P-268	8 (0.2032)	0.086	0.50						
TP-268	P-268	P-269	8 (0.2032)	0.246	0.50						

## 4 AVENIDA NORTE-A



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

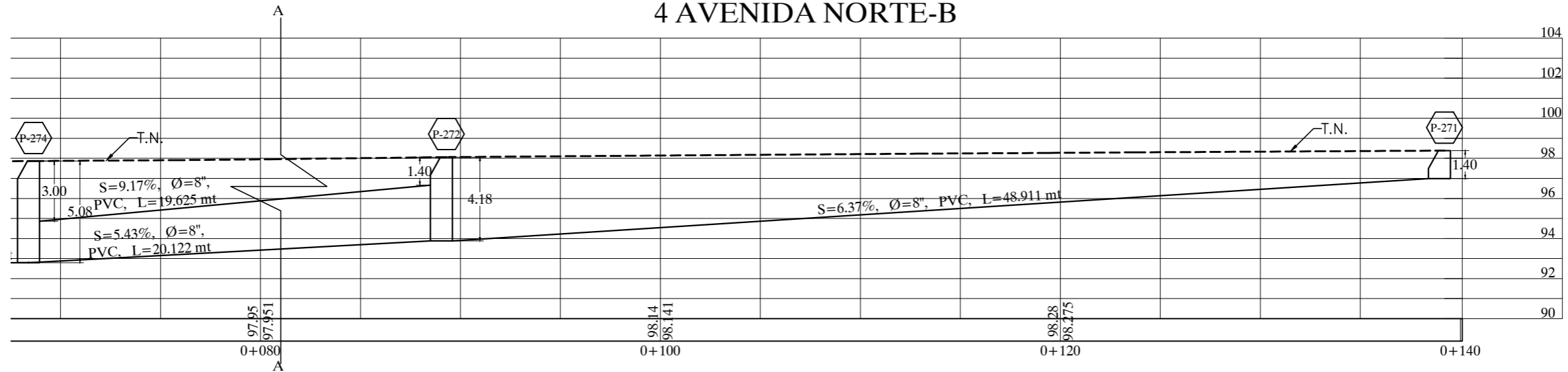
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
33/90



## 4 AVENIDA NORTE-B



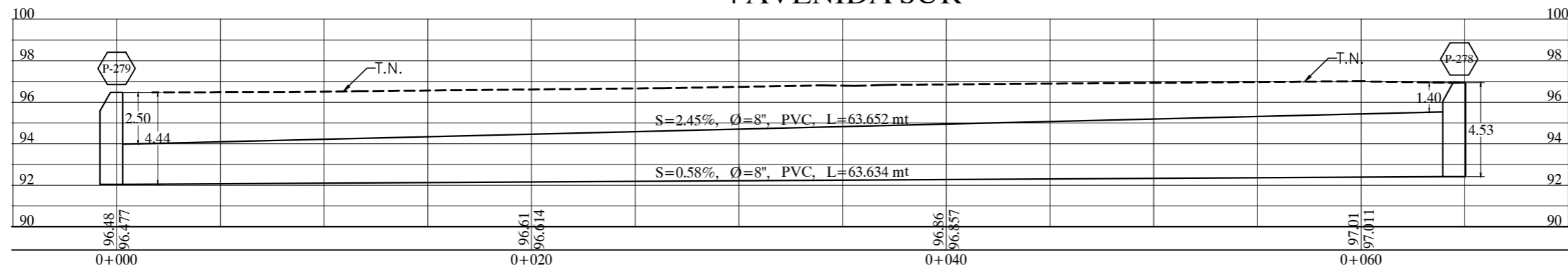
**PERFIL "4ta AVENIDA NORTE"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-271	P-271	P-272	8 (0.2032)	0.22	0.53	P-271	622534.216	291343.761	98.39	1.4	96.99
T-272	P-272	P-274	8 (0.2032)	0.22	0.59	P-272	622525.587	291294.621	98.06	4.18	93.88
T-274	P-274	P-275	8 (0.2032)	3.07	0.59	P-274	622520.342	291274.655	97.87	5.08	92.79
T-275	P-275	P-276	8 (0.2032)	3.07	0.60	P-275	622516.441	291260.344	97.56	4.85	92.71
T-276	P-276	P-278	8 (0.2032)	3.69	0.69	P-276	622502.055	291217.181	96.79	4.33	92.46
DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS						P-278	622497.566	291210.174	96.93	4.53	92.4
TP-272	P-272	P-274	8 (0.2032)	0.041	0.50						
TP-275	P-275	P-276	8 (0.2032)	0.621	0.75						

**PERFIL "4ta AVENIDA SUR"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-278	P-278	P-279	8 (0.2032)	4.46	0.67	P-278	622497.566	291210.174	96.93	4.53	92.4
DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS						P-279	622478.677	291148.258	96.48	4.44	92.04
TP-278	P-278	P-279	8 (0.2032)	3.120	1.01						

## 4 AVENIDA SUR



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

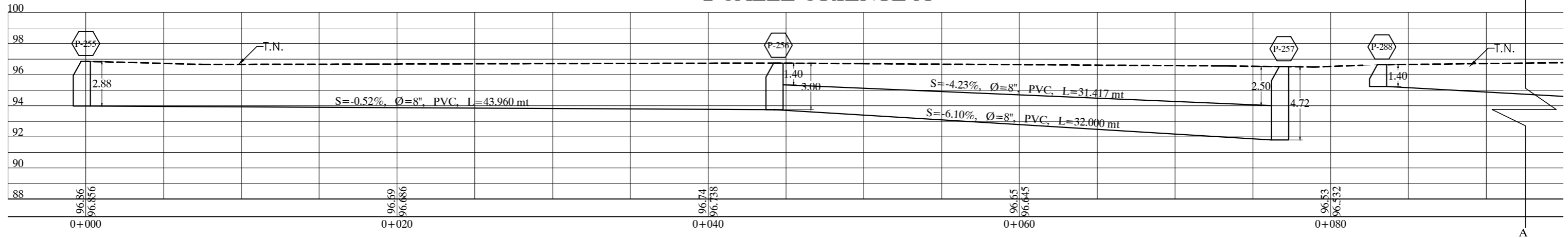
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

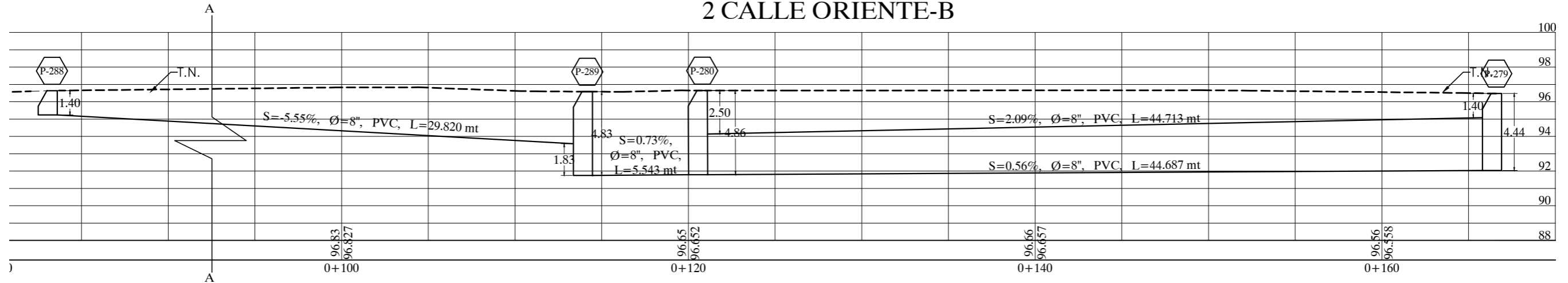
N° DE HOJA:  
34/90



## 2 CALLE ORIENTE-A



## 2 CALLE ORIENTE-B



**PERFIL "2da CALLE ORIENTE"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-255	P-255	P-256	8 (0.2032)	9.77	0.81	P-255	622315.97	291183.751	96.86	2.88	93.98
T-256	P-256	P-257	8 (0.2032)	10.29	1.98	P-256	622359.31	291173.614	96.75	3	93.75
T-288	P-288	P-289	8 (0.2032)	0.79	0.87	P-257	622391.128	291167.064	96.52	4.72	91.8
T-279	P-279	P-280	8 (0.2032)	7.58	0.77	P-288	622397.365	291166.184	96.63	1.4	95.23
T-280	P-280	P-289	8 (0.2032)	8.37	0.82	P-289	622427.429	291159.154	96.58	4.83	91.75
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-280	622434.014	291158.412	96.65	4.86	91.79
TP-256	P-256	P-257	8 (0.2032)	0.753	0.80						
TP-279	P-279	P-280	8 (0.2032)	0.796	0.64	P-279	622478.677	291148.258	96.48	4.44	92.04

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

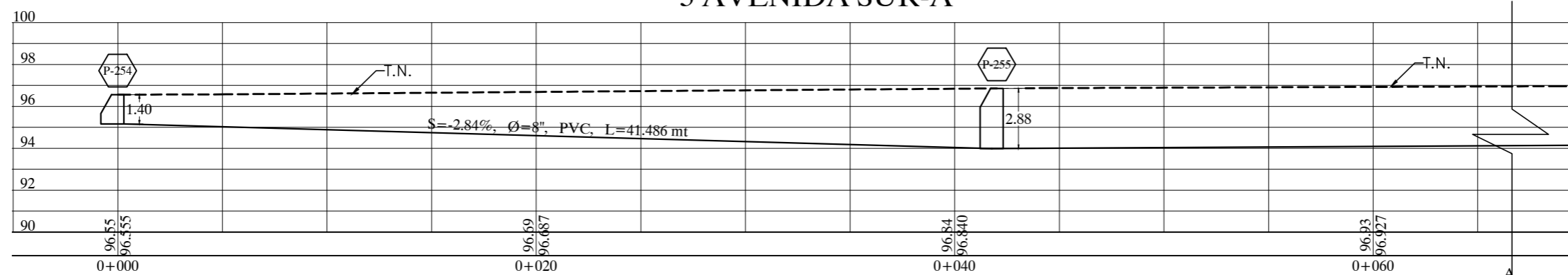
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

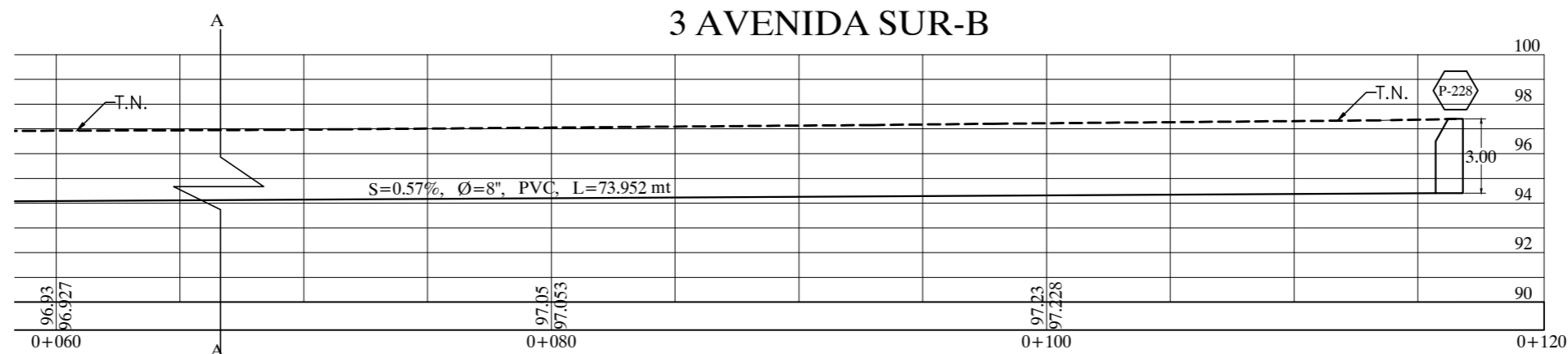
N° DE HOJA:  
35/90



### 3 AVENIDA SUR-A



### 3 AVENIDA SUR-B



PERFIL "3ra AVENIDA SUR"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-254	P-254	P-255	8 (0.2032)	3.88	1.13	P-254	622305.758	291142.995	96.55	1.4	95.15
T-228	P-228	P-255	8 (0.2032)	1.66	0.50	P-255	622315.97	291183.751	96.86	2.88	93.98
						P-228	622333.138	291256.259	97.4	3	94.4

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

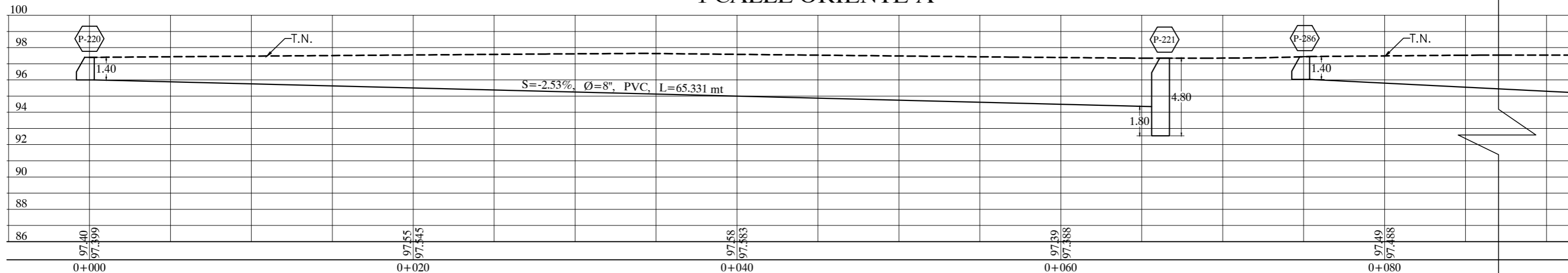
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

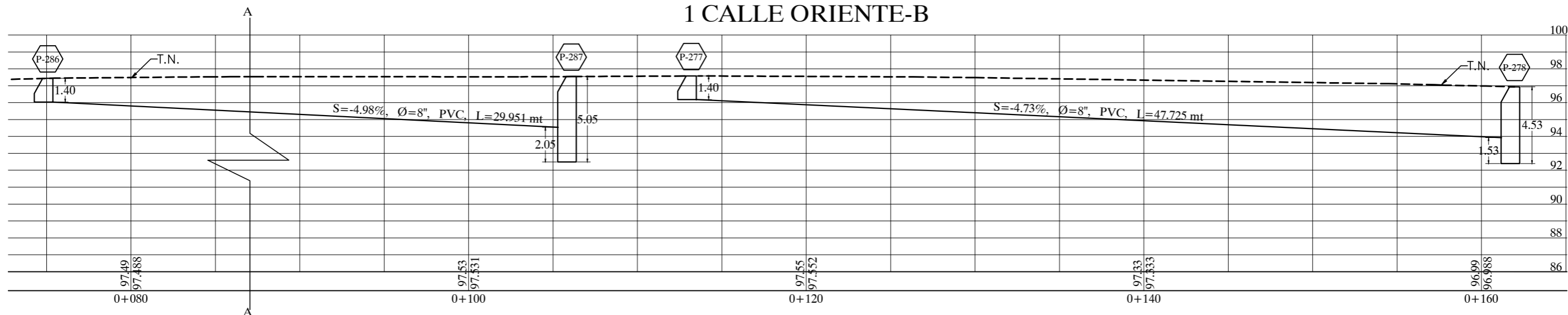
N° DE HOJA:  
36/90



### 1 CALLE ORIENTE-A



### 1 CALLE ORIENTE-B



PERFIL "1ra CALLE ORIENTE"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-220	P-220	P-221	8 (0.2032)	2.12	0.91	P-220	622341.909	291254.259	97.4	1.4	96
T-286	P-286	P-287	8 (0.2032)	0.84	0.86	P-221	622406.659	291239.5	97.35	4.8	92.55
T-277	P-277	P-278	8 (0.2032)	0.77	0.82	P-286	622414.811	291236.593	97.44	1.4	96.04
						P-287	622444.386	291227.255	97.54	5.05	92.49
						P-277	622451.288	291225.569	97.58	1.4	96.18
						P-278	622497.566	291210.174	96.93	4.53	92.4

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

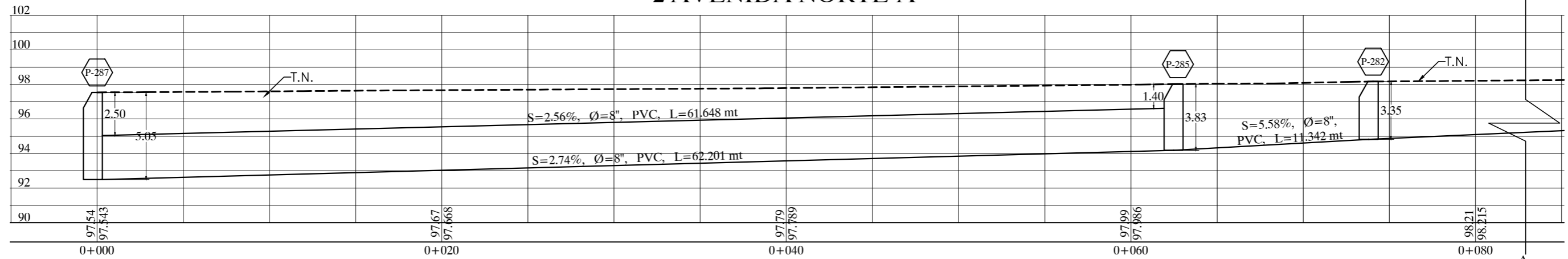
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

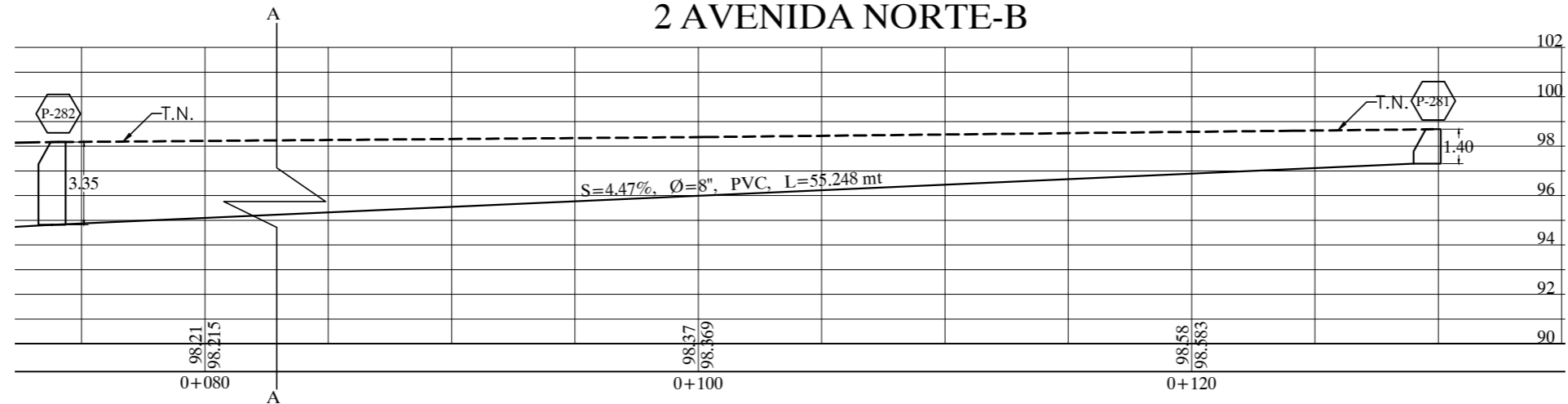
N° DE HOJA:  
37/90



## 2 AVENIDA NORTE-A



## 2 AVENIDA NORTE-B



**PERFIL "2da AVENIDA NORTE"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Díámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-281	P-281	P-282	8 (0.2032)	0.16	0.50	P-281	622475.764	291352.911	98.69	1.4	97.29
T-282	P-282	P-285	8 (0.2032)	0.16	0.55	P-282	622463.574	291298.517	98.17	3.35	94.82
T-285	P-285	P-287	8 (0.2032)	1.08	0.75	P-285	622458.572	291288.357	98.02	3.83	94.19
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-287	622444.386	291227.255	97.54	5.05	92.49
TP-285	P-285	P-287	8 (0.2032)	0.804	0.68						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

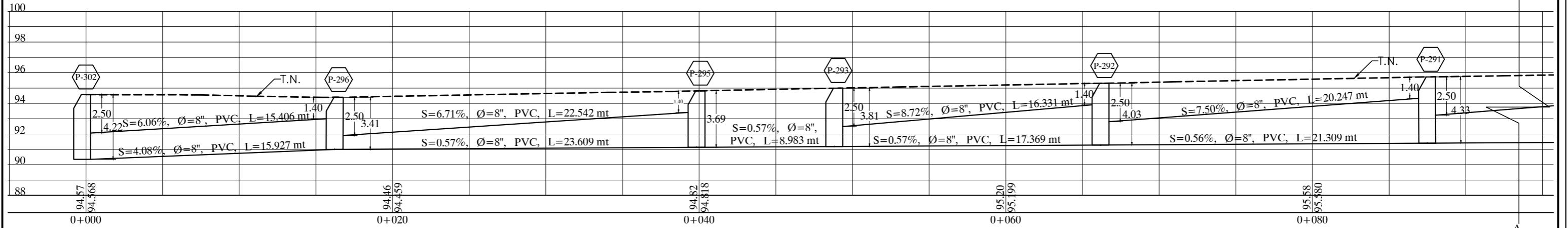
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

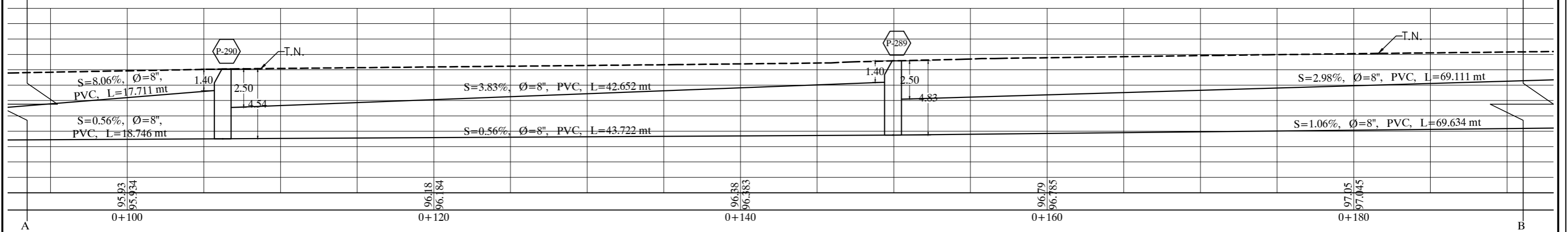
N° DE HOJA:  
38/90



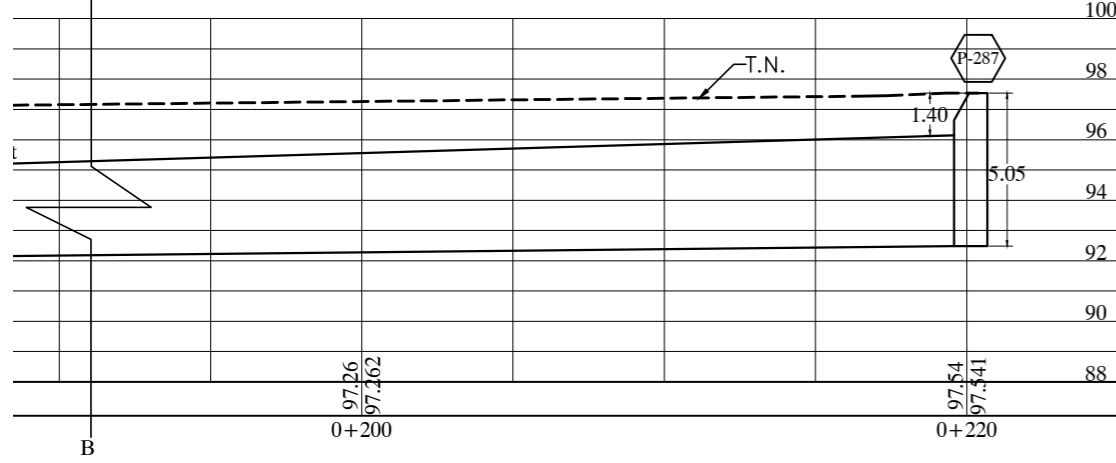
## 2 AVENIDA SUR-A



## 2 AVENIDA SUR-B



## 2 AVENIDA SUR-C



**PERFIL "2da AVENIDA SUR"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-287	P-287	P-289	8 (0.2032)	2.73	0.72	P-287	622444.386	291227.255	97.54	5.05	92.49
T-289	P-289	P-290	8 (0.2032)	13.00	0.89	P-289	622427.429	291159.154	96.58	4.83	91.75
T-290	P-290	P-291	8 (0.2032)	14.54	0.94	P-290	622416.164	291116.909	96.05	4.54	91.51
T-291	P-291	P-292	8 (0.2032)	14.61	0.93	P-291	622410.135	291099.137	95.73	4.33	91.4
T-292	P-292	P-293	8 (0.2032)	14.78	0.94	P-292	622401.228	291079.803	95.31	4.03	91.28
T-293	P-293	P-295	8 (0.2032)	14.90	0.93	P-293	622392.269	291064.923	94.99	3.81	91.18
T-295	P-295	P-296	8 (0.2032)	15.24	0.95	P-295	622386.66	291057.906	94.82	3.69	91.13
T-296	P-296	P-302	8 (0.2032)	15.28	1.90	P-296	622370.148	291041.056	94.4	3.41	90.99
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-302	622354.475	291035.959	94.57	4.22	90.35
TP-287	P-287	P-289	8 (0.2032)	1.11	0.80						
TP-289	P-289	P-290	8 (0.2032)	1.55	0.96						
TP-290	P-290	P-291	8 (0.2032)	0.06	0.50						
TP-291	P-291	P-292	8 (0.2032)	0.17	0.62						
TP-292	P-292	P-293	8 (0.2032)	0.12	0.58						
TP-295	P-295	P-296	8 (0.2032)	0.04	0.50						
TP-296	P-296	P-302	8 (0.2032)	0.04	0.50						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

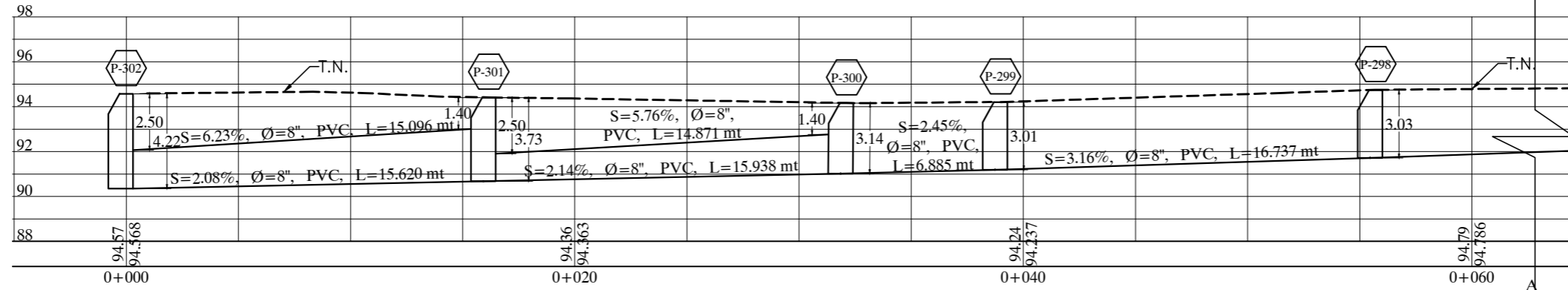
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
39/90

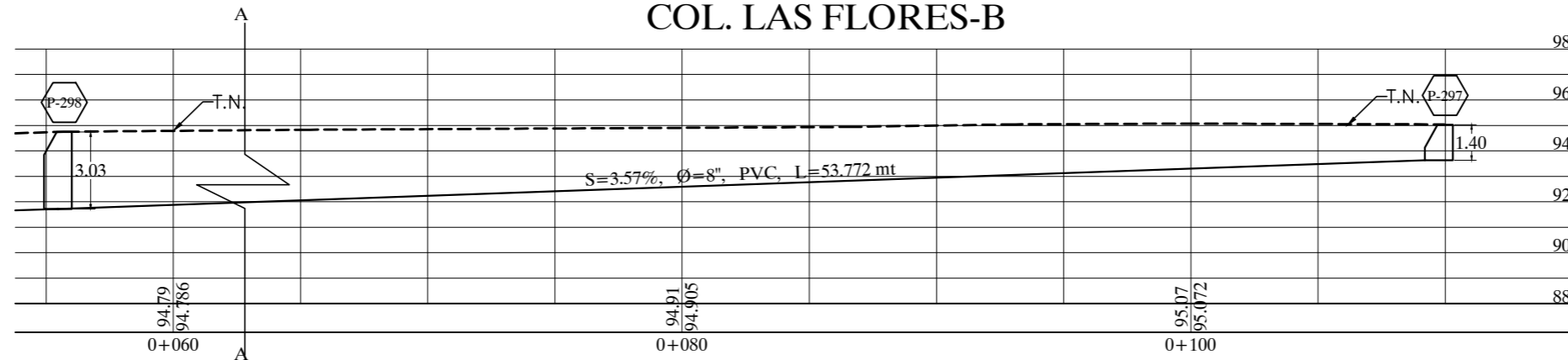




### COL. LAS FLORES-A



### COL. LAS FLORES-B



### PERFIL "COL. LAS FLORES"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-297	P-297	P-298	8 (0.2032)	0.25	0.53	P-297	622432.298	290973.924	95.03	1.4	93.63
T-298	P-298	P-299	8 (0.2032)	0.25	0.51	P-298	622381.954	290994.232	94.75	3.03	91.72
T-299	P-299	P-300	8 (0.2032)	0.35	0.51	P-299	622366.185	290999.814	94.2	3.01	91.19
T-300	P-300	P-301	8 (0.2032)	0.35	0.50	P-300	622361.66	291004.979	94.17	3.14	91.03
T-301	P-301	P-302	8 (0.2032)	0.39	0.51	P-301	622355.909	291019.856	94.41	3.73	90.68
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-302	622354.475	291035.959	94.57	4.22	90.35
TP-300	P-300	P-301	8 (0.2032)	0.04	0.35						
TP-301	P-301	P-302	8 (0.2032)	0.05	0.40						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

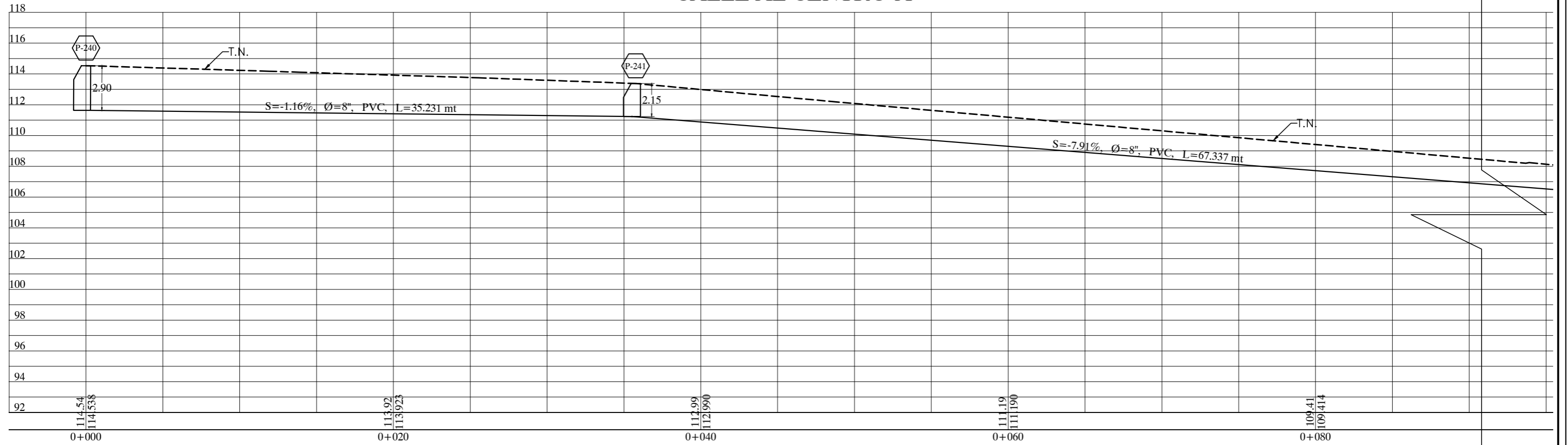
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

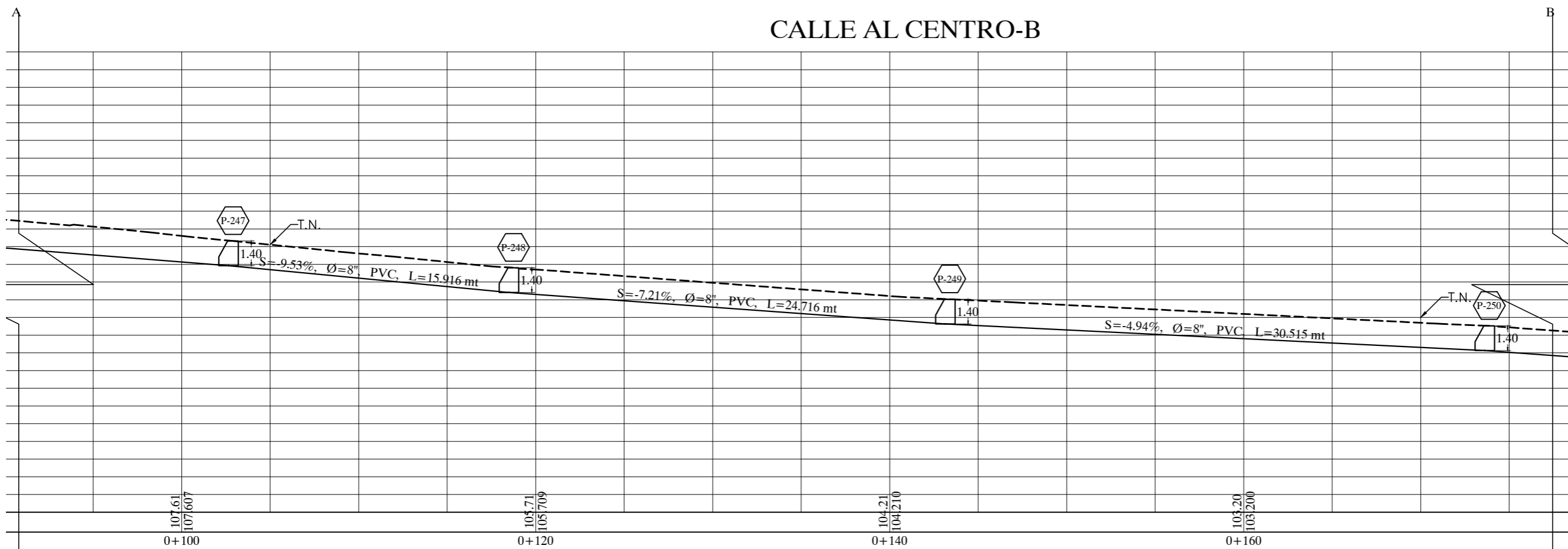
N° DE HOJA:  
40/90



### CALLE AL CENTRO-A



### CALLE AL CENTRO-B



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

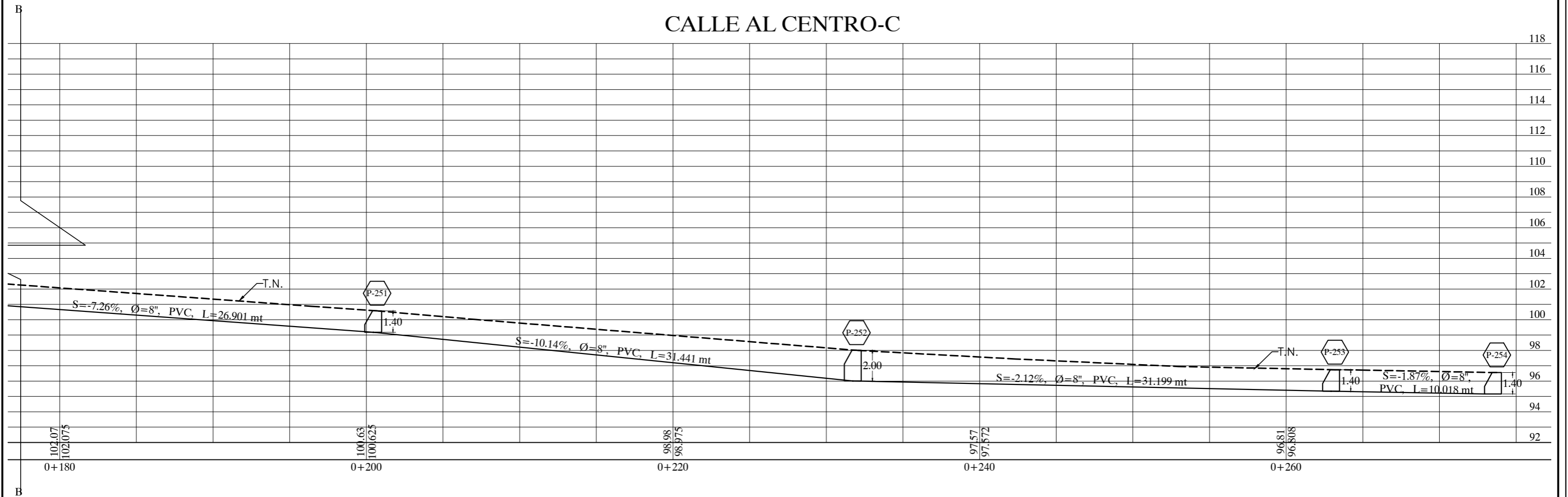
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
41/90



# CALLE AL CENTRO-C



**PERFIL "CALLE AL CENTRO"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-240	P-240	P-241	8 (0.2032)	1.27	0.60	P-240	622167.633	290932.134	114.54	2.9	111.64
T-241	P-241	P-247	8 (0.2032)	1.33	1.18	P-241	622193.794	290956.541	113.38	2.15	111.23
T-247	P-247	P-248	8 (0.2032)	1.49	1.31	P-247	622250.317	290992.752	107.32	1.4	105.92
T-248	P-248	P-249	8 (0.2032)	1.49	1.19	P-248	622263.99	291000.757	105.81	1.4	104.41
T-249	P-249	P-250	8 (0.2032)	3.64	1.36	P-249	622282.707	291016.801	104.03	1.4	102.63
T-250	P-250	P-251	8 (0.2032)	3.64	1.56	P-250	622296.133	291044.162	102.52	1.4	101.12
T-251	P-251	P-252	8 (0.2032)	3.64	1.75	P-251	622300.356	291070.658	100.58	1.4	99.18
T-252	P-252	P-253	8 (0.2032)	3.68	0.97	P-252	622298.819	291101.894	98.01	2	96.01
T-253	P-253	P-254	8 (0.2032)	3.68	1.13	P-253	622305.033	291132.469	96.74	1.4	95.34
						P-254	622305.758	291142.995	96.55	1.4	95.15

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

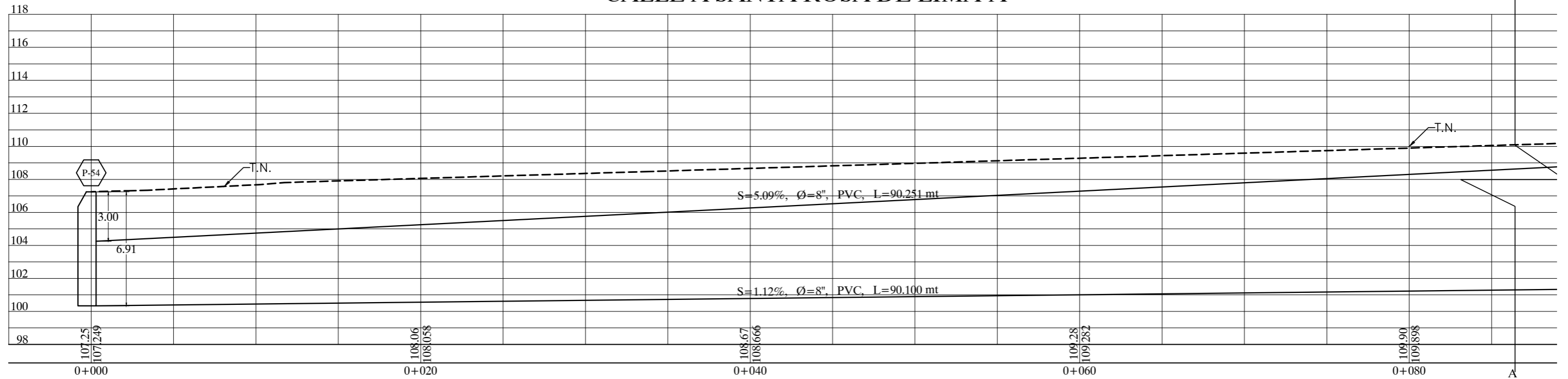
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

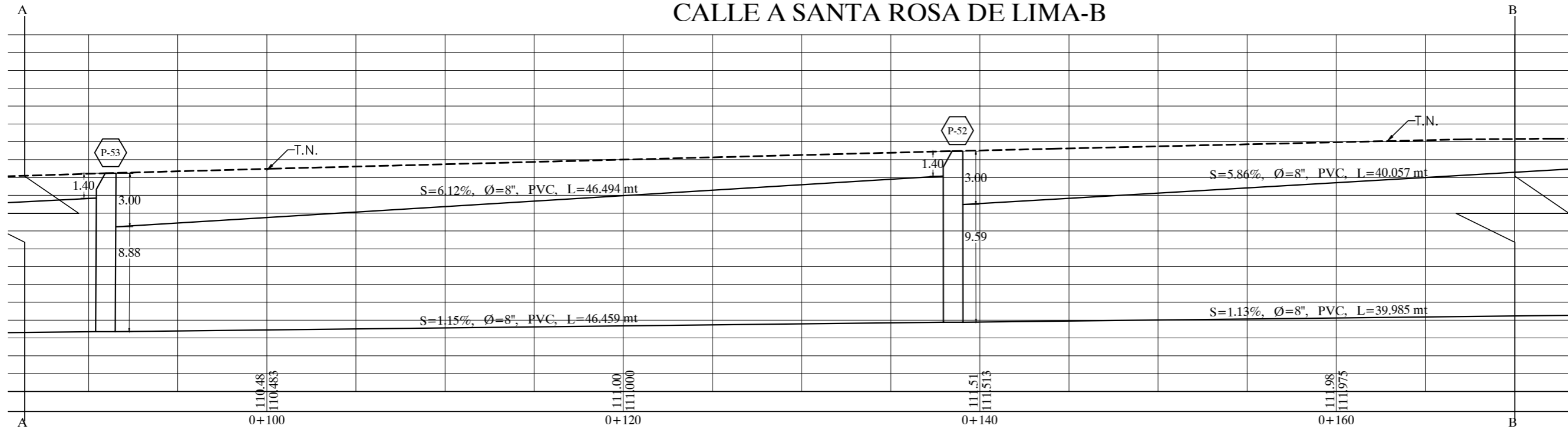
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
42/90

### CALLE A SANTA ROSA DE LIMA-A



### CALLE A SANTA ROSA DE LIMA-B



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

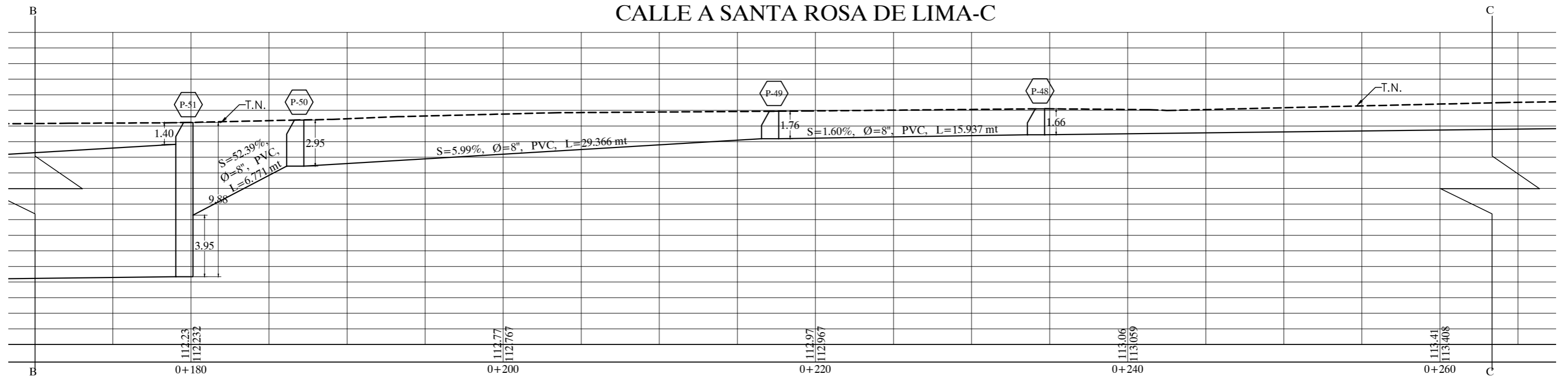
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

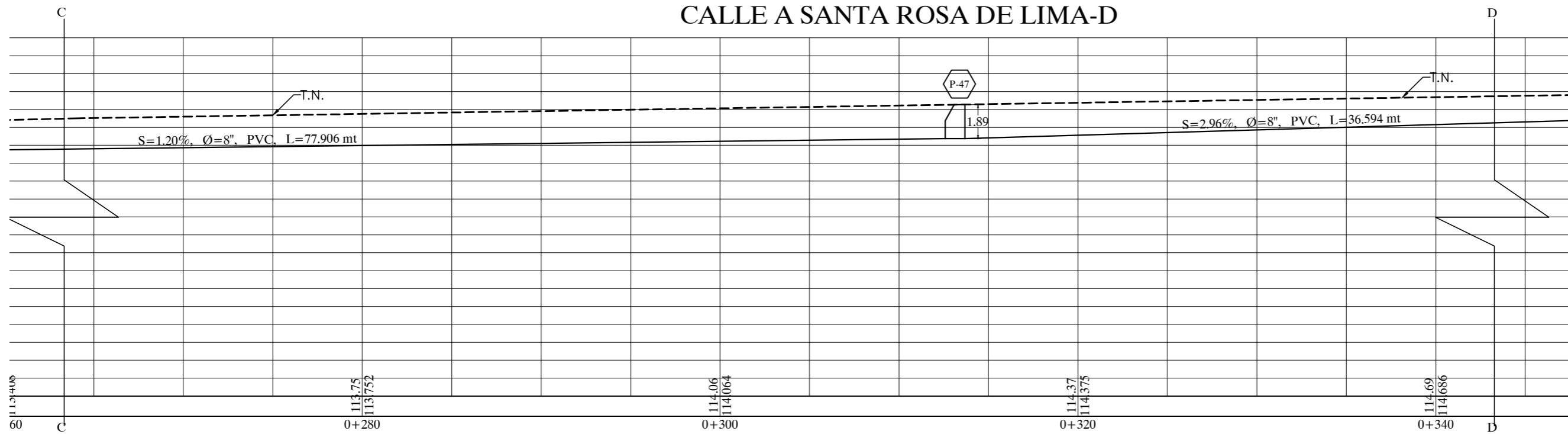
N° DE HOJA:  
43/90



### CALLE A SANTA ROSA DE LIMA-C



### CALLE A SANTA ROSA DE LIMA-D



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

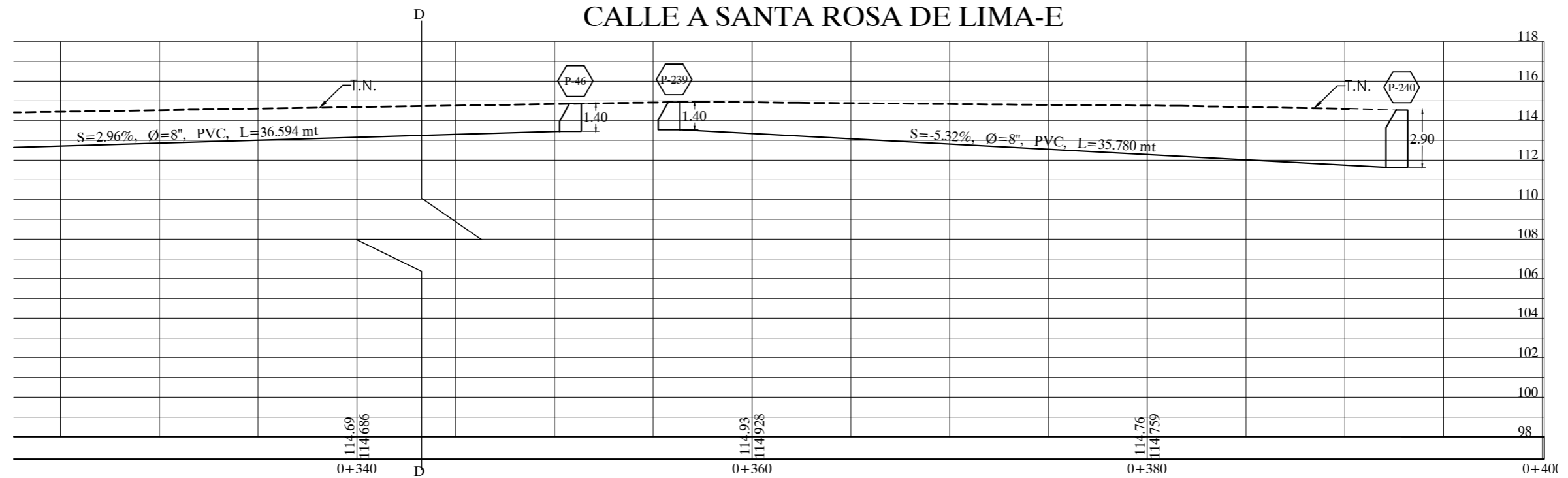
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
44/90





**PERFIL "CALLE A SANTA ROSA DE LIMA"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-46	P-46	P-47	8 (0.2032)	1.01	0.76	P-46	622145.962	290896.355	114.86	1.4	113.46
T-47	P-47	P-48	8 (0.2032)	1.01	0.53	P-47	622126.32	290863.926	114.27	1.89	112.38
T-48	P-48	P-49	8 (0.2032)	3.73	0.91	P-48	622085.565	290796.25	113.1	1.66	111.44
T-49	P-49	P-50	8 (0.2032)	3.77	1.45	P-49	622077.953	290781.011	112.94	1.76	111.18
T-50	P-50	P-51	8 (0.2032)	4.46	3.19	P-50	622063.079	290754.481	112.38	2.95	109.43
T-51	P-51	P-52	8 (0.2032)	11.18	1.10	P-51	622059.014	290748.654	112.22	9.88	102.34
T-52	P-52	P-53	8 (0.2032)	11.29	1.11	P-52	622040.322	290712.072	111.48	9.59	101.89
T-53	P-53	P-54	8 (0.2032)	15.57	1.21	P-53	622021.189	290668.589	110.24	8.88	101.36
T-239	P-239	P-240	8 (0.2032)	0.97	0.92	P-54	621987.984	290583.863	107.25	6.91	100.34
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-239	622148.553	290900.633	114.94	1.4	113.54
TP-51	P-51	P-52	8 (0.2032)	0.11	0.50	P-240	622167.633	290932.134	114.54	2.9	111.64
TP-52	P-52	P-53	8 (0.2032)	4.28	1.53						
TP-53	P-53	P-54	8 (0.2032)	0.28	0.63						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

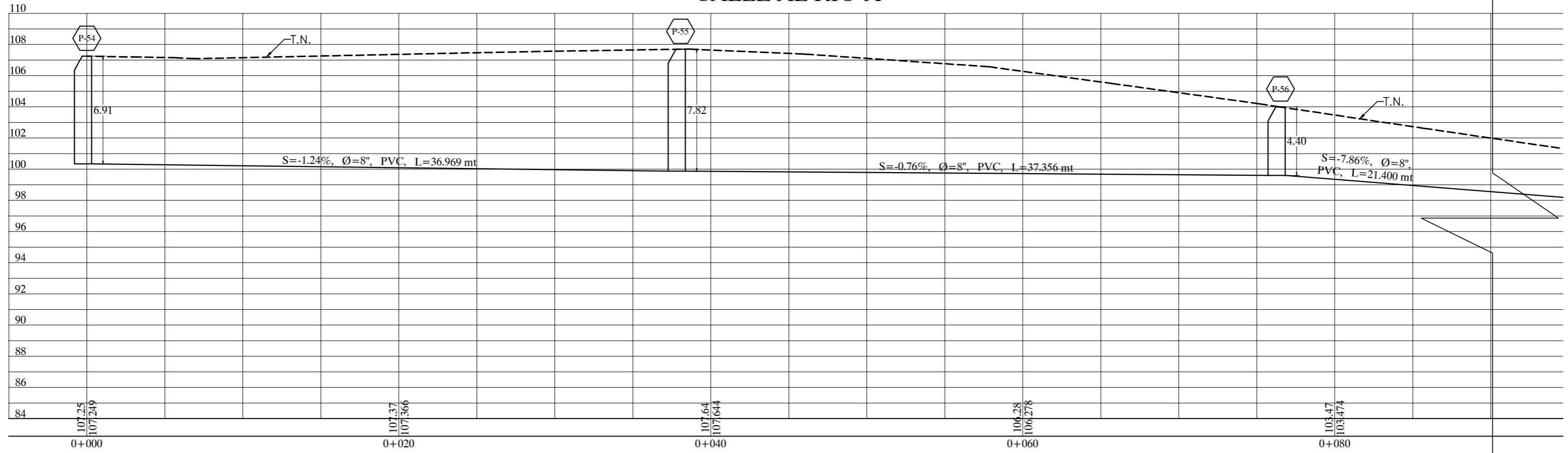
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

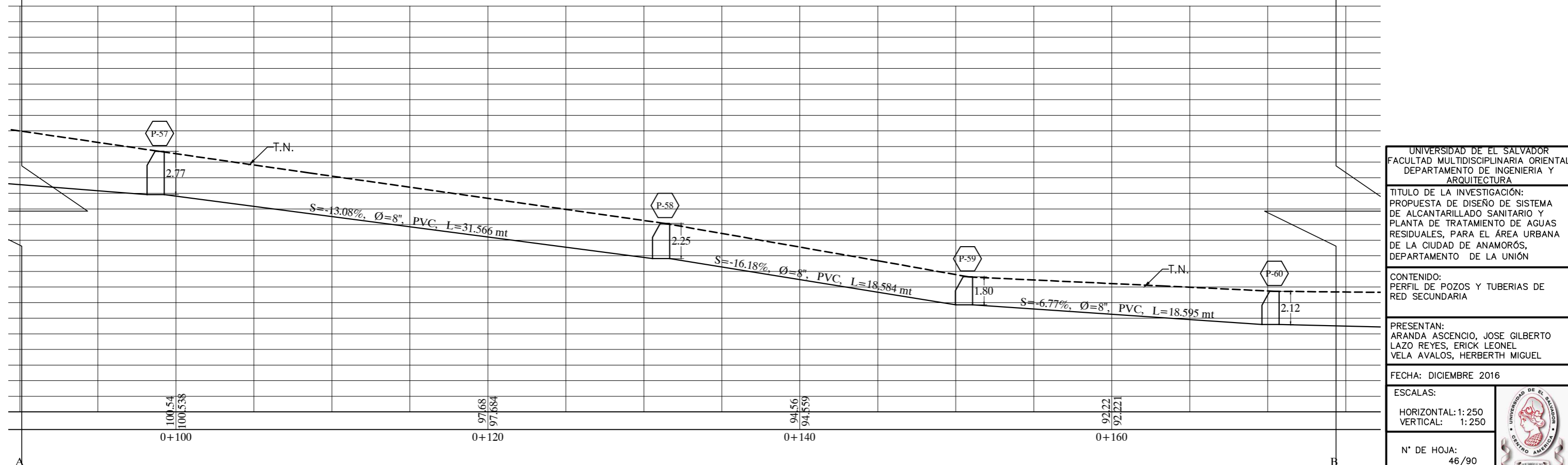
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
45/90

# CALLE AL RIO-A



# CALLE AL RIO-B



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN


CONTENIDO:  
 PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

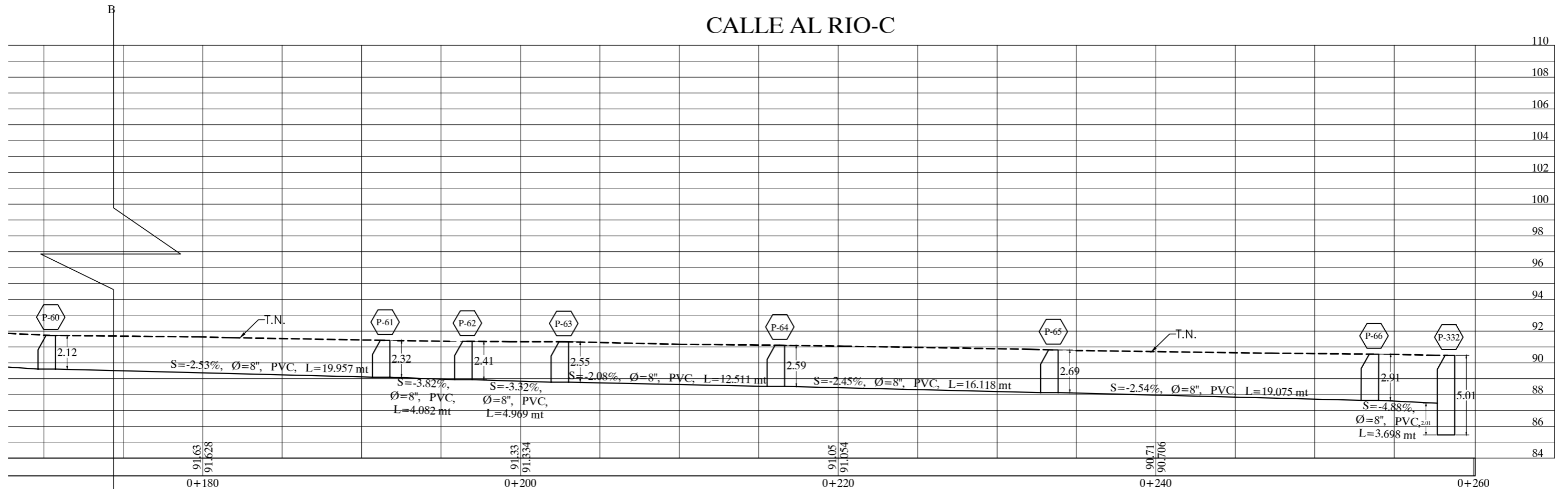
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
 HORIZONTAL: 1: 250  
 VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
 46/90



# CALLE AL RIO-C



**PERFIL "CALLE AL RIO"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-54	P-54	P-55	8 (0.2032)	15.85	1.26	P-54	621987.984	290583.863	107.25	6.91	100.34
T-55	P-55	P-56	8 (0.2032)	15.85	1.36	P-55	622025.23	290576.147	107.7	7.82	99.88
T-56	P-56	P-57	8 (0.2032)	15.85	2.26	P-56	622063.192	290569.989	103.7	4.4	99.3
T-57	P-57	P-58	8 (0.2032)	15.85	2.92	P-57	622085.626	290570.057	100.69	2.77	97.92
T-58	P-58	P-59	8 (0.2032)	15.85	3.13	P-58	622117.964	290568.061	96.07	2.25	93.82
T-59	P-59	P-60	8 (0.2032)	15.85	2.29	P-59	622137.295	290569.923	92.66	1.8	90.86
T-60	P-60	P-61	8 (0.2032)	15.85	1.62	P-60	622156.822	290571.88	91.73	2.12	89.61
T-61	P-61	P-62	8 (0.2032)	16.01	1.77	P-61	622177.89	290572.537	91.42	2.32	89.1
T-62	P-62	P-63	8 (0.2032)	16.01	1.71	P-62	622183.03	290573.174	91.35	2.41	88.94
T-63	P-63	P-64	8 (0.2032)	16.01	1.47	P-63	622188.955	290574.476	91.32	2.55	88.77
T-64	P-64	P-65	8 (0.2032)	16.01	1.60	P-64	622202.319	290576.972	91.11	2.59	88.52
T-65	P-65	P-66	8 (0.2032)	16.01	1.61	P-65	622219.075	290580.92	90.81	2.69	88.12
T-66	P-66	P-332	8 (0.2032)	16.01	1.86	P-66	622237.135	290589.982	90.55	2.91	87.64
						P-332	622241.756	290591.29	90.47	5.01	85.46

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

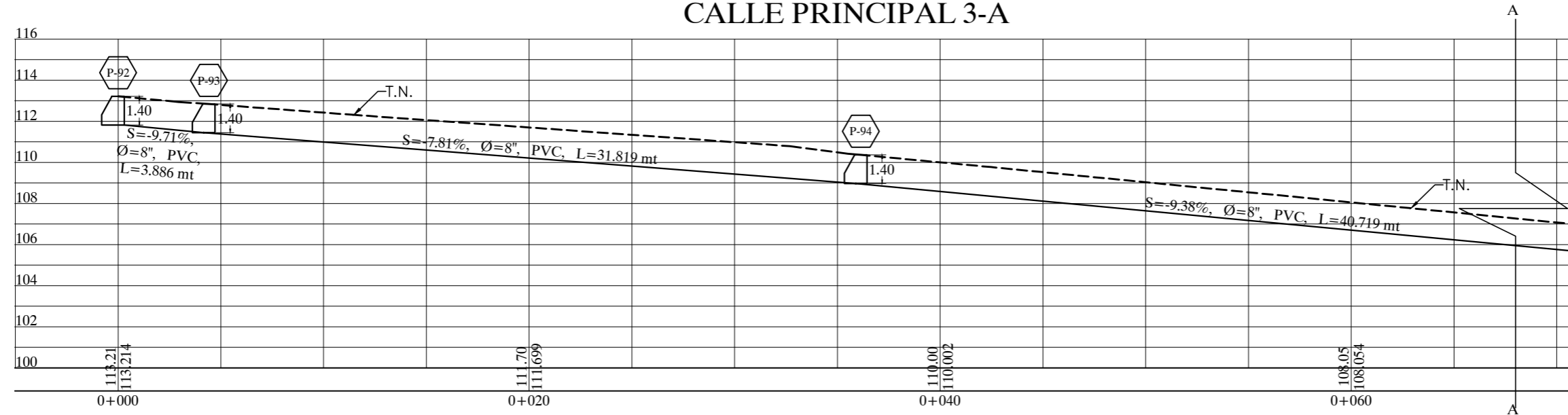
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

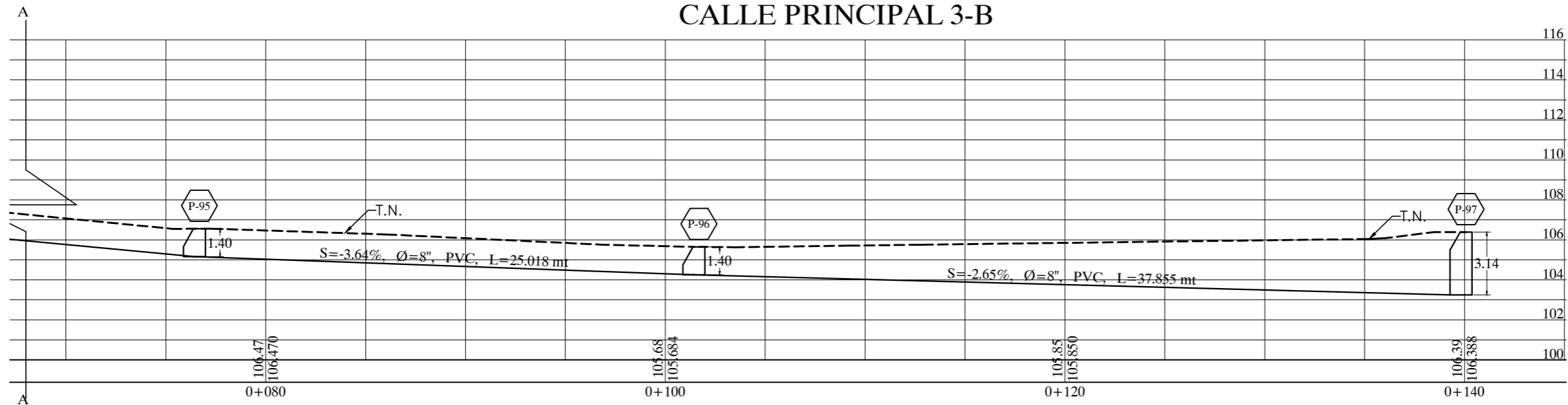
N° DE HOJA:  
47/90



### CALLE PRINCIPAL 3-A



### CALLE PRINCIPAL 3-B



PERFIL "CALLE PRINCIPAL 3"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-92	P-92	P-93	8 (0.2032)	0.18	0.66	P-92	621795.461	291467.263	113.21	1.4	111.81
T-93	P-93	P-94	8 (0.2032)	0.18	0.64	P-93	621797.951	291470.912	112.84	1.4	111.44
T-94	P-94	P-95	8 (0.2032)	0.18	0.68	P-94	621821.147	291492.552	110.36	1.4	108.96
T-95	P-95	P-96	8 (0.2032)	0.26	0.55	P-95	621850.933	291520.055	106.56	1.4	105.16
T-96	P-96	P-97	8 (0.2032)	0.31	0.51	P-96	621869.302	291537.016	105.65	1.4	104.25
						P-97	621889.3	291569.788	106.39	3.14	103.25

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

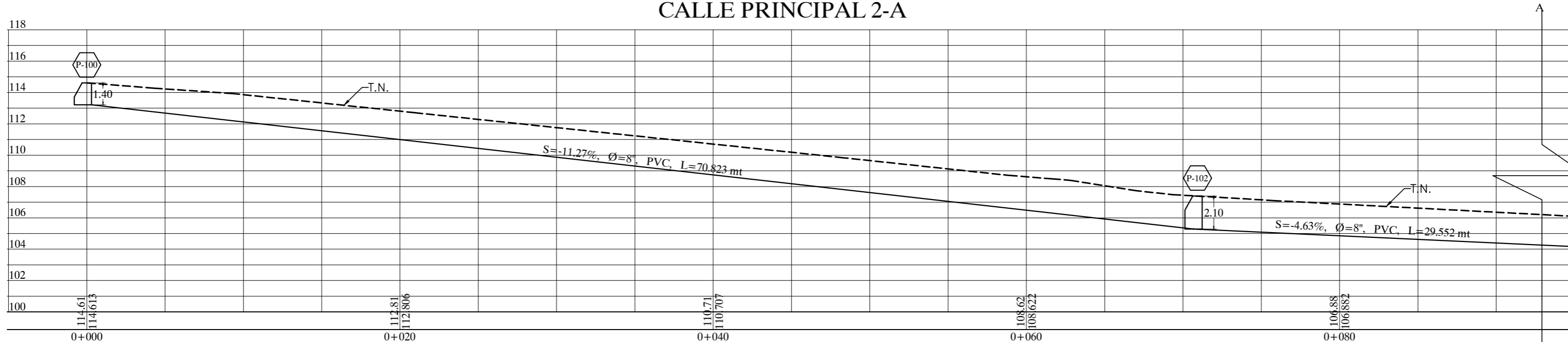
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

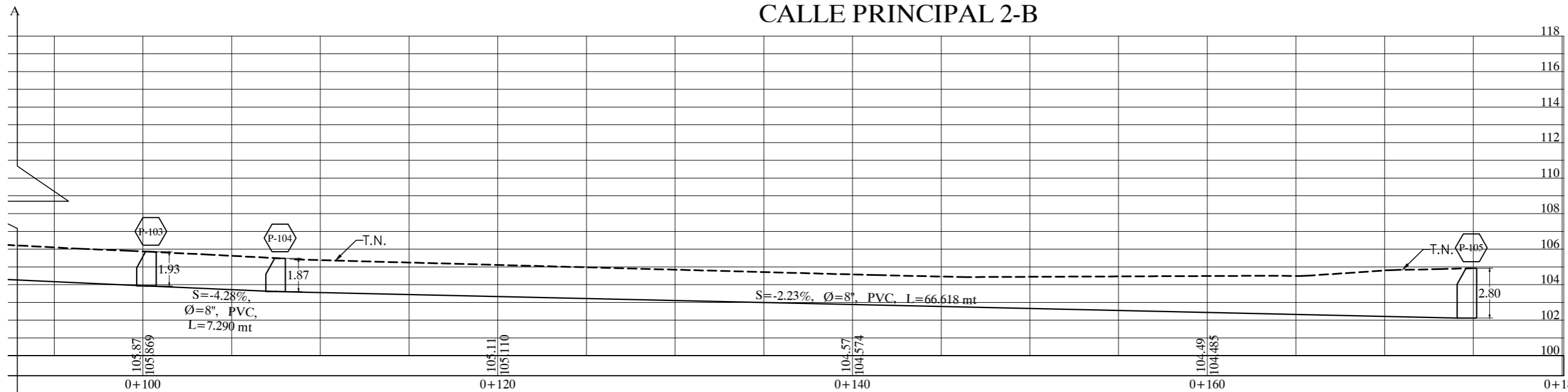
N° DE HOJA:  
48/90



### CALLE PRINCIPAL 2-A



### CALLE PRINCIPAL 2-B



PERFIL "CALLE PRINCIPAL 2"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-100	P-100	P-102	8 (0.2032)	0.17	0.75	P-100	621810.04	291415.61	114.61	1.4	113.21
T-102	P-102	P-103	8 (0.2032)	0.26	0.54	P-102	621855.269	291457.629	107.39	2.1	105.29
T-103	P-103	P-104	8 (0.2032)	0.42	0.66	P-103	621884.028	291483.543	105.85	1.93	103.92
T-104	P-104	P-105	8 (0.2032)	0.42	0.53	P-104	621889.41	291488.451	105.48	1.87	103.61
						P-105	621937.254	291535.571	104.93	2.8	102.13

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

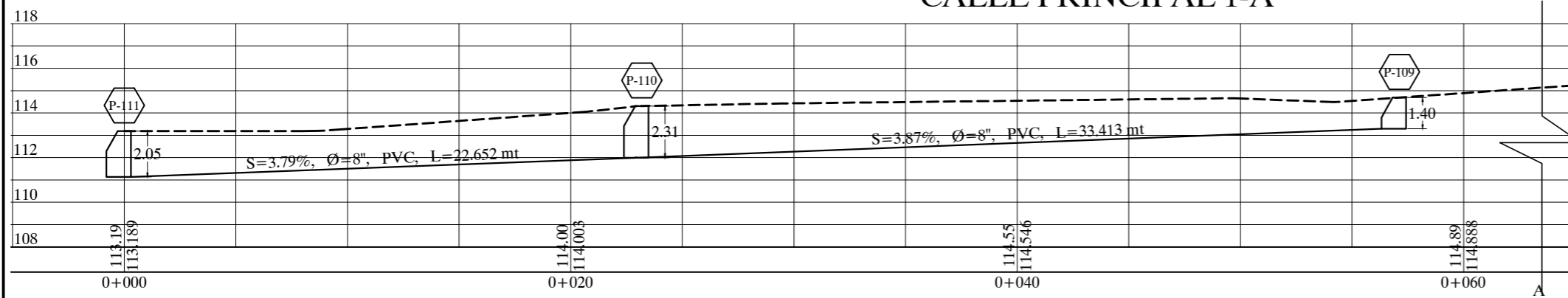
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
49/90

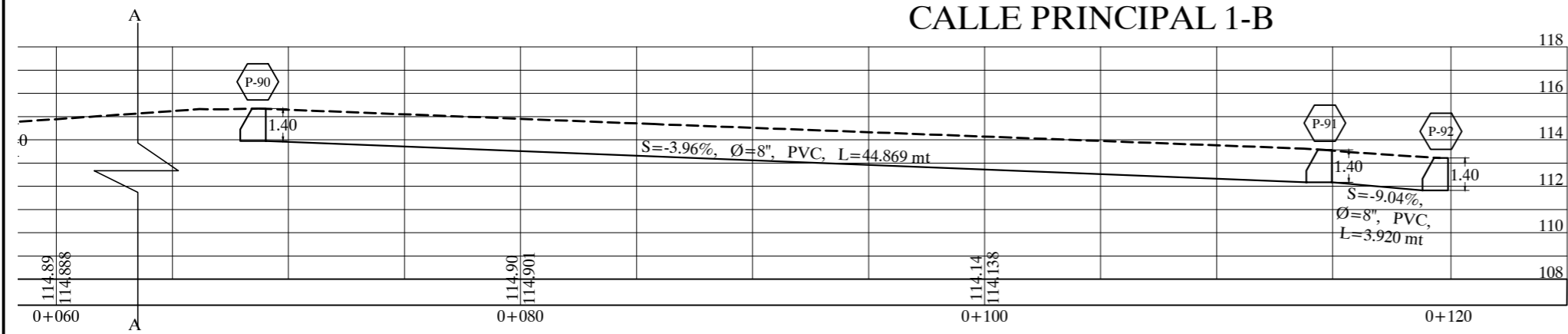


### CALLE PRINCIPAL 1-A



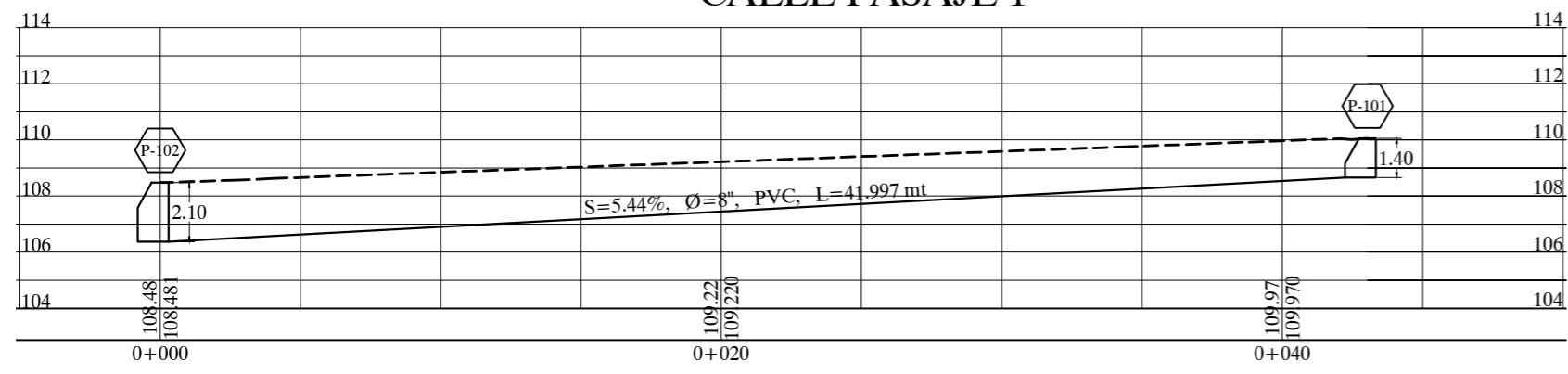
PERFIL "CALLE PRINCIPAL 1"					
DATOS DE TUBERÍAS					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-109	P-109	P-110	8 (0.2032)	0.19	0.51
T-110	P-110	P-111	8 (0.2032)	0.19	0.51
T-90	P-90	P-91	8 (0.2032)	0.18	0.50
T-91	P-91	P-92	8 (0.2032)	0.18	0.62

### CALLE PRINCIPAL 1-B



DATOS DE POZO					
Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-109	621804.244	291405.841	114.69	1.4	113.29
P-110	621813.024	291373.008	114.31	2.31	112
P-111	621816.653	291350.157	113.19	2.05	111.14
P-90	621801.246	291417.05	115.34	1.4	113.94
P-91	621794.273	291462.402	113.57	1.4	112.17
P-92	621795.461	291467.263	113.21	1.4	111.81

### CALLE PASAJE 1



PERFIL "CALLE PASAJE 1"					
DATOS DE TUBERÍAS					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-101	P-101	P-102	8 (0.2032)	0.09	0.52

DATOS DE POZO					
Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-101	621825.194	291488.411	110.06	1.4	108.66
P-102	621855.269	291457.629	107.39	2.1	105.29

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

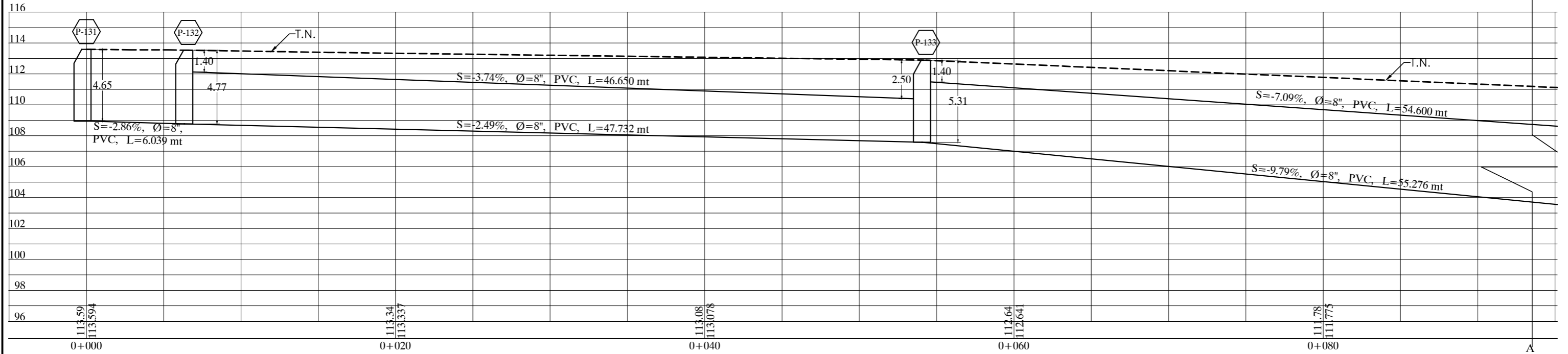
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

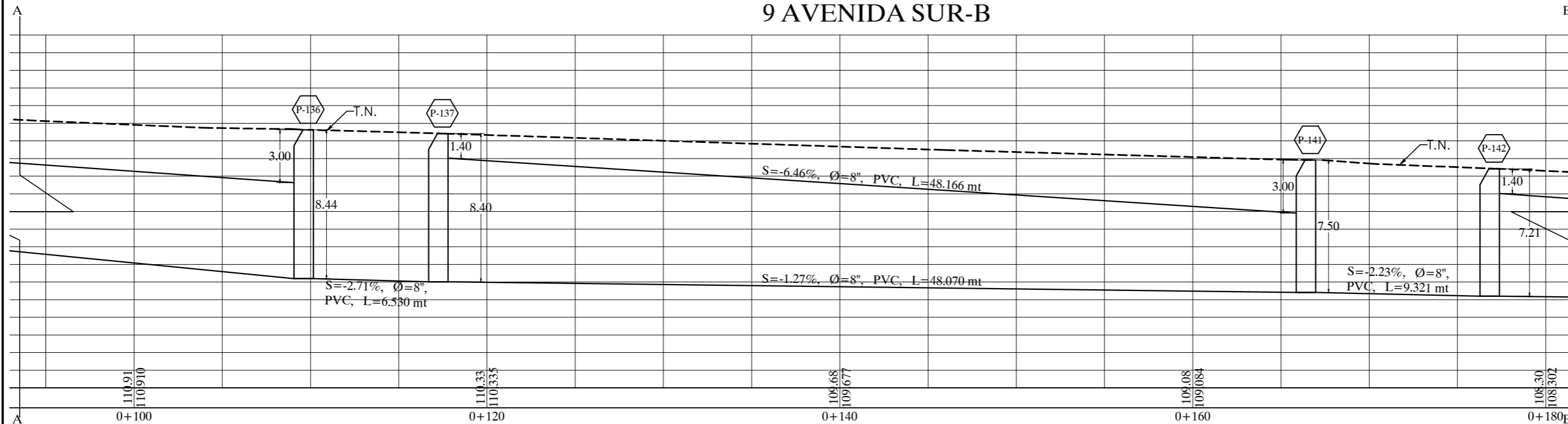
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
50/90

### 9 AVENIDA SUR-A



### 9 AVENIDA SUR-B



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

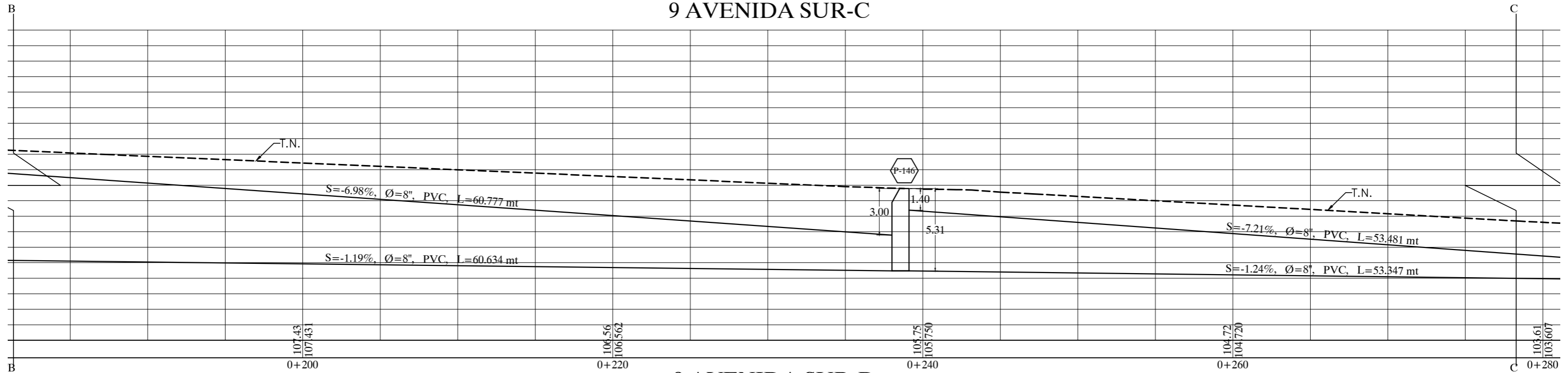
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

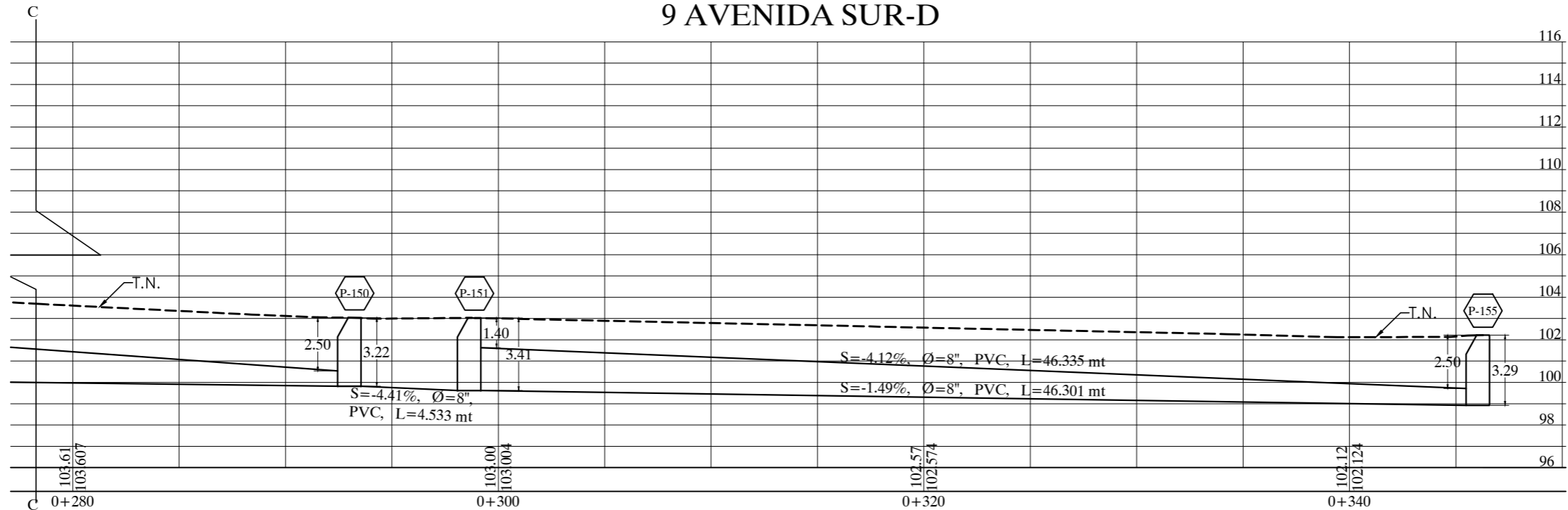
N° DE HOJA:  
51/90



## 9 AVENIDA SUR-C



## 9 AVENIDA SUR-D



PERFIL "9na AVENIDA SUR"					
DATOS DE TUBERÍAS					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-131	P-131	P-132	8 (0.2032)	0.38	0.56
T-132	P-132	P-133	8 (0.2032)	0.38	0.54
T-133	P-133	P-136	8 (0.2032)	0.49	0.93
T-136	P-136	P-137	8 (0.2032)	1.04	0.69
T-137	P-137	P-141	8 (0.2032)	1.04	0.53
T-141	P-141	P-142	8 (0.2032)	2.05	0.82
T-142	P-142	P-146	8 (0.2032)	2.05	0.70
T-146	P-146	P-150	8 (0.2032)	3.06	0.78
T-150	P-150	P-151	8 (0.2032)	3.57	1.21
T-151	P-151	P-155	8 (0.2032)	3.57	0.68

DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS					
TP	P	P	Ø	S	L
TP-132	P-132	P-133	8 (0.2032)	0.10	0.50
TP-133	P-133	P-136	8 (0.2032)	0.20	0.64
TP-137	P-137	P-141	8 (0.2032)	0.14	0.55
TP-142	P-142	P-146	8 (0.2032)	0.20	0.63
TP-146	P-146	P-150	8 (0.2032)	0.09	0.50
TP-151	P-151	P-155	8 (0.2032)	0.05	0.50

DATOS DE POZO					
Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-131	622052.103	290989.251	113.59	4.65	108.94
P-132	622053.229	290995.741	113.53	4.77	108.76
P-133	622058.865	291043.124	112.89	5.31	107.58
P-136	622062.964	291098.536	110.63	8.44	102.19
P-137	622063.025	291106.139	110.42	8.4	102.02
P-141	622065.634	291155.354	108.92	7.5	101.42
P-142	622062.443	291165.265	108.43	7.21	101.22
P-146	622062.937	291226.9	105.79	5.31	100.48
P-150	622074.936	291280.004	103.04	3.22	99.82
P-151	622073.884	291285.534	103.03	3.41	99.62
P-155	622093.928	291328.483	102.22	3.29	98.93

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

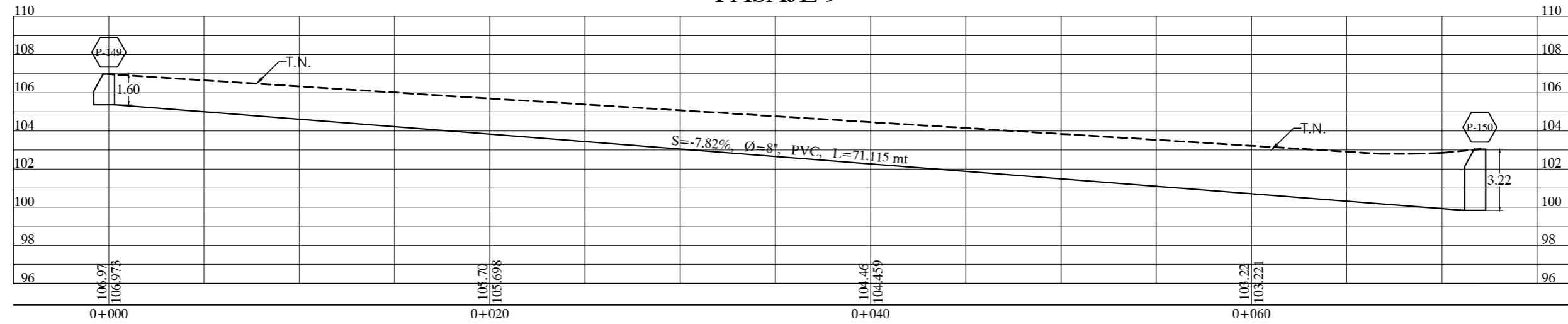
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
52/90



### PASAJE 9



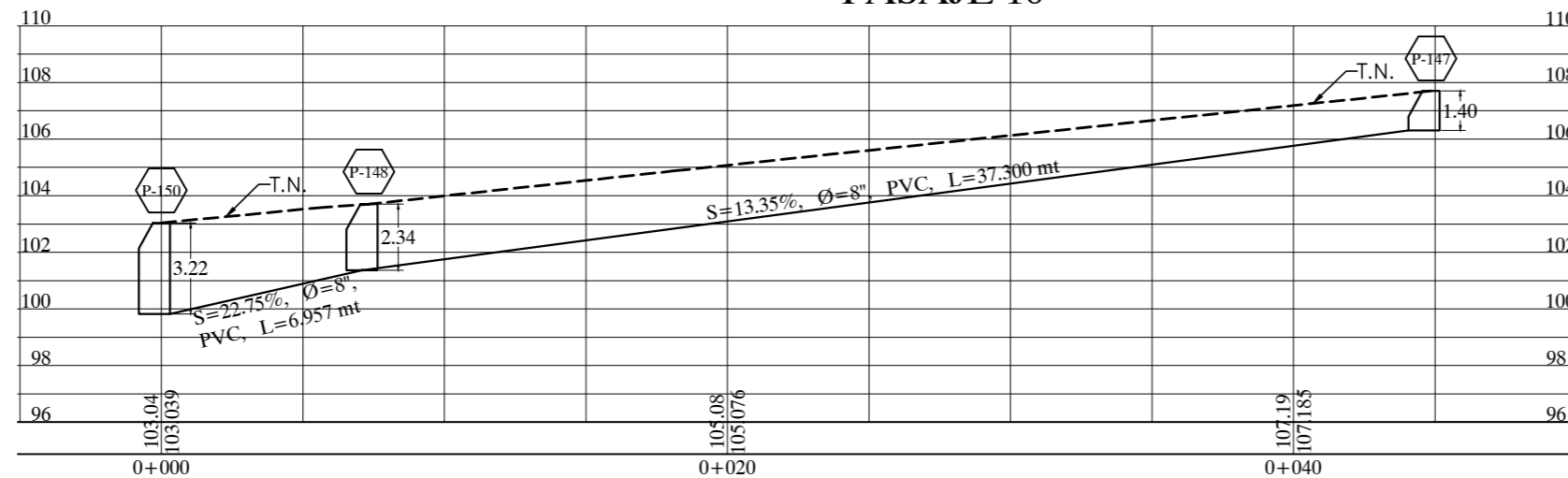
PERFIL "PASAJE 9"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-149	P-149	P-150	8 (0.2032)	0.25	0.71	P-149	622003.673	291290.272	106.97	1.6	105.37
						P-150	622074.936	291280.004	103.04	3.22	99.82

PERFIL "PASAJE 10"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-147	P-147	P-148	8 (0.2032)	0.17	0.76	P-147	622118.925	291271.896	107.7	1.4	106.3
T-148	P-148	P-150	8 (0.2032)	0.17	0.90	P-148	622081.82	291277.477	103.7	2.34	101.36
						P-150	622074.936	291280.004	103.04	3.22	99.82

### PASAJE 10



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

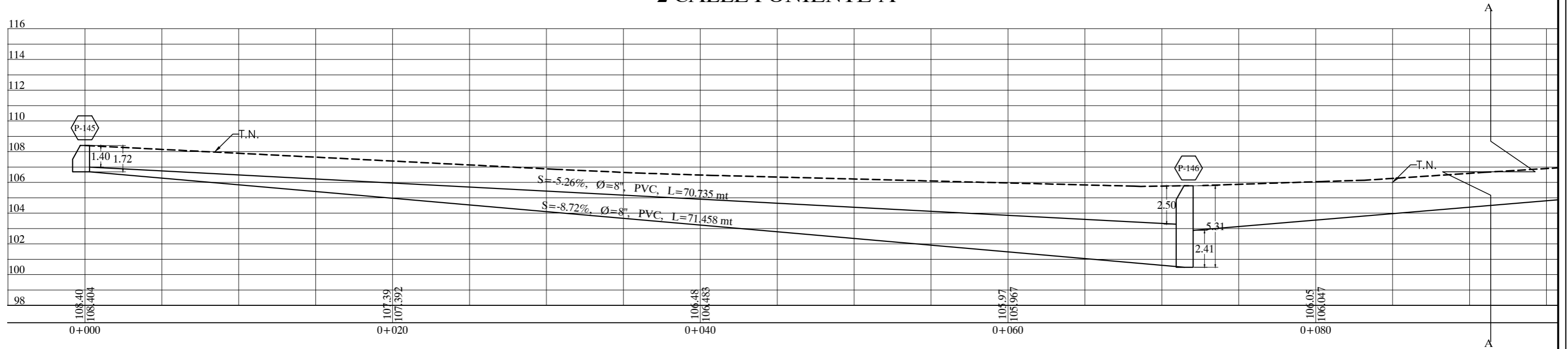
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

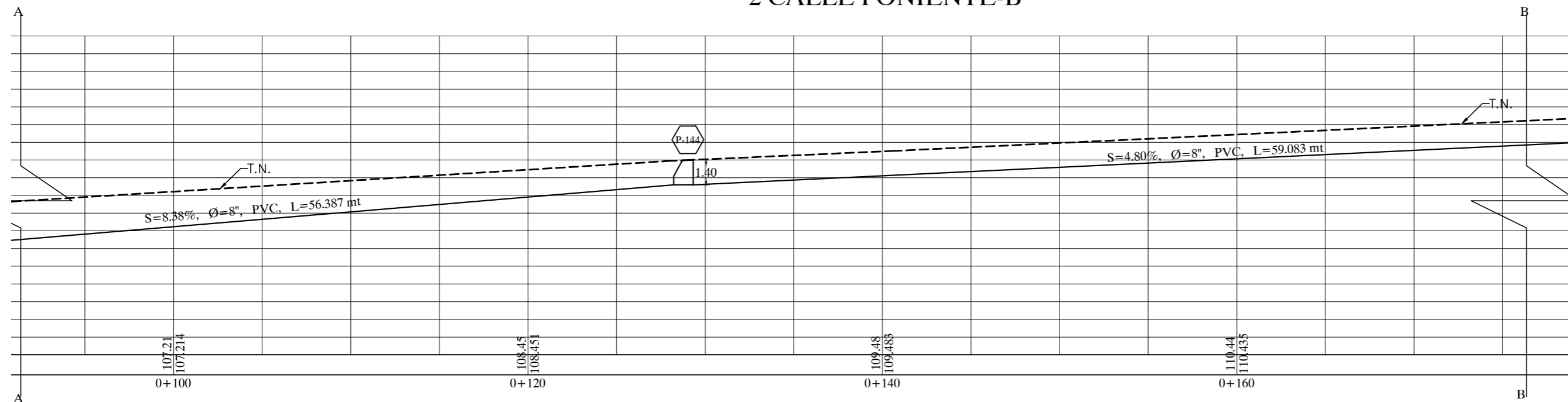
N° DE HOJA:  
53/90



## 2 CALLE PONIENTE-A



## 2 CALLE PONIENTE-B



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

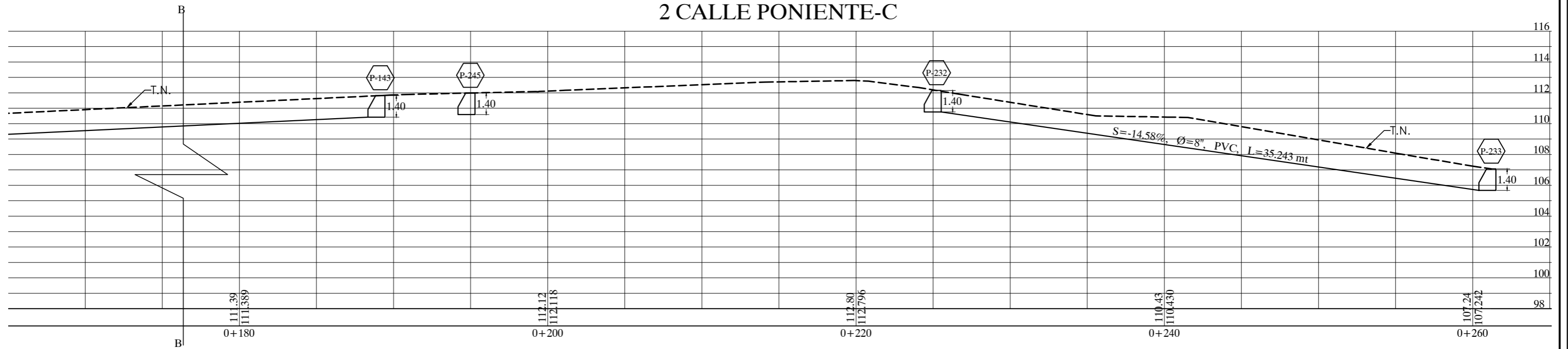
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
54/90



## 2 CALLE PONIENTE-C



**PERFIL "2da CALLE PONIENTE"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-145	P-145	P-146	8 (0.2032)	0.31	0.79	P-145	621992.047	291237.893	108.4	1.72	106.68
T-143	P-143	P-144	8 (0.2032)	0.32	0.63	P-146	622062.937	291226.9	105.79	5.31	100.48
T-144	P-144	P-146	8 (0.2032)	0.32	0.78	P-143	622179.113	291209.967	111.82	1.4	110.42
T-232	P-232	P-233	8 (0.2032)	0.14	0.73	P-144	622119.651	291218.801	108.99	1.4	107.59
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-232	622214.967	291205.907	112.15	1.4	110.75
TP-145	P-145	P-146	8 (0.2032)	0.31	0.66	P-233	622250.74	291202.104	107.07	1.4	105.67

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

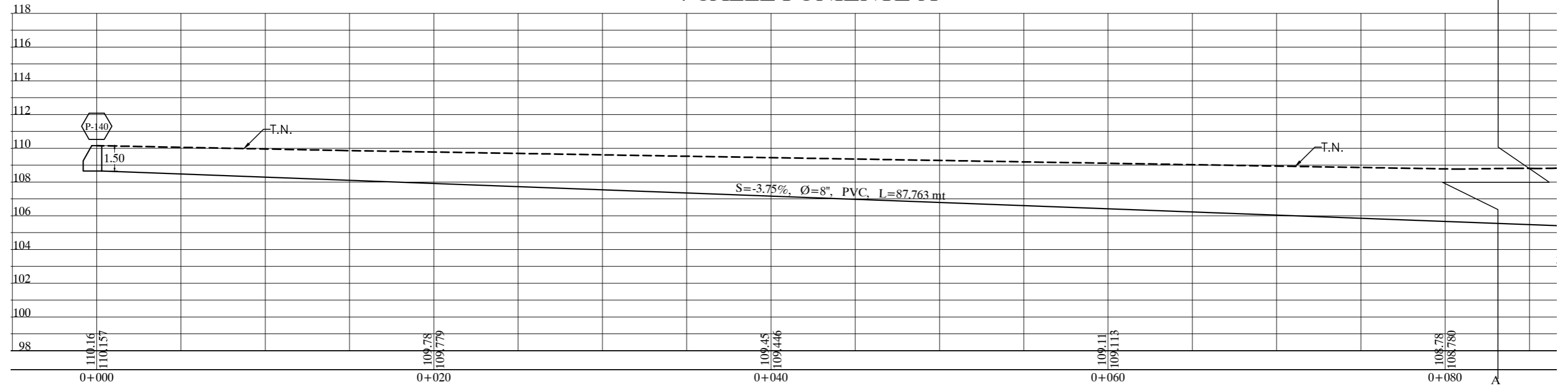
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
55/90

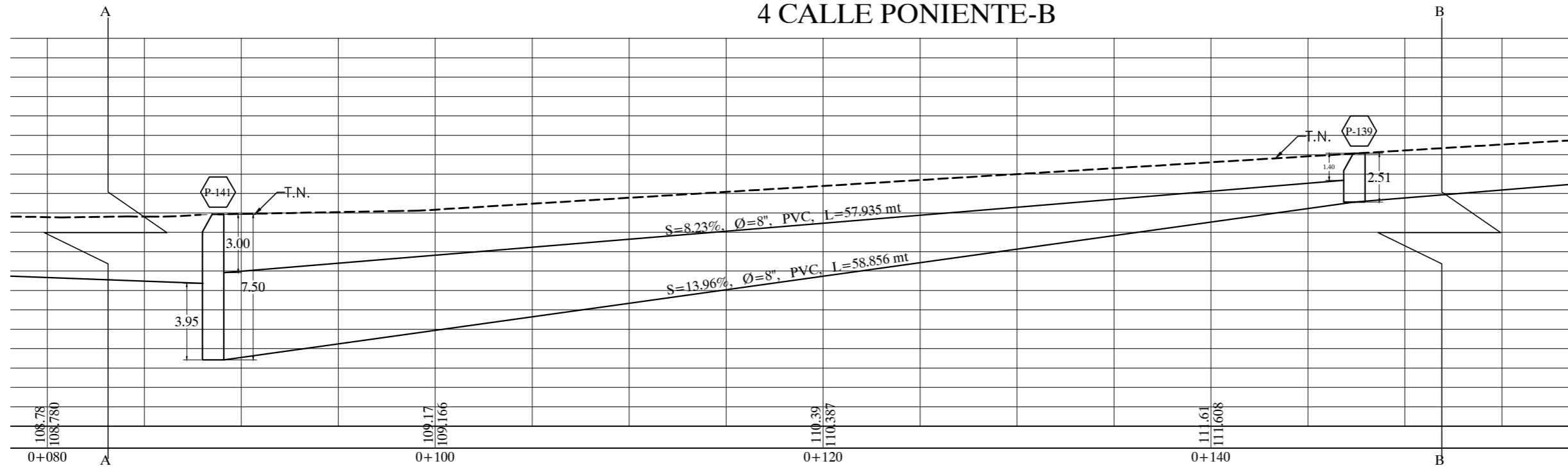




### 4 CALLE PONIENTE-A



### 4 CALLE PONIENTE-B



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

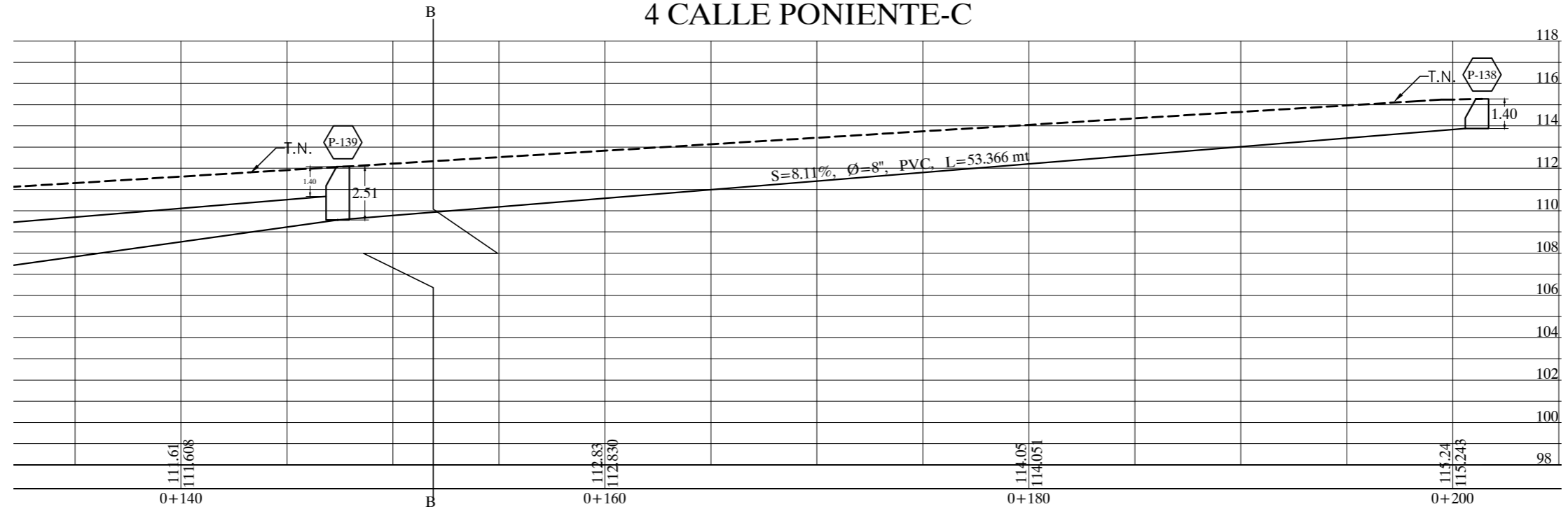
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
56/90



### 4 CALLE PONIENTE-C



**PERFIL "4ta CALLE PONIENTE"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-140	P-140	P-141	8 (0.2032)	0.38	0.61	P-140	621977.926	291169.252	110.16	1.5	108.66
T-138	P-138	P-139	8 (0.2032)	0.24	0.71	P-141	622065.634	291155.354	108.92	7.5	101.42
T-139	P-139	P-141	8 (0.2032)	0.24	0.86	P-138	622177.804	291145.74	115.27	1.4	113.87
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-139	622124.238	291150.331	112.07	2.51	109.56
TP-139	P-139	P-141	8 (0.2032)	0.24	0.71						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

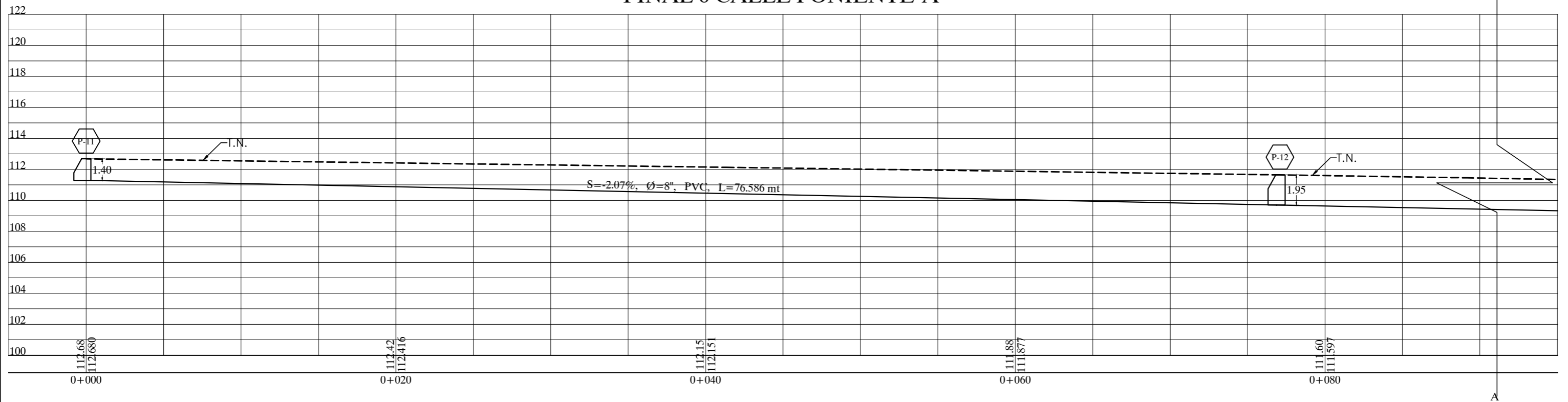
CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

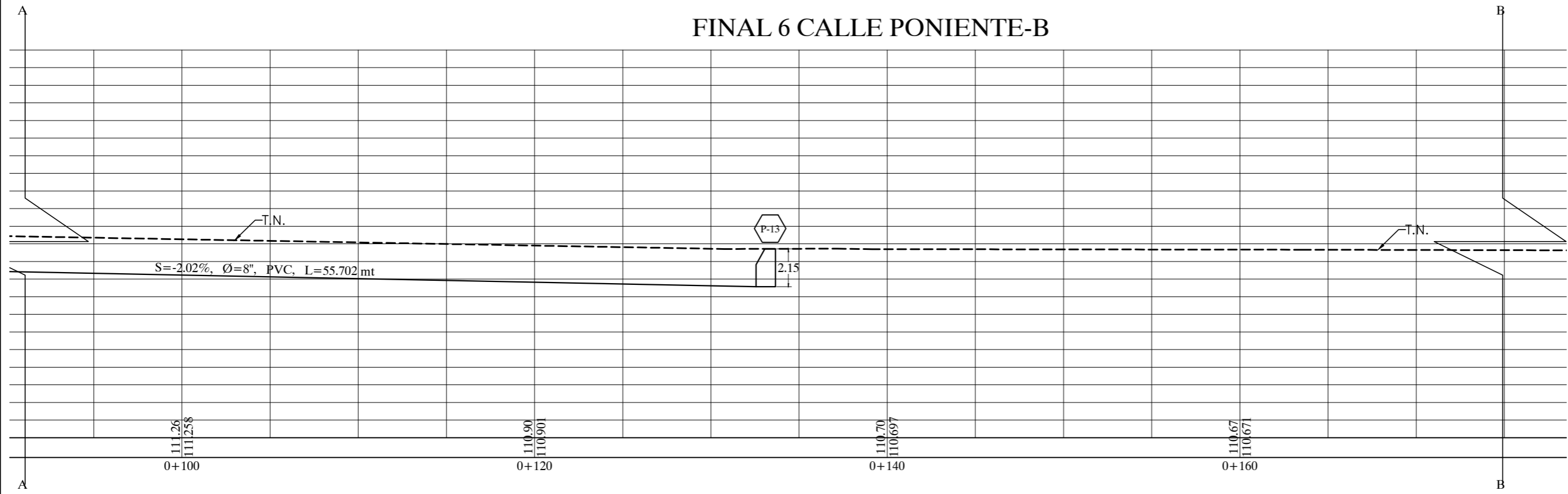
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS: HORIZONTAL: 1: 250 VERTICAL: 1: 250	
N° DE HOJA: 57/90	

### FINAL 6 CALLE PONIENTE-A



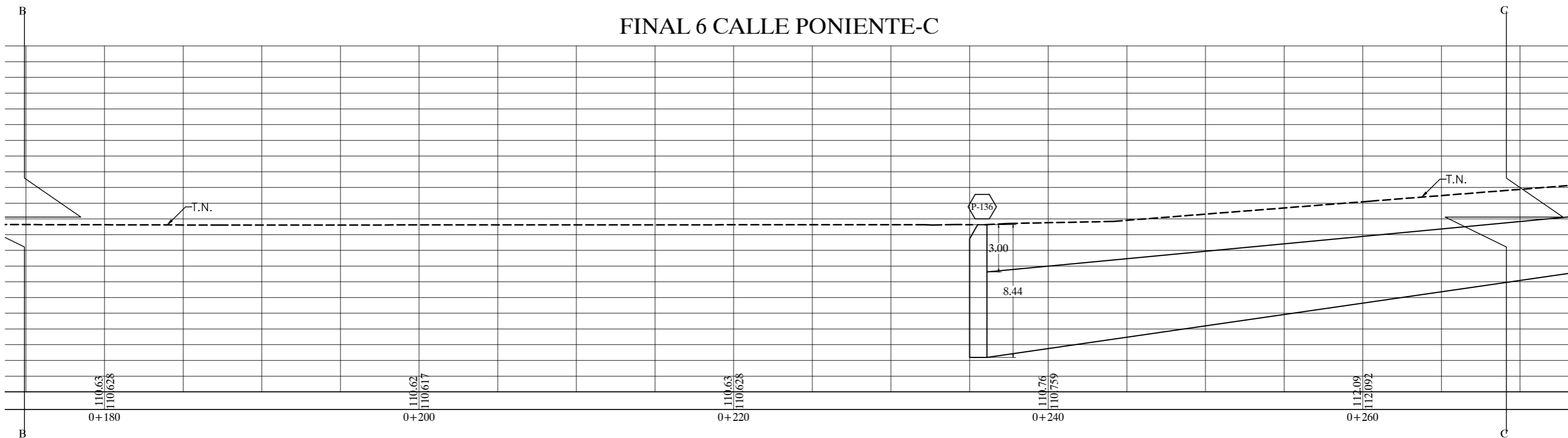
### FINAL 6 CALLE PONIENTE-B



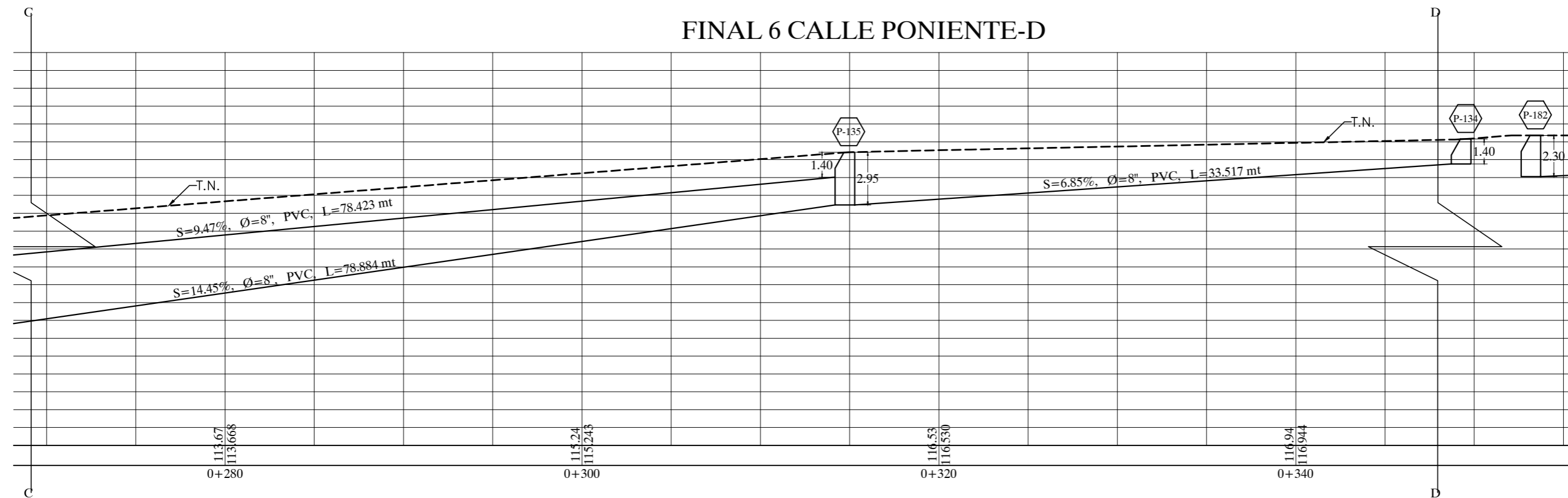
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALAS: HORIZONTAL: 1: 250 VERTICAL: 1: 250	
N° DE HOJA: 58/90	



### FINAL 6 CALLE PONIENTE-C



### FINAL 6 CALLE PONIENTE-D



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

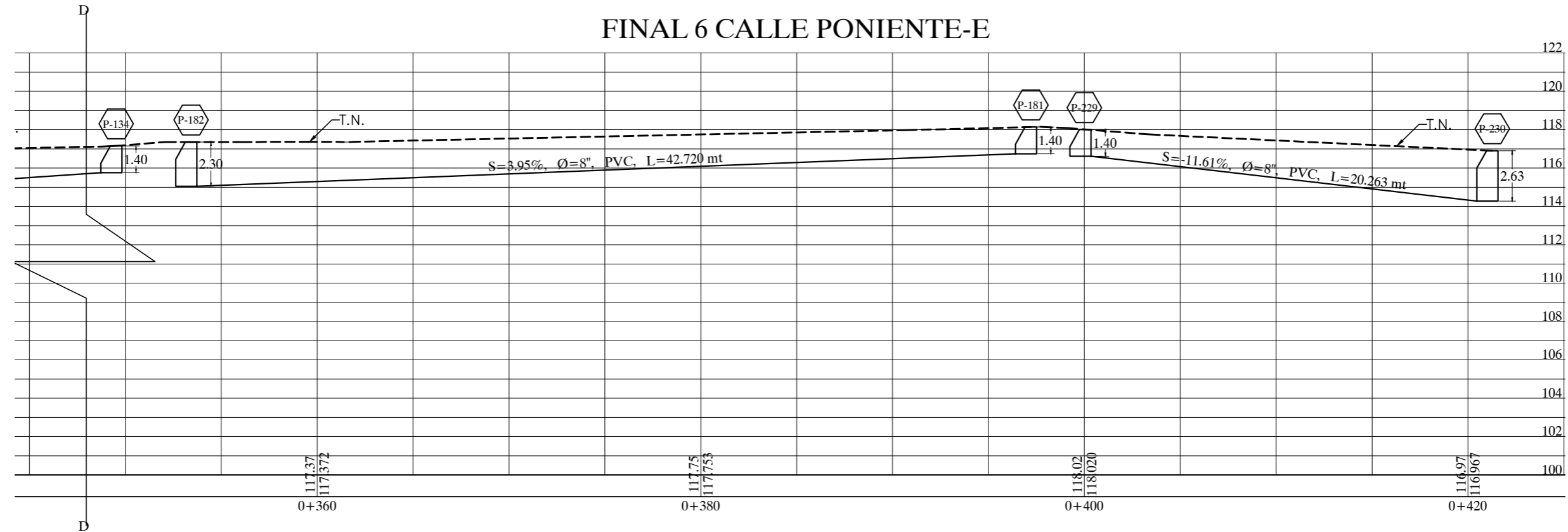
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
59/90



## FINAL 6 CALLE PONIENTE-E



**PERFIL "FINAL 6ta CALLE PONIENTE"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-11	P-11	P-12	8 (0.2032)	0.41	0.52	P-11	621829.887	291134.273	112.68	1.4	111.28
T-12	P-12	P-13	8 (0.2032)	0.41	0.51	P-12	621906.048	291122.148	111.64	1.95	109.69
T-134	P-134	P-135	8 (0.2032)	0.18	0.60	P-13	621961.583	291113.267	110.72	2.15	108.57
T-135	P-135	P-136	8 (0.2032)	0.18	0.79	P-134	622175.315	291081.033	117.16	1.4	115.76
T-181	P-181	P-182	8 (0.2032)	0.18	0.50	P-135	622141.105	291085.784	116.42	2.95	113.47
T-229	P-229	P-230	8 (0.2032)	0.13	0.65	P-136	622062.964	291098.536	110.63	8.44	102.19
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-181	622222.586	291074.689	118.14	1.4	116.74
TP-135	P-135	P-136	8 (0.2032)	0.18	0.68	P-182	622179.183	291080.496	117.36	2.3	115.06
						P-229	622225.379	291074.255	118.01	1.4	116.61
						P-230	622246.341	291070.904	116.91	2.63	114.28

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

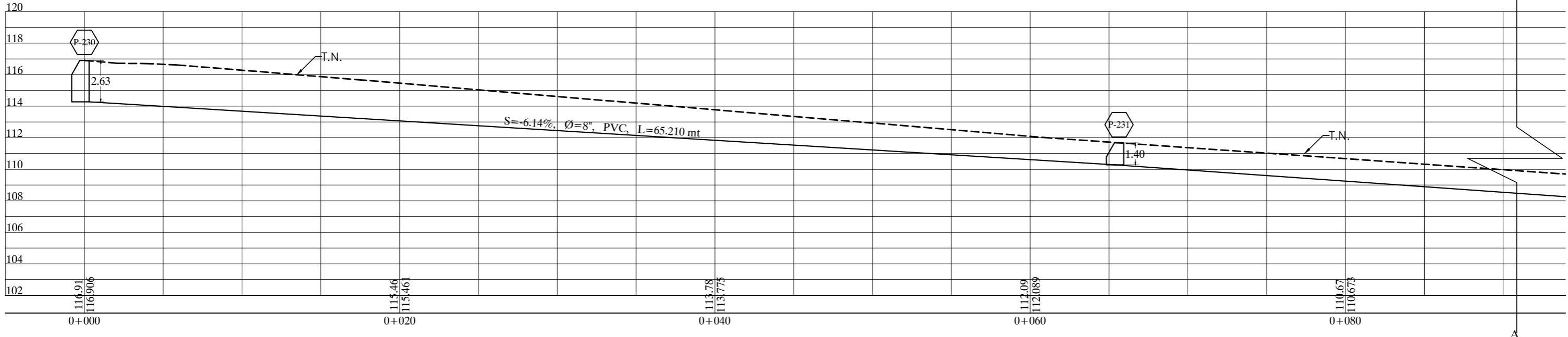
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

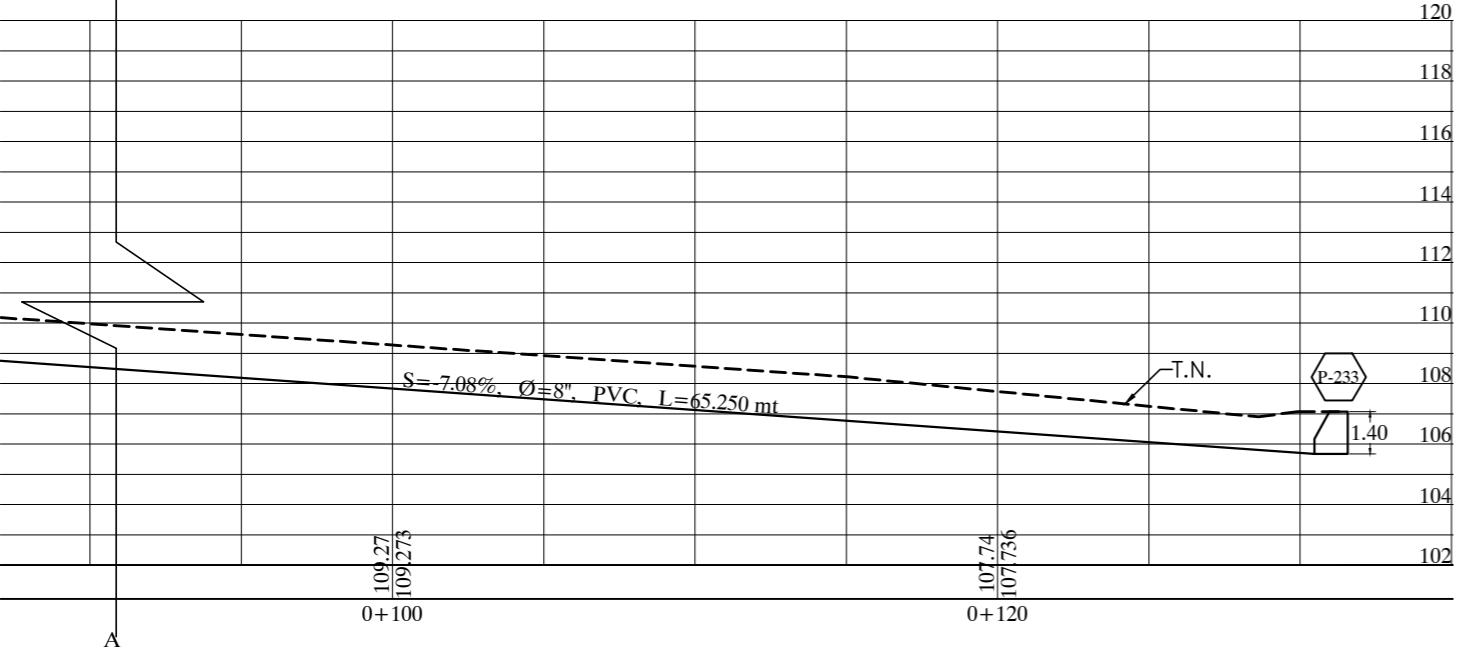
N° DE HOJA:  
60/90



### 5 AVENIDA SUR-A



### 5 AVENIDA SUR-B



PERFIL "5ta AVENIDA SUR"					
DATOS DE TUBERÍAS					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-230	P-230	P-231	8 (0.2032)	0.13	0.53
T-231	P-231	P-233	8 (0.2032)	0.29	0.72

DATOS DE POZO					
Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-230	622246.341	291070.904	116.91	2.63	114.28
P-231	622248.54	291136.504	111.68	1.4	110.28
P-233	622250.74	291202.104	107.07	1.4	105.67

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

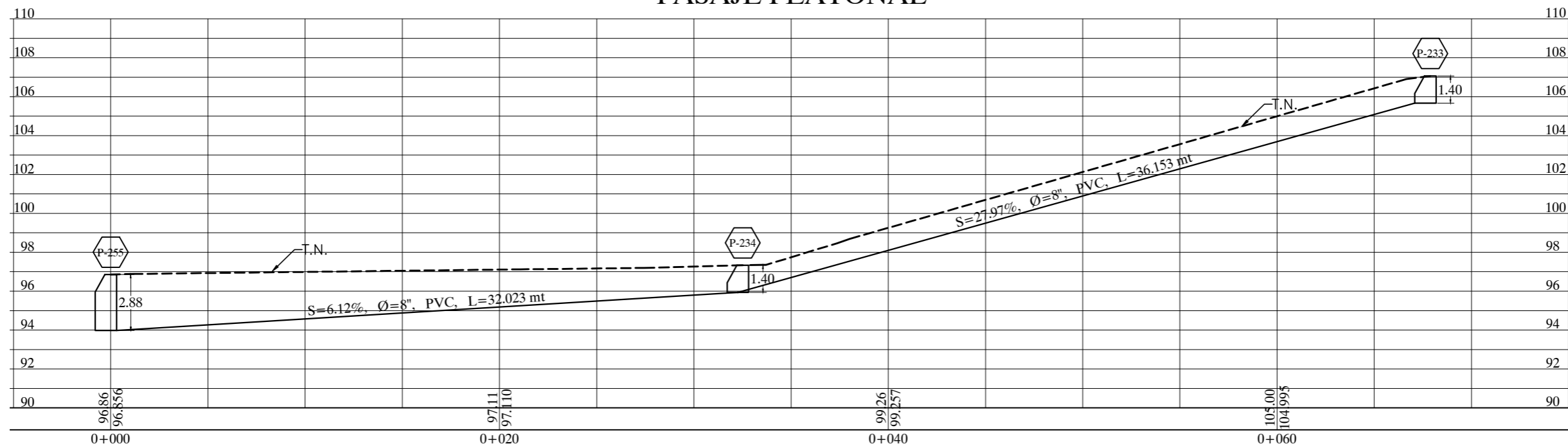
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
61/90

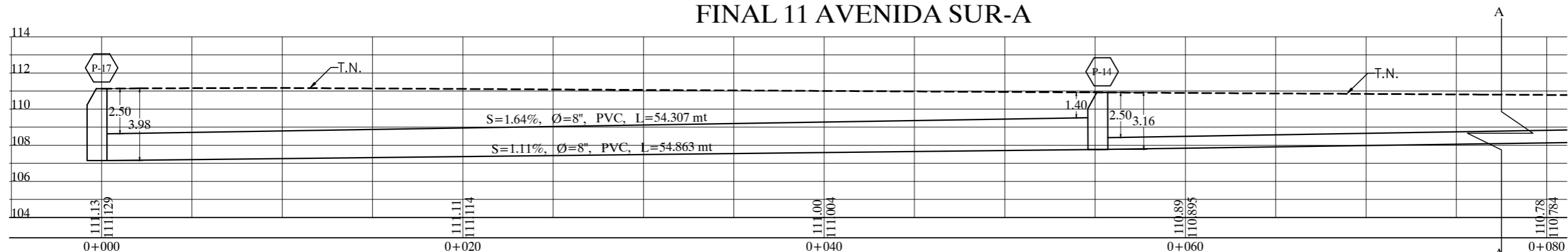
## PASAJE PEATONAL



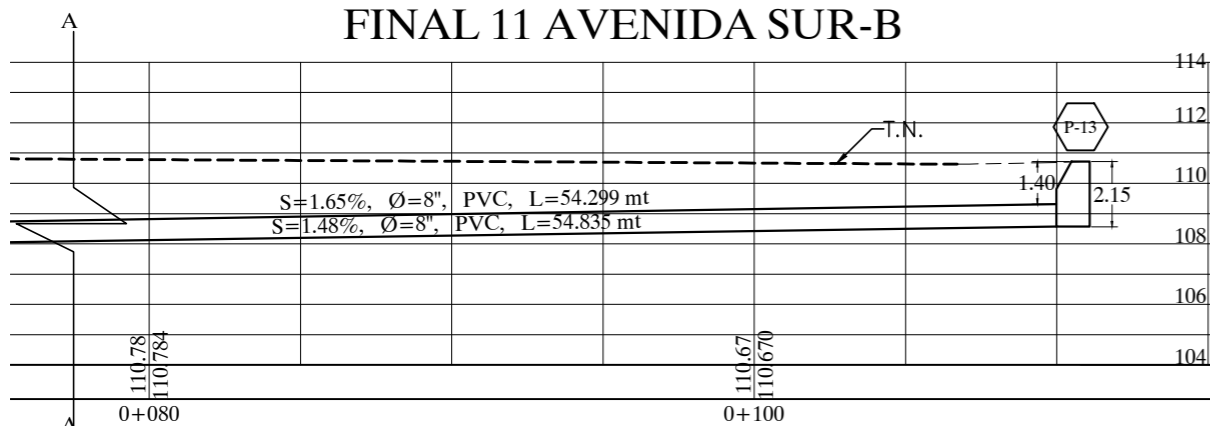
PERFIL "PASAJE PEATONAL"					
DATOS DE TUBERÍAS					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-233	P-233	P-234	8 (0.2032)	0.57	1.43
T-234	P-234	P-255	8 (0.2032)	0.57	0.82

DATOS DE POZO					
Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-233	622250.74	291202.104	107.07	1.4	105.67
P-234	622284.191	291190.622	97.33	1.4	95.93
P-255	622315.97	291183.751	96.86	2.88	93.98

## FINAL 11 AVENIDA SUR-A



## FINAL 11 AVENIDA SUR-B



PERFIL "PASAJE PEATONAL"					
DATOS DE TUBERÍAS					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-233	P-233	P-234	8 (0.2032)	0.57	1.43
T-234	P-234	P-255	8 (0.2032)	0.57	0.82

DATOS DE POZO					
Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-233	622250.74	291202.104	107.07	1.4	105.67
P-234	622284.191	291190.622	97.33	1.4	95.93
P-255	622315.97	291183.751	96.86	2.88	93.98

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

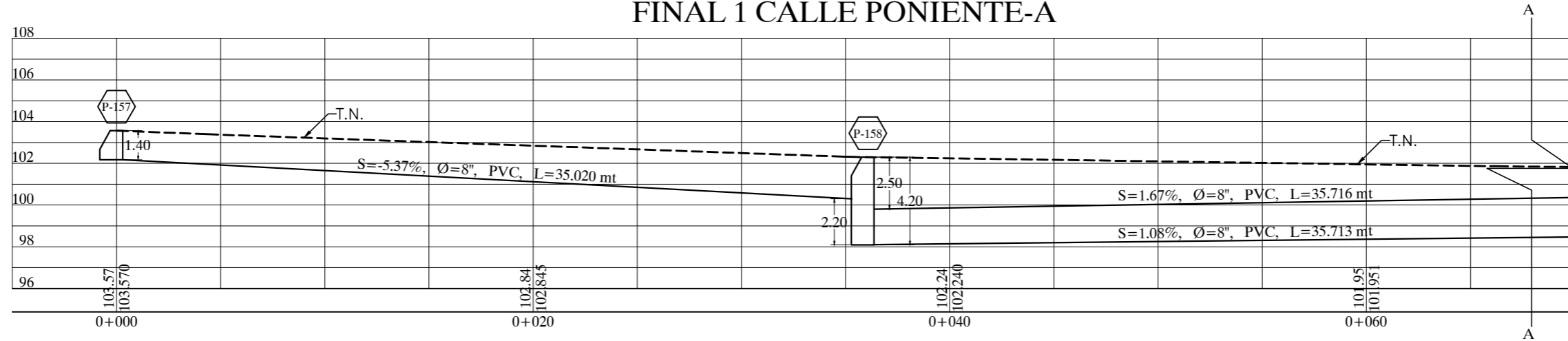
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

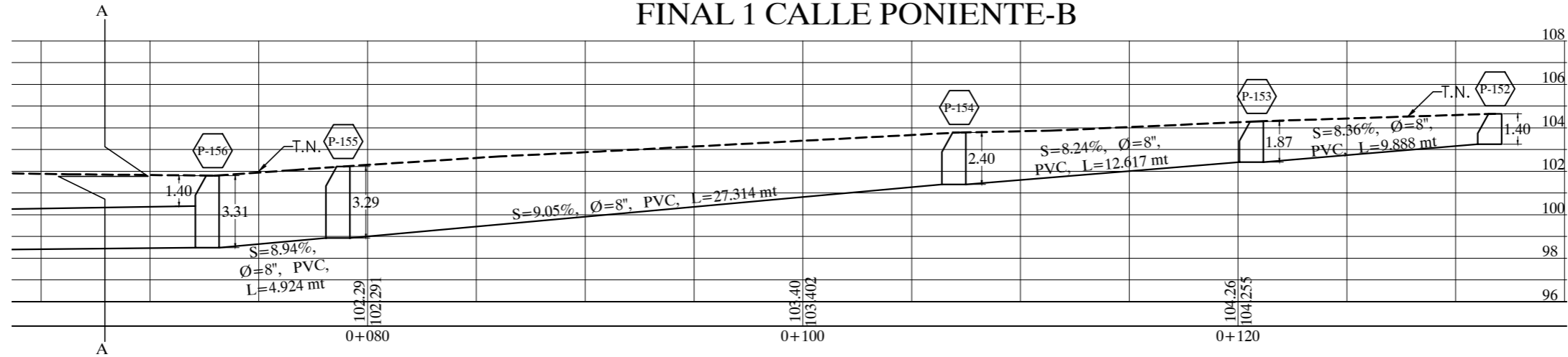
N° DE HOJA:  
62/90



### FINAL 1 CALLE PONIENTE-A



### FINAL 1 CALLE PONIENTE-B



### PERFIL "FINAL 1ra CALLE PONIENTE"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-157	P-157	P-158	8 (0.2032)	0.16	0.61	P-157	622015.939	291340.051	103.57	1.4	102.17
T-152	P-152	P-153	8 (0.2032)	0.08	0.50	P-158	622051.667	291335.096	102.31	4.2	98.11
T-153	P-153	P-154	8 (0.2032)	0.08	0.50	P-152	622144.25	291312.295	104.64	1.4	103.24
T-154	P-154	P-155	8 (0.2032)	0.12	0.59	P-153	622133.577	291314.756	104.29	1.87	102.42
T-155	P-155	P-156	8 (0.2032)	3.88	1.59	P-154	622120.956	291319.753	103.79	2.4	101.39
T-156	P-156	P-158	8 (0.2032)	3.88	0.80	P-155	622093.928	291328.483	102.22	3.29	98.93
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-156	622088.129	291330.039	101.8	3.31	98.49
TP-156	P-156	P-158	8 (0.2032)	0.196	0.50						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

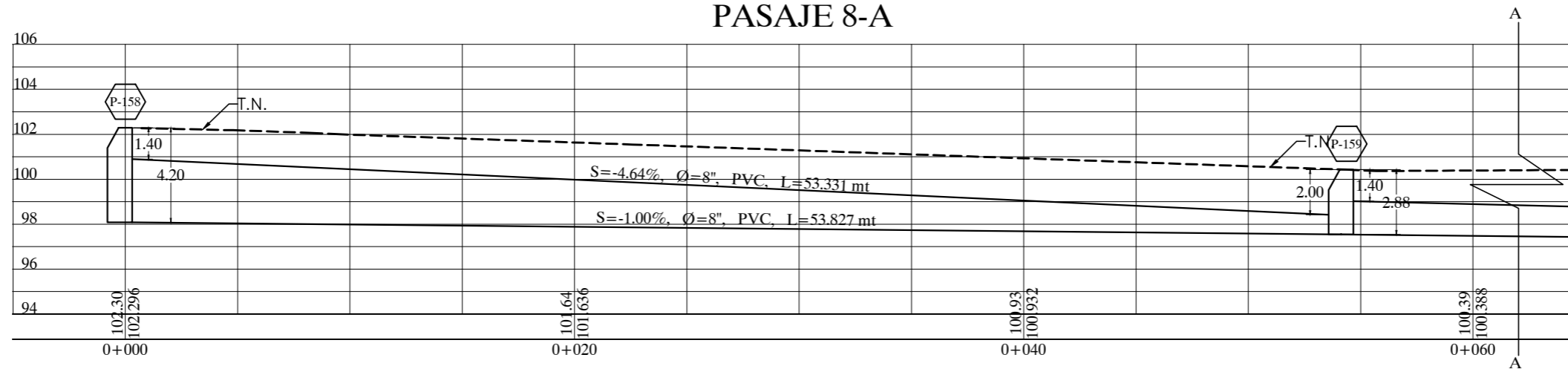
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
63/90

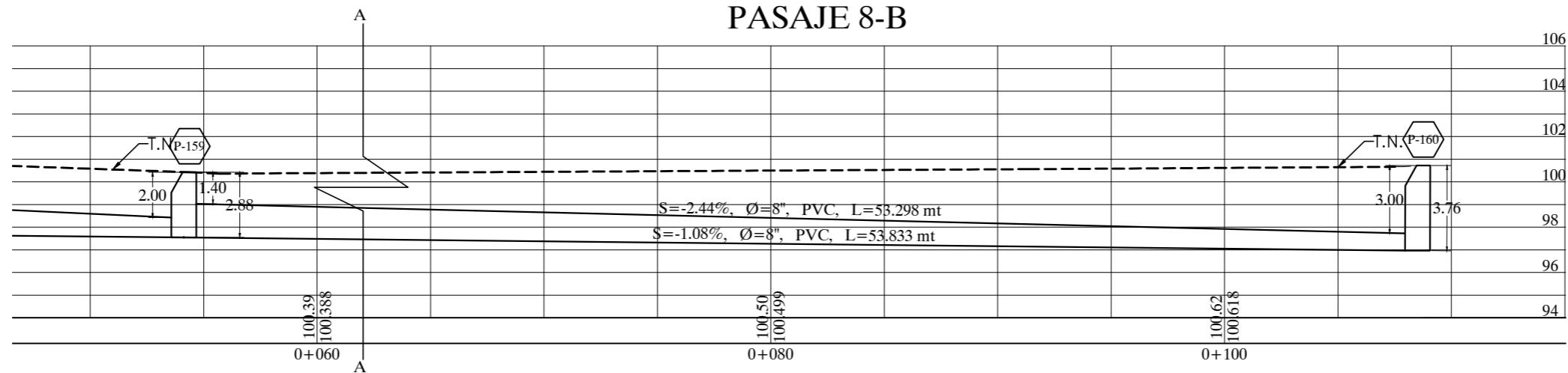




### PASAJE 8-A



### PASAJE 8-B



**PERFIL "PASAJE 8"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-158	P-158	P-159	8 (0.2032)	4.23	0.82	P-158	622051.667	291335.096	102.31	4.2	98.11
T-159	P-159	P-160	8 (0.2032)	4.27	0.84	P-159	622058.858	291388.991	100.43	2.88	97.55
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-160	622081.794	291438.306	100.72	3.76	96.96
TP-158	P-158	P-159	8 (0.2032)	0.243	0.59						
TP-159	P-159	P-160	8 (0.2032)	0.090	0.50						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

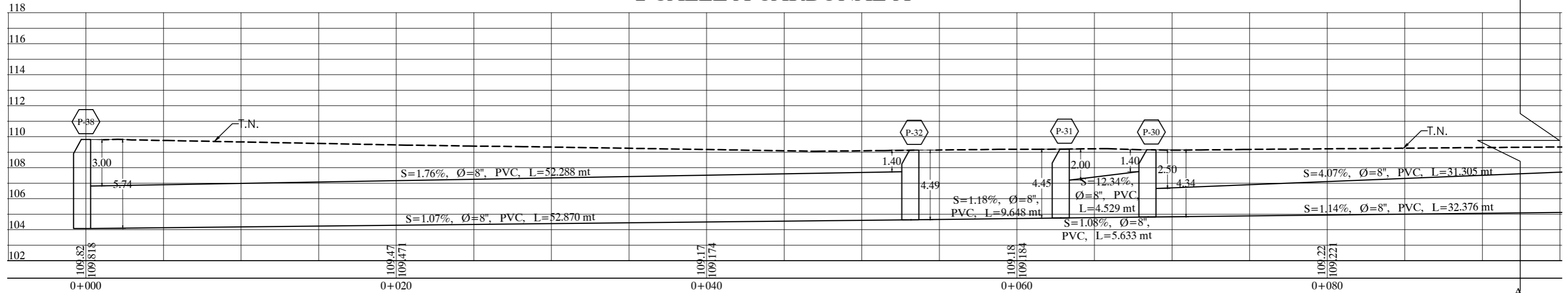
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

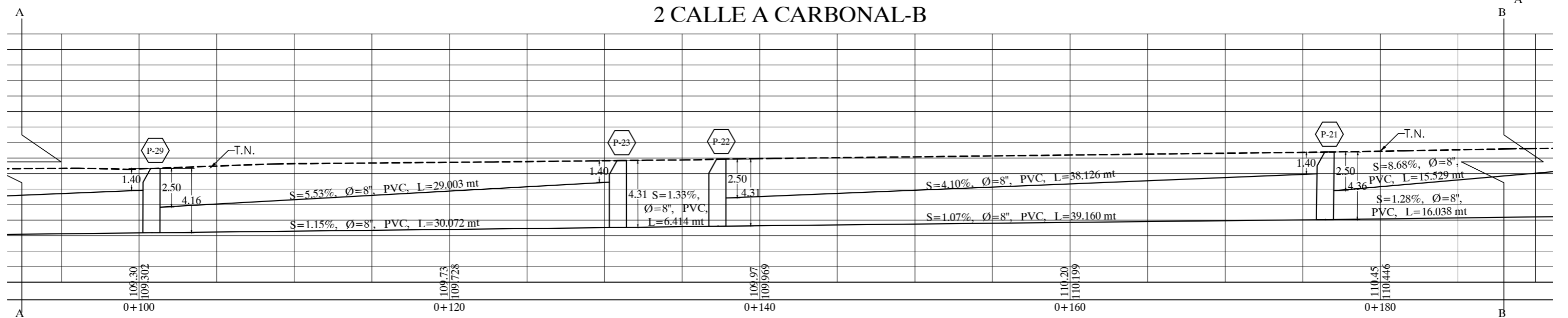
N° DE HOJA:  
64/90



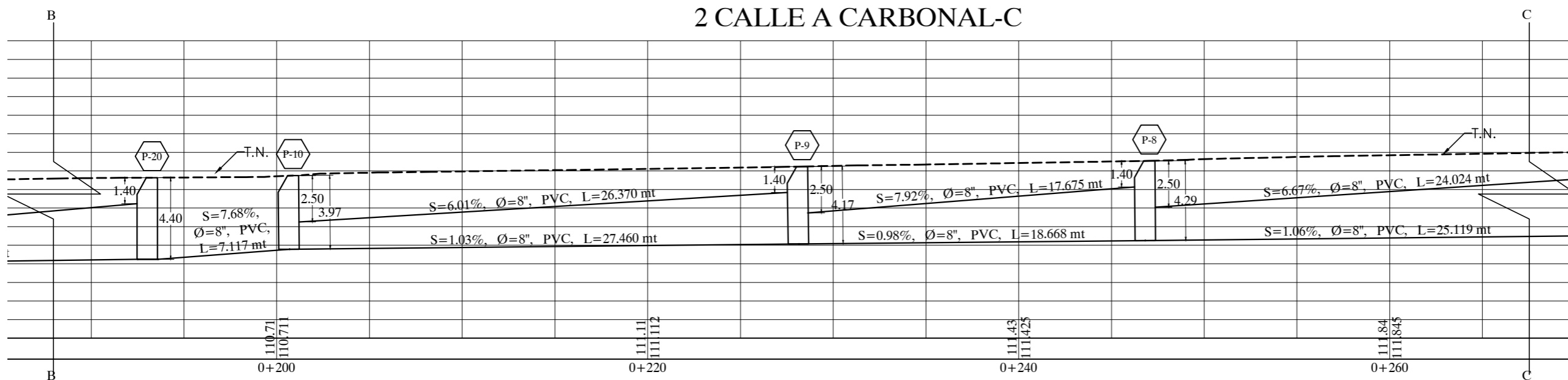
## 2 CALLE A CARBONAL-A



## 2 CALLE A CARBONAL-B



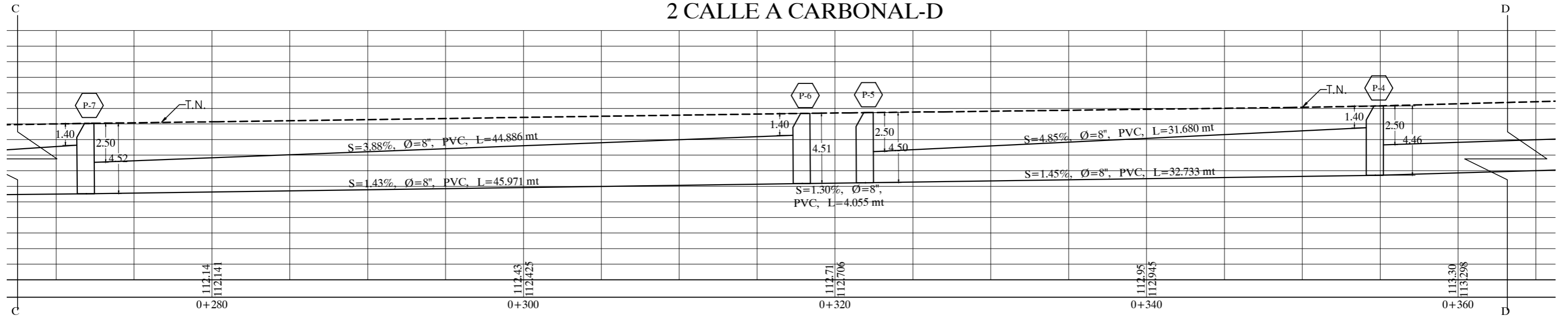
## 2 CALLE A CARBONAL-C



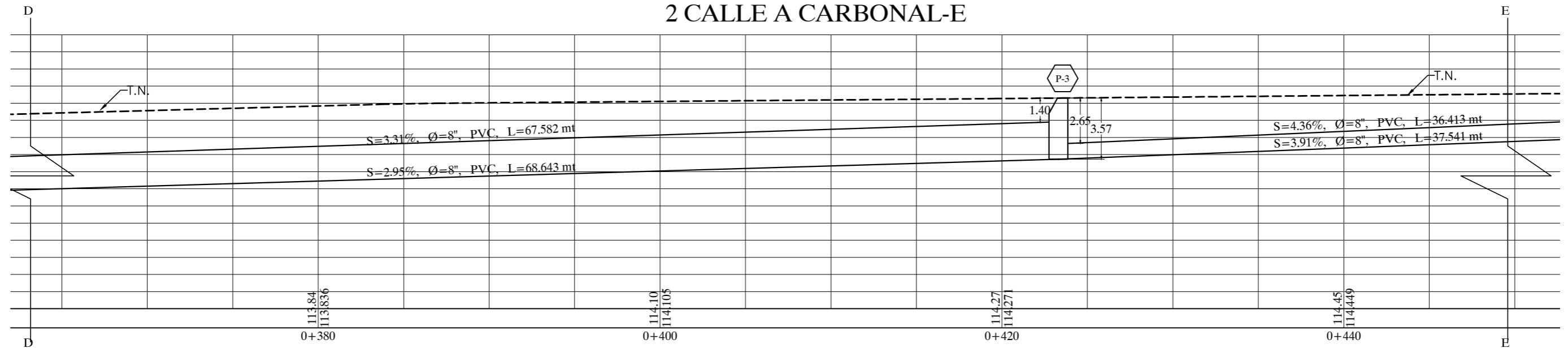
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALAS: HORIZONTAL: 1: 250 VERTICAL: 1: 250	
N° DE HOJA: 65/90	



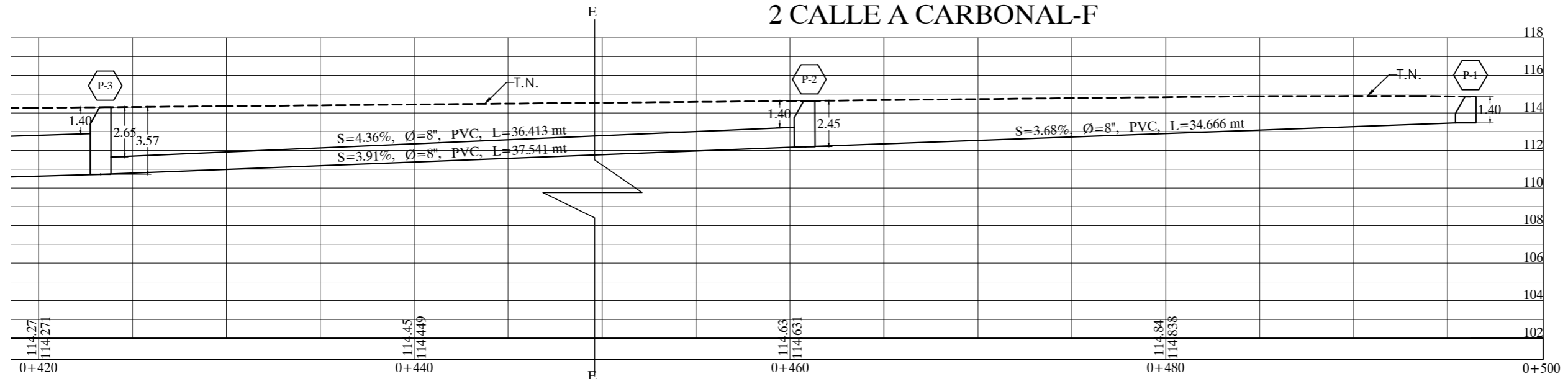
## 2 CALLE A CARBONAL-D



## 2 CALLE A CARBONAL-E



## 2 CALLE A CARBONAL-F



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
66/90

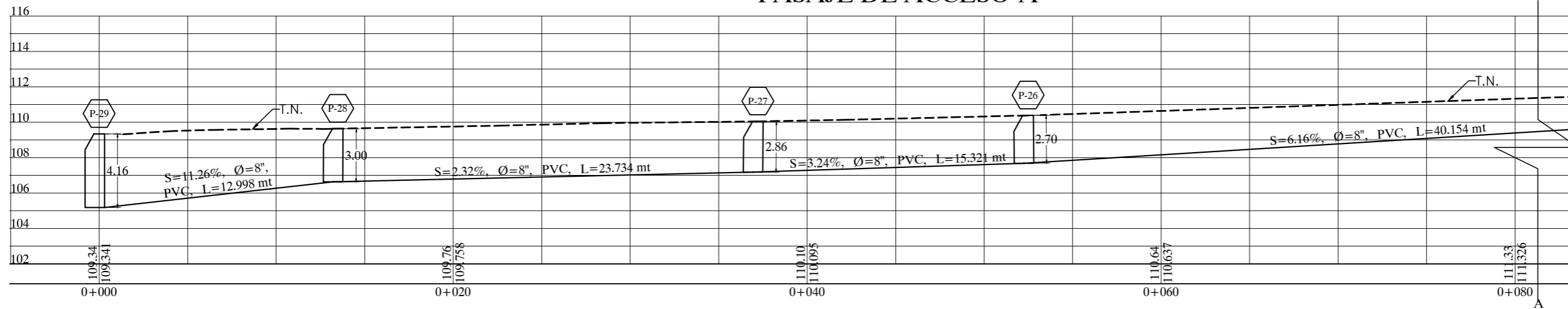


PERFIL "2da CALLE A CARBONAL"					
DATOS DE TUBERÍAS					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-1	P-1	P-2	8 (0.2032)	0.19	0.50
T-2	P-2	P-3	8 (0.2032)	0.19	0.51
T-3	P-3	P-4	8 (0.2032)	0.24	0.50
T-4	P-4	P-5	8 (0.2032)	0.57	0.50
T-5	P-5	P-6	8 (0.2032)	0.61	0.52
T-6	P-6	P-7	8 (0.2032)	0.61	0.51
T-7	P-7	P-8	8 (0.2032)	0.89	0.50
T-8	P-8	P-9	8 (0.2032)	1.12	0.54
T-9	P-9	P-10	8 (0.2032)	1.22	0.57
T-10	P-10	P-20	8 (0.2032)	1.34	1.14
T-20	P-20	P-21	8 (0.2032)	2.90	0.78
T-21	P-21	P-22	8 (0.2032)	2.95	0.74
T-22	P-22	P-23	8 (0.2032)	3.07	0.82
T-23	P-23	P-29	8 (0.2032)	3.07	0.78
T-29	P-29	P-30	8 (0.2032)	3.71	0.82
T-30	P-30	P-31	8 (0.2032)	3.87	0.81
T-31	P-31	P-32	8 (0.2032)	3.91	0.80
T-32	P-32	P-38	8 (0.2032)	3.91	0.81

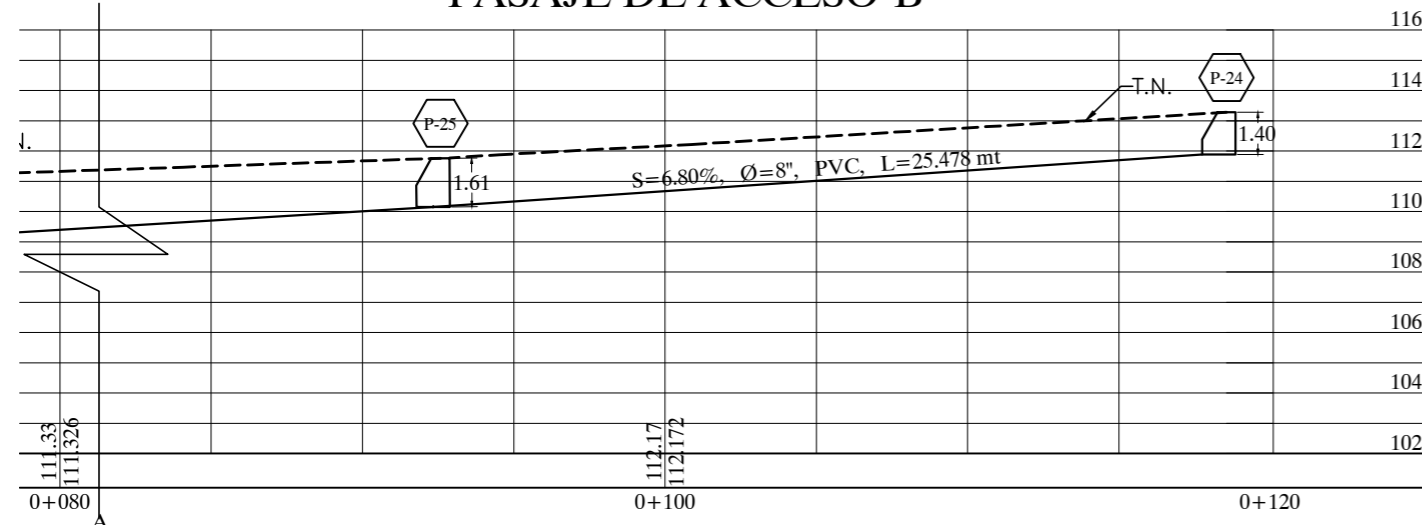
DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS					
TP-2	P-2	P-3	8 (0.2032)	0.049	0.50
TP-3	P-3	P-4	8 (0.2032)	0.326	0.57
TP-4	P-4	P-5	8 (0.2032)	0.042	0.50
TP-6	P-6	P-7	8 (0.2032)	0.277	0.57
TP-7	P-7	P-8	8 (0.2032)	0.230	0.65
TP-8	P-8	P-9	8 (0.2032)	0.101	0.54
TP-9	P-9	P-10	8 (0.2032)	0.121	0.52
TP-20	P-20	P-21	8 (0.2032)	0.054	0.50
TP-21	P-21	P-22	8 (0.2032)	0.115	0.50
TP-23	P-23	P-29	8 (0.2032)	0.120	0.50
TP-29	P-29	P-30	8 (0.2032)	0.157	0.50
TP-30	P-30	P-31	8 (0.2032)	0.036	0.50
TP-32	P-32	P-38	8 (0.2032)	0.074	0.50

DATOS DE POZO					
Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-1	621783.962	291306.248	114.87	1.4	113.47
P-2	621789.867	291271.555	114.64	2.45	112.19
P-3	621796.831	291234.695	114.3	3.57	110.73
P-4	621813.154	291168.085	113.16	4.46	108.7
P-5	621819.536	291135.921	112.73	4.5	108.23
P-6	621820.883	291132.126	112.68	4.51	108.17
P-7	621836.262	291088.779	112.04	4.52	107.52
P-8	621840.506	291064.054	111.54	4.29	107.25
P-9	621845.923	291046.139	111.24	4.17	107.07
P-10	621854.467	291020.062	110.75	3.97	106.78
P-20	621858.603	291013.678	110.64	4.4	106.24
P-21	621868.43	291000.35	110.39	4.36	106.03
P-22	621890.462	290967.928	109.93	4.31	105.62
P-23	621895.44	290963.882	109.84	4.31	105.53
P-29	621912.802	290939.416	109.34	4.16	105.18
P-30	621931.814	290913.134	109.15	4.34	104.81
P-31	621933.745	290907.883	109.2	4.45	104.75
P-32	621936.248	290898.52	109.14	4.49	104.65
P-38	621938.311	290845.181	109.82	5.74	104.08

### PASAJE DE ACCESO-A



### PASAJE DE ACCESO-B



PERFIL "PASAJE DE ACCESO"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-24	P-24	P-25	8 (0.2032)	0.11	0.52	P-24	622031.099	290938.762	113.28	1.4	111.88
T-25	P-25	P-26	8 (0.2032)	0.11	0.50	P-25	622005.204	290940.794	111.76	1.61	110.15
T-26	P-26	P-27	8 (0.2032)	0.25	0.51	P-26	621965.152	290942.67	110.38	2.7	107.68
T-27	P-27	P-28	8 (0.2032)	0.35	0.51	P-27	621950.166	290939.754	110.05	2.86	107.19
T-28	P-28	P-29	8 (0.2032)	0.52	0.98	P-28	621926.423	290939.864	109.63	3	106.63
						P-29	621912.802	290939.416	109.34	4.16	105.18

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

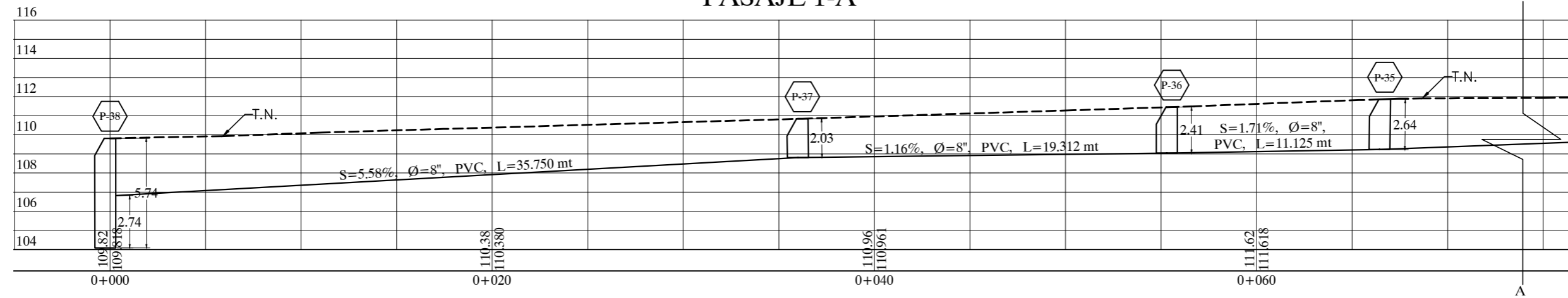
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

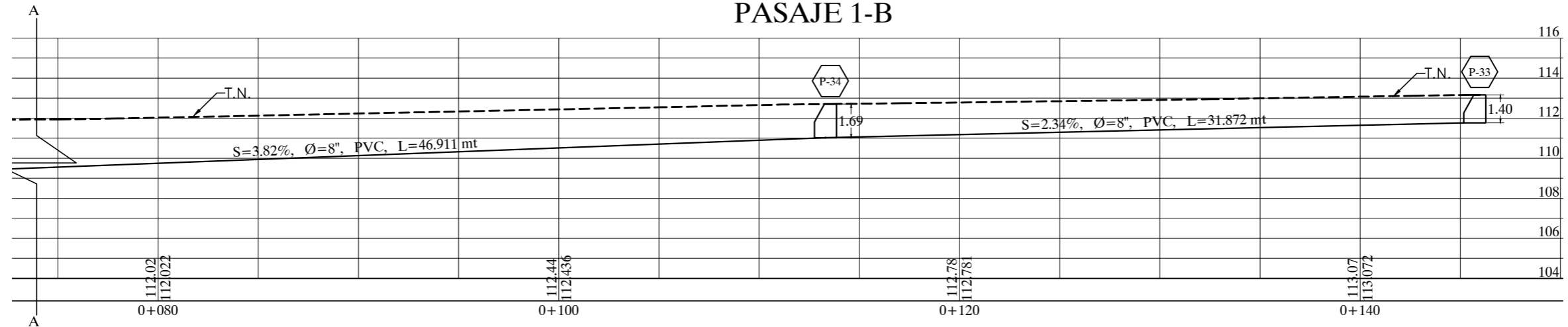
N° DE HOJA:  
67/90



### PASAJE 1-A



### PASAJE 1-B



PERFIL "PASAJE 1"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-33	P-33	P-34	8 (0.2032)	2.23	0.90	P-33	622076.663	290799.93	113.16	1.4	111.76
T-34	P-34	P-35	8 (0.2032)	2.23	1.07	P-34	622046.708	290812.312	112.71	1.69	111.02
T-35	P-35	P-36	8 (0.2032)	2.33	0.82	P-35	622003.02	290829.233	111.87	2.64	109.23
T-36	P-36	P-37	8 (0.2032)	2.33	0.72	P-36	621992.427	290832.713	111.45	2.41	109.04
T-37	P-37	P-38	8 (0.2032)	2.36	1.15	P-37	621973.782	290837.81	110.84	2.03	108.81
						P-38	621938.311	290845.181	109.82	5.74	104.08

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

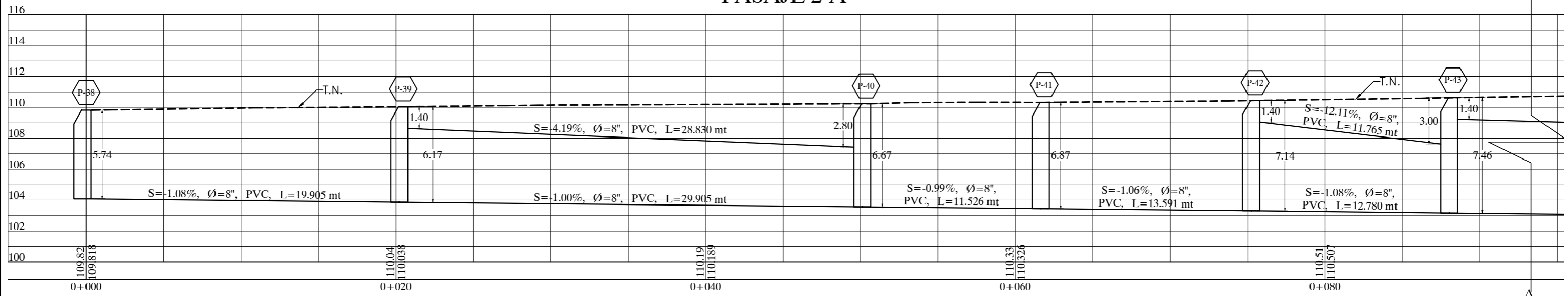
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

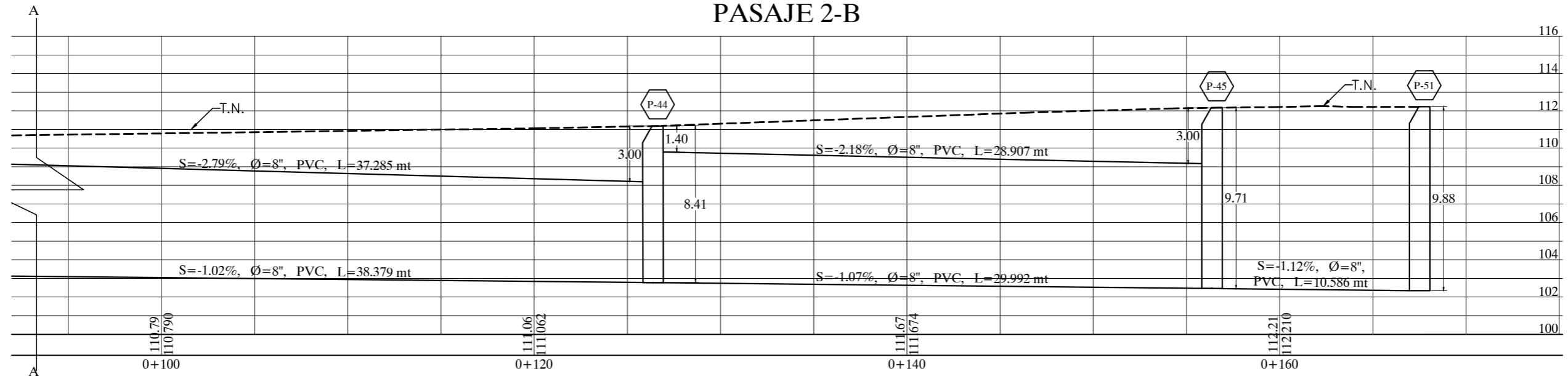
N° DE HOJA:  
68/90



## PASAJE 2-A



## PASAJE 2-B



### PERFIL "PASAJE 2"

#### DATOS DE TUBERÍAS

Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)
T-38	P-38	P-39	8 (0.2032)	6.39	0.92
T-39	P-39	P-40	8 (0.2032)	6.39	0.91
T-40	P-40	P-41	8 (0.2032)	6.43	0.93
T-41	P-41	P-42	8 (0.2032)	6.43	0.92
T-42	P-42	P-43	8 (0.2032)	6.43	0.94
T-43	P-43	P-44	8 (0.2032)	6.49	0.92
T-44	P-44	P-45	8 (0.2032)	6.59	0.94
T-45	P-45	P-51	8 (0.2032)	6.67	0.95

#### DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS

TP	P	P	Ø (m)	S	L (m)
TP-39	P-39	P-40	8 (0.2032)	0.043	0.50
TP-42	P-42	P-43	8 (0.2032)	0.055	0.52
TP-43	P-43	P-44	8 (0.2032)	0.108	0.50
TP-44	P-44	P-45	8 (0.2032)	0.078	0.50

#### DATOS DE POZO

Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
P-38	621938.311	290845.181	109.82	5.74	104.08
P-39	621942.385	290825.131	110.04	6.17	103.87
P-40	621955.661	290798.306	110.24	6.67	103.57
P-41	621962.444	290789.034	110.32	6.87	103.45
P-42	621972.705	290780.027	110.45	7.14	103.31
P-43	621984.421	290775.045	110.63	7.46	103.17
P-44	622021.295	290764.333	111.19	8.41	102.78
P-45	622049.753	290754.839	112.17	9.71	102.46
P-51	622059.014	290748.654	112.22	9.88	102.34

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

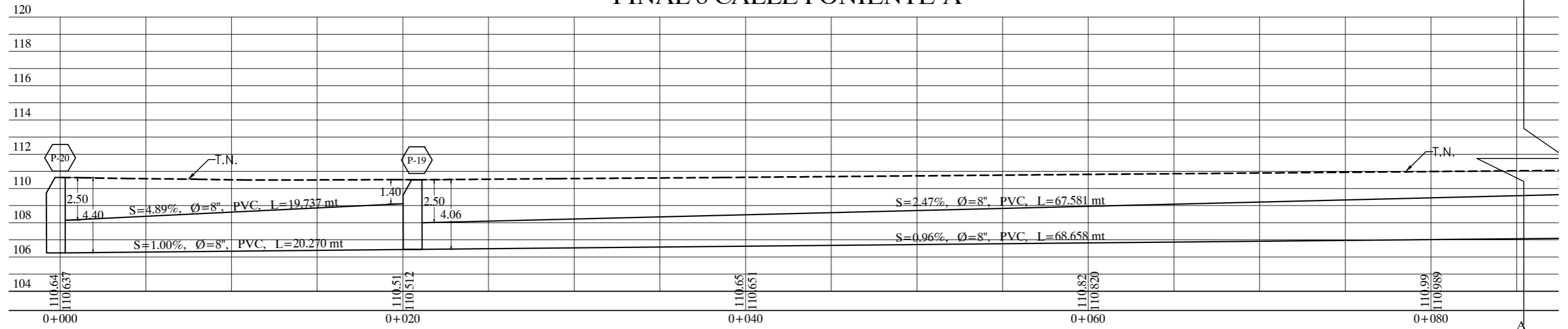
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

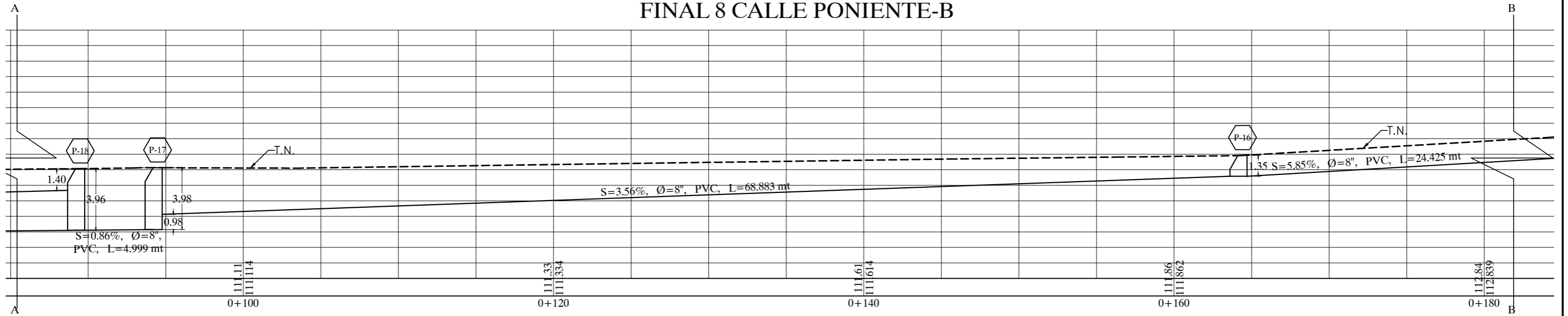
N° DE HOJA:  
69/90



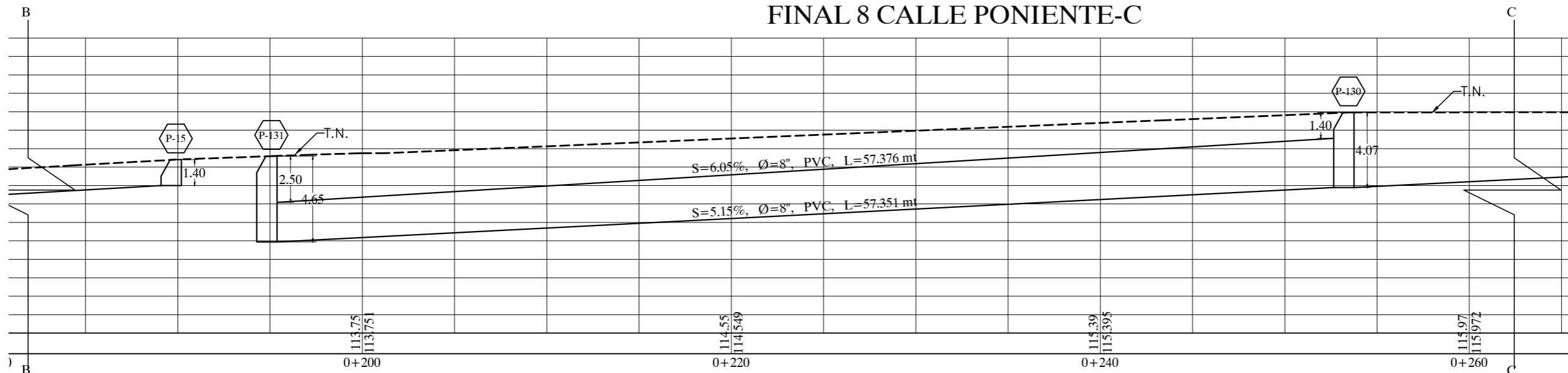
### FINAL 8 CALLE PONIENTE-A



### FINAL 8 CALLE PONIENTE-B



### FINAL 8 CALLE PONIENTE-C



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN


CONTENIDO:  
 PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

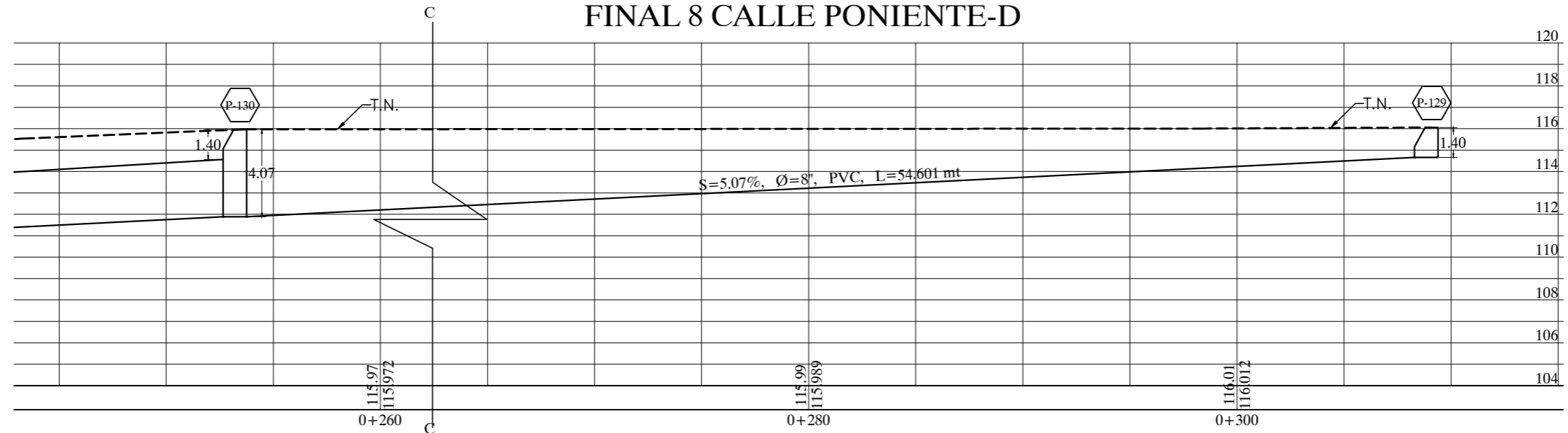
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
 HORIZONTAL: 1: 250  
 VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
 70/90



### FINAL 8 CALLE PONIENTE-D



### PERFIL "FINAL 8va CALLE PONIENTE"

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Díámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-15	P-15	P-16	8 (0.2032)	0.18	0.57	P-15	622046.925	290989.5	113.4	1.4	112
T-16	P-16	P-17	8 (0.2032)	0.18	0.50	P-16	622021.82	290993.706	111.93	1.35	110.58
T-17	P-17	P-18	8 (0.2032)	1.22	0.52	P-17	621952.453	291002.861	111.13	3.98	107.15
T-18	P-18	P-19	8 (0.2032)	1.22	0.55	P-18	621947.502	291003.514	111.07	3.96	107.11
T-19	P-19	P-20	8 (0.2032)	1.52	0.60	P-19	621879.282	291011.314	110.51	4.06	106.45
T-129	P-129	P-130	8 (0.2032)	0.14	0.50	P-20	621858.603	291013.678	110.64	4.4	106.24
T-130	P-130	P-131	8 (0.2032)	0.14	0.50	P-129	622165.098	290974.024	116.05	1.4	114.65
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-130	622109.944	290981.404	115.96	4.07	111.89
TP-18	P-18	P-19	8 (0.2032)	0.305	0.50	P-131	622052.103	290989.251	113.59	4.65	108.94
TP-19	P-19	P-20	8 (0.2032)	0.040	0.34						
TP-130	P-130	P-131	8 (0.2032)	0.089	0.47						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

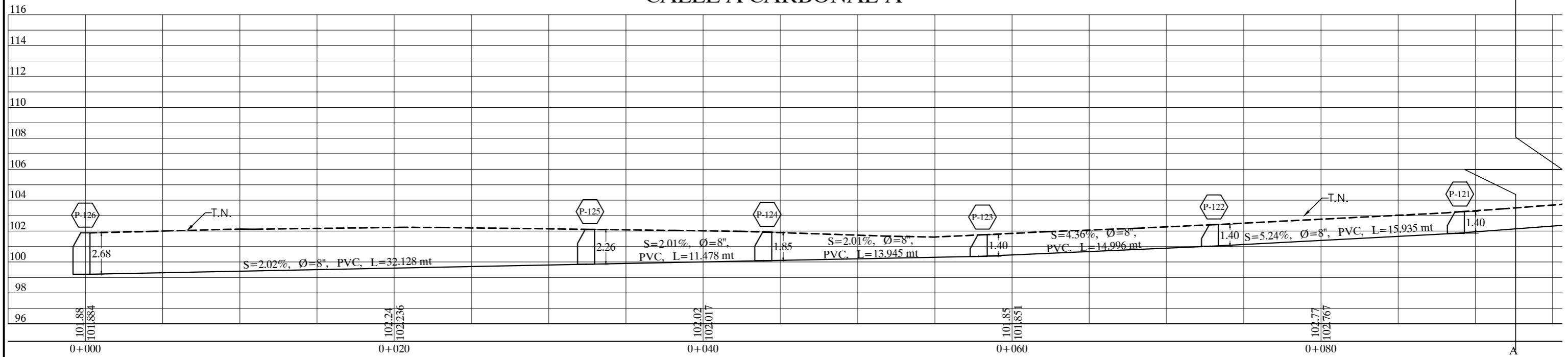
ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
71/90

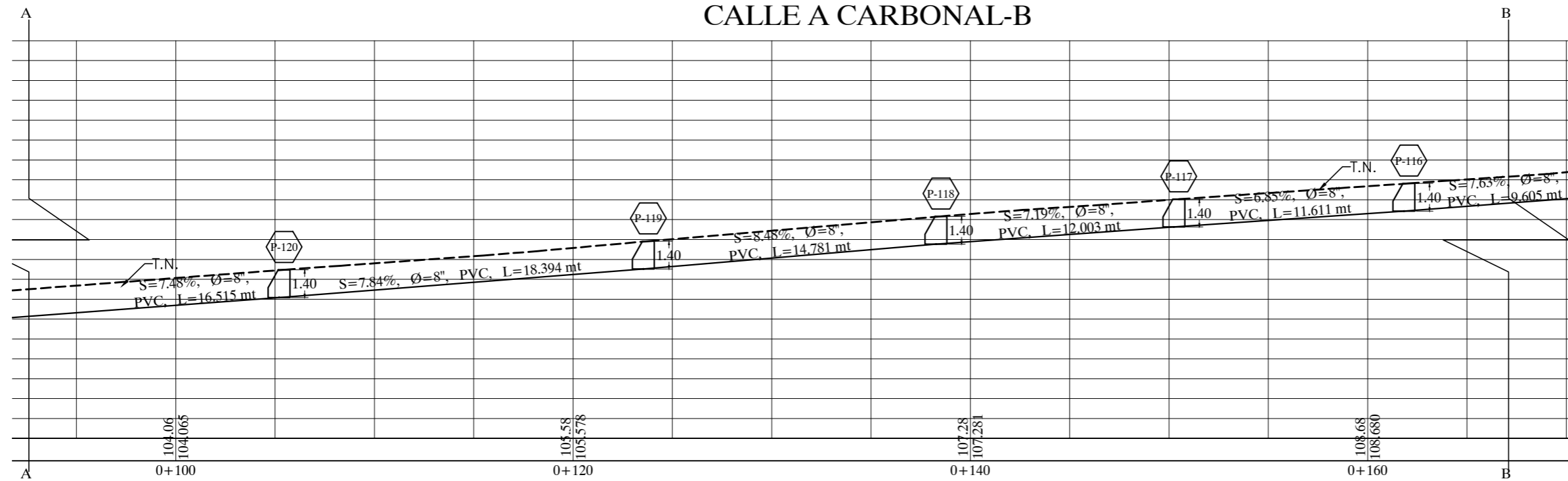




### CALLE A CARBONAL-A



### CALLE A CARBONAL-B



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
 PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN


CONTENIDO:  
 PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
 ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
 LAZO REYES, ERICK LEONEL  
 VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

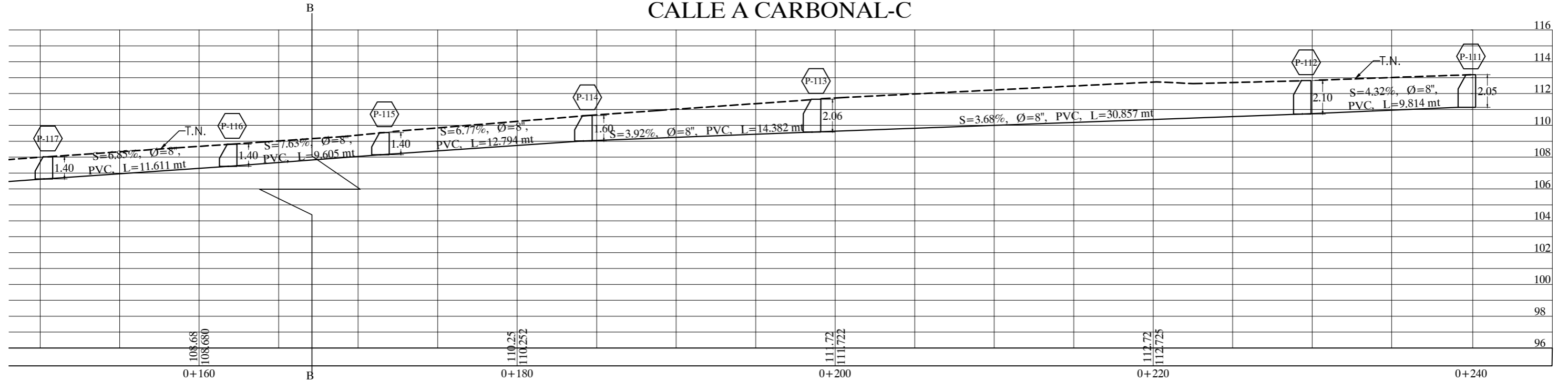
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
 HORIZONTAL: 1: 250  
 VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
 72/90



## CALLE A CARBONAL-C



**PERFIL "CALLE A CARBONAL"**

DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-111	P-111	P-112	8 (0.2032)	0.19	0.52	P-111	621816.653	291350.157	113.19	2.05	111.14
T-112	P-112	P-113	8 (0.2032)	0.19	0.51	P-112	621825.033	291356.24	112.82	2.1	110.72
T-113	P-113	P-114	8 (0.2032)	0.19	0.52	P-113	621845.8	291379.024	111.64	2.06	109.58
T-114	P-114	P-115	8 (0.2032)	0.24	0.66	P-114	621857.708	291387.082	110.61	1.6	109.01
T-115	P-115	P-116	8 (0.2032)	0.24	0.69	P-115	621869.344	291392.33	109.55	1.4	108.15
T-116	P-116	P-117	8 (0.2032)	0.24	0.67	P-116	621876.956	291398.142	108.82	1.4	107.42
T-117	P-117	P-118	8 (0.2032)	0.28	0.71	P-117	621884.212	291407.172	108.03	1.4	106.63
T-118	P-118	P-119	8 (0.2032)	0.32	0.79	P-118	621890.81	291417.161	107.17	1.4	105.77
T-119	P-119	P-120	8 (0.2032)	0.36	0.79	P-119	621900.473	291428.276	105.92	1.4	104.52
T-120	P-120	P-121	8 (0.2032)	0.40	0.80	P-120	621913.994	291440.665	104.48	1.4	103.08
T-121	P-121	P-122	8 (0.2032)	0.44	0.72	P-121	621927.228	291450.466	103.25	1.4	101.85
T-122	P-122	P-123	8 (0.2032)	0.52	0.72	P-122	621941.627	291457.242	102.41	1.4	101.01
T-123	P-123	P-124	8 (0.2032)	0.52	0.55	P-123	621955.943	291461.66	101.76	1.4	100.36
T-124	P-124	P-125	8 (0.2032)	0.60	0.57	P-124	621969.653	291464.192	101.93	1.85	100.08
T-125	P-125	P-126	8 (0.2032)	0.60	0.57	P-125	621981.102	291465.007	102.11	2.26	99.85
						P-126	622013.759	290416.759	101.88	2.68	99.2

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

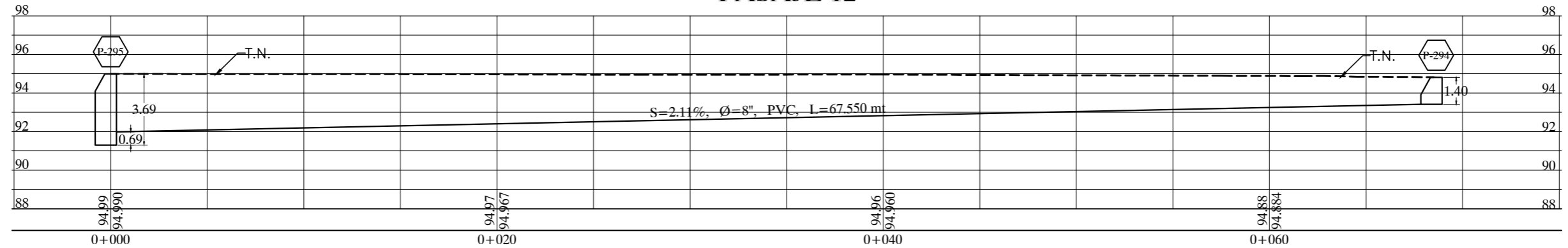
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
73/90

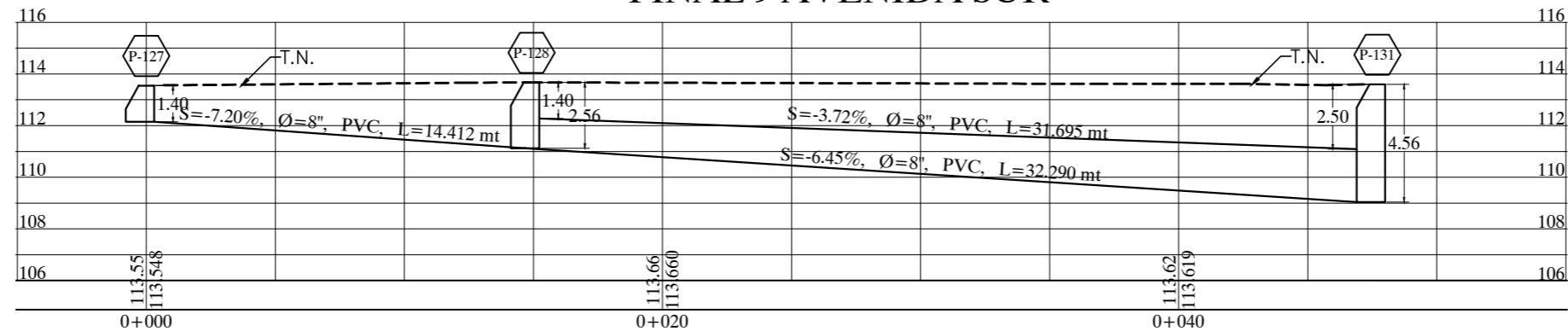


## PASAJE 12



PERFIL "PASAJE 12"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-294	P-294	P-295	8 (0.2032)	0.34	0.51	P-294	622449.826	291031.058	94.82	1.4	93.42
						P-295	622386.66	291057.906	94.82	3.69	91.13

## FINAL 9 AVENIDA SUR



PERFIL "FINAL 9na AVENIDA SUR"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-127	P-127	P-128	8 (0.2032)	0.12	0.54	P-127	622039.024	290943.439	113.55	1.4	112.15
T-128	P-128	P-131	8 (0.2032)	0.12	0.53	P-128	622042.082	290958.048	113.67	2.56	111.11
<b>DATOS DE TUBERÍAS PARALELAS</b>						P-131	622052.103	290989.251	113.59	4.65	108.94
TP-128	P-128	P-131	8 (0.2032)	0.044	0.50						

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

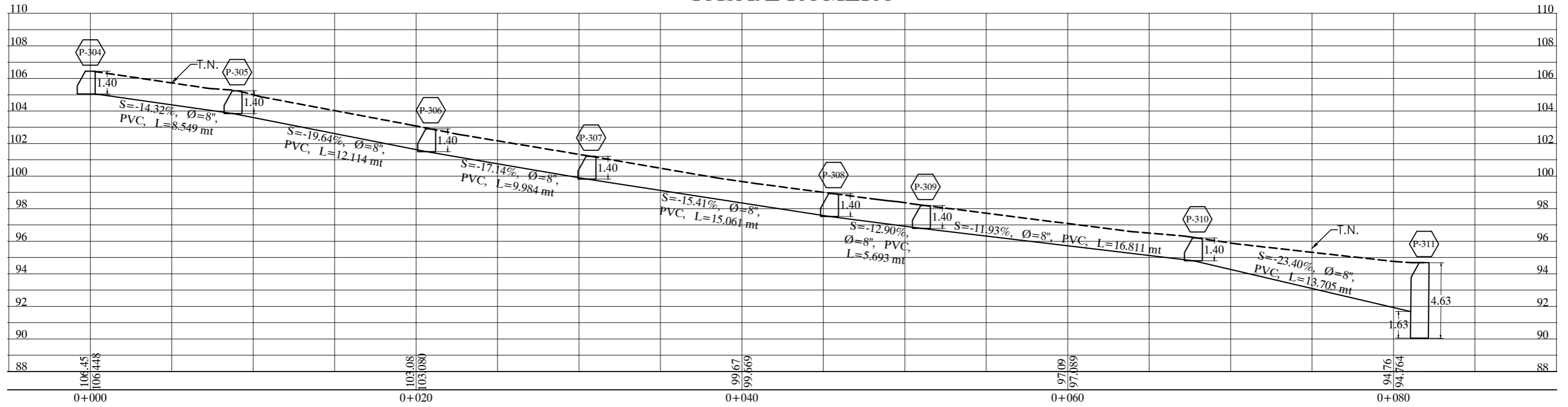
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

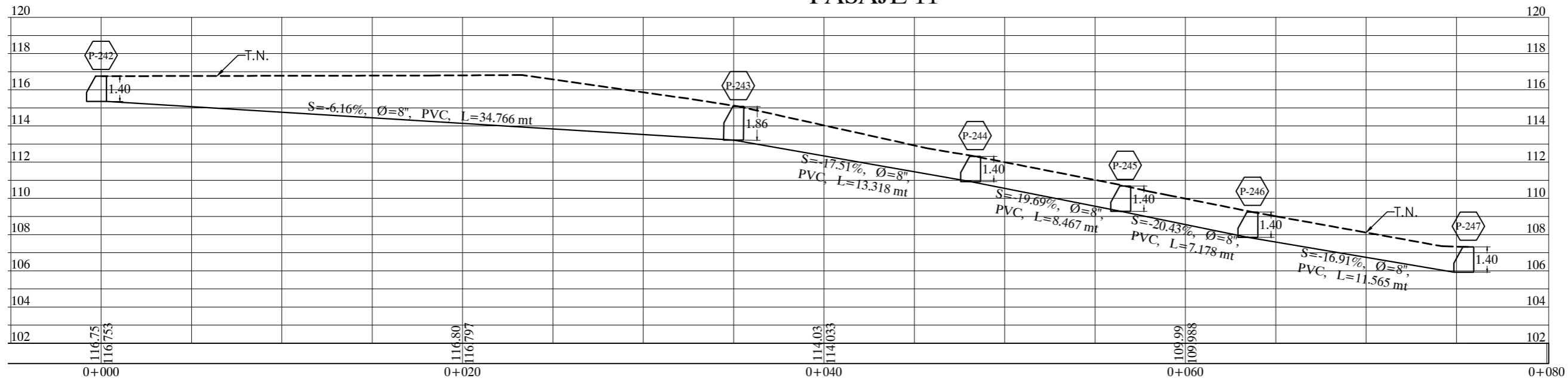
N° DE HOJA:  
74/90



## PASAJE ROMERO



## PASAJE 11



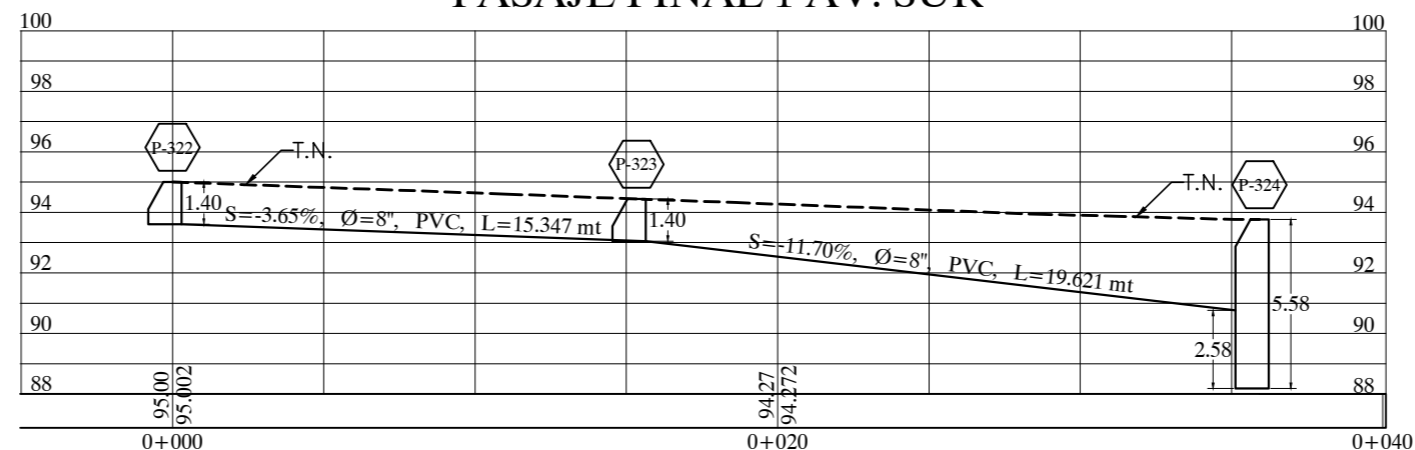
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALAS: HORIZONTAL: 1: 250 VERTICAL: 1: 250	
N° DE HOJA: 75/90	

PERFIL "PASAJE ROMERO"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-304	P-304	P-305	8 (0.2032)	0.08	0.61	P-304	622262.496	290988.369	106.45	1.4	105.05
T-305	P-305	P-306	8 (0.2032)	0.08	0.69	P-305	622270.577	290992.357	105.23	1.4	103.83
T-306	P-306	P-307	8 (0.2032)	0.08	0.66	P-306	622281.673	290996.622	102.9	1.4	101.5
T-307	P-307	P-308	8 (0.2032)	0.08	0.64	P-307	622290.529	291000.924	101.22	1.4	99.82
T-308	P-308	P-309	8 (0.2032)	0.12	0.68	P-308	622302.516	291009.74	98.92	1.4	97.52
T-309	P-309	P-310	8 (0.2032)	0.12	0.66	P-309	622307.937	291011.317	98.19	1.4	96.79
T-310	P-310	P-311	8 (0.2032)	0.19	0.94	P-310	622324.592	291012.438	96.2	1.4	94.8
						P-311	622338.506	291012.383	94.68	4.63	90.05

PERFIL "PASAJE 11"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-242	P-242	P-243	8 (0.2032)	0.11	0.50	P-242	622182.153	291014.434	116.75	1.4	115.35
T-243	P-243	P-244	8 (0.2032)	0.11	0.74	P-243	622217.288	291011.417	115.08	1.86	113.22
T-244	P-244	P-245	8 (0.2032)	0.11	0.77	P-244	622230.276	291009.68	112.32	1.4	110.92
T-245	P-245	P-246	8 (0.2032)	0.11	0.78	P-245	622238.107	291006.906	110.68	1.4	109.28
T-246	P-246	P-247	8 (0.2032)	0.11	0.72	P-246	622243.795	291002.77	109.25	1.4	107.85
						P-247	622250.317	290992.752	107.32	1.4	105.92

PERFIL "PASAJE FINAL 1ra AVENIDA SUR"											
DATOS DE TUBERÍAS						DATOS DE POZO					
Tubería	Pozo de entrada	Pozo de salida	Diámetro (pulg) (m)	Caudal acumulado (L/s)	Velocidad (m/s)	Número de pozo	Coordenada X	Coordenada Y	Cota de tapadera (m)	Profundidad (m)	Cota de fondo (m)
T-322	P-322	P-323	8 (0.2032)	0.24	0.53	P-322	622271.289	290858.356	95	1.4	93.6
T-323	P-323	P-324	8 (0.2032)	0.24	0.79	P-323	622284.138	290849.982	94.44	1.4	93.04
						P-324	622302.237	290840.168	93.76	5.58	88.18

### PASAJE FINAL 1 AV. SUR



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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PERFIL DE POZOS Y TUBERIAS DE RED SECUNDARIA

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

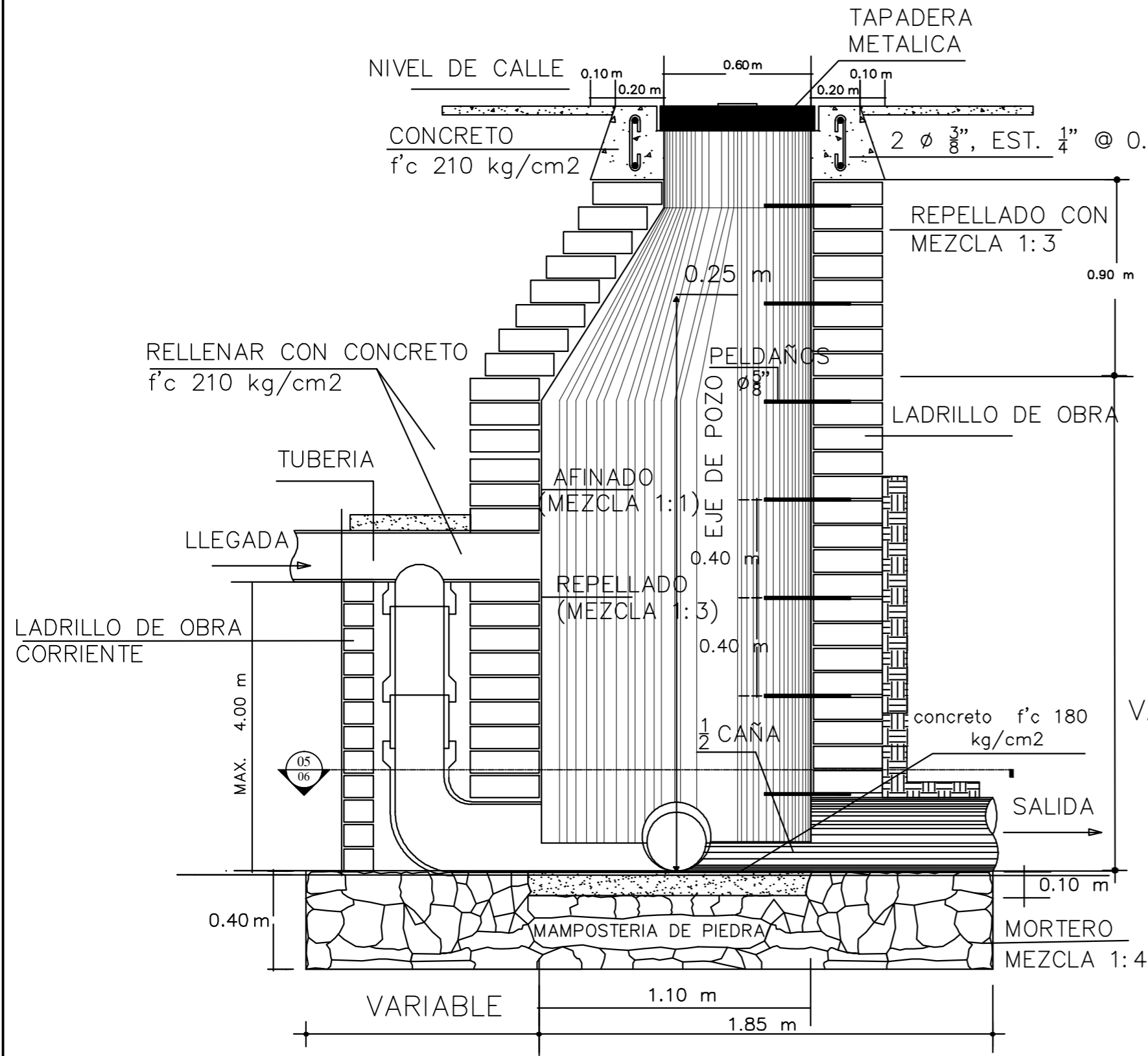
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALAS:  
HORIZONTAL: 1: 250  
VERTICAL: 1: 250

N° DE HOJA:  
76/90



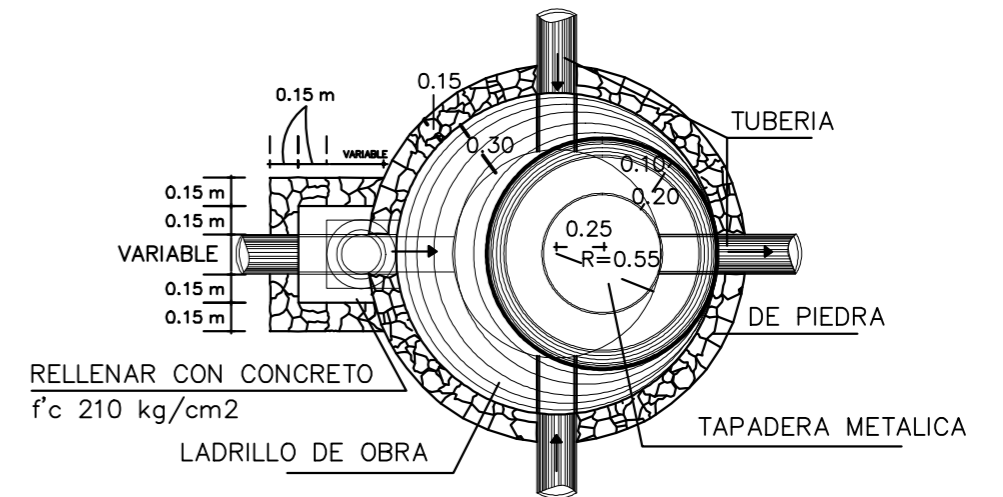




04 POZO CON CAJA DE SOSTEN Y SIN REFUERZO

ESCALA: 1:20

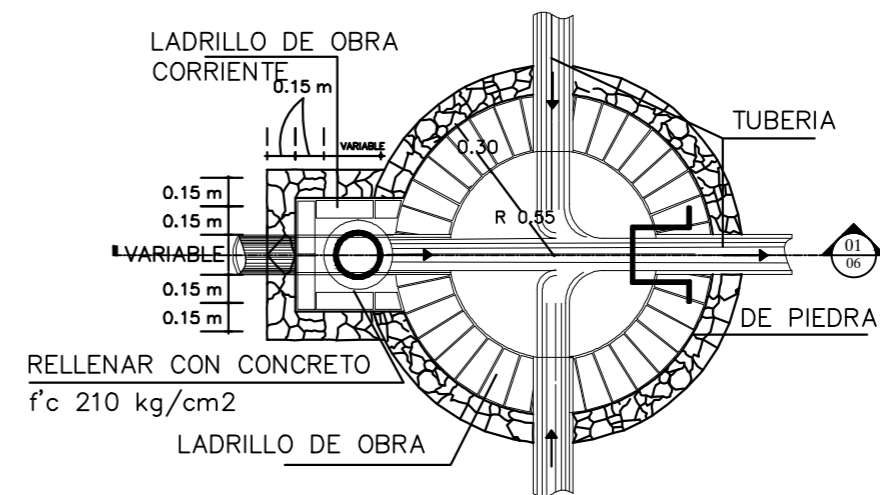
PLANTA Y FONDO DE POZO DE VISITA  
CON CAJA DE SOSTEN Y SIN REFUERZO



06 VISTA EN PLANTA DE POZO

ESCALA: 1:25

VARIABLE



05 VISTA EN PLANTA DE FONDO DE POZO

ESCALA: 1:25

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
POZO CON CAJA DE SOSTÉN Y SIN REFUERZO.

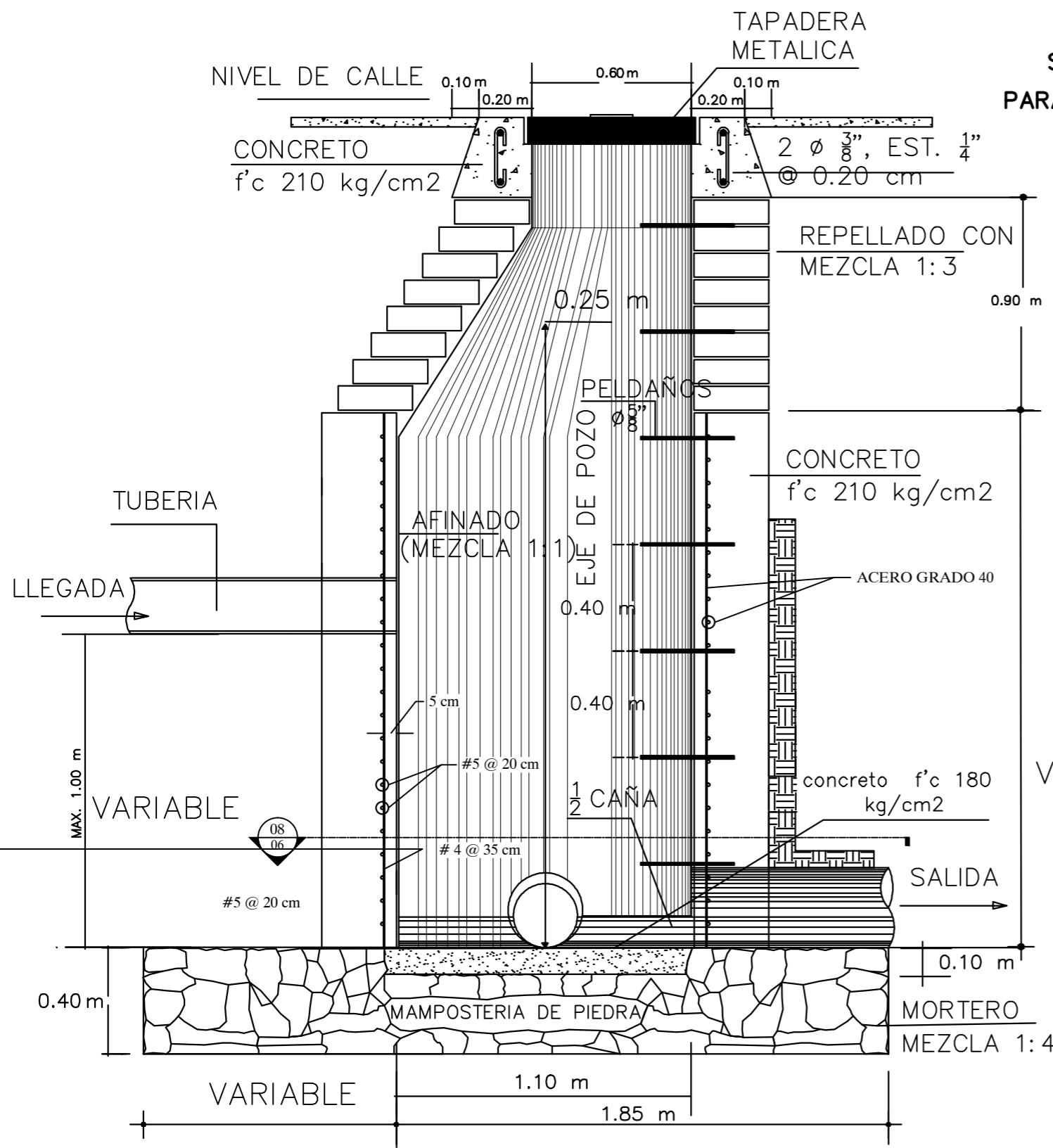
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA: INDICADAS

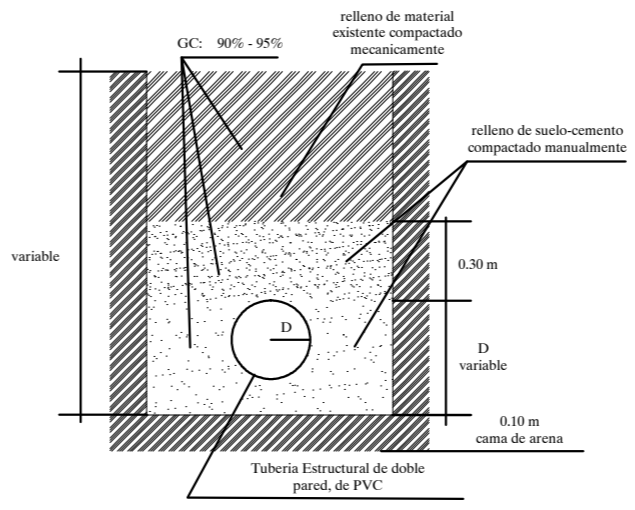
N° DE HOJA:  
78/90



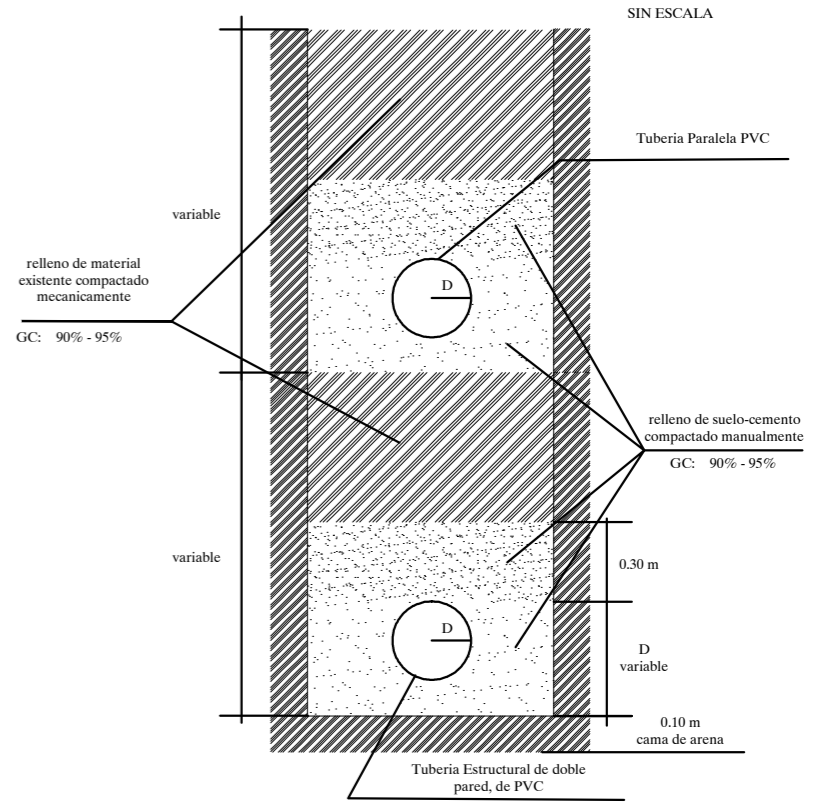


**07 POZO CON REFUERZO**  
 ESCALA: 1:20

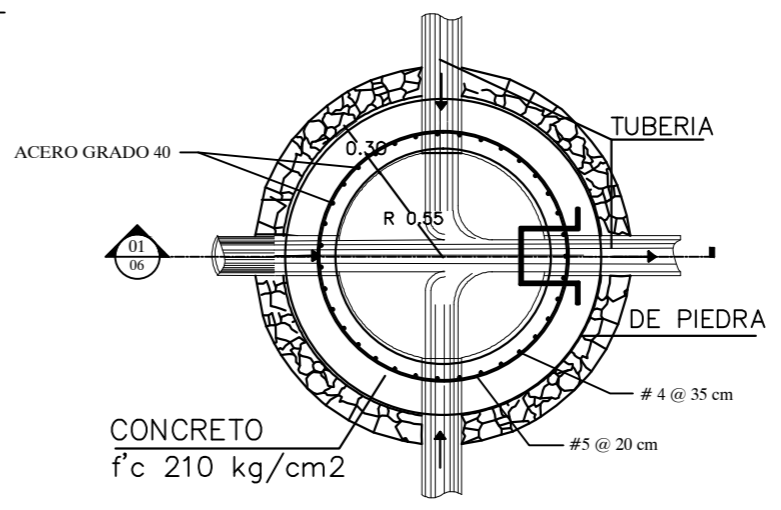
**SECCION DE RRELLENO DE TUBERIAS PARA TUBERIAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS**  
 SIN ESCALA



**SECCION DE RRELLENO DE TUBERIAS PARA TUBERIAS PARALELAS**  
 SIN ESCALA



**FONDO DE POZO DE VISITA CON REFUERZO**



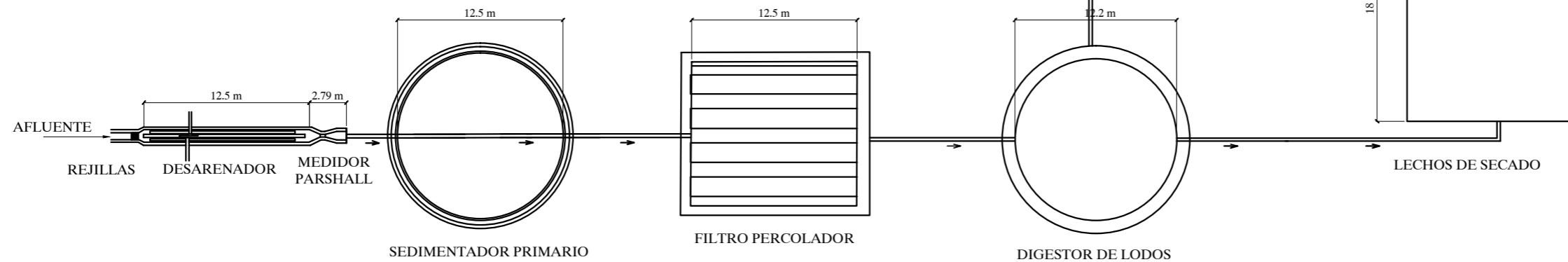
**08 VISTA EN PLANTA DE FONDO DE POZO**  
 ESCALA: 1:25

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: POZO CON REFUERZO.	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALA: INDICADAS	
N° DE HOJA: 79/90	

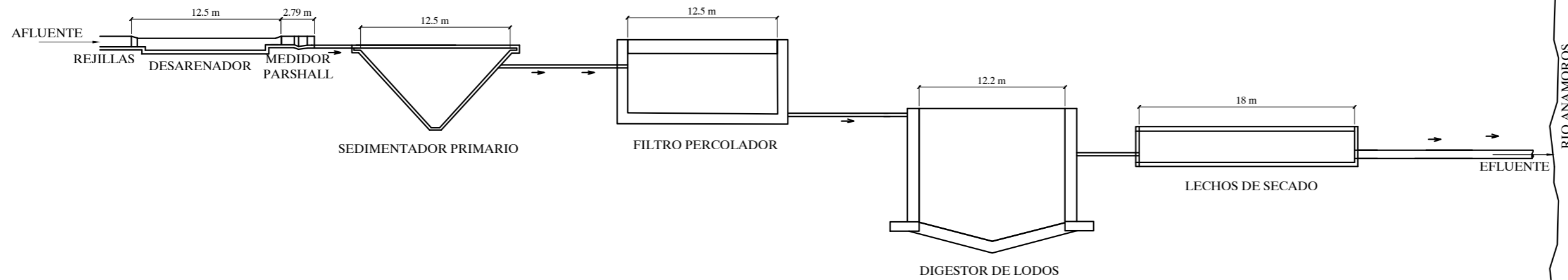


RIO ANAMOROS

VISTA GENERAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
ESCALA: 1:400



SECCION GENERAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
ESCALA: 1:400



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

TITULO DE LA INVESTIGACION:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMOROS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
VISTA Y SECCIÓN GENERAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

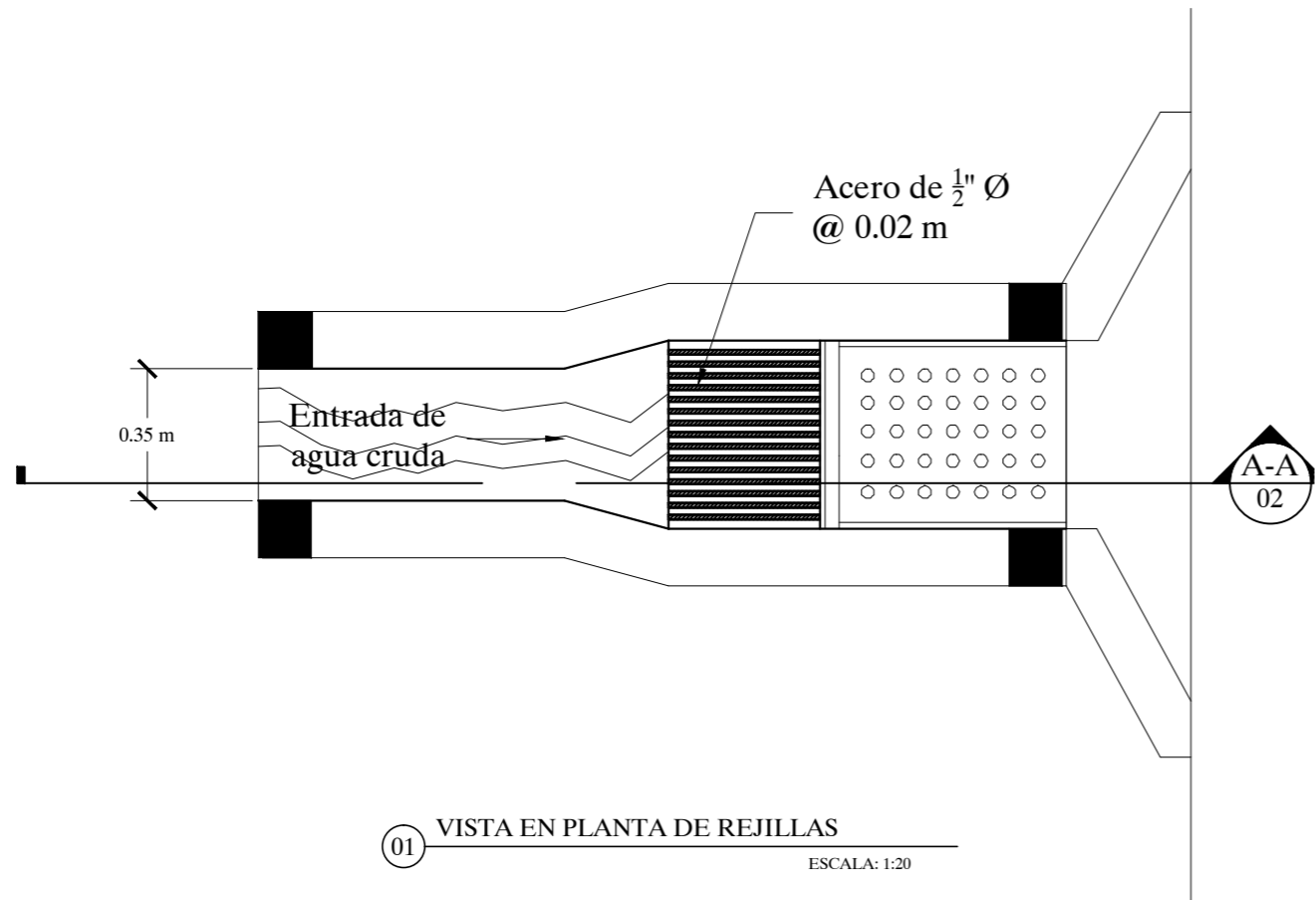
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

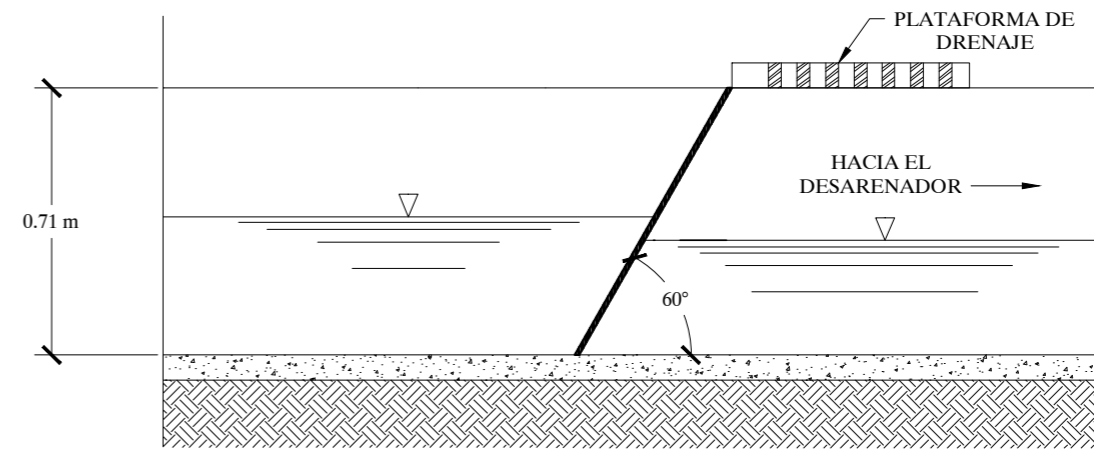
ESCALA: 1:400

N° DE HOJA: 80/90

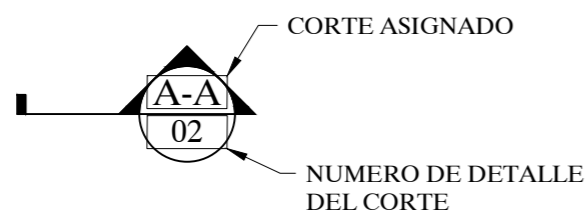




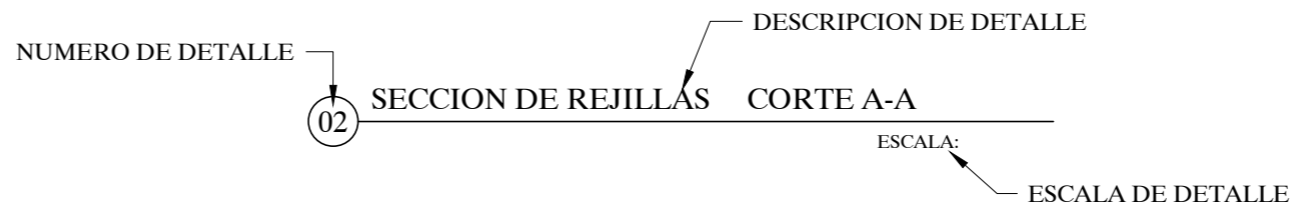
01 VISTA EN PLANTA DE REJILLAS  
ESCALA: 1:20



02 SECCION DE REJILLAS CORTE A-A  
ESCALA: 1:20

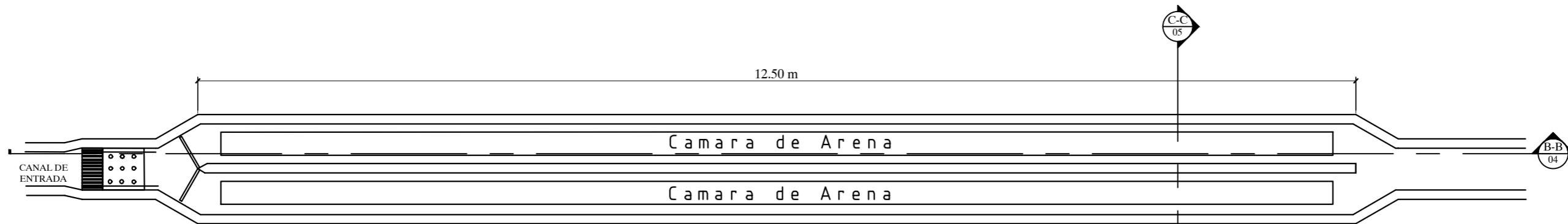


ESQUEMA DE CORTE

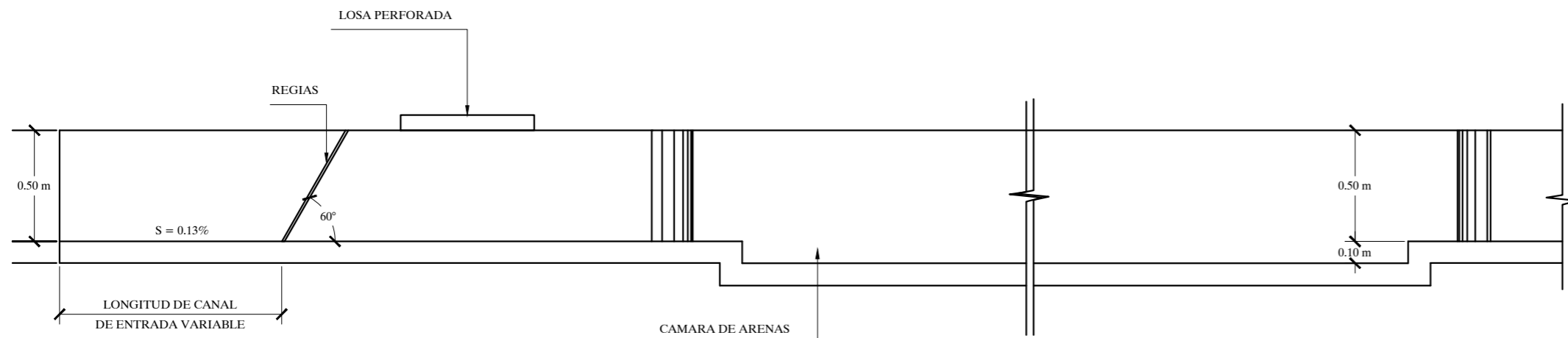


ESQUEMA DE MEMBRETADO

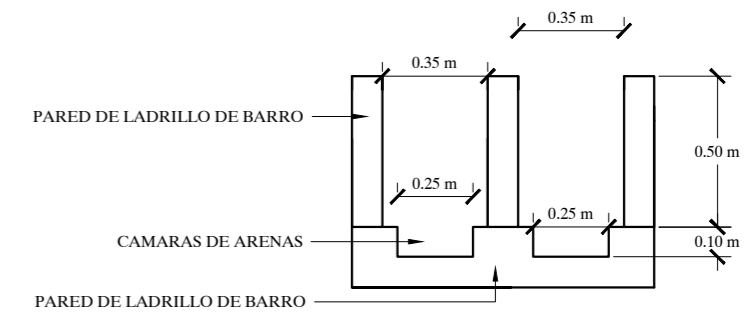
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: REJILLAS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALA: INDICADAS	
N° DE HOJA: 81/90	



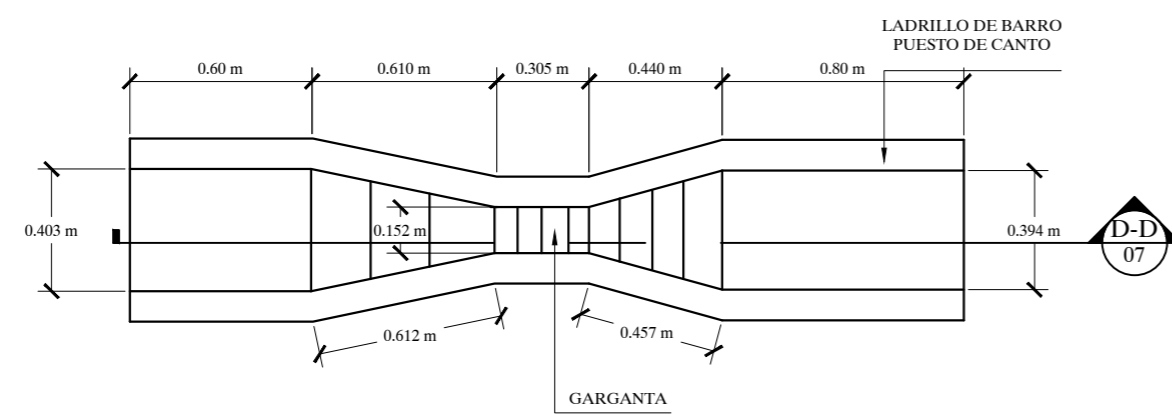
03 VISTA EN PLANTA DE DE DESARENADOR Y REJILLAS  
ESCALA: 1:50



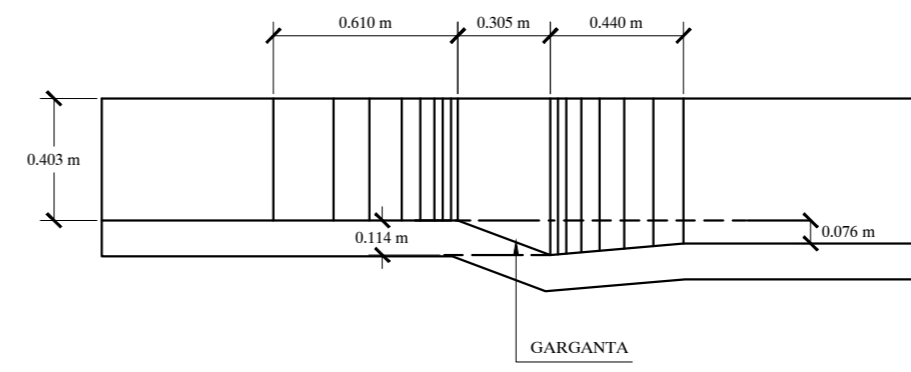
04 SECCION DE DESARENADOR Y REJILLAS CORTE B-B  
ESCALA: 1:25



05 SECCION DE DESARENADOR CORTE C-C  
ESCALA: 1:25



06 MEDIDOR DE CAUDAL PARSHALL VISTA EN PLANTA  
ESCALA: 1:25



07 MEDIDOR DE CAUDAL PARSHALL CORTE D-D  
ESCALA: 1:25

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

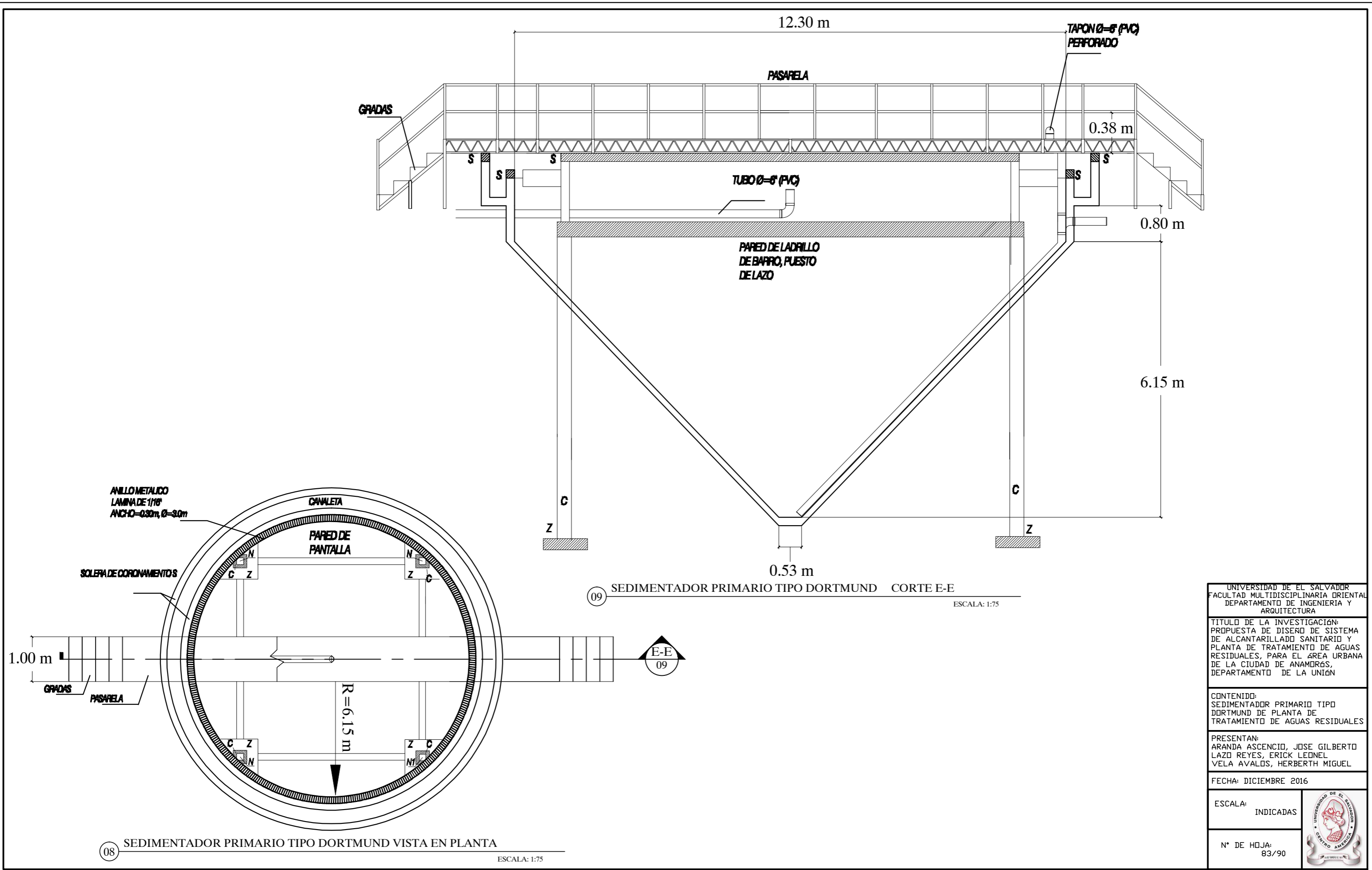
CONTENIDO:  
DESARENADOR, REJILLAS Y MEDIDOR DE CAUDAL PARSHALL DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA: INDICADAS

N° DE HOJA: 82/90



ANILLO METALICO  
LAMINA DE 110°  
ANCHO=0.30m, Ø=3.0m

SOLETA DE CORONAMIENTOS

CANALETAS  
PARED DE PANTALLA

R=6.15 m

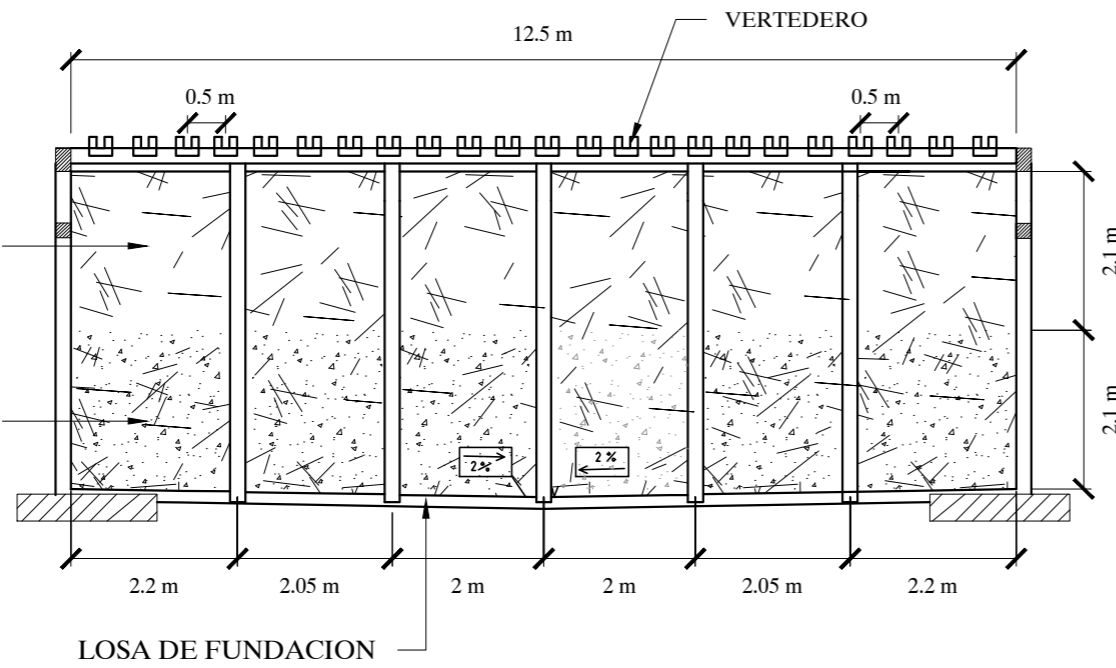
09 SEDIMENTADOR PRIMARIO TIPO DORTMUND CORTE E-E  
ESCALA: 1:75

08 SEDIMENTADOR PRIMARIO TIPO DORTMUND VISTA EN PLANTA  
ESCALA: 1:75

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACION: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: SEDIMENTADOR PRIMARIO TIPO DORTMUND DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALA:	INDICADAS
N° DE HOJA:	83/90
	

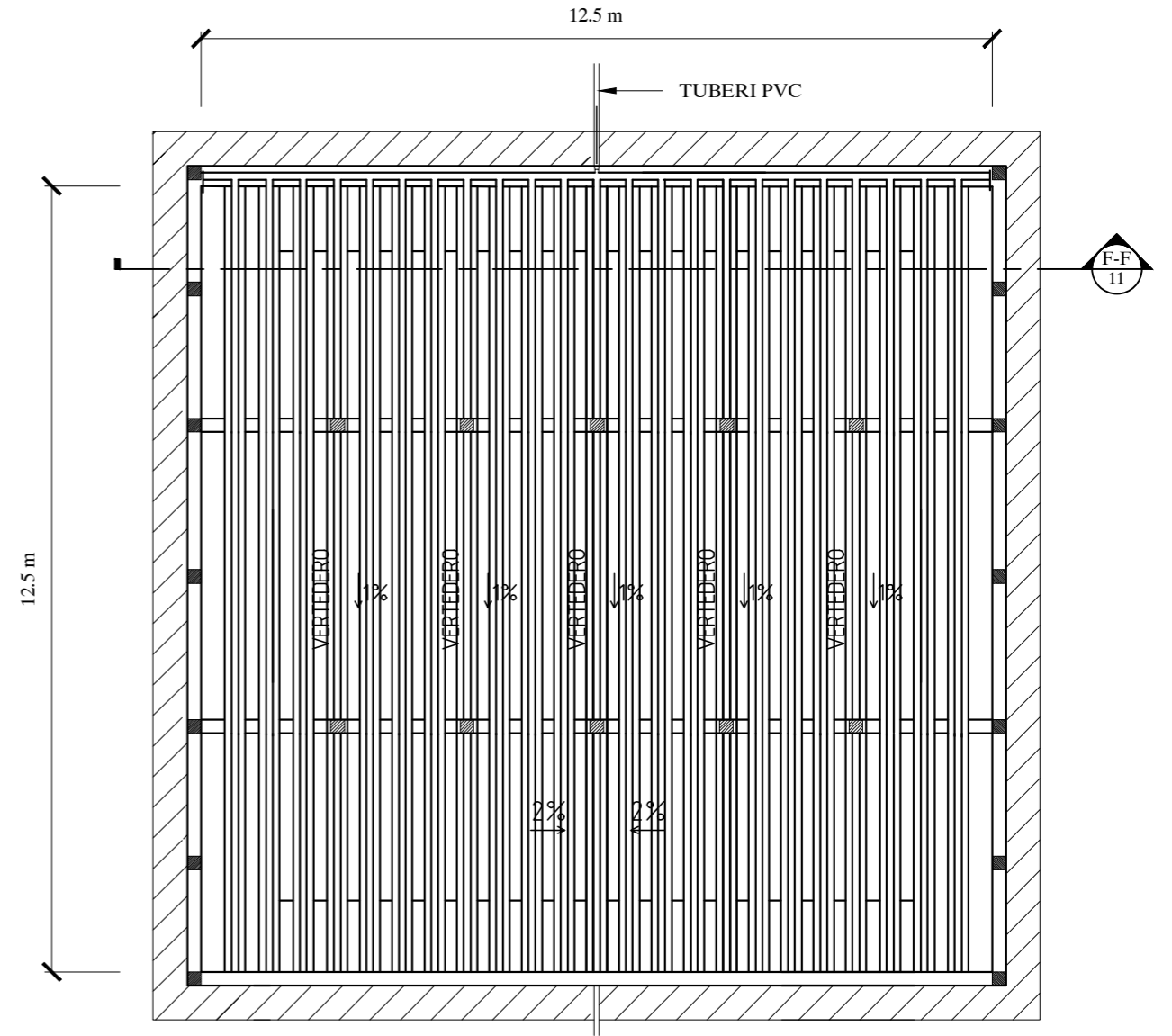
CAPA 1: ROCA VOLCANICA  
COMO MEDIO FILTRANTE

CAPA 2: ROCA VOLCANICA  
COMO MEDIO FILTRANTE



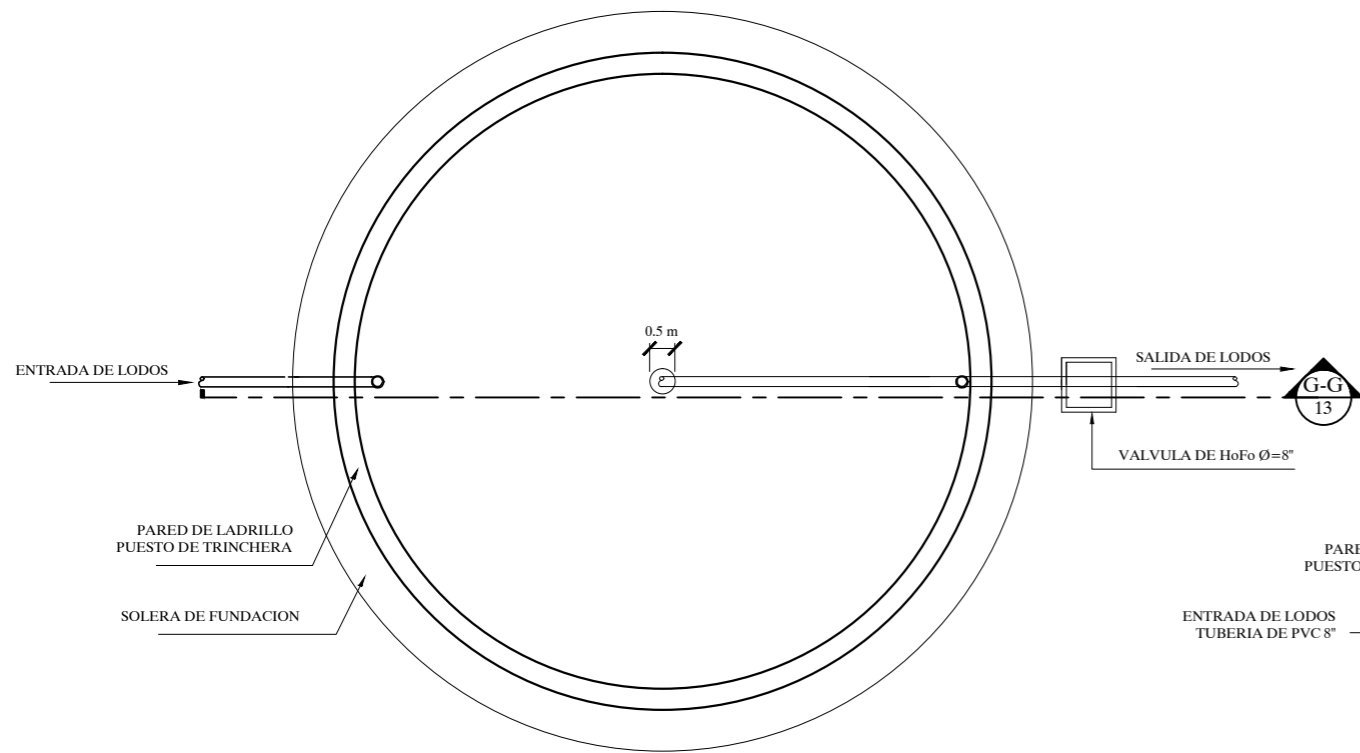
11 FILTRO PERCOLADOR CORTE F-F

ESCALA: 1:150



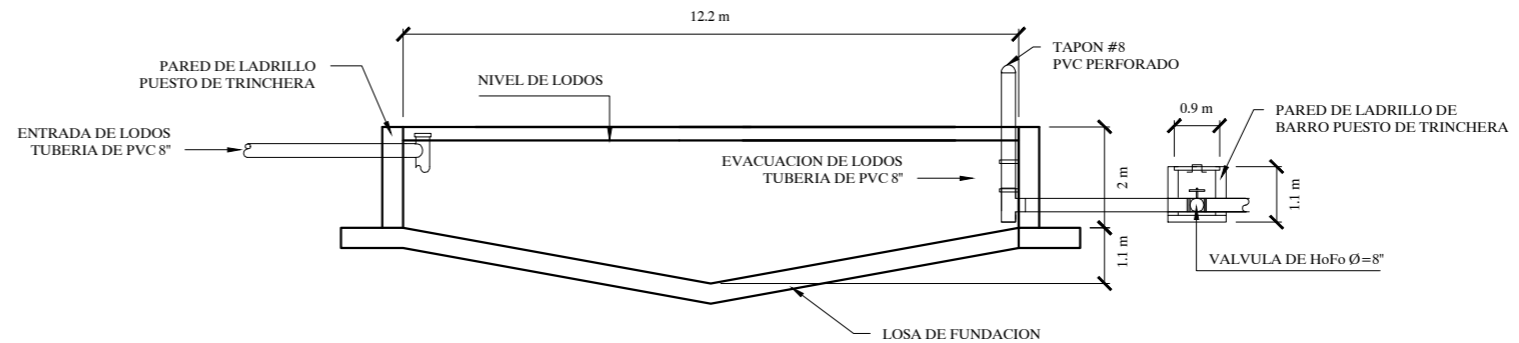
10 FILTRO PERCOLADOR VISTA EN PLANTA

ESCALA: 1:100



12 DIGESTOR DE LODOS VISTA EN PLANTA

ESCALA: 1:150



13 DIGESTOR DE LODOS CORTE G-G

ESCALA: 1:150

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA  
DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA  
DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS,  
DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
FILTRO PERCOLADOR Y DIGESTOR DE  
LADOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES

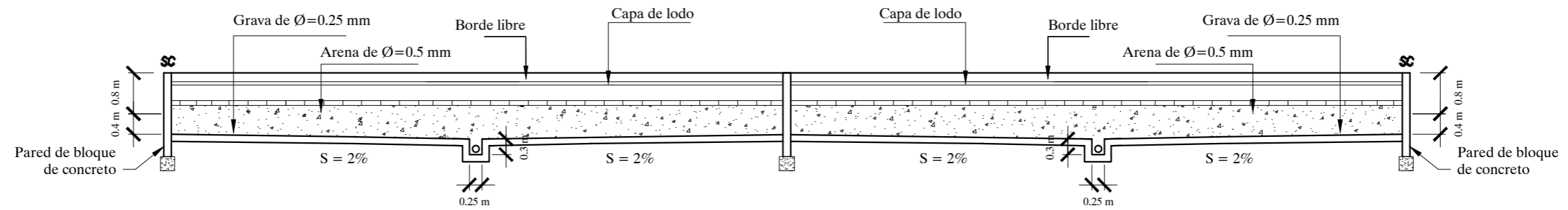
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA: INDICADAS

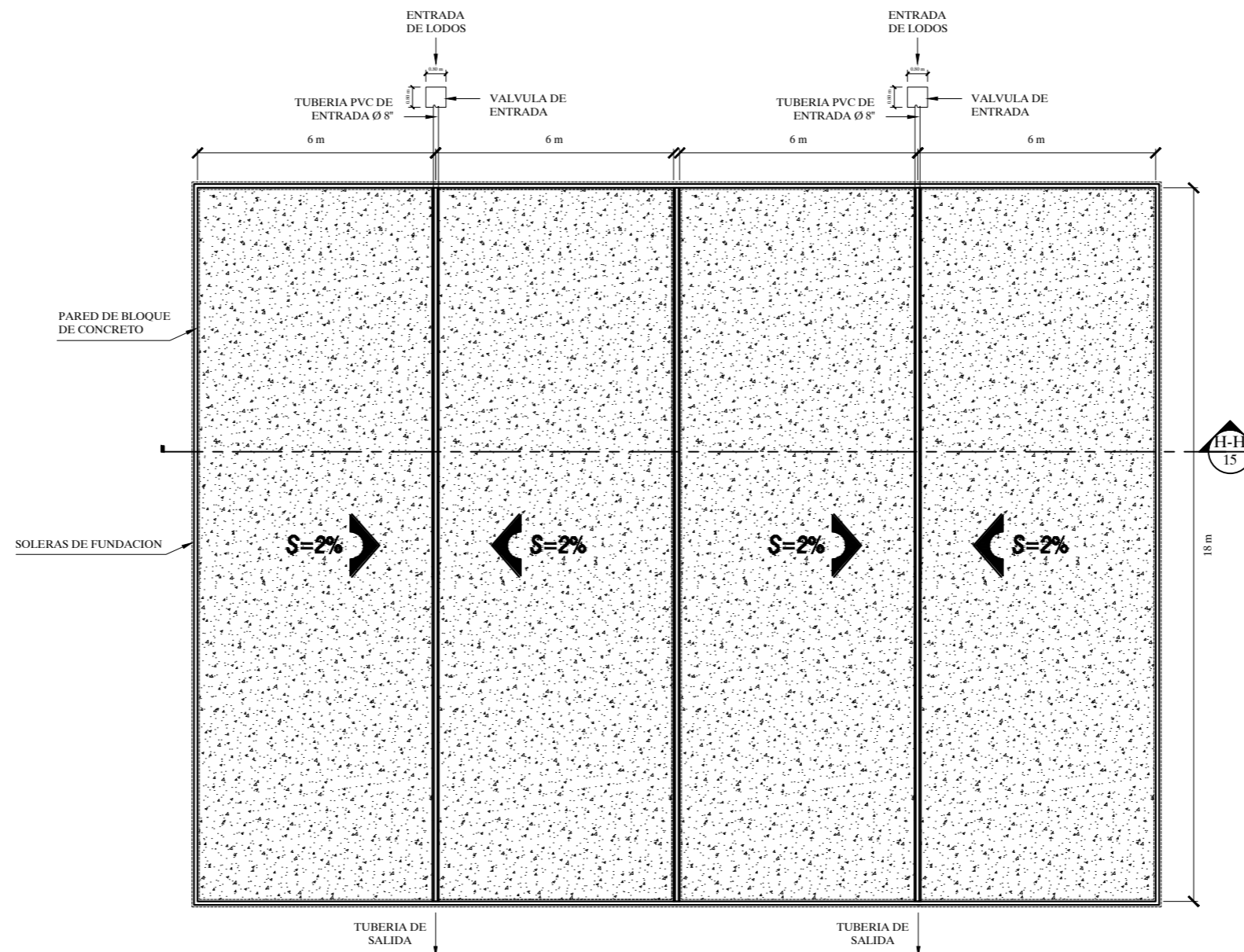
N° DE HOJA:  
84/90





15 PATIOS DE SECADO DE LODO CORTE H-H

ESCALA: 1:100



14 PATIOS DE SECADO DE LODO VISTA EN PLANTA

ESCALA: 1:150

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA  
DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA  
DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS,  
DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

CONTENIDO:  
PATIOS DE SECADO DE LODOS DE  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

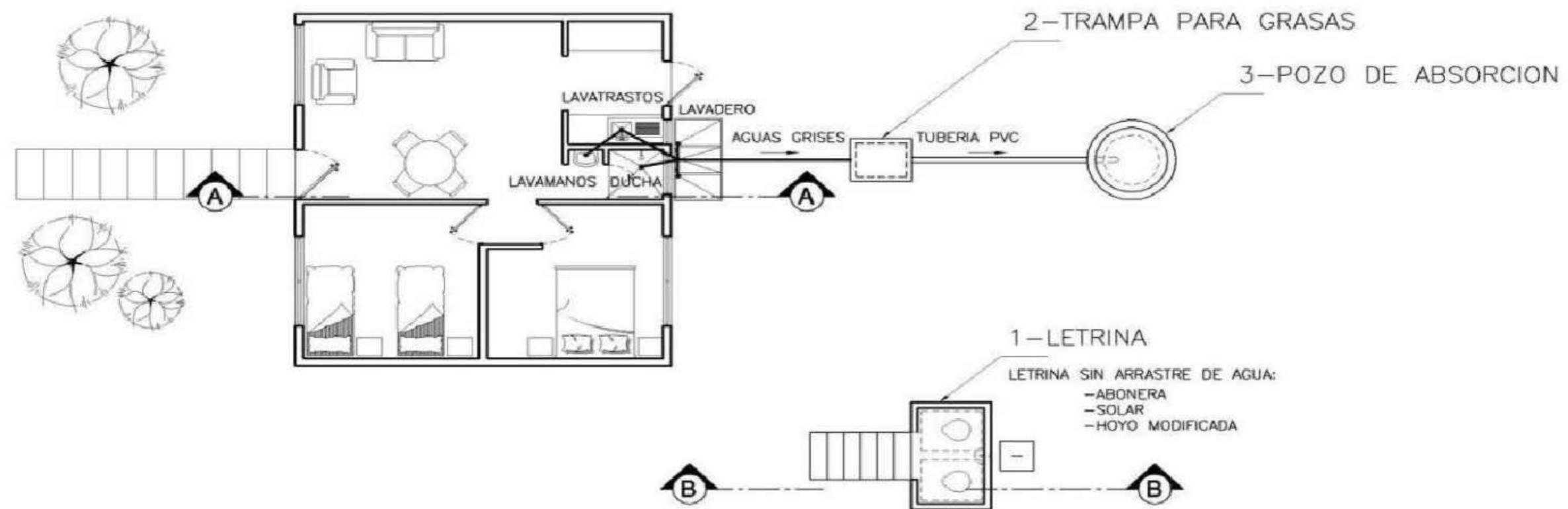
ESCALA: INDICADAS

N° DE HOJA:  
85/90



## COMPONENTES SOLUCION 01

- 1 LETRINA
- 2 TRAMPA DE GRASAS
- 3 POZO DE ABSORCION O ZANJA DE INFILTRACION O CAMPO DE RIEGO



### DETALLE GENERAL DE TRATAMIENTOS INDIVIDUALES

ESC.1:75

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,  
PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE  
ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA  
UNIÓN

CONTENIDO:  
DETALLE GENERAL DE TRATAMIENTOS  
INDIVIDUALES.

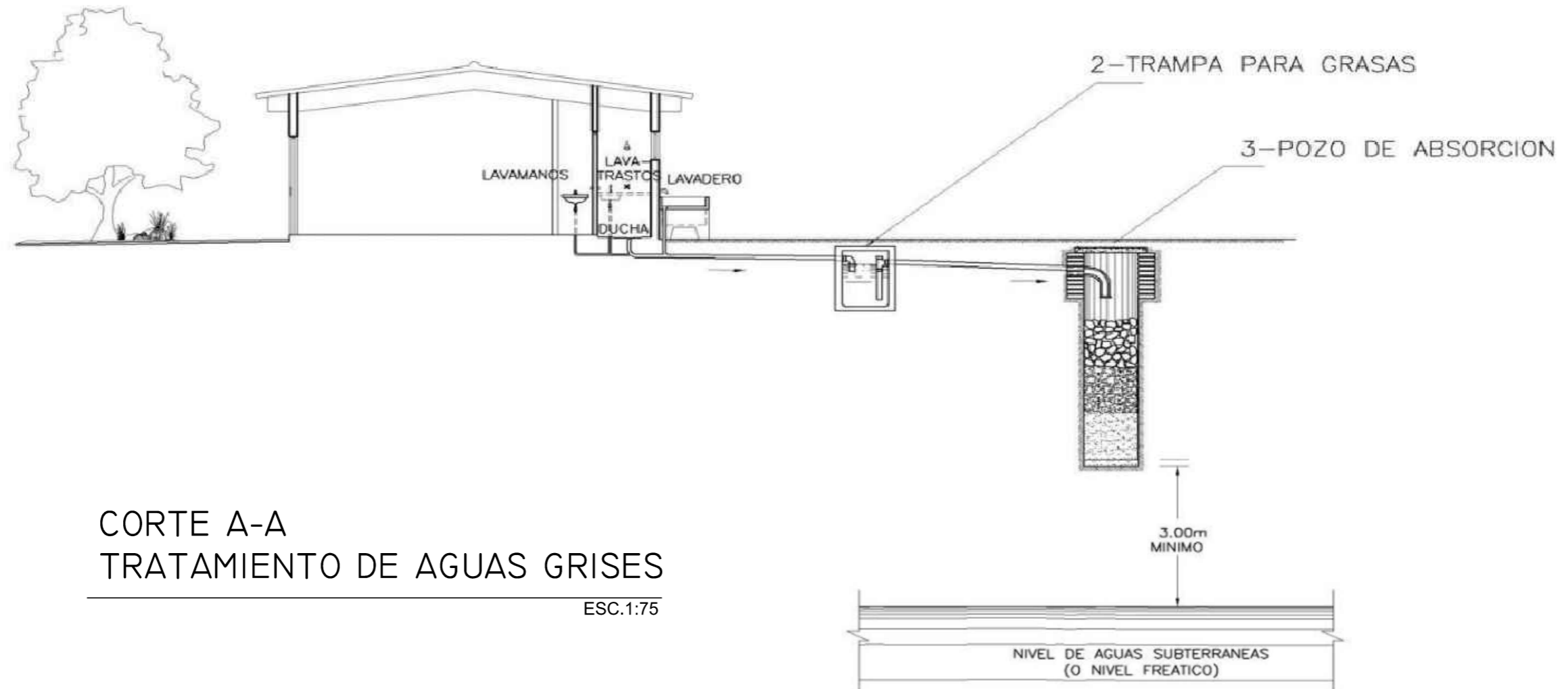
PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA:  
INDICADAS

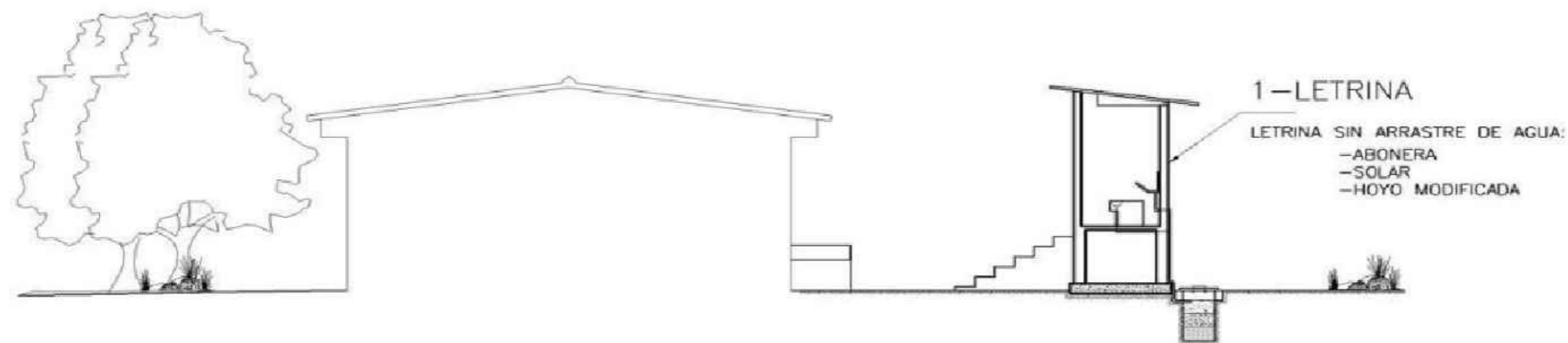
N° DE HOJA:  
86/90





CORTE A-A  
TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES

ESC.1:75



CORTE B-B  
DISPOSICIÓN DE EXCRETAS

ESC.1:75

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

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,  
PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE  
ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA  
UNIÓN

CONTENIDO:  
CORTES DE DETALLE GENERAL DE  
TRATAMIENTOS INDIVIDUALES.

PRESENTAN:  
ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO  
LAZO REYES, ERICK LEONEL  
VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL

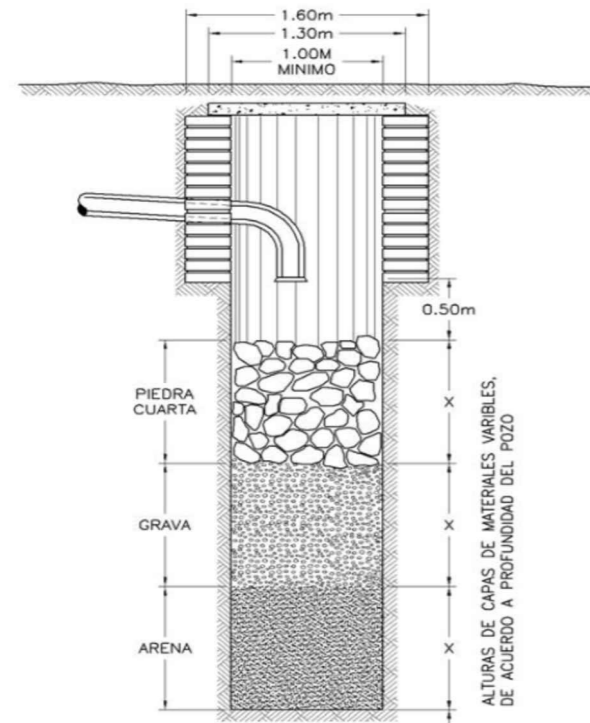
FECHA: DICIEMBRE 2016

ESCALA:  
INDICADAS

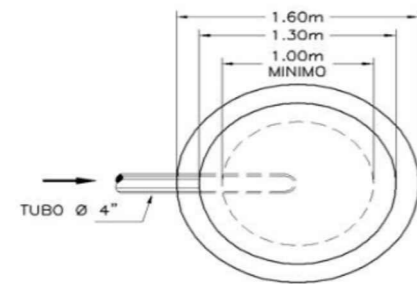
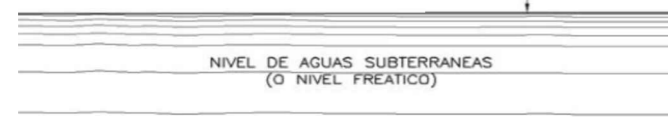
N° DE HOJA:  
87/90



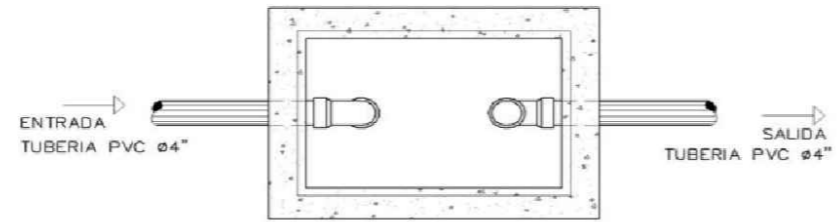




SECCIÓN DE POZO DE ABSORCIÓN  
ESC.1:50

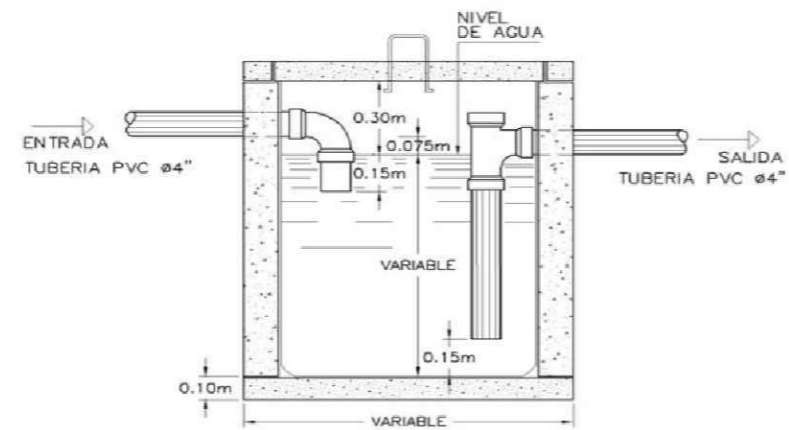


PLANTA DE POZO DE ABSORCIÓN  
ESC.1:50

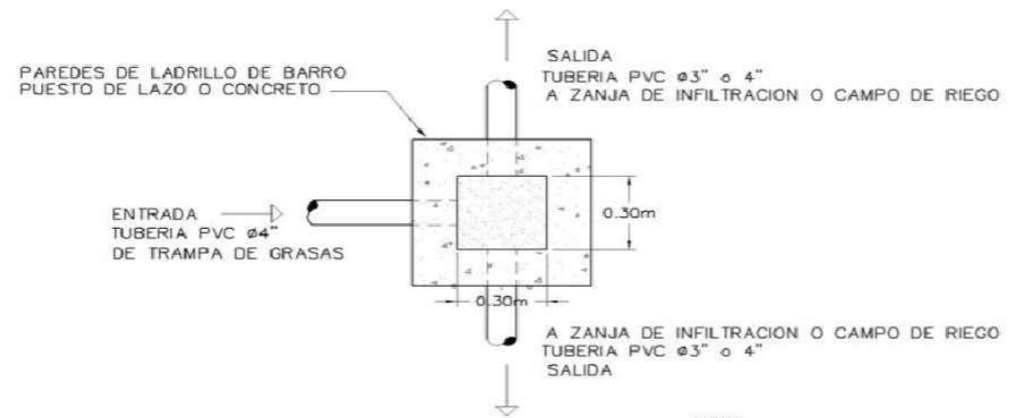


VISTA DE PLANTA DE TRAMPA PARA GRASAS  
ESC.1:25

NOTA: DIMENSIONES DE TRAMPA DE GRASAS DE ACUERDO A DISEÑO

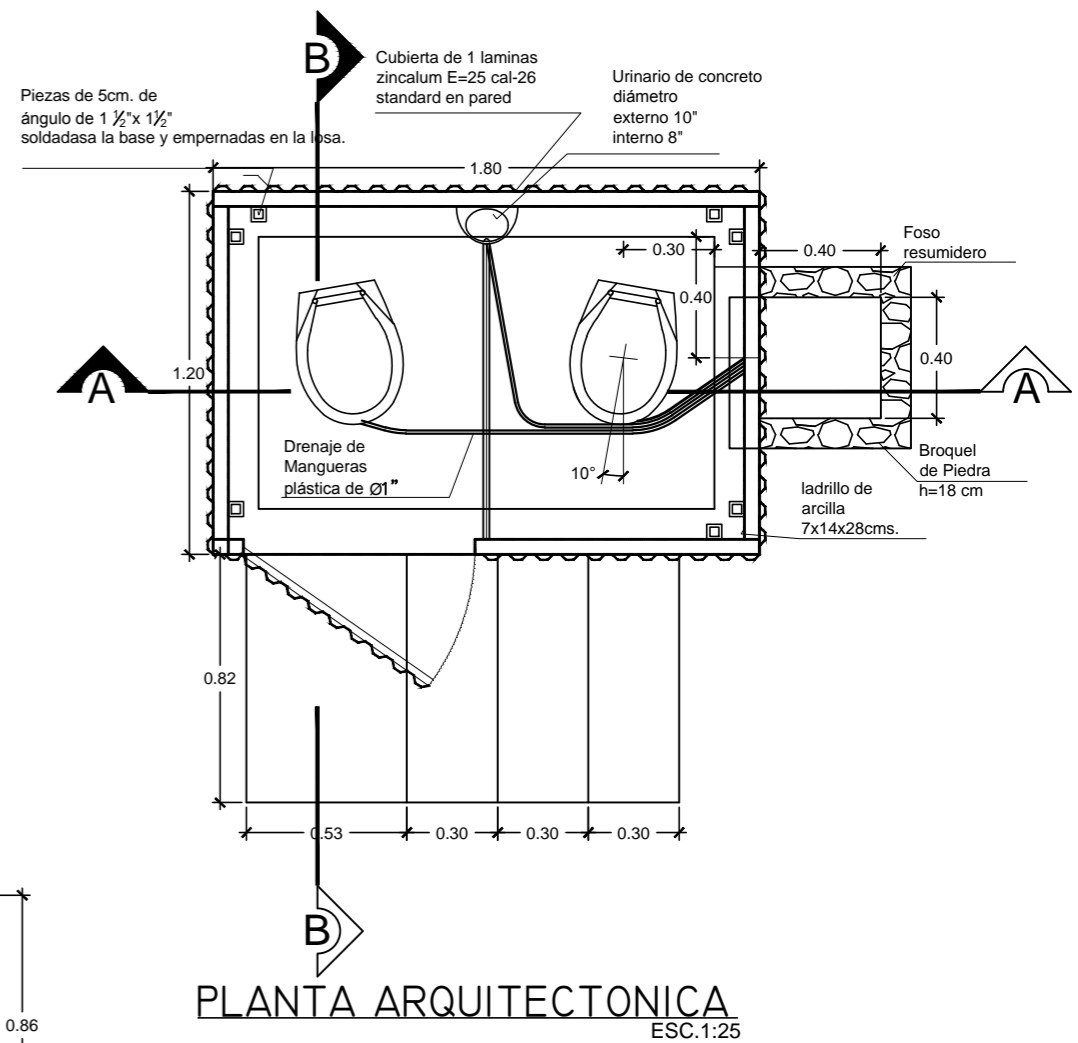
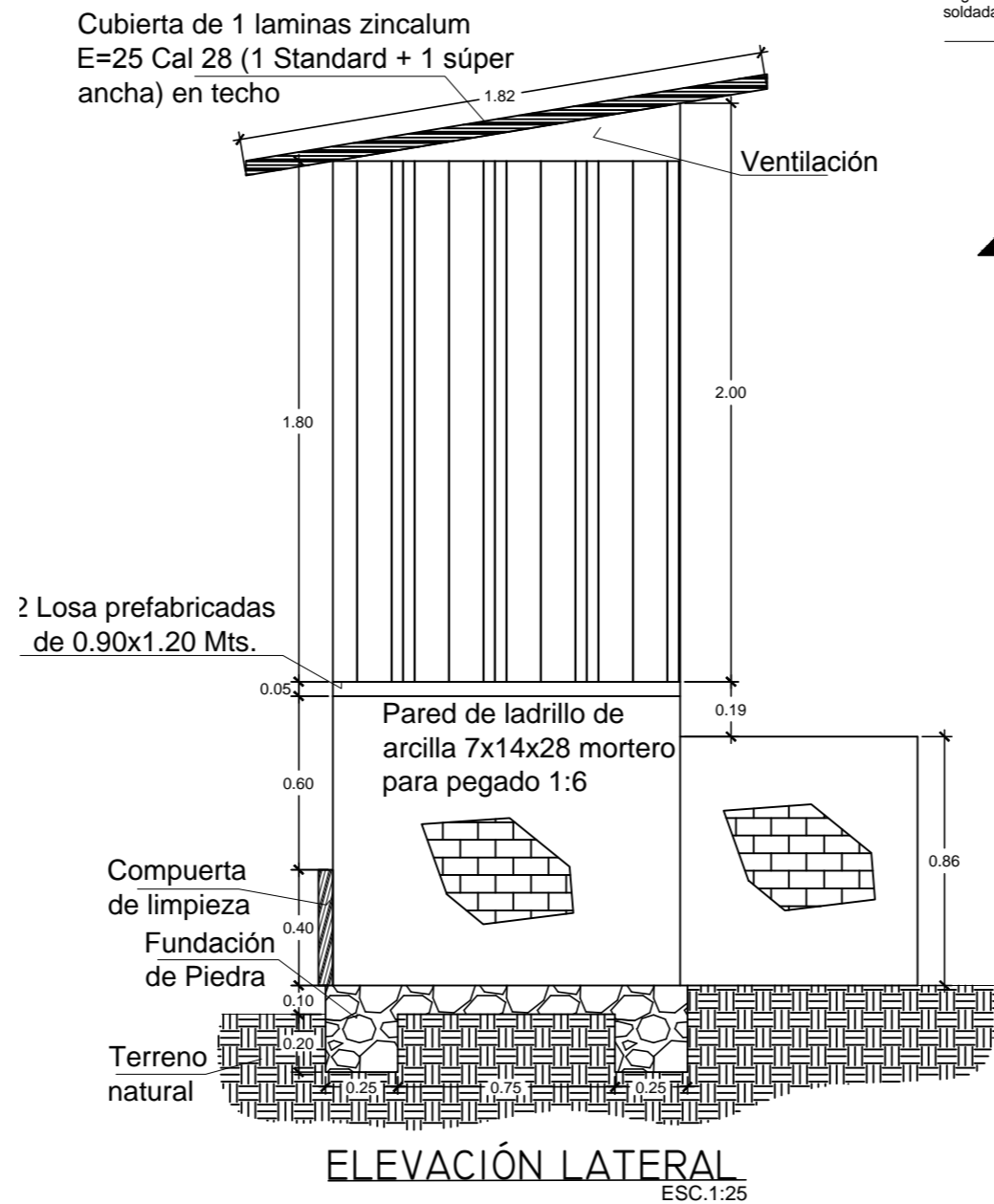
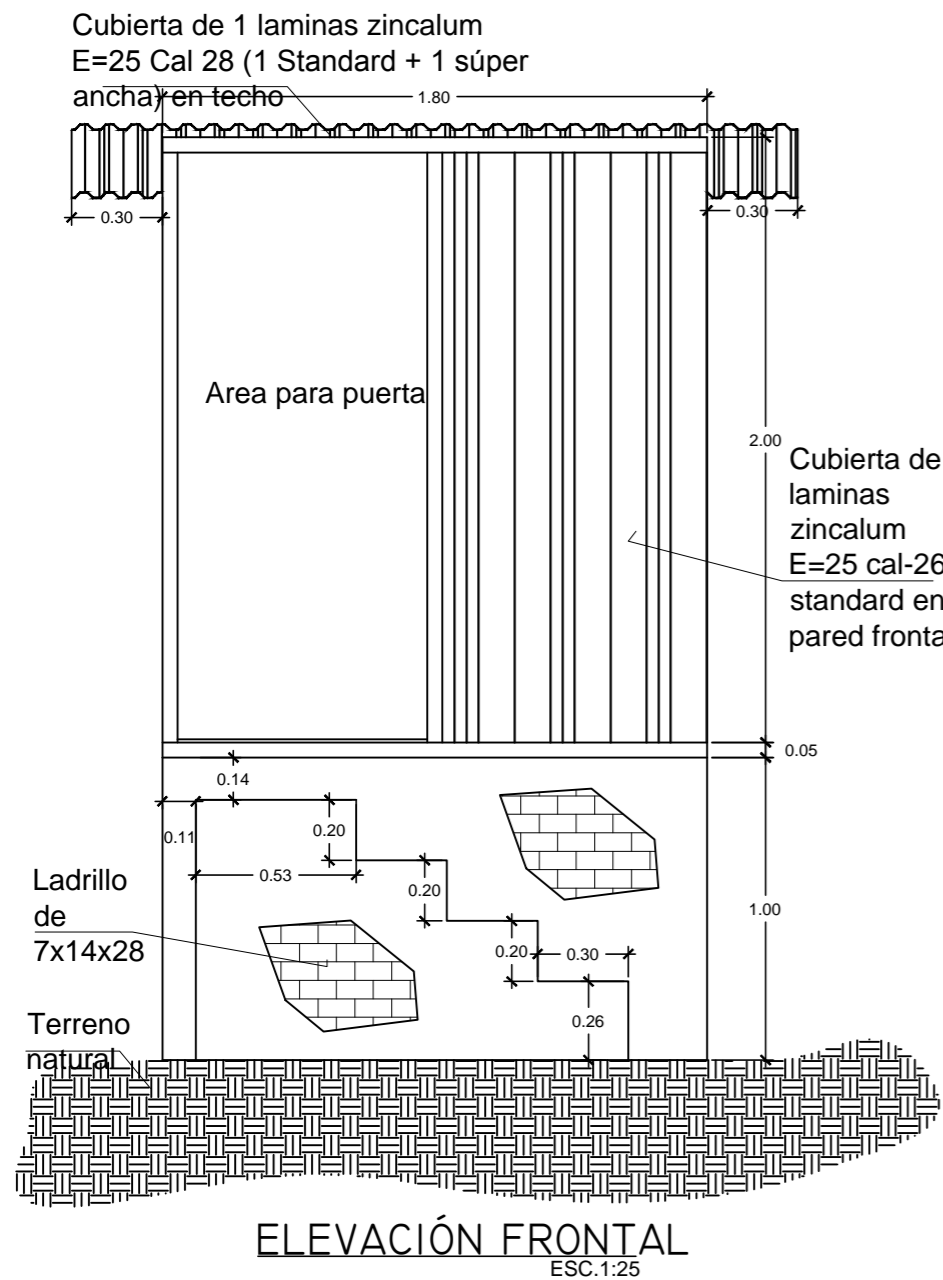



SECCIÓN DE TRAMPA PARA GRASAS  
ESC.1:25



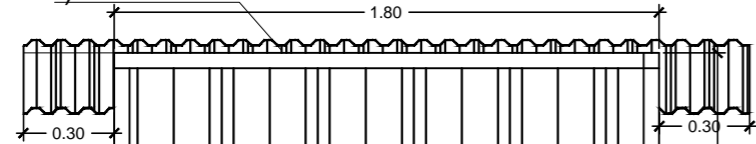
ESQUEMA EN PLANTA DE CAJA DE REGISTRO  
ESC.1:25

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: POZO DE ABSORCIÓN Y TRAMPA DE GRASAS DE TRATAMIENTOS INDIVIDUALES.	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALA: INDICADAS	
N° DE HOJA: 88/90	



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR.	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALA: INDICADAS	
N° DE HOJA: 89/90	

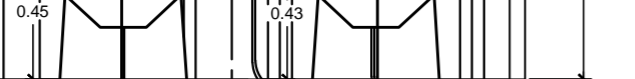
Cubierta de 1 laminas zincalum  
E=25 Cal 28 (1 Standard + 1 súper  
ancha) en techo



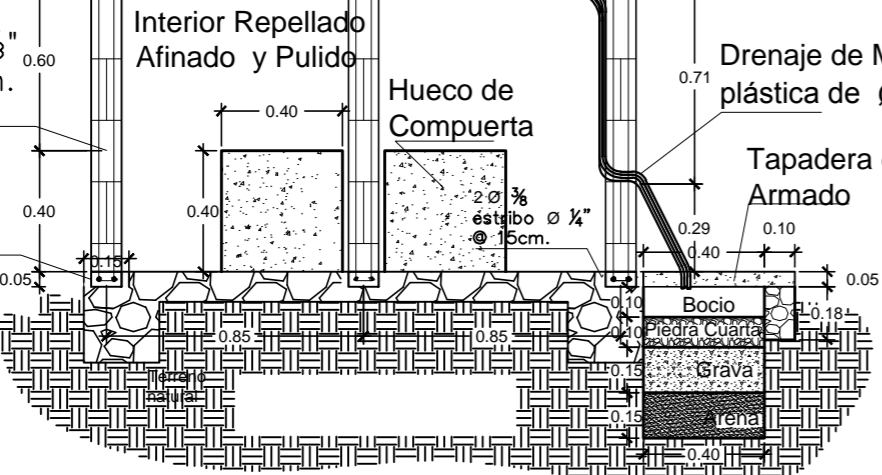
Cubierta de 1 laminas  
zincalum E=25 cal-26  
standard en pared

2.00

2 Lozas  
prefabricada

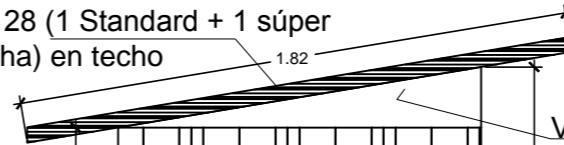


Nervio de 2 # 3/8"  
E=1/4 @ 15cm.  
en las esquina



SECCION A-A  
ESC.1:25

Cubierta de 1 laminas zincalum E=25  
Cal 28 (1 Standard + 1 súper  
ancha) en techo



Ventilación

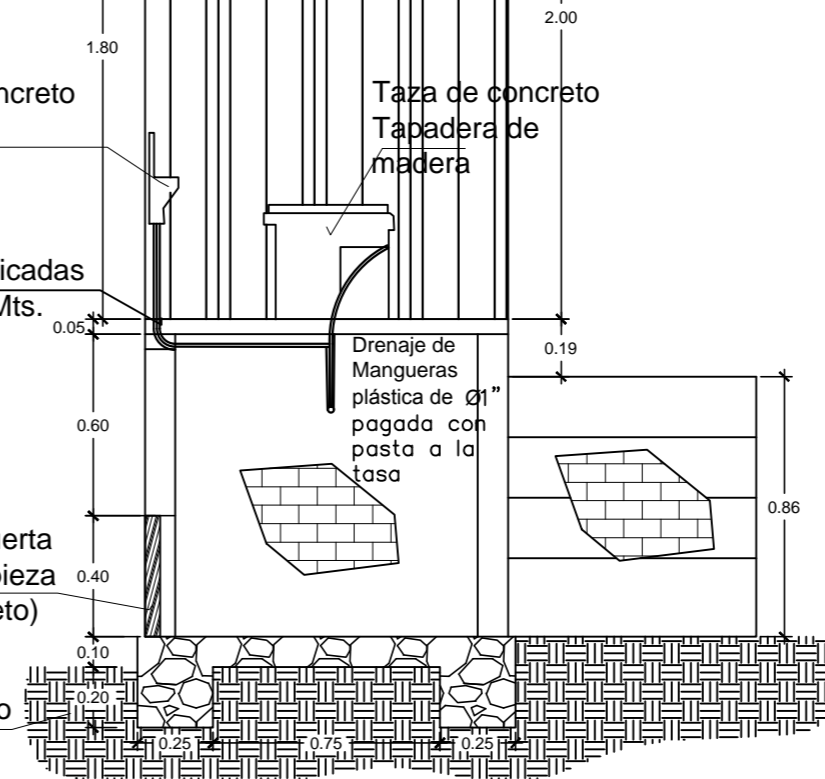
Urinario de Concreto  
se fijara en  
cañuela 2x1"

Taza de concreto  
Tapadera de  
madera

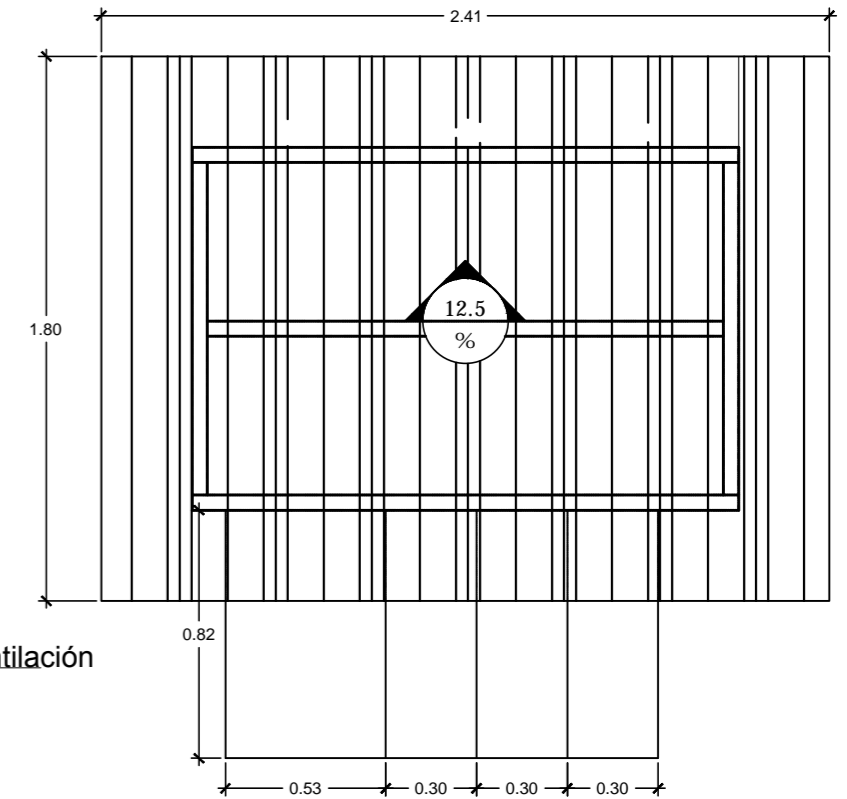
2 Losa prefabricadas  
de 0.90x1.20 Mts.

Compuerta  
de limpieza  
(concreto)

Terreno  
natural



SECCIÓN B-B  
ESC.1:25



VISTA EN PLANTA  
ESC.1:25

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PARA EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN	
CONTENIDO: LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR.	
PRESENTAN: ARANDA ASCENCIO, JOSE GILBERTO LAZO REYES, ERICK LEONEL VELA AVALOS, HERBERTH MIGUEL	
FECHA: DICIEMBRE 2016	
ESCALA: INDICADAS	
N° DE HOJA: 90/90	

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDA, (1998), ***NORMAS TÉCNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS***, El Salvador.
- Asamblea Legislativa de El Salvador, (1983), ***CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA***, San Salvador, El Salvador.
- Asamblea Legislativa de El Salvador, (1998), ***LEY DEL MEDIO AMBIENTE***, San Salvador, El Salvador.
- Arq. DELLAVEDOVA (2011), ***GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL***, La Plata.
- Bruce et al., (2011), ***TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN CENTROAMÉRICA***.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA, (2009). ***MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO***, Coyoacán, México, D.F.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), (2009), ***Norma NSO 13.49.01:06: AGUAS RESIDUALES DESCARGADAS A UN CUERPO RECEPTOR***, San salvador, El salvador.
- Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. (2004). ***MANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS***, Nueva York, USA.
- Environmental Protection Agency (EPA), (2005), ***MANUAL DE USUARIO SWMM***, USA.
- FAIR, GEYER & OKUN, (1998), ***ABASTECIMIENTO DE AGUAS Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES***, México.

- Pérez Reyes, Julio Ernesto y otros (2014), **DIAGNOSTICO DE RED PUBLICA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y ESTUDIO PARA LA UBICACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL**, Tesis de Pre-grado, Universidad de El Salvador, San Miguel, El Salvador.
- Ron Crites; George Tchobanoglous; Miller Camargo, (2000), **TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS POBLACIONES**.
- Terence J. McGhee, (2000), **ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO**, México.
- Yessenia Rojas, (2003), **MANUAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**.
- CARLOS ANTONIO AYALA DURÁN, ELÍ DIAZ CASTILLO, (2008), **“MANUAL PARA EL DISEÑO DE UNIDADES DE TIPO BIOLÓGICO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN EL SALVADOR”** Tesis de Pre-grado, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.