



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para
las localidades de Ozurco, Huayaquil y Morroponcito**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

**Daniel Antonio Encalada López
Alexander Paul Hadler Quispe De La Cruz**

**Asesor:
Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez**

Piura, abril de 2024

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Daniel Antonio Encalada López, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI N° 75662401.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo final titulado:
“Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para las localidades de Ozurco, Huayaquil y Morroponcito”
El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis¹ para optar el Título profesional² de Ingeniero Civil.
2. Que el trabajo se realizó en coautoría con el siguiente alumno de la Universidad de Piura.
 - Alexander Paul Hadler Quispe De La Cruz, identificado con DNI N° 75662401
3. La asesoría del trabajo estuvo a cargo de:
 - Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez, identificado con DNI N° 02625709
4. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros o de ser el caso derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
5. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
6. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
7. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad de Piura.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: 11/03/2024.



.....
Firma del autor optante³

¹ Indicar si es tesis, trabajo de investigación, trabajo académico o trabajo de suficiencia profesional.

² Grado de Bachiller, Título profesional, Grado de Maestro o Grado de Doctor.

³ Idéntica al DNI; no se admite digital, salvo certificado.

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

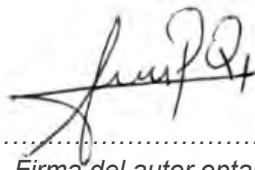
Yo, Alexander Paul Hadler Quispe De La Cruz, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI N° 70893702.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo final titulado:
“Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para las localidades de Ozurco, Huayaquil y Morroponcito”
El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis¹ para optar el Título profesional² de Ingeniero Civil.
2. Que el trabajo se realizó en coautoría con el siguiente alumno de la Universidad de Piura.
 - Daniel Antonio Encalada López, identificado con DNI N° 70893702
3. La asesoría del trabajo estuvo a cargo de:
 - Dr. Ing. Francisco Arteaga Núñez, identificado con DNI N° 02625709
4. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros o de ser el caso derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
5. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
6. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
7. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad de Piura.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: 11/03/2024.

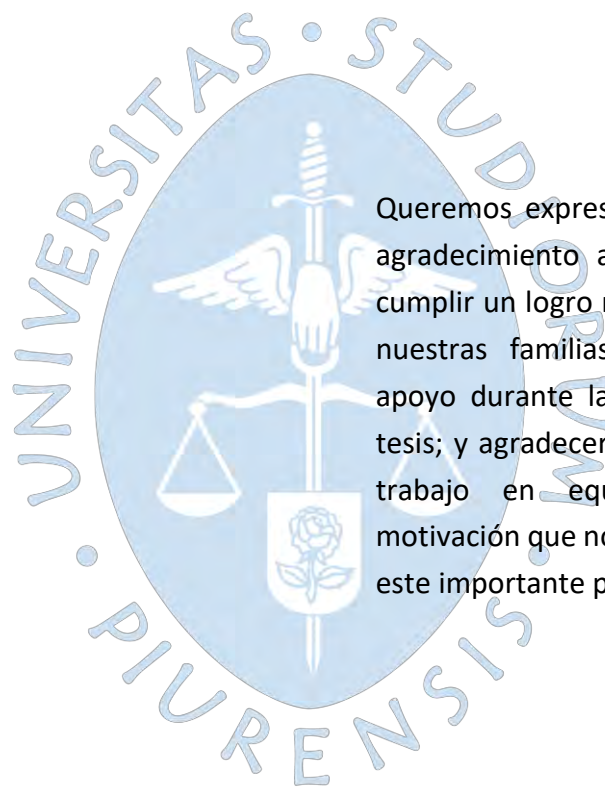


.....
Firma del autor optante³

¹ Indicar si es tesis, trabajo de investigación, trabajo académico o trabajo de suficiencia profesional.

² Grado de Bachiller, Título profesional, Grado de Maestro o Grado de Doctor.

³ Idéntica al DNI; no se admite digital, salvo certificado.



Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios, por permitirnos cumplir un logro más en nuestras vidas; a nuestras familias por su incondicional apoyo durante la realización de nuestra tesis; y agradecemos mutuamente por el trabajo en equipo y la constante motivación que nos ha permitido culminar este importante proyecto.

Resumen

En el distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca, existen localidades con un sistema precario de agua potable y alcantarillado, entre los que se encuentran las localidades de Ozurco, Morroponcito, Huayaquil y anexos. Dichas localidades cuentan con un sistema de agua potable mediante entibado, sin tratamiento previo, lo que no garantiza la distribución de agua potable de calidad, además de no contar con un sistema de alcantarillado. Por lo que, en la presente tesis se propone, para cada localidad, el diseño hidráulico de la infraestructura para la conducción y distribución de agua potable hacia las viviendas, con previo tratamiento en una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), compuesta por un sistema de prefiltros de gravas y filtración lenta, así como también la infraestructura para la distribución del agua de alcantarillado de cada vivienda hacia los sistemas de tratamiento primario (tanque séptico y biodigestor) y secundario (humedales),

La tecnología propuesta para el tratamiento del agua potable y alcantarillado buscan el desarrollo sostenible de las comunidades a las que benefician, ya que son opciones tecnológicas económicas (costo de operatividad y mantenimiento bajos) de fácil operación y mantenimiento (realizable por la misma comunidad), y de apropiado funcionamiento durante el periodo útil de diseño, asegurando una calidad óptima del servicio de abastecimiento de agua potable, así como también la no afcción medioambiental de la disposición final de las excretas.

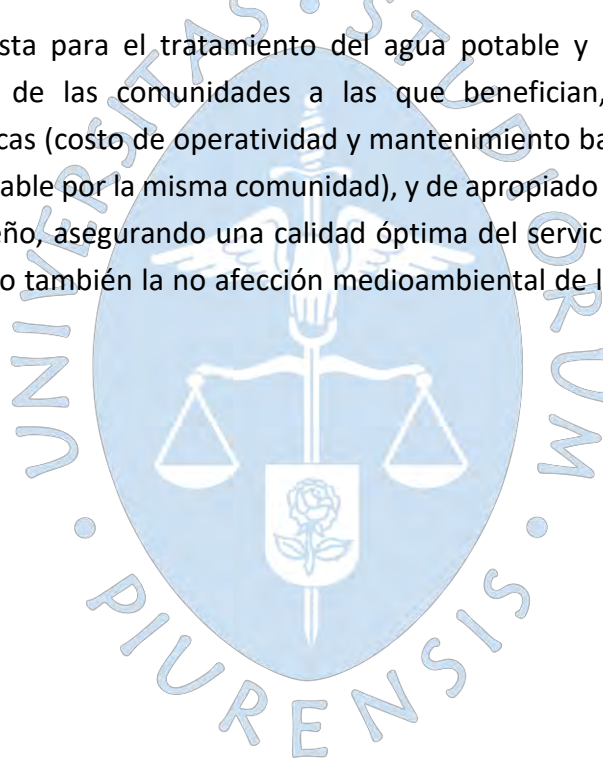


Tabla de contenido

Introducción	22
Capítulo 1 Información preliminar	23
1.1 Ubicación geográfica	23
1.2 Vías de acceso.....	23
1.3 Aspectos socioeconómicos.....	24
1.4 Clima	24
1.5 Población beneficiaria	24
1.6 Situación actual de los sistemas	24
Capítulo 2 Marco teórico: Sistemas de agua potable	26
2.1 Fuentes de abastecimiento	26
2.1.1 Fuente subterránea.....	26
2.1.2 Fuente superficial.....	26
2.1.3 Fuente pluvial o de lluvia	26
2.2 Línea de conducción	27
2.2.1 Criterios de diseño	27
2.2.2 Estructuras complementarias.....	32
2.2.3 Pérdidas de carga.....	34
2.2.4 Golpe de Ariete	35
2.3 Planta de tratamiento de agua potable	35
2.3.1 Tipos de plantas de tratamiento de agua potable.....	36
2.3.2 Unidades de pretratamiento.....	37
2.3.3 Unidades de tratamiento	41
2.4 Sistema de almacenamiento de agua.....	44
2.4.1 Tipos de tanques de almacenamiento	44
2.4.2 Capacidad del tanque de almacenamiento.....	45
2.4.3 Accesorios.....	46
2.5 Red de distribución.....	46
2.5.1 Redes abiertas o ramificadas	46
2.5.2 Redes cerradas o malladas.....	47

2.5.3	Consideraciones de diseño.....	48
2.5.4	Accesorios.....	49
Capítulo 3 Sistema de alcantarillado para zonas rurales		50
3.1	Aguas Residuales	50
3.1.1	Aguas residuales domésticas	50
3.1.2	Aguas residuales industriales	50
3.1.3	Aguas residuales urbanas.....	50
3.2	Sistema de recolección	50
3.2.1	Tipos de alcantarillado	51
3.2.2	Componentes de un sistema de alcantarillado.....	51
3.2.3	Criterios de diseño	52
3.3	Opciones tecnológicas para el tratamiento de agua en zonas rurales	52
3.3.1	Tratamiento primario.....	54
3.3.2	Tratamiento complementario por infiltración.....	58
3.3.3	Humedales.....	60
Capítulo 4 Diseño de sistema de agua potable.....		64
4.1	Parámetros de diseño.....	64
4.1.1	Población actual	64
4.1.2	Periodo de diseño.....	64
4.1.3	Tasa de crecimiento	65
4.1.4	Dotación	65
4.1.5	Demanda de consumo	66
4.2	Evaluación de fuentes.....	67
4.3	Diseño hidráulico de línea de conducción.....	72
4.3.1	Línea de conducción CAPT – CDC 01.....	73
4.3.2	Línea de conducción CDC 01 – Reservoirio Ozurco.....	79
4.3.3	Línea de conducción CDC 01 – CDC 02.....	81
4.3.4	Línea de conducción CDC 02 – Reservoirio Huayaquil.....	84
4.3.5	Línea de conducción CDC 02 – CDC 03.....	85
4.3.6	Línea de conducción CDC 03 – Reservoirio Morroponcito	87

4.3.7	Línea de conducción CDC 03 – Reservoirio Las Filas.....	88
4.4	Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Potable	90
4.4.1	Prefiltro de grava.....	90
4.4.2	Filtro lento de arena.....	93
4.5	Diseño de Cámara Distribuidora de Caudales	95
4.5.1	Cámara Distribuidora de Caudales 01.....	95
4.5.2	Cámara Distribuidora de Caudales 02.....	97
4.5.3	Cámara Distribuidora de Caudales 03.....	99
4.6	Diseño hidráulico de Reservorios	101
4.6.1	Reservoirio Ozurco.....	102
4.6.2	Reservoirio Huayaquil.....	103
4.6.3	Reservoirio Morroponcito y Anexos	104
4.6.4	Reservoirio Anexos Las Filas y San Antonio	106
4.7	Diseño hidráulico de redes de distribución.....	107
4.7.1	Red de distribución Ozurco	108
4.7.2	Red de distribución Huayaquil	115
4.7.3	Red de distribución Morroponcito y Anexos	120
4.7.4	Red de distribución Anexos Las Filas y San Antonio.....	125
Capítulo 5	Diseño de sistema de alcantarillado.....	130
5.1	Parámetros de diseño.....	130
5.1.1	Caudal de contribución al alcantarillado.....	130
5.1.2	Caudal de infiltración por tubería	130
5.1.3	Caudal de infiltración por buzones	131
5.1.4	DBO de entrada y salida para el humedal artificial.....	131
5.2	Sistema de alcantarillado Ozurco	132
5.2.1	Diseño de sistema familiar UBS- tanque séptico mejorado – humedal	132
5.2.2	Diseño de sistema multifamiliar para dos viviendas.....	134
5.2.3	Diseño de sistema convencional – tanque séptico - humedal.....	135
5.3	Sistema de alcantarillado Huayaquil	143
5.3.1	Diseño de sistema familiar UBS - tanque séptico mejorado – humedal.....	144

5.3.2	Diseño de sistema multifamiliar para dos viviendas.....	146
5.3.3	Diseño de sistema multifamiliar con humedal colectivo	147
5.3.4	Diseño de sistema convencional – tanque séptico - humedal.....	150
5.4	Sistema de alcantarillado Morroponcito y anexos.....	157
5.4.1	Diseño de sistema familiar UBS- tanque séptico mejorado – humedal	159
5.4.2	Diseño de sistema multifamiliar para dos viviendas.....	161
5.4.3	Diseño de sistema multifamiliar para tres viviendas	162
5.4.4	Diseño de sistema multifamiliar para cinco viviendas.....	164
5.4.5	Diseño de sistema convencional - tanque séptico – humedal.....	165
5.5	Sistema de alcantarillado Anexos Las Filas y San Antonio	172
5.5.1	Diseño de sistema familiar UBS- tanque séptico mejorado – humedal	173
5.5.2	Diseño de sistema multifamiliar de dos viviendas.....	174
5.5.3	Diseño de sistema multifamiliar para cuatro viviendas.....	176
Conclusiones.....		178
Recomendaciones		180
Referencias.....		181
Planos		185
Plano A.1 <i>Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 0+000.00-0+600.00</i>		186
Plano A.2 <i>Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 0+600.00-1+205.00</i>		187
Plano A.3 <i>Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 1+200.00-1+800.00</i>		188
Plano A.4 <i>Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 1+800.00-2+400.00</i>		189
Plano A.5 <i>Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 2+400.00-3+000.00</i>		190
Plano A.6 <i>Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 3+000.00-3+328.00</i>		191
Plano B.1 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG</i> <i>0+000.00-0+600.00.....</i>		192

Plano B.2 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG</i> <i>0+600.00-1+200.007</i>	193
Plano B.3 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG</i> <i>1+200.00-1+800.00</i>	194
Plano B.4 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG</i> <i>1+800.00-2+400.00</i>	195
Plano B.5 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG</i> <i>2+800.00-3+031.37</i>	196
Plano C.1 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 03 CDC 02 - CDC 03 PROG</i> <i>0+000.00-0+600.00</i>	197
Plano C.2 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG</i> <i>0+600.00-0+864.46</i>	198
Plano D.1 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas</i> <i>PROG 0+000.00-0+300.00</i>	199
Plano D.2 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas</i> <i>PROG 0+300.00-0+600.00</i>	200
Plano D.3 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas</i> <i>PROG 0+600.00-0+900.00</i>	201
Plano D.4 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas</i> <i>PROG 0+900.00-1+200.00</i>	202
Plano D.5 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas</i> <i>PROG 1+200.00-1+500.00</i>	203
Plano D.6 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas</i> <i>PROG 1+500.00-1+800.00</i>	204
Plano D.7 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas</i> <i>PROG 1+800.00-1+875.00</i>	205
Plano E.1 <i>Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 05 CDC 01 - Reservoirio Ozurco</i> <i>PROG 0+000.00-0+253.73</i>	206
Plano F.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 0+000.00-0+300.00</i>	207
Plano F.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 0+300.00-0+600.00</i>	208
Plano F.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 0+600.00-0+900.00</i>	209

Plano F.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 0+900.00-1+200.00</i>	210
Plano F.5 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 1+200.00-1+500.00</i>	211
Plano F.6 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 1+500.00-1+800.00</i>	212
Plano F.7 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 1+800.00-1+861.00</i>	213
Plano G.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 0+000.00-0+300.00</i>	214
Plano G.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 0+300.00-0+600.00</i>	215
Plano G.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 0+600.00-0+900.00</i>	216
Plano G.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 0+900.00-1+200.00</i>	217
Plano G.5 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 1+200.00-1+460.00</i>	218
Plano H.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 0+000.00-0+300.00</i>	219
Plano H.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 0+300.00-0+600.00</i>	220
Plano H.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 0+600.00-0+900.00</i>	221
Plano H.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 0+900.00-1+200.00</i>	222
Plano H.5 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 1+200.00-1+500.00</i>	223
Plano H.6 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 1+500.00-1+800.00</i>	224
Plano H.7 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 1+800.00-2+147.00</i>	225
Plano I.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG 0+000.00-0+300.00</i>	226

Plano I.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG</i> <i>0+300.00-0+600.00</i>	227
Plano I.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG</i> <i>0+600.00-0+900.00</i>	228
Plano I.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG</i> <i>0+900.00-1+200.00</i>	229
Plano I.5 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG</i> <i>1+200.00-1+500.00</i>	230
Plano I.6 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG</i> <i>1+500.00-1+837.00</i>	231
Plano J.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 03 PROG</i> <i>0+000.00-0+300.00</i>	232
Plano J.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 03 PROG</i> <i>0+300.00-0+457.00</i>	233
Plano K.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 04 PROG</i> <i>0+000.00-0+300.00</i>	234
Plano K.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 04 PROG</i> <i>0+300.00-0+600.00</i>	235
Plano K.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 04 PROG</i> <i>0+600.00-0+900.00</i>	236
Plano K.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 04 PROG</i> <i>0+900.00-1+174.00</i>	237
Plano L.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>PROG 0+000.00-0+300.00</i>	238
Plano L.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>PROG 0+300.00-0+600.00</i>	239
Plano L.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>PROG 0+600.00-0+900.00</i>	240
Plano L.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>PROG 0+900.00-1+200.00</i>	241
Plano L.5 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>PROG 1+200.00-1+500.00</i>	242
Plano L.6 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>PROG 1+500.00-1+800.00</i>	243

Plano L.7 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>PROG 1+800.00-2+100.00</i>	244
Plano L.8 <i>Planta y perfil Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>PROG 2+100.00-2+266.43</i>	245
Plano L.9 <i>Planta y perfil Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01</i> <i>PROG 0+000.00-0+300.00</i>	246
Plano L.10 <i>Planta y perfil Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01</i> <i>PROG 0+300.00-0+600.00</i>	247
Plano L.11 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>Ramal 01 PROG 0+600.00-0+900.00</i>	248
Plano L.12 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>Ramal 01 PROG 0+900.00-1+200.00</i>	249
Plano L.13 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>Ramal 01 PROG 1+200.00-1+500.00</i>	250
Plano L.14 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>Ramal 01 PROG 1+500.00-1+800.00</i>	251
Plano L.15 <i>Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio</i> <i>Ramal 01 PROG 1+800.00-1+922.99</i>	252
Plano M.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Ozurco</i> <i>PROG 0+000.00-0+300.00</i>	253
Plano M.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Ozurco</i> <i>PROG 0+300.00-0+621.00</i>	254
Plano M.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Ozurco Ramal 01</i> <i>PROG 0+000.00-0+163.41</i>	255
Plano M.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Ozurco Ramal 02</i> <i>PROG 0+000.00-0+162.02</i>	256
Plano N.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil</i> <i>PROG 0+000.00-0+300.00</i>	257
Plano N.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil</i> <i>PROG 0+300.00-0+600.00</i>	258
Plano N.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil Ramal 01</i> <i>PROG 0+000.00-0+151.77</i>	259
Plano N.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil Ramal 02</i> <i>PROG 0+000.00-0+091.08</i>	260

Plano N.5 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil Ramal 03 PROG 0+000.00-0+123.91</i>	261
Plano N.6 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil Ramal 04 PROG 0+000.00-0+138.23</i>	262
Plano O.1 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Morroponcito PROG 0+000.00-0+300.00</i>	263
Plano O.2 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Morroponcito PROG 0+300.00-0+577.22</i>	264
Plano O.3 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Morroponcito Ramal 01 PROG 0+000.00-0+149.39</i>	265
Plano O.4 <i>Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Morroponcito Ramal 02 PROG 0+000.00-0+089.27</i>	266



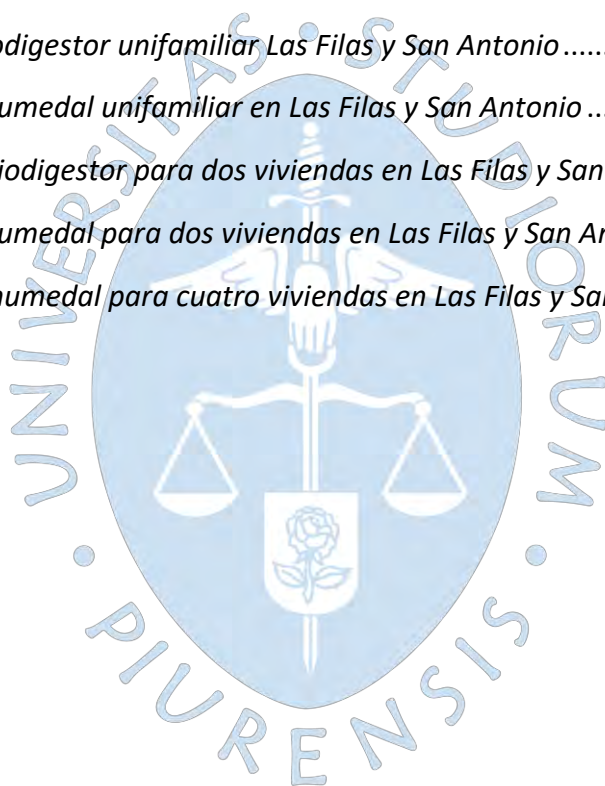
Lista de tablas

Tabla 1 <i>Vías de acceso</i>	24
Tabla 2 <i>Diámetros comerciales de tuberías</i>	31
Tabla 3 <i>Alternativas tecnológicas para el tratamiento de agua potable</i>	37
Tabla 4 <i>Opciones tecnológicas según nivel de servicio de la comunidad</i>	53
Tabla 5 <i>Capacidades de un biodigestor prefabricado</i>	58
Tabla 6 <i>Cálculo de cantidad de usuarios</i>	58
Tabla 7 <i>Tipo de filtración del suelo</i>	59
Tabla 8 <i>Población actual del área de estudio</i>	64
Tabla 9 <i>Periodo de diseño para infraestructura de saneamiento</i>	64
Tabla 10 <i>Dotación de agua potable según la opción tecnológica de saneamiento</i>	65
Tabla 11 <i>Dotación de agua para instituciones educativas</i>	66
Tabla 12 <i>Cálculo de caudales de diseño del área de estudio</i>	66
Tabla 13 <i>Ubicación de infraestructuras para las líneas de conducción</i>	73
Tabla 14 <i>Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CAPT – CDC 01</i>	74
Tabla 15 <i>Diseño de línea de conducción CAPT - CDC 01</i>	74
Tabla 16 <i>Diseño de línea de conducción CRP6 01 - CRP6 02</i>	75
Tabla 17 <i>Diseño de cámara rompe presión CRP6 - 02, 03, 04, 05 y 07</i>	78
Tabla 18 <i>Diseño de cámara rompe presión CRP7 – 06</i>	78
Tabla 19 <i>Infraestructura de línea de conducción CDC 01 – Reservoirio Ozurco</i>	79
Tabla 20 <i>Diseño de línea de conducción CDC 01 - Ozurco</i>	80
Tabla 21 <i>Diseño de CRP6 - 01</i>	80
Tabla 22 <i>Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 01 – CDC 02</i>	81
Tabla 23 <i>Diseño de línea de conducción CDC 01 – CDC 02</i>	81
Tabla 24 <i>Diseño de CRP6 - 01</i>	82
Tabla 25 <i>Diseño de CRP6 - 02</i>	83
Tabla 26 <i>Diseño de CRP6 - 03</i>	83
Tabla 27 <i>Diseño de CRP6 - 04</i>	84
Tabla 28 <i>Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 02 – R. Huayaquil</i>	85
Tabla 29 <i>Diseño de línea de conducción CDC 02 – Reservoirio Huayaquil</i>	85

Tabla 30 <i>Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 02 – CDC 03</i>	86
Tabla 31 <i>Diseño de línea de conducción CDC 02 – CDC 03</i>	86
Tabla 32 <i>Diseño de CRP6 - 01</i>	86
Tabla 33 <i>Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 03 – R. Morroponcito</i> . 87	
Tabla 34 <i>Diseño de línea de conducción CDC 02 – Reservoirio Morroponcito</i>	88
Tabla 35 <i>Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 03 – R. Las Filas</i>	88
Tabla 36 <i>Diseño de línea de conducción CDC 03 – Reservoirio Las Filas</i>	89
Tabla 37 <i>Diseño de cámara rompe presión CRP6 - 01</i>	89
Tabla 38 <i>Diseño de cámara rompe presión CRP6 – 02</i>	90
Tabla 39 <i>Diseño de las unidades del prefiltro de grava</i>	92
Tabla 40 <i>Diseño hidráulico del sistema de lavado</i>	93
Tabla 41 <i>Dimensionamiento de cajas de filtro</i>	94
Tabla 42 <i>Diseño de caja distribuidora de salida de CDC 02</i>	99
Tabla 43 <i>Diseño de caja distribuidora de salida de CDC 03</i>	101
Tabla 44 <i>Diseño de Reservoirio Ozurco</i>	102
Tabla 45 <i>Diseño de reservoirio Huayaquil</i>	103
Tabla 46 <i>Diseño de Reservoirio Morroponcito y anexos</i>	105
Tabla 47 <i>Diseño de Reservoirio Las Filas y San Antonio</i>	106
Tabla 48 <i>Caudales de diseño de la red de distribución Ozurco</i>	108
Tabla 49 <i>Memoria de cálculo red de distribución Ozurco</i>	110
Tabla 50 <i>Diseño de CRP7 – 01, 02 y 03</i>	113
Tabla 51 <i>Diseño de CRP7 - 04</i>	114
Tabla 52 <i>Diseño CRP7 – 05, 06 y 07</i>	114
Tabla 53 <i>Caudales de diseño para la red de distribución Huayaquil</i>	116
Tabla 54 <i>Diseño de red de distribución Huayaquil</i>	117
Tabla 55 <i>Diseño de CRP7 - 01 y 03</i>	119
Tabla 56 <i>Diseño de CRP7 - 02 y 04</i>	119
Tabla 57 <i>Caudales de diseño para la red de distribución Morroponcito</i>	120
Tabla 58 <i>Diseño de red de distribución Morroponcito</i>	122
Tabla 59 <i>Diseño de CRP7 - 01</i>	124

Tabla 60 <i>Diseño de CRP7 - 02, 03, 04, 05, 06 y 07</i>	124
Tabla 61 <i>Caudales de diseño para la red de distribución Las Filas y San Antonio</i>	125
Tabla 62 <i>Diseño de red de distribución Las Filas y San Antonio</i>	127
Tabla 63 <i>Diseño de CRP7</i>	129
Tabla 64 <i>Caudales de infiltración por tubería</i>	131
Tabla 65 <i>Diseño de biodigestor unifamiliar en Ozurco</i>	133
Tabla 66 <i>Diseño de humedal unifamiliar en Ozurco</i>	133
Tabla 67 <i>Diseño de biodigestor para dos viviendas en Ozurco</i>	134
Tabla 68 <i>Diseño de humedal para dos viviendas en Ozurco</i>	135
Tabla 69 <i>Buzonetas de la red de alcantarillado Ozurco</i>	136
Tabla 70 <i>Metrado de tuberías de la red de alcantarillado Ozurco</i>	137
Tabla 71 <i>Diseño de tanque séptico colectivo Ozurco</i>	139
Tabla 72 <i>Caudal de diseño para la red de alcantarillado Ozurco</i>	140
Tabla 73 <i>Diseño de red de alcantarillado Ozurco</i>	141
Tabla 74 <i>Diseño de humedal colectivo Ozurco</i>	143
Tabla 75 <i>Diseño de biodigestor unifamiliar en Huayaquil</i>	145
Tabla 76 <i>Diseño de humedal unifamiliar en Huayaquil</i>	145
Tabla 77 <i>Diseño de biodigestor para dos viviendas en Huayaquil</i>	146
Tabla 78 <i>Diseño de humedal colectivo para dos viviendas en Huayaquil</i>	147
Tabla 79 <i>Diseño de biodigestor para cinco viviendas en Huayaquil</i>	148
Tabla 80 <i>Diseño de humedal colectivo para siete viviendas en Huayaquil</i>	149
Tabla 81 <i>Buzonetas de la red de alcantarillado Huayaquil</i>	150
Tabla 82 <i>Metrado de tuberías de la red de alcantarillado de Huayaquil</i>	151
Tabla 83 <i>Diseño de tanque séptico de Huayaquil</i>	153
Tabla 84 <i>Caudal de diseño para red de alcantarillado Huayaquil</i>	154
Tabla 85 <i>Diseño de red de alcantarillado Huayaquil</i>	155
Tabla 86 <i>Diseño de humedal colectivo de Huayaquil</i>	157
Tabla 87 <i>Diseño de biodigestor unifamiliar en Morroponcito y anexos</i>	160
Tabla 88 <i>Diseño de humedal unifamiliar en Morroponcito y anexos</i>	160
Tabla 89 <i>Diseño de biodigestor para dos viviendas en Morroponcitos</i>	161

Tabla 90 <i>Diseño de humedal colectivo para dos viviendas en Morroponcito</i>	162
Tabla 91 <i>Diseño de humedal para 3 viviendas en Morroponcito y anexos</i>	163
Tabla 92 <i>Diseño de humedal para cinco viviendas en Anexo Los Cocos</i>	164
Tabla 93 <i>Buzones de la red de alcantarillado de Morroponcito</i>	165
Tabla 94 <i>Metrado de tuberías de la red de alcantarillado Morroponcito</i>	166
Tabla 95 <i>Diseño de tanque séptico de Morroponcito</i>	168
Tabla 96 <i>Caudales de diseño para red de alcantarillado Morroponcito</i>	169
Tabla 97 <i>Diseño de red de alcantarillado Morroponcito</i>	170
Tabla 98 <i>Diseño de humedal Morroponcito</i>	172
Tabla 99 <i>Diseño de biodigestor unifamiliar Las Filas y San Antonio</i>	173
Tabla 100 <i>Diseño de humedal unifamiliar en Las Filas y San Antonio</i>	174
Tabla 101 <i>Diseño de biodigestor para dos viviendas en Las Filas y San Antonio</i>	175
Tabla 102 <i>Diseño de humedal para dos viviendas en Las Filas y San Antonio</i>	175
Tabla 103 <i>Diseño de humedal para cuatro viviendas en Las Filas y San Antonio</i>	176



Lista de figuras

Figura 1 <i>Ubicación geográfica</i>	23
Figura 2 <i>Esquema de caudal máximo diario</i>	29
Figura 3 <i>Caudal máximo horario</i>	29
Figura 4 <i>Carga disponible en una línea de conducción</i>	30
Figura 5 <i>Válvula de aire mecánica.</i>	32
Figura 6 <i>Válvula de aire automática.</i>	33
Figura 7 <i>Válvula de purga.</i>	33
Figura 8 <i>Cámara rompe-presión</i>	34
Figura 9 <i>Zonas de un desarenador</i>	39
Figura 10 <i>Relación entre velocidades y distancias en un sedimentador</i>	40
Figura 11 <i>Zona muerta en vertederos de rebose</i>	40
Figura 12 <i>Punto de ruptura de la cloración</i>	44
Figura 13 <i>Red abierta o ramificada</i>	47
Figura 14 <i>Red cerrada o mallada</i>	47
Figura 15 <i>Estructura de un tanque séptico</i>	54
Figura 16 <i>Esquema gráfico de un biodigestor de globo</i>	55
Figura 17 <i>Esquema gráfico de un biodigestor de domo fijo</i>	56
Figura 18 <i>Esquema gráfico de un biodigestor de tambor flotante</i>	56
Figura 19 <i>Esquema gráfico de un biodigestor prefabricado</i>	57
Figura 20 <i>Estructura de pozo de percolación</i>	60
Figura 21 <i>Estructura de una zanja de infiltración</i>	60
Figura 22 <i>Partes de un humedal artificial</i>	62
Figura 23 <i>Punto de muestreo para el estudio de agua de la Quebrada Pangoya</i>	68
Figura 24 <i>Estudio de fuente de agua (parámetros químicos)</i>	69
Figura 25 <i>Estudio de fuente de agua (parámetros fisicoquímicos)</i>	70
Figura 26 <i>Estudio de fuente de agua (parámetros biológicos)</i>	71
Figura 27 <i>Línea de conducción CAPT – CDC 01</i>	73
Figura 28 <i>Alturas de cámara rompe-presión</i>	75
Figura 29 <i>Línea de conducción CDC 01 – Reservoirio Ozurco</i>	79

Figura 30 Línea de conducción CDC01 - CDC 02	81
Figura 31 Línea de conducción CDC 02 – Reservoirio Huayaquil	84
Figura 32 Línea de conducción CDC 02 – CDC 03	85
Figura 33 Diseño de CRP6 - 01.....	87
Figura 34 Línea de conducción CDC 03 – Reservoirio Las Filas	88
Figura 35 Coeficientes para la fórmula de Bos.....	91
Figura 36 Vertedero de salida hacia CDC 02	96
Figura 37 Vertedero de salida hacia Reservoirio Ozurco	96
Figura 38 Vertedero de salida hacia CDC 03	98
Figura 39 Vertedero de salida hacia Reservoirio Huayaquil	99
Figura 40 Vertedero de salida hacia el Reservoirio Morroponcito.....	100
Figura 41 Vertedero de salida hacia Reservoirio Las Filas y San Antonio	101
Figura 42 Distribución de nodos Red Ozurco.....	109
Figura 43 Distribución de nudos de Red de distribución de Huayaquil	115
Figura 44 Distribución de nodos Red Morroponcito.....	121
Figura 45 Distribución de nodos de la red de distribución Las Filas y San Antonio.....	126
Figura 46 Sistemas de alcantarillado planteados para el área de estudio	130
Figura 47 Distribución de viviendas en Ozurco.....	132
Figura 48 Sistema de alcantarillado Ozurco.....	136
Figura 49 Tanque séptico Ozurco.....	140
Figura 50 Distribución de viviendas Huayaquil.....	144
Figura 51 Sistema de alcantarillado de 8 viviendas en Huayaquil	144
Figura 52 Diseño de alcantarillado para siete viviendas en Huayaquil.....	148
Figura 53 Sistema de alcantarillado de Huayaquil.....	150
Figura 54 Tanque séptico de Huayaquil	154
Figura 55 Distribución de viviendas en Morroponcito	158
Figura 56 Distribución de viviendas en Anexo Las Nonas	158
Figura 57 Distribución de viviendas en anexo Los Cocos.....	159
Figura 58 Distribución de viviendas en anexo Michino	159
Figura 59 Sistema de alcantarillado multifamiliar para 3 viviendas en Anexo Las Nonas	163

Figura 60 Sistema de alcantarillado para cinco viviendas en Anexo Los Cocos.....	164
Figura 61 Sistema de alcantarillado Morroponcito.....	165
Figura 62 Tanque séptico de Morroponcito	169
Figura 63 Distribución de viviendas en Anexo Las Filas y San Antonio	173
Figura 64 Sistema de alcantarillado para cuatro viviendas en Las Filas y San Antonio	176



Introducción

Según el Plan Regional de Saneamiento Cajamarca 2018-2021, en el departamento de Cajamarca el 79.1% de la población rural tiene acceso al servicio de agua potable y solo el 14.4% de esta población tiene acceso a un sistema de alcantarillado. Sin embargo, en la provincia de San Ignacio el 43% de la población no tiene acceso al servicio de agua potable y solo el 5.26% tiene acceso a un sistema de alcantarillado. Por otro lado, el distrito de Huarango cuenta con un 54.5% de población sin acceso a agua potable por red pública y un 86.5% sin acceso a servicios higiénicos.

En las localidades de Ozurco, Huayaquil y Morroponcito del distrito de Huarango, provincia de San Ignacio del departamento de Cajamarca, no existe un sistema de agua potable ni de alcantarillado que permita a sus pobladores tener una adecuada calidad de vida. Actualmente el sistema de agua de dichas localidades es de agua entubada que es captada en manantiales, y no cuenta con ningún tipo de tratamiento para potabilizar el agua y hacerla apta para el consumo humano lo cual genera que las enfermedades más comunes entre sus pobladores sean las de origen hídrico como las diarreas gastrointestinales y parasitarias, cuya causa fundamental se atribuye al consumo de aguas contaminadas. Al no tener un sistema de alcantarillado la población emplea mayoritariamente otros medios como letrinas de hoyo seco las cuales generan malos olores que afectan la calidad de vida de los usuarios, contaminan las aguas subterráneas y el medio ambiente.

Por lo expuesto, mediante el desarrollo del presente proyecto de tesis se busca beneficiar a 1563 habitantes los cuales representan un total de 306 familias y así, mejorar su calidad de vida, consumiendo agua potable bajo estrictos estándares de calidad y evacuando sus aguas servidas mediante un sistema de alcantarillado eficiente y económico. Además, se busca proteger la salud pública y cuidar el medio ambiente.

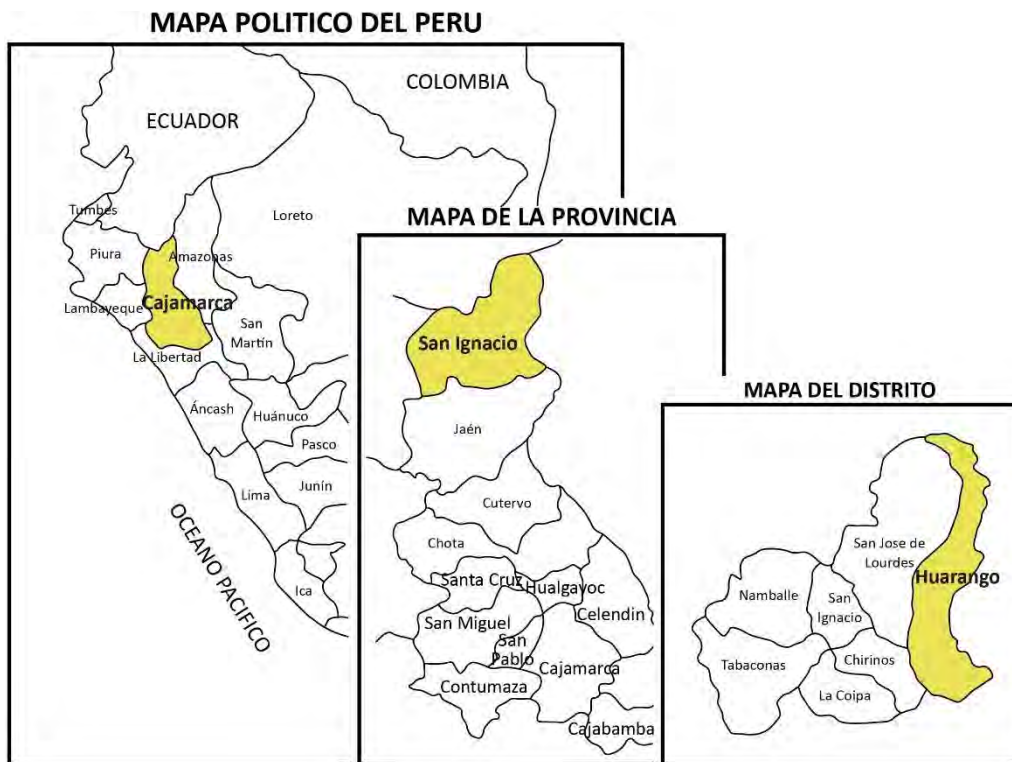
Capítulo 1

Información preliminar

1.1 Ubicación geográfica

Las localidades de Ozurco, Morroponcito, Huayaquil y sus anexos: Las Nonas, Los Cocos, Vista Hermosa, San Antonio, Michino y La Fila pertenecen a la jurisdicción del distrito de Huarango, ubicado en la provincia de San Ignacio, de la región de Cajamarca. A continuación, en la Figura 1, se muestra su ubicación geográfica.

Figura 1
Ubicación geográfica



1.2 Vías de acceso

Tomando como punto de partida la ciudad de Jaén, se debe recorrer la carretera PE-5N en dirección norte hasta llegar a Puerto Ciruelo. Luego, se deben dirigir hacia el noreste hasta llegar a Huarango; desde donde se pueden destinar a las localidades del proyecto. En la Tabla 1 se muestran las vías de acceso, distancias y tiempo de viaje hacia las localidades del presente proyecto de investigación.

Tabla 1*Vías de acceso*

Desde	Hasta	Tipo de vía	Distancia	Tiempo de viaje
Jaén	Puerto Ciruelo	Asfaltada	65 km	75 min
Puerto Ciruelo	Huarango	Afirmada	5 km	15 min
Huarango	Morroponcito - Huayaquil y anexos	Trocha carrozable	1 km	5 min
Huarango	Ozurco	Trocha carrozable	5 km	20 min

1.3 Aspectos socioeconómicos

Las condiciones de vida y capacidad económica están relacionadas directamente con la actividad agrícola de los pobladores, que, sobre todo, cuentan con cultivos de arroz, café, cacao, caña y frutales; complementada con la actividad pecuaria, entre las que sobresalen la crianza de aves de corral y de ganado vacuno y porcino. En las localidades de Ozurco, Morroponcito, Huayaquil y anexos, el tipo de vivienda predominante son las construidas a base de adobe y con cobertura de calamina. Mientras que, en una menor cantidad, se tiene viviendas de material noble y materiales rústicos como maderos con cobertura de esteras.

1.4 Clima

Las localidades del proyecto se encuentran en la provincia de San Ignacio, Cajamarca, por lo que presentan un clima semi tropical. Y, según la clasificación climática de Thornthwaite, poseen un clima del tipo semiseco, cálido y húmedo; con ausencia de precipitaciones en otoño, invierno y primavera. La temperatura promedio mensual oscila entre los 20 y 30 °C en verano y entre 15 y 25 °C en invierno.

1.5 Población beneficiaria

El presente trabajo de investigación plantea beneficiar un total de 305 viviendas y 1563 habitantes de las localidades de Ozurco, Morroponcito, Huayaquil y anexos.

1.6 Situación actual de los sistemas

Las localidades de Ozurco, Huayaquil, Morroponcito y anexos: Los Cocos, Las Nonas, Vista Hermosa, San Antonio, Michino y Fila han accedido a los siguientes proyectos, con financiamiento del Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES):

- En el año 2002, Huayaquil se unió al sistema de agua de Morroponcito, construyendo un reservorio rectangular para almacenar y abastecer agua a su población. Este sigue siendo utilizado pese a que se encuentra en malas condiciones debido a la falta de mantenimiento.
- En 2019, las localidades de Vista Hermosa, Los Cocos y Michino se unieron al sistema de Morroponcito, construyendo un reservorio circular que viene siendo utilizado por dichos lugares. Este mismo año, Ozurco ejecutó un nuevo proyecto de abastecimiento de agua

entubada, en el que se construyó una nueva captación de agua de manantial y un nuevo reservorio que, junto con el sistema antiguo, abastecen a su población.

El sistema actual de agua entubada presenta deficiencias, entre las que destaca la falta de presión, debido a que las fuentes de agua están ubicadas en cotas no tan lejanas a las cotas de las localidades. Las cuales son, en promedio, 1065 msnm en Ozurco, 1020 msnm en Huayaquil, 980 msnm en Morroponcito y entre 800 y 930 msnm en sus anexos. Asimismo, no cuentan con sistema de alcantarillado y, ahora, utilizan letrinas de hoyo seco instaladas por los pobladores, que se encuentran en pésimas condiciones.



Capítulo 2

Marco teórico: Sistemas de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras de ingeniería que permiten transportar agua de calidad hasta las viviendas en una ciudad, pueblo o zona rural. Se componen de:

- Captación o fuente de abastecimiento,
- Línea de conducción,
- Planta de tratamiento de agua potable,
- Almacenamiento de agua potable,
- Red de distribución de agua potable.

Cuando la estructura de captación se encuentra en cotas superiores a la población beneficiaria, se emplea un sistema de agua potable por gravedad, en el que esta fluye desde un punto de mayor elevación hacia uno de menor, por acción de la gravedad. Mientras que, cuando la estructura de captación está en cotas inferiores a la población beneficiaria, se emplea un sistema de agua potable por bombeo. El cual consiste en bombear el agua hacia reservorios estratégicamente ubicados, para que se pueda distribuir el agua por acción de la gravedad.

2.1 Fuentes de abastecimiento

Constituyen el elemento fundamental para el diseño de sistemas de agua potable, pues determinan las características de las obras de: captación, tratamiento, conducción y distribución del sistema. Existen tres tipos de fuentes: las subterráneas, superficiales y pluviales (Fair Geyer, Agüero).

2.1.1 Fuente subterránea.

Se alimenta a partir de infiltraciones de una parte de las precipitaciones en la cuenca, que avanzan por el subsuelo hasta alcanzar zonas de saturación, generando así las aguas subterráneas. Se pueden captar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos.

2.1.2 Fuente superficial

Son las aguas que discurren naturalmente en la superficie terrestre, provenientes de las precipitaciones, que no se infiltran ni regresan a la atmósfera por evaporación; también, son provenientes de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas. Están constituidas por ríos, quebradas, lagos, arroyos, lagunas, etc.

2.1.3 Fuente pluvial o de lluvia

Son usadas cuando el régimen de lluvias de la zona es constante y cuando es imposible acceder a fuentes subterráneas y superficiales con una buena calidad del agua. Una vez

definido el tipo de fuente a utilizar, se debe asegurar el caudal máximo diario para el periodo de diseño, y garantizar que la calidad de esta satisfaga los requisitos del agua potable. Los cuales están establecidos en la normatividad vigente del país.

2.2 Línea de conducción

Es el componente del sistema que transporta agua desde el lugar de captación hasta la estructura posterior, que puede ser un reservorio o una planta de tratamiento de agua potable, por medio de la gravedad o bombeo. Debe tener capacidad para conducir, como mínimo, el caudal máximo diario. Las líneas de conducción deben estar ubicadas de tal manera que su inspección no se dificulte, y que permitan detectar y corregir las averías o desperfectos que puedan sufrir las tuberías. Por tal motivo, se recomienda que sus trazos sean paralelos a caminos existentes y, preferencialmente, en zonas públicas, que faciliten su operación y mantenimiento.

2.2.1 Criterios de diseño

2.2.1.1 Población actual. La población actual se refiere exactamente al número de habitantes en determinada comunidad, que, en términos de proyecto, esta cantidad representa al número de personas beneficiarias con el servicio de saneamiento. En este sentido, la población actual, adquiere la denominación de “población futura” que al finalizar el proceso de diseño económico y ejecutivo serán atendidos.

Siguiendo el método aritmético se utiliza la siguiente expresión

$$\text{Población futura} = \text{Población actual} + IN$$

Siendo que “I” corresponde al incremento medio Anual; “N”, corresponde a la diferencia de tiempo en años (Población actual-Población Pasada), “n”, refiere a la diferencia de tiempo en años (Población futura – Población pasada)

Y de acuerdo con lo indicado “I” se calcula mediante la siguiente expresión.

$$I = \frac{Pa - Pp}{n}$$

Esta información se recopila de los censos realizados por el estado publicados en el INEI.

2.2.1.2 Tasa de crecimiento. La tasa de crecimiento indica los puntos de proyección respecto al crecimiento que puede tener una comunidad en función a su desarrollo. En el caso de los centros urbanos, los planes de desarrollo se ejecutan de acuerdo a las necesidades de infraestructura y ocupación del suelo, sin embargo, para los casos donde las comunidades no cuentan con un plan de desarrollo definido este factor se determina en función al recuento histórico, socioeconómico entre otros factores que puedan afectar a la tendencia.

Para el cálculo de la tasa de crecimiento se ocupa la siguiente expresión.

$$Pf = Pa \frac{(1 + rt)}{1,00}$$

Siendo que “Pf”, refiere a la población futura, “Pa”, refiere a la población actual, “r” el cual corresponde a la tasa de crecimiento anual por mil y “t”, corresponde al número de años

2.2.1.3 Densidad poblacional. Según la norma OS.100 (2006) “Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria”. La dotación se determina como el consumo diario medio anual total per cápita en la zona de estudio y debe estar técnicamente justificada y respaldada por datos estadísticos.

En los casos de las comunidades rurales sin registro del consumo en el lugar se considera 180 litros por habitante al día, en climas fríos y de 220 litros por habitante al día en climas templados y cálidos.

2.2.1.4 Caudal de diseño. Tal como indica el MVCS (2006) los caudales representan la relación entre el volumen de agua que transcurre por un sector en un tiempo determinado

Este factor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Siendo que “Q” hace referencia al caudal, “V”, refiere al volumen y “T”, refiere al tiempo.

También se identifica el caudal máximo diario y el caudal máximo horario.

Caudal Máximo Diario (Qmd) representado en la expresión 6

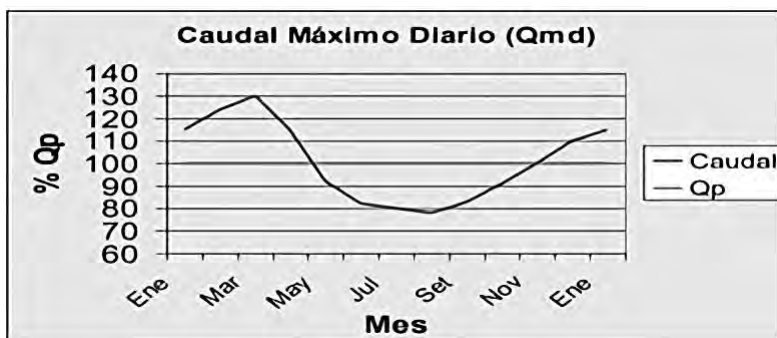
$$Qmd = k1 \times Qp \text{ --- (6)}$$

Siendo

K1: Aplica 1.3 en Localidades urbanas y localidades rurales

Figura 2

Esquema de caudal máximo diario



Nota. Se indica en el eje "y" el porcentaje del caudal promedio y en el eje "x" el caudal mes a mes. MEF (2011)

Asimismo, el caudal máximo horario se determina mediante la expresión 7

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p \text{ --- (7)}$$

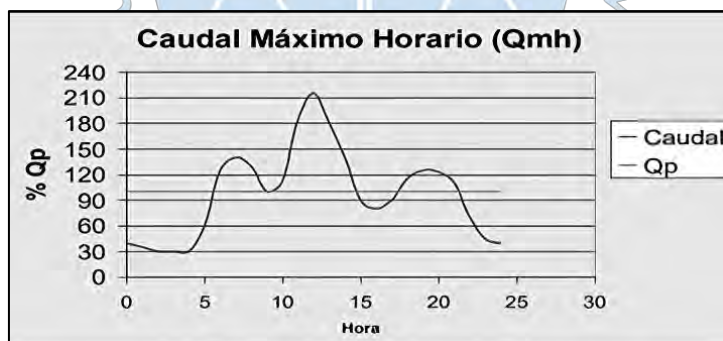
Siendo

K₂: Aplica 1.8-2.5 en Localidades urbanas

K₂: Aplica 1.5 en localidades rurales

Figura 3

Caudal máximo horario



Nota. Se muestra en el eje "y" el porcentaje del caudal promedio y en el eje "x" el caudal mes a mes. MEF (2011)

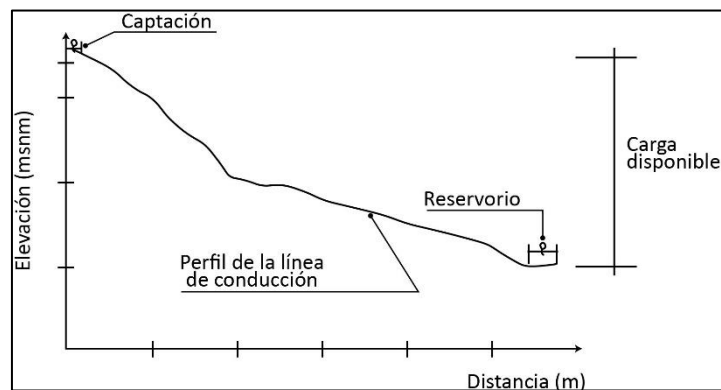
Se debe asegurar que la línea de conducción tenga capacidad para transportar, como mínimo, el caudal máximo diario (Q_{md}). En caso el suministro no fuese continuo, se deberá diseñar para el caudal máximo horario.

2.2.1.5 Carga disponible. Representada por la diferencia de cotas entre la estructura de captación y la de almacenamiento de agua (reservorio), tal cual se representa en la Figura

4. Debido a la posibilidad de existencia de puntos intermedios de mayor cota, será necesario realizar las verificaciones pertinentes.

Figura 4

Carga disponible en una línea de conducción



Nota. RM-192.

2.2.1.6 Velocidades admisibles. La línea de conducción debe mantener, como mínimo, una velocidad mayor o igual que 0.60 m/s y, como máximo, una velocidad de 3 m/s, que puede excederse en 2 m/s si se cuenta con una justificación adecuada. Las velocidades en las tuberías serán calculadas utilizando la siguiente expresión:

$$v = \frac{4Q}{\pi * D^2}$$

Donde:

v: velocidad [m/s],

Q: caudal [m³/s],

D: diámetro interior de la tubería [m].

2.2.1.7 Selección de diámetros. Será necesario calcular, primero, un diámetro teórico, para que, luego, se pueda definir que diámetro comercial se utilizará.

Diámetro teórico. Primero será necesario definir la altura disponible (h_d), que será igual a la diferencia de cotas entre dos estructuras contiguas. Luego, se calculará la pendiente máxima disponible (S_{max}), la cual es la altura disponible de la longitud horizontal entre dichas estructuras. Por último, se reemplazarán estos valores en la formulación de Hazen – Williams y se despejará el diámetro teórico:

$$h_d = |Cota\ inicial - Cota\ final|$$

$$S_{max} = \frac{h_d}{L}$$

$$Q = 0.000426 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Donde:

h_d : altura disponible [m],

Q: caudal [l/s],

C: coeficiente de Hazen y Williams [adimensional],

- C=100 para acero soldado en espiral y para hierro galvanizado,
- C=120 para acero sin costura,
- C=140 para hierro fundido dúctil con revestimiento y para polietileno,
- C=150 para PVC

D: diámetro [in],

S: pendiente [m/km].

Diámetro comercial. A continuación, en la Tabla 2, se muestran los diámetros comerciales disponibles en el país.

Tabla 2

Diámetros comerciales de tuberías.

DIÁMETRO EXTERIOR		LONGITUD		CLASE 10	
NTP 399.002		PVC-UC		SERIE 10	SDR=21
NOMINAL	NOMINAL	TOTAL	ÚTIL	ESPESOR	DIAM. INT.
(in.)	(mm)	(metros)	(metros)	(mm)	(mm)
1/2	21.0	5.00	4.97	1.80	17.40
3/4	26.5	5.00	4.96	1.80	22.90
1	33.0	5.00	4.96	1.80	29.40
1 1/4	42.0	5.00	4.96	2.00	38.00
1 1/2	48.0	5.00	4.96	2.30	43.40
2	60.0	5.00	4.95	2.90	54.20
2 1/2	73.0	5.00	4.94	3.50	66.00
3	88.5	5.00	4.93	4.20	80.10
4	114.0	5.00	4.90	5.40	103.20

DIÁMETRO EXTERIOR		LONGITUD		CLASE 10	
NTP 399.002		PVC-UC		SERIE 10	SDR=21
NOMINAL	NOMINAL	TOTAL	ÚTIL	ESPESOR	DIAM. INT.
(in.)	(mm)	(metros)	(metros)	(mm)	(mm)
6	168.0	5.00	4.86	8.00	152.00
8	219.0	5.00	4.82	10.40	198.20
10	273.0	5.00	4.77	13.00	247.00
12	323.0	5.00	4.73	15.40	292.20

Nota. Norma NTP 399.002

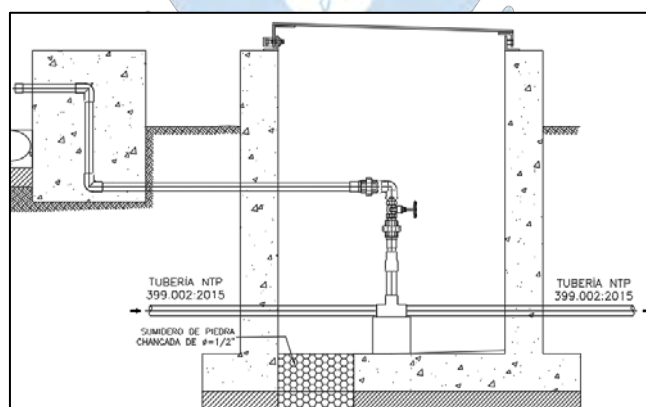
2.2.2 Estructuras complementarias

2.2.2.1 Válvula de aire. Son dispositivos hidromecánicos, cuyas funciones principales son la supresión de burbujas o bolsas de aire, evacuación y admisión de aire.

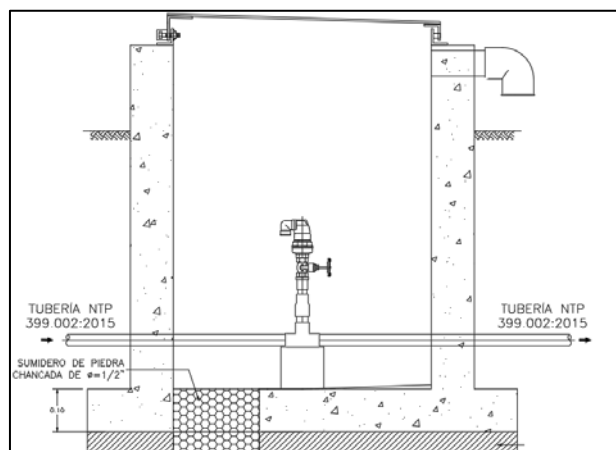
Son estructuras de mucha importancia, dado que la acumulación de bolsas de aire dentro de la tubería provoca que la pérdida de carga se intensifique, debido a que se reduce el área de flujo del agua circulante. Estas válvulas pueden ser manuales o automáticas de simple, doble o triple efecto. A continuación, en la Figura 5 y Figura 6, se muestra una válvula de aire mecánica y automática respectivamente.

Figura 5

Válvula de aire mecánica.



Nota. RM-192

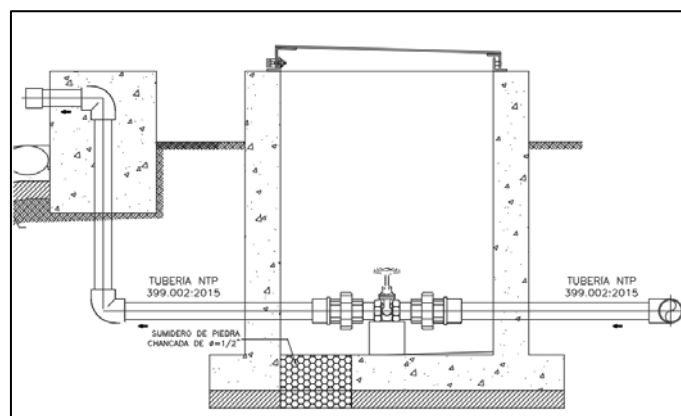
Figura 6*Válvula de aire automática.**Nota. RM-192*

Se debe considerar la colocación de válvulas de aire en los siguientes puntos:

- Cuando la topografía es accidentada, se colocarán en todos los puntos altos,
- Cuando la topografía es regular, se colocarán, como máximo, cada 2 km,
- Cuando exista un cambio de dirección en tramos con pendiente positiva.

2.2.2.2 Válvula de purga. Su función principal es permitir la limpieza periódica de sedimentos en la línea de conducción, por cuanto la acumulación de estos puede generar la reducción del área de flujo del agua.

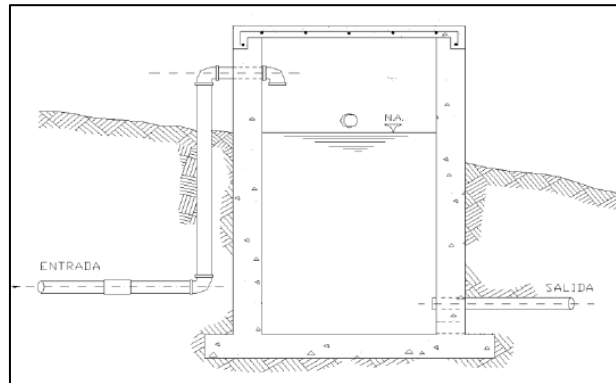
De igual forma, se debe considerar la colocación de válvulas de purga en puntos bajos de la tubería de conducción; y en todo tramo comprendido entre dos válvulas de aire se deberá contar con al menos una válvula de purga. Asimismo, se debe utilizar un diámetro de válvula menor que el de la tubería principal.

Figura 7*Válvula de purga.**Nota. RM-192*

2.2.2.3 Cámara rompe-presión. Los desniveles entre la estructura de captación y distintos puntos de la línea de conducción generan aumento de presiones, que podrían llegar a superar la presión que puede soportar la tubería. Para evitar estas sobrepresiones, que pueden generar el colapso de la tubería, se recomienda la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 metros de desnivel.

Figura 8

Cámara rompe-presión.



Nóta. RM-192

2.2.3 Pérdidas de carga

En tuberías cuyo diámetro es mayor a 50 mm, se calculará la pérdida de carga utilizando la formulación de Hazen-Williams:

$$H_f = 10.674 * \left(\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right) * L$$

Donde:

H_f: pérdida de carga [m],

Q: caudal [m³/s],

D: diámetro interior [m],

C: coeficiente de Hazen Williams [adimensional],

- C=100 para acero soldado en espiral y para hierro galvanizado,
- C=120 para acero sin costura,
- C=140 para hierro fundido dúctil con revestimiento y para polietileno,
- C=150 para PVC
- L: Longitud del tramo [m].

Por otro lado, en tuberías de diámetro menor o igual a 50 mm, se utilizará la formulación de Fair – Whipple:

$$H_f = 676.745 * \left(\frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right) * L$$

Donde:

H_f: pérdida de carga [m],

Q: caudal [l/min],

D: diámetro interior [mm],

L: longitud del tramo [m].

2.2.4 Golpe de Ariete

Son fluctuaciones rápidas de presión originadas por variaciones bruscas en las condiciones del caudal del flujo o en las del contorno. Es un fenómeno relacionado, ante todo, con la velocidad del agua y puede producirse, tanto en sistemas por gravedad como en sistemas por bombeo. La sobrepresión por golpe de ariete debe ser tenida en cuenta a la hora de seleccionar la clase de tubería a instalar.

2.3 Planta de tratamiento de agua potable

Según la norma OS.020. Plantas de tratamiento de agua para consumo humano (2016), la planta de tratamiento de agua es un conjunto de unidades de tratamiento, diseñadas para realizar operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos. Que, a su vez, permiten modificar la calidad del agua cruda proveniente de la fuente de captación y se convierta en un agua potable apta para el consumo humano.

Este objetivo se consigue mediante la eliminación o disminución de los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos del agua cruda por métodos naturales o artificiales, hasta que el efluente cumpla con los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. La planta de tratamiento de agua potable debe estar localizada en un punto de fácil acceso en cualquier época del año. Debe elegirse una zona de bajo riesgo sísmico, no inundable, por encima del nivel de máxima creciente del curso de agua.

Además, en la selección del lugar, se debe tener en cuenta la factibilidad de construcción o disponibilidad de vías de acceso, las facilidades de aprovisionamiento de energía eléctrica, las disposiciones relativas a la fuente y al centro de consumo, el cuerpo receptor de descargas de agua y la disposición de las descargas de lodos. Se debe dar particular atención a la naturaleza del suelo, a fin de prevenir problemas de cimentación y construcción, y ofrecer la posibilidad de situar las unidades encima del nivel freático.

Por consiguiente, para la selección de las unidades de tratamiento y la tecnología a aplicarse en PTAP's, se debe considerar la calidad de la fuente de abastecimiento y la factibilidad de utilizar la opción tecnológica en el lugar de diseño. Según los aspectos económicos de la población a abastecer y los costos de operación y mantenimiento; para, así, garantizar un sistema sostenible.

2.3.1 Tipos de plantas de tratamiento de agua potable

De acuerdo con la OS.020 (2016), las plantas de tratamiento de agua potable pueden clasificarse según el medio de eliminación de partículas. Además, a partir de la (Norma Boliviana NB 689, que se utiliza solo de manera referencial), las plantas de tratamiento se clasifican según el tipo de tecnología que se aplica, según:

2.3.1.1 Por el medio de eliminación de partículas. Pertenecen a este grupo las plantas de filtración rápida y lenta.

a) Filtración lenta. La eliminación de partículas se da por medios físicos y biológicos. En este sistema se suelen utilizar las siguientes unidades de tratamiento:

- Desarenadores,
- Sedimentadores,
- Prefiltros de grava,
- Filtros lentos.

b) Filtración rápida. La eliminación de partículas se da por medios fisicoquímico. En este sistema se suelen utilizar las siguientes unidades de tratamiento:

- Desarenadores,
- Mezcladores,
- Floculadores o acondicionadores del flóculo,
- Decantadores,
- Filtros rápidos.

En ambos métodos de tratamientos se debe aplicar como última operación la desinfección de aguas a tratar.

2.2.3.2 Tipo de tecnología aplicada. Pertenecen a este grupo el Sistema Convencional, Sistema de Tecnología Apropiada y Sistemas Patentados.

a) Sistema Convencional: se caracterizan por utilizar conceptos hidráulicos para el desarrollo de las operaciones. Además, en estos sistemas se minimiza la mecanización.

b) Sistema de Tecnología Apropiada: se caracterizan por llevar el tratamiento sin el uso de productos químicos para la coagulación y, por lo general, las unidades que la conforman

realizan procesos de sedimentación lamelar. Son sistemas cuyo objetivo específico es disminuir alguna característica física-química o bacteriológica en particular y mejorar la capacidad de la planta de tratamiento.

c) Sistemas Patentados: son más automatizados y mecanizados en comparación con los convencionales. Por lo que su funcionamiento es complejo porque requieren de mayor equipamiento y de personal calificado para su construcción, operación y mantenimiento.

Para el presente proyecto, debido a que la zona de estudio es de ámbito rural, se diseñará una planta de filtración lenta por ser una tecnología de fácil acceso y operación, con menor costo de operación y mantenimiento en comparación con el resto de las tecnologías disponibles.

2.3.2 Unidades de pretratamiento

Las unidades de pretratamiento cumplen la función de remover parte de la carga en suspensión, para acondicionar el agua cruda a los procesos de tratamiento subsiguientes. La selección de cada unidad disponible dependerá de la turbidez del cuerpo de agua que sirve de fuente, el cual define la cantidad de partículas suspendidas, gruesas y arenas. Las unidades de una PTAP de filtración lenta están conformadas por:

- Desarenador,
- Sedimentador,
- Prefiltro de grava,
- Filtro lento de arena,
- Lecho de secado.

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, existen cuatro alternativas tecnológicas, cuyos criterios de selección se definen en la Tabla 3.

Tabla 3

Alternativas tecnológicas para el tratamiento de agua potable

ALTERNATIVAS	LÍMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80 % DEL TIEMPO	ESPORÁDICAMENTE
Filtro lento (F.L.)	To \leq 20 UT Co \leq 40 UC	To Max \leq 100 UT
F.L. + prefiltro de grava (P.G.)	To \leq 60 UT Co \leq 40 UC	To Max \leq 150 UT
F.L. + P.G. + sedimentador (S)	To \leq 200 UT Co \leq 40 UC	To Max \leq 500 UT

F.L. + P.G. + S + presedimentador	$To \leq 200 \text{ UT}$ $Co \leq 40 \text{ UC}$	$To \text{ Max} \leq 1000 \text{ UT}$
-----------------------------------	---	---------------------------------------

Nota. RM - 196

Donde:

To: turbiedad del agua cruda presente el 80 % del tiempo,

Co: color del agua cruda presente el 80 % del tiempo,

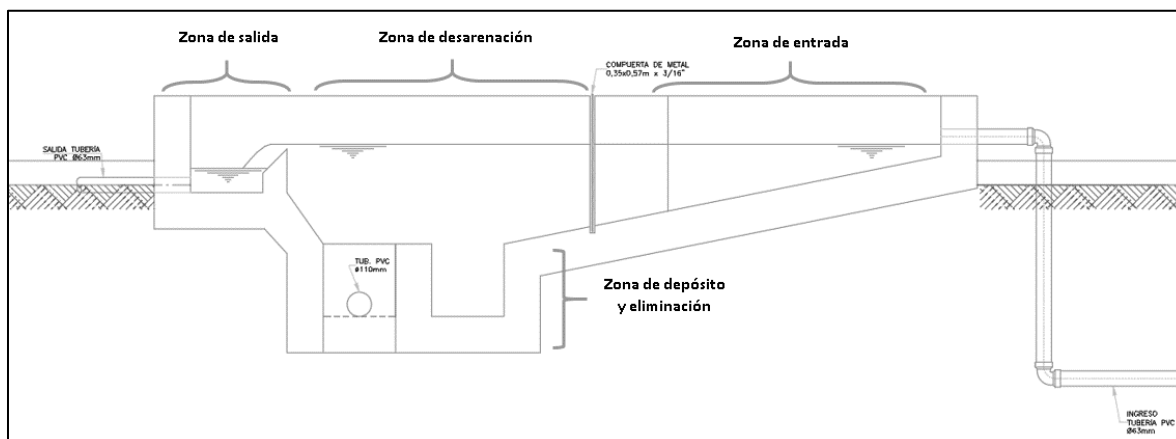
To Max: turbiedad máxima del agua cruda. Considerando que este valor se presenta por lapsos cortos de minutos u horas en alguna eventualidad climática o natural.

2.3.2.1 Desarenador. Es un componente diseñado para la remoción de partículas gruesas y arenas en suspensión, con la finalidad de evitar el arrastre de partículas en las tuberías y, de esta forma, impedir el ingreso de arenas en las posteriores unidades de tratamiento para su adecuado funcionamiento y eficiencia. La arena y partículas gruesas removidas son, en general, de tamaño igual o mayor a 0.2 mm de diámetro.

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018), la unidad consta de cuatro zonas: de entrada, de retención de arenas, de salida y la de depósito y eliminación de la arena retenida. El agua cruda ingresa por la zona de entrada, la cual tiene como función asegurar una velocidad de entrada del flujo constante y la uniformidad de las líneas de flujo, para evitar un bajo rendimiento del sistema. Además, en el tramo final de esta se ubican compuertas metálicas para alternar el paso del agua entre unidades de desarenado, en caso de mantenimiento.

Después, el agua ingresa a la zona de desarenado, constituida por dos unidades paralelas. Se recomienda diseñar, como mínimo, dos unidades en caso de mantenimiento. Estas son canales con un largo suficiente para que las partículas gruesas y arenas decanten en el fondo en su recorrido. Para el cálculo de las dimensiones del canal se tomará en cuenta el cumplimiento de la velocidad horizontal y la velocidad de sedimentación de la arena.

Por otro lado, la arena retenida en el fondo de las unidades es transportada hacia las trampas de arena a través de válvulas, para su posterior evacuación al desagüe (Zona de depósito y eliminación). Más adelante, para calcular volumen de las trampas o tolvas, se debe considerar, como mínimo, cuatro días de almacenamiento y definir la tasa de acumulación de la arena (l/m³). Por último, el agua que se desborda de las unidades de desarenado es evacuada y recolectada a través de vertederos (zona de salida).

Figura 9*Zonas de un desarenador*

Nota. RM-192

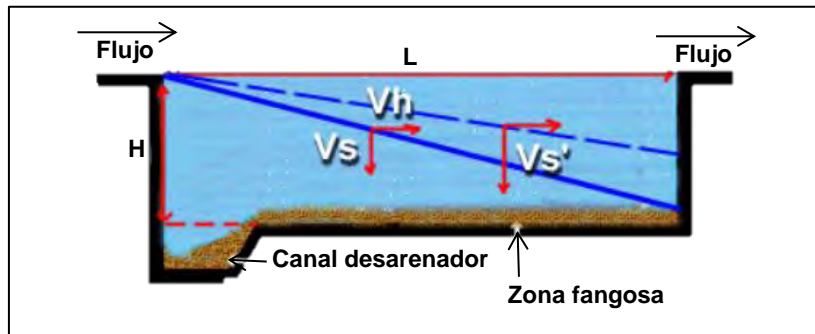
2.3.2.2 Sedimentador. Es un componente diseñado para la remoción de partículas más pequeñas que las retenidas en el desarenador, con la finalidad de proteger las bombas de la abrasión y evitar el arrastre de partículas en las tuberías. En consecuencia, impedir el ingreso de sólidos a las posteriores unidades de tratamiento, para su adecuado funcionamiento y eficiencia. Las partículas gruesas removidas, en estas unidades, son, en general, de tamaño inferior a 0.2 mm y mayor a 0.05 mm. Por otro lado, según la (Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, 2016), el sedimentador consta de cuatro zonas: de entrada, de sedimentación, de salida y la de almacenamiento y extracción de sólidos.

Así pues, el ingreso del agua cruda ocurre en la zona de entrada. Es recomendable que el ingreso esté compuesto de un vertedero rectangular para repartir el caudal de diseño en todo el ancho de la unidad de sedimentación; además de una cortina difusora para evitar variación del flujo en el vertedero de salida. En conjunto, esta zona tiene como función asegurar una velocidad de entrada del flujo constante, la uniformidad de las líneas de flujo en toda la sección del sedimentador, disipar energía y disminuir velocidades para evitar perturbaciones de las partículas sedimentadas (Arboleda, 2000).

De igual forma, en la zona de sedimentación el fluido está en total reposo para la sedimentación de las partículas por acción de la gravedad, en consecuencia, maximiza la eficiencia del sistema. Este comportamiento hidráulico se asegura con el cálculo de la altura útil, ancho y largo de la unidad, en función de las tasas de sedimentación de las partículas. Se recomienda diseñar, como mínimo, dos unidades que trabajen en paralelo, para que el sistema funcione todo el tiempo; caso contrario, se tendría que parar la planta al ejecutar los procesos de mantenimiento.

Figura 10

Relación entre velocidades y distancias en un sedimentador



Nota. Tomado de *Teoría y práctica de la purificación del agua*, por J. Arboleda, 2000, McGraw Hill.

A partir de la relación de triángulos, se obtiene el área superficial requerida según el caudal de diseño y la velocidad de sedimentación de las partículas.

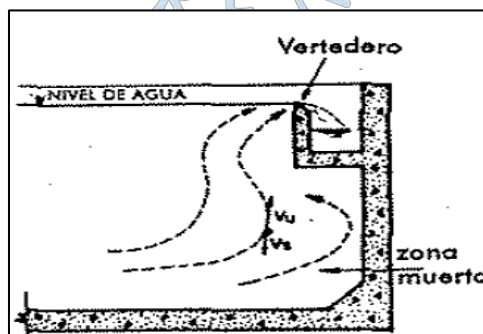
$$\frac{L}{V_h} = \frac{H}{V_s} \rightarrow \frac{L}{\frac{Q}{B.H}} = \frac{H}{V_s} \rightarrow \frac{Q}{V_s} = L.B = A_{\text{superficial}}$$

$$A_s = \frac{Q}{V_s}$$

La zona de salida está compuesta, en general, por vertederos de rebose, cuya función es mantener la velocidad adecuada para evitar perturbaciones que causen la resuspensión de los sólidos sedimentados, y salgan en el flujo en el final del sedimentador. En el caso de los vertederos, no se deben de dejar zonas muertas, porque la trayectoria de las partículas es curva, en consecuencia, aumenta la posibilidad de arrastre hacia la salida (Arboleda, 2000).

Figura 11

Zona muerta en vertederos de rebose



Nota. Tomado de *Teoría y práctica de la purificación del agua*, por J. Arboleda, 2000, McGraw Hill.

Por último, la zona de almacenamiento de sólidos es donde se da la descarga de lodos y se debe ubicar en el primer tercio de la unidad, pues el 80 % del volumen de los lodos se deposita en esa zona. Su tasa de producción se determina en ensayos de laboratorio o mediante estimaciones con el uso de criterios existentes (RM-192, 2018).

2.3.2.3 Prefiltro de grava. Es un sistema previo al filtro lento de arena que consiste en el paso del fluido a través de tres unidades llenas de grava y ubicadas en serie. El tamaño de la grava irá de mayor a menor, o sea, el tamaño de la unidad 1 será mayor a la de la unidad 2, y esta será mayor a la de la unidad 3. El objetivo de este sistema es disminuir la turbidez del agua para llegar al filtro lento de arena con una turbiedad de 10 a 50 UNT, como máximo (RM-192, 2018).

2.3.3 Unidades de tratamiento

Las unidades de tratamiento cumplen la función de remover las impurezas del agua y mejorar su calidad y que, de esta manera, sea apta para el consumo humano. En otras palabras, cumple con los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.3.3.1 Filtros lentos de arena. La filtración lenta de arena es un proceso que remueve las impurezas a partir de la filtración de las partículas en un medio filtrante (la arena), simulando el proceso natural de limpieza del agua de lluvia al filtrar los estratos de la corteza terrestre (CEPIS-OPS, 2016). El objetivo de la filtración es separar las partículas y microorganismos.

a. Descripción del proceso

El proceso de filtración se lleva a cabo en una cámara de filtración, con un medio filtrante compuesto de material granular de forma redonda, no arcillosas y sin presencia de materia orgánica. Al filtrar el agua cruda por el lecho granular, el floc grande, cuyo volumen es mayor que el de los poros del medio filtrante, es retenido en los intersticios de partículas de arena por cernido. En cambio, los sólidos suspendidos, más pequeños, son eliminados mediante los procesos de degradación química y biológica (Arboleda, 2000).

Conforme ocurre la filtración, la carga biológica del cuerpo de agua atraviesa las partículas de arena. Por lo que en la superficie del medio filtrante se da origen a una capa de material de origen orgánico (Schmutzdecke) conformada de algas, plancton, diatomeas, rotíferas, protozoarios y bacterias. La aparición de algas se da durante el día por la presencia de luz solar y son importantes, debido a que absorben nutrientes del agua para producir oxígeno, el cuál es la fuente principal de los microorganismos para realizar la oxidación o degradación bioquímica de las impurezas o materia orgánica.

Después de atravesar la capa biológica superficial, el agua cruda debe atravesar los granos de arena con un flujo laminar, lo cual mejora la adherencia a la superficie de las partículas de arena. En consecuencia, se desarrolla la sedimentación en las paredes de las

partículas de arena, generando una película biológica similar a la explicada antes, con baja cantidad de algas, pero alto contenido de microorganismos.

Estos microorganismos son los encargados de degradar las impurezas del agua activamente hasta los 0.4 m de profundidad (Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural). A mayor profundidad, la actividad de degradación disminuye por la disminución del alimento. Por lo que las E-Coli, las Salmonellas, Shiguellas y otros organismos perjudiciales para el consumo humano son eliminados, debido a que no encuentran un medio apto para habitar (Arboleda, 2000).

Por ende, la eficiencia de este proceso es baja al inicio, porque se necesita tiempo para la generación de las capas biológicas en la superficie y entre los intersticios de partículas de arena. A este proceso se le denomina maduración de filtro. Sin embargo, a mayor tiempo, las partículas se irán llenando de más sólidos suspendidos y el diámetro de la partícula irá aumentando. Esto genera que la porosidad del manto filtrante disminuya produciéndose una pérdida de carga. Por esta razón, se deberá aplicar un lavado del medio filtrante cuando la pérdida de carga sea de 2 a 3 metros.

En definitiva, el sistema de filtración lenta es sencillo, sin embargo, se debe tener personal capacitado para realizar la operación y mantenimiento del sistema para evitar que sea deficiente. El efluente presenta un alto rendimiento microbiano y quita un poco el sabor y el olor. No obstante, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto y aumenta la cantidad de bióxido de carbono, lo cual se puede solucionar mediante un proceso de aireación

b. Descripción del sistema de filtración

El sistema consta de una zona de entrada, como mínimo, de 2 unidades de filtración con lechos filtrantes y soportes y la zona salida. La zona de entrada consta de un sistema de medición y regulación de flujo que suelen ser un tubo Venturi, un orificio o un vertedero. La OS.020 recomendó utilizar vertederos triangulares o rectangulares, precedidos de una compuerta o válvula como ventanas de acceso que comunica la entrada con las unidades de filtración, así como, también, un aliviadero para regular los excesos de flujo

Las cajas o unidades de filtración pueden ser circulares o rectangulares y son dónde está contenido el lecho filtrante. Según la Norma OS.020, se recomienda que el lecho esté conformado por una capa de arena de 0.8 m – 1 m. Debajo de esta, se aconseja colocar tres capas de grava: la primera, de 15 cm (19 a 50 mm de tamaño); seguida de dos capas de 5 cm (9.5 mm a 19 mm y de 3 mm a 9.5 mm).

Así pues, la finalidad de la capa de grava es garantizar una distribución uniforme del flujo filtrado hacia la salida. El área superficial dependerá del caudal de diseño, la velocidad de filtración y la cantidad de filtros que operarán a la vez. La zona de salida drena y recolecta el agua filtrada. Estará conformada por un colector principal con ramales laterales (recomendado para unidades circulares), o por canales construidos con ladrillos asentados en

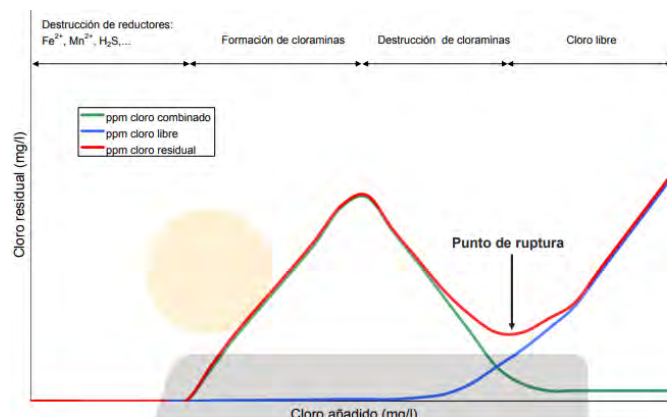
mortero, que distribuyen el agua hacia un colector central (recomendado para unidades rectangulares).

2.3.3.2 Lecho de secado. Es un sistema cuyo objetivo es realizar dos procesos: el de evaporación, para la remoción del agua contenida entre las partículas de los lodos, y el de filtración a través de la capa de drenaje en el fondo. No es necesario aplicar productos químicos, ni mecanizar el proceso, en vista de que se busca un secado lento. Además, el agua drenada es transportada a un pozo de bombeo para recircularla hacia la planta. De igual forma, el lodo seco es removido por el personal de mantenimiento para tratarlo o utilizarlo como recurso en otras actividades que lo requieran.

2.3.3.3 Cloración. Los procesos de sedimentación y filtración remueven la mayor cantidad de partículas y microorganismos patógenos presentes en el agua. Estos procesos eliminan con eficacia las bacterias vegetativas (coliformes, salmonellas, etc.). Asimismo, son fáciles de eliminar debido a su sensibilidad hacia los microorganismos que reducen impurezas. Sin embargo, las esporas bacterianas, los virus entéricos y los quistes de protozoarios son microorganismos bastante resistentes (Arboleda, 2000). En consecuencia, es recomendable aplicar como última operación la desinfección del agua.

El proceso de cloración es el más utilizado para la desinfección del agua debido a su eficiencia y sencillez para hallar la concentración residual de cloro. No obstante, tiene la desventaja de formar subproductos clorados con propiedades mutagénicas, cancerígenas, espermatotóxicas y teratógenas. La exposición a estos contaminantes a través del agua potable clorada durante años puede ser peligrosos para la salud (Villanueva, 2001). De igual forma, al adicionar cloro al agua, ocurren dos reacciones. La hidrólisis es la reacción del cloro con la molécula de agua para formar ácido hipocloroso (HOCL) e hipoclorito (OCL). Estos compuestos son conocidos como cloro libre. La otra reacción es la de oxidación del cloro.

La determinación de la concentración de cloro en el agua se basa en el concepto de punto de quiebre o ruptura de la cloración. Al ir incrementando la dosis de cloro, el cloro residual va aumentando (es la cantidad de cloro libre después de un tiempo de aplicación del cloro) hasta un punto en que la cantidad de cloro residual este empieza a disminuir conforme se aumente la de cloro. El punto de quiebre viene a ser el mínimo de cloro residual generado a cierta cantidad de cloro aplicado.

Figura 12*Punto de ruptura de la cloración*

Nota. Dosing Pumps

Sumado a lo anterior, el proceso de cloración o desinfección se debe realizar en el reservorio de almacenamiento. La función del sistema es asegurar la calidad del agua en su recorrido por la red de distribución. La desinfección del agua se realiza utilizando compuestos derivados del cloro como el hipoclorito de calcio ($Ca(OCl)_2$), hipoclorito de sodio ($NaClO$) o dióxido de cloro (ClO_2). Además, se recomienda que la concentración cloro residual generado por el proceso de cloración sea, como mínimo, 0.3 mg/l y máximo 0.8 mg/l, en el usuario más alejado. Si supera este límite, el sabor y olor del cloro será percibido por el consumidor (RM-192, 2018).

2.4 Sistema de almacenamiento de agua

Son estructuras cuya función es almacenar y abastecer de agua potable a las redes de distribución, para garantizar la presión mínima en los puntos más críticos de la red de retribución. Así como almacenar la cantidad necesaria de agua durante las variaciones de demanda que se producen en el día. Por consiguiente, retiene agua como reserva para suministrarla en casos de emergencia como incendios, paralización de operaciones en la planta de tratamiento o la falta de abastecimiento temporal de la fuente de captación.

2.4.1 Tipos de tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento se clasifican según su ubicación, sobre el terreno como tanques superficiales y tanques elevados; y, también, a partir de su tipo de alimentación como tanques de cabecera y tanques de compensación.

2.4.1.1 Tanques superficiales. Se apoyan sobre el terreno superficialmente o semienterrados, según las condiciones del terreno. Su uso dependerá de la topografía, si esta garantiza un servicio de presión mínima en todos los puntos de la red de distribución.

2.4.1.2 Tanques elevados. Se ubican por encima del nivel del terreno y son soportados por una estructura, a una altura que garantice un servicio de presión mínima en todos los puntos de la red de distribución.

2.4.1.3 Tanques de cabecera (regulación). Se alimentan directamente de la planta de tratamiento mediante gravedad o bombeo.

2.4.1.4 Tanques de compensación (cola). Se ubican en el punto más alejado de la red de distribución con respecto a la planta de tratamiento o la captación. Su función es almacenar agua en los tiempos de menor consumo, mejorando la presión de suministro

2.4.2 Capacidad del tanque de almacenamiento

La capacidad o volumen de almacenamiento dependerá del volumen de regulación, volumen contra incendios y volumen de reserva.

2.4.2.1 Volumen de regulación.

Es el volumen necesario para compensar las variaciones entre el caudal de consumo de agua potable, por parte de la población durante el día, y el caudal de abastecimiento promedio. Si el caudal de consumo es menor al promedio, el tanque almacena agua. La cantidad total que almacena durante el día es el volumen mínimo que debe tener el reservorio de distribución. Este cálculo se realizará mediante el uso del diagrama de masa de las variaciones horarias.

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, se recomienda que en las zonas rurales los reservorios se diseñen como reservorios de cabecera. Con un volumen de almacenamiento por regulación del 25 % de la demanda diaria promedio anual (Q_p) para suministros continuos. Si el suministro de agua es discontinuo, se recomienda una capacidad mínima de 30 %.

$$V_{\text{regulación}} = 25 \% \times Q_p \times 86.4 [m^3]$$

2.4.2.2 Volumen contra incendios.

Según la norma, no se toma en cuenta un riesgo contra incendios para poblaciones menores a 10 000 habitantes. Excepto si las condiciones de la población, como los materiales de construcción de las viviendas, riesgo de incendio en zonas aledañas, etc., lo requieran. Mientras que, en poblaciones de 10 000 a 100 000 habitantes, se toma en consideración el riesgo contra incendio para un siniestro simultáneo, el cual será atendido por un hidrante.

Por otro lado, en poblaciones mayores a 100 000 habitantes se consideran dos siniestros simultáneos, los cuales serán atendidos por dos hidrantes. Al final, para el cálculo del volumen contra incendios, se requiere del funcionamiento del caudal contra incendios durante dos horas, así como el número de hidrantes. La demanda contra incendios adoptada es de 15 l/s.

2.4.2.3 Volumen de reserva

La cantidad de agua para reserva depende del riesgo de interrupción del servicio debido a algún inconveniente en la obra de captación o del tiempo para hacer reparaciones.

2.4.3 Accesorios

2.4.3.1 Tubería de entrada. Se encuentra en la parte superior del reservorio, cuyo diámetro depende de la tubería de conducción o de impulsión. Se debe proveer de una válvula de control de niveles máximos antes de la entrada al reservorio.

2.4.3.2. Tubería de salida. Debe estar ubicado en posición opuesta a la tubería de entrada, cuyo diámetro se calcula con el caudal máximo horario de diseño. Se debe proveer de una válvula de interrupción para su operación y mantenimiento.

2.4.3.3 Tubería de paso directo (bypass). Sirve de pase directo entre la tubería de entrada y la tubería de salida, con la finalidad de mantener el abastecimiento de agua mientras se realiza el mantenimiento del tanque de regulación. Se recomienda su uso en tanques de un solo compartimiento

2.4.3.4 Tubería de rebose. Se diseña con el objetivo de descargar el caudal de bombeo que alimenta al reservorio. El cálculo del diámetro se realiza con el caudal máximo diario y no debe ser inferior al diámetro de la tubería de entrada. Además, la tubería de rebose se debe conectar a la de limpieza mediante descarga libre; por lo tanto, no se proveerá de una válvula.

2.4.3.5. Tubería de limpieza. Según la (OS.030), la tubería de limpieza permite el vaciado del tanque en un tiempo menor a ocho horas. De igual forma, se deberá verificar que la red receptora tiene la capacidad de recibir este caudal. Esta tubería debe estar provista de una válvula.

2.5 Red de distribución

Es un elemento del sistema de agua potable compuesto por tuberías complementadas con accesorios y estructuras que regulan el buen funcionamiento del sistema. Los accesorios y estructuras más importantes son las válvulas y las cámaras rompe presión. De ahí que, el objetivo de la red es conducir de forma constante el agua tratada de los reservorios hasta las conexiones domiciliarias para el consumo y satisfacer las necesidades de los usuarios del sistema. Las redes de distribución se clasifican según la distribución de las tuberías; por consiguiente, existen dos tipos: las redes cerradas o malladas y las redes abiertas o ramificadas.

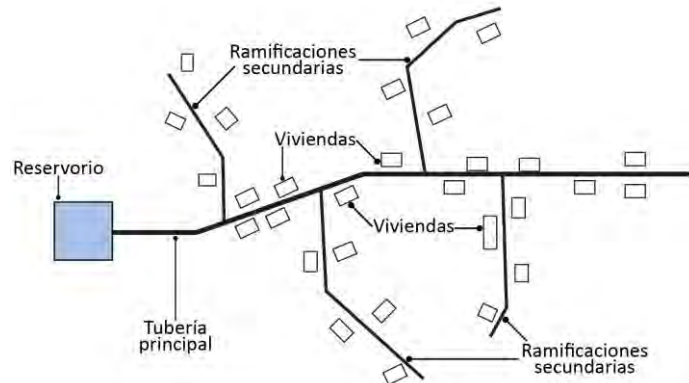
2.5.1 Redes abiertas o ramificadas

Sistema conformado por tuberías distribuidas de forma ramificada. El agua es transportada a través de una tubería principal de diámetro mayor, desde la cual surgen ramificaciones secundarias de menor diámetro que distribuyen el agua hacia las viviendas. La tubería principal tiene un diámetro mayor, con la finalidad de reducir las pérdidas de energía

en el sistema y, así, garantizar la entrega de agua a la presión suficiente. Por ende, es el sistema más utilizado en las zonas rurales, debido a que las viviendas se encuentran demasiado dispersas, lo que dificulta la interconexión entre las tuberías para formar un circuito cerrado.

Figura 13

Red abierta o ramificada



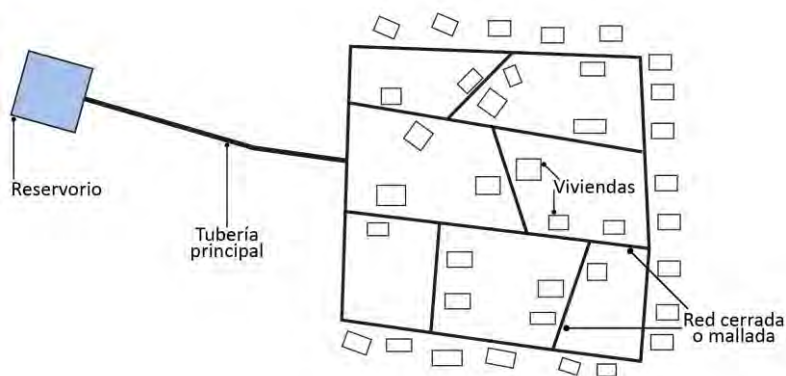
Sin embargo, en este sistema el agua viene de una sola dirección, por lo que, si una tubería se avería, desde este punto de desperfecto hacia adelante se corta el servicio de abastecimiento. Otra desventaja es la falta de circulación de agua en las tuberías de los extremos debido al poco movimiento del agua. En consecuencia, se generan puntos de estancamiento y un posible deterioro de la calidad del agua. Una recomendación para evitar puntos de estancamiento es la colocación de válvulas de compuerta para la limpieza.

2.5.2 Redes cerradas o malladas

Sistema conformado por tuberías cuyas terminaciones se interconectan entre sí, formando circuitos cerrados en toda la red de distribución. El objetivo de formar el circuito cerrado es que una zona dentro del área del proyecto pueda ser abastecida por más de una tubería.

Figura 14

Red cerrada o mallada



En el caso se averíe una tubería, se aísla el tramo a la que pertenece para su reparación, pero el agua seguirá circulando en todo el sistema por medio de otras ramas. No obstante,

conforme más crezca la red de tuberías y se vayan cerrando circuitos, las tuberías extremas van siendo de menor diámetro. Por lo tanto, el sistema de presiones es deficiente por las grandes pérdidas de carga.

2.5.3 Consideraciones de diseño

Para el diseño de la red de distribución se considerará los siguientes criterios:

- Las tuberías de la red deberán transportar el caudal máximo horario a una presión mínima de servicio de 5 m.c.a., para zonas rurales. La presión sobre la red no debe superar presiones sobre 60 m.c.a. por motivos de resistencia del material de la tubería.
- La velocidad de conducción mínima es de 0.60 m/s. Sin embargo, esta no debe sobrepasar valores de 3 m/s. Para ningún caso la velocidad debe ser menor a 0.30 m/s. Estos límites se deben a que las velocidades tan bajas favorecerían la acumulación de sedimentos, lo cual obstruiría el paso del flujo en la tubería; mientras que, velocidades bastante altas erosionarían la tubería.
- El diámetro mínimo de las tuberías principales para redes cerradas debe ser de 25 mm (1"), y en las redes abiertas debe ser de 20 mm (3/4") para ramales.
- Se recomienda un caudal mínimo de diseño de 0.10 l/s para ramales.
- El cálculo de los diámetros de las tuberías de la red se basará en el concepto del diámetro económico. Con la finalidad de que no se produzcan pérdidas de carga importantes y de diseñar un sistema económico.

$$D_{\text{económico}} = 1.2\sqrt{Q_{\text{tubería}}}$$

- Para el abastecimiento de diferentes poblados, se recomienda sectorizar la red mediante válvulas en zonas estratégicas, para que, en caso de mantenimiento, no afecte el servicio de toda la red.
- En el caso exista un alto desnivel entre el reservorio y algún punto de la red de distribución, la presión sobre la tubería puede superar la presión máxima que puede soportar la tubería. Por lo que se recomienda incorporar al sistema cámaras rompe presión cada 50 metros de desnivel.
- Para la planificación y trazado de las redes es importante conocer el plan de ordenamiento territorial, o sea, conocer hacia donde crecerá la ciudad o poblado. De esta forma, la red podrá ser diseñada para atender a estas futuras necesidades. Lo anterior supone una problemática importante en el diseño de redes en el país, puesto que las ciudades suelen crecer de forma desordenada.

2.5.4 Accesorios

Son los componentes de la red que facilitan la operación y mantenimiento del sistema para su buen funcionamiento. Los más comunes son: las válvulas de control, las cámaras rompen presión y las conexiones domiciliarias.

2.5.4.1 Válvulas de control. Son accesorios mecánicos cuya finalidad es permitir o impedir el paso del flujo en las tuberías. Las válvulas son necesarias para aislar tramos de la red de distribución cuando se realicen operaciones de reparación y mantenimiento. Asimismo, son utilizados para regular el tiempo de abastecimiento a diferentes sectores y disminuir el efecto del golpe de ariete. Los tipos de válvulas más utilizadas en las redes de agua potable son: válvulas de compuerta, válvulas de mariposa, válvulas de esfera y válvulas tipo globo

2.5.4.2 Cámara rompe presión. Son depósitos de superficie libre que se utilizan para la descarga del flujo de la tubería, eliminándose la presión hidrostática soportada por la tubería hasta el punto de descarga. En este punto se establece un nuevo nivel de energía hidráulico para aguas abajo, el cual deberá ser calculado mediante la ecuación de Bernoulli y, así, asegurar el paso del caudal por la red con la presión suficiente para abastecer todo el sistema aguas abajo. La altura de agua en la cámara se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$H = 1.56 \times \frac{Q_{mh}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

g: aceleración de la gravedad,

Q_{mh}: caudal máximo horario,

A: área de la tubería de salida.

2.5.4.3 Conexiones domiciliarias. El propósito de las conexiones domiciliarias es conectar la red de distribución con la instalación hidráulica de un domicilio. El diámetro mínimo de conexión es de 15 mm (1/2")

Capítulo 3

Sistema de alcantarillado para zonas rurales

3.1 Aguas Residuales

Según Rollano (2021), las aguas residuales corresponden a las aguas cuya calidad está afectada de manera negativa debido a actividades antropogénicas. Asimismo, han sido producto de modificaciones debido a actividades humanas directas o indirectas. En este sentido, se denominan residuales, pues para ser utilizadas requieren un tratamiento. De conformidad con el uso del recurso hídrico, las aguas residuales se clasifican en domésticas, industriales y urbanas.

3.1.1 Aguas residuales domésticas

Son todas las aguas desechadas producto de actividades cotidianas, asociadas al metabolismo humano, como son la limpieza del hogar, el aseo personal, entre otras actividades. De igual forma, Los principales contaminantes son los microorganismos patógenos, la materia orgánica, los sólidos, los detergentes, el nitrógeno y el fósforo, y una pequeña proporción de otras sustancias (Ramalho, 2021).

3.1.2 Aguas residuales industriales

Este tipo de aguas corresponden a todas las que son desechadas tras ser utilizadas en cualquier actividad industrial. Estas contienen distintos niveles de contaminación en función del proceso en el cual fueron utilizadas. Por tanto, se identifican las aguas residuales de procesos, de limpieza, las aguas asimilables y las aguas de procesos de refrigeración y calefacción. En consecuencia, según Barrantes y Cartín (2017), dentro de esta categoría se encuentran las aguas residuales pecuarias, agrícolas, mineras, agroindustrial, energética, entre otras.

3.1.3 Aguas residuales urbanas

Son las aguas residuales que se mezclan en el drenaje urbano, o sea, las aguas domésticas, las de producto del drenaje pluvial urbano y las provenientes de los procesos industriales con tratamiento que se mezclan (Ramalho, 2021).

3.2 Sistema de recolección

Los sistemas de recolección son infraestructuras implementadas en las zonas urbanas que facilitan la dotación de servicios de conformidad con la dimensión de la estructura urbana, o sea, en el caso de las regiones o ciudades con mayor población. El sistema de recolección será más amplio y de capacidad elevada. Por el contrario, en regiones rurales que no están consolidadas, el alcance de la infraestructura se reduce en función del número de habitantes (Saltos et al., 2018).

3.2.1 Tipos de alcantarillado

Ahora bien, Ferrer, Seco y Robles (2018) indicaron que las redes de alcantarillado son infraestructuras que permiten abastecer de servicios de saneamiento en las zonas urbanas o rurales. Estos sistemas son utilizados, sobre todo, en el transporte y eliminación de aguas contaminadas. La principal importancia de los sistemas de alcantarillado es de salubridad, por cuanto, sin una infraestructura y sistema eficiente, la población se ve expuesta a contraer diferentes enfermedades (UN WATER, 2017). De acuerdo con el uso del alcantarillado, López, Jaramillo y Ramírez (2020) señalaron que se puede diferenciar tres tipos:

- Alcantarillado sanitario

Este tipo de alcantarillado se diseña específicamente para el desplazamiento de aguas residuales domésticas, obtenidas tras el uso del agua en actividades cotidianas como limpieza y aseo personal, entre otras.

-Alcantarillado pluvial

Este tipo de alcantarillado sirve para trasladar el agua de lluvia; este sistema considera drenajes y pozos. Debido a la composición del agua trasladada, por lo general, las tuberías utilizadas son de calidad simple.

-Alcantarillado combinado

Este tipo de alcantarillado corresponde a la infraestructura que se adecúa para las funciones de transporte, tanto de aguas pluviales como de aguas residuales domésticas.

3.2.2 Componentes de un sistema de alcantarillado

Según el Sistema intermunicipal de los servicios de Agua (2022), los sistemas de alcantarillado se conforman por unidades de alcantarillas, sea de manera total o parcial. También, por colectores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, zonas de disposición final e instalaciones auxiliares. Asimismo, la eliminación de las aguas en las áreas de disposición final puede variar desde los medios de recepción hasta la reutilización, de conformidad con las condiciones específicas del tratamiento realizado y las características de la zona. Por otro lado, de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (2021), los principales componentes de un sistema de alcantarillado son:

- Red de atarjeas: está compuesta por tuberías que recolectan las aguas residuales. Asimismo, el mecanismo de recolección de las aguas residuales se basa en la entrada gradual del agua en la tubería a lo largo de la red. Lo que provoca la acumulación del caudal y, en respuesta a esto, se da el ensanchamiento de los diámetros de las tuberías en los tramos finales de las redes de saneamiento.
- Colectores: corresponde a las tuberías que reciben las aguas del alcantarillado. Estas pueden terminar en un colector general, una salida o una planta de

tratamiento. Está prohibido conectar el desagüe justo con la alcantarilla; en estos casos, se deben prever en el diseño tuberías paralelas al desagüe.

- Emisores: a esta tubería no se conectan vertidos de aguas residuales. Su función es conducir todo el volumen de agua recogido por la red de alcantarillado fuera de la localidad, y transportarlo hasta el lugar donde será tratado o vertido.

3.2.3 Criterios de diseño

Tal como indicó la norma OS. 020 (2006), los factores de diseño asociados a los procesos de tratamiento y purificación de las aguas residuales son:

- El estudio de suelos hace referencia a la información técnica en relación con las características mecánicas, químicas y físicas del terreno donde se encuentra proyectado la construcción de la infraestructura.
- La topografía de las áreas donde se ubican las plantas. Tal factor determina las diferencias de nivel existentes en el suelo, lo cual influye en las pendientes de diseño, para las tuberías e infraestructura de acumulación de agua. Esta información también se considera en la proyección de la infraestructura de ingreso y circulación en las plantas de tratamiento.
- El acceso es un factor fundamental en el diseño de las plantas de tratamiento, dado que las dimensiones tienen que mantenerse acorde a las máquinas utilizadas en el proceso de tratamiento y mantenimiento. Caso contrario, este factor puede ocasionar la suboperación de las plantas de tratamiento.
- El abastecimiento de energía es un factor importante en el diseño de las plantas de tratamiento. Dado que, casi el 0.3 % al 0.4 % del consumo energético general de una comunidad corresponde a la energía utilizada para tratar las aguas residuales. Aunque estos porcentajes varíen de acuerdo con los tipos y dimensiones de cada planta.
- Facilidad para aplicar tratamiento y la disposición final de los lodos y el agua producida. Además, las instalaciones de las plantas de tratamiento deben garantizar las dimensiones antropométricas, para el desempeño óptimo de las labores asociadas al mantenimiento, abastecimiento y los procesos asociados al tratamiento de agua.

3.3 Opciones tecnológicas para el tratamiento de agua en zonas rurales

La ingeniería proporciona una serie de alternativas al tratamiento de las aguas residuales que se adaptan a las cualidades específicas y a las condiciones socioeconómicas del lugar (ver Tabla 4). Estas opciones pueden dividirse en dos categorías principales: las que cuentan con una red de desvío hidráulico y las que no cuentan con una red de desvío hidráulico o red de recolección (Centero y Murillo, 2019).

Tabla 4

Opciones tecnológicas según nivel de servicio de la comunidad.

Opción Tecnológica		Nivel de Servicio	
Con Sistema de Recolección en red de Tuberías	Alcantarillado convencional	Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Alcantarillado condominial		
	Alcantarillado de pequeño diámetro		
Sin Sistema de Recolección en red de Tuberías	Unidad sanitaria con pozo séptico	Unifamiliar	
	Unidad sanitaria con biodigestor		
	Letrina de hoyo seco ventilado		
	Letrina de pozo anegado		
	Letrina de cierre hidráulico		
	Letrina compostera o baño ecológico		
			Disposición de excretas y de aguas residuales

Nota. Se muestra las opciones tecnológicas posibles para comunidades.

La selección del tipo de opción tecnológica a implementar dependerá del tamaño de la comunidad, disponibilidad de agua, recursos disponibles, dispersión de las viviendas y capacidad de los beneficiarios para el costo de su operación y mantenimiento de este. El volumen de residuos generados por estas poblaciones es reducido y están constituidos, en su mayoría, por compuestos orgánicos. Por lo que es posible aplicar otras opciones más económicas, sin elevado coste de operación y de fácil mantenimiento. Estos procesos son denominados tratamientos ecológicos, naturales o de bajo coste, y se basan en la eliminación natural de contaminantes que ocurre en los suelos o en masas de agua. Además, son eficientes en zonas pequeñas debido a que los caudales son pequeños y la carga orgánica no es elevada (Fernández y Riesco, 2015).

Por otro lado, existen tres tipos de tratamientos ecológicos: los tratamientos primarios, los que se basan en la depuración de agentes contaminantes realizada por el terreno, y los procesos acuáticos. Para zonas no conectadas a una red de alcantarillado, las opciones de tratamiento primario de agua residual son el tanque séptico mejorado o biodigestores. Las opciones de tratamiento mediante la depuración del terreno son los filtros de arena, zanjas filtrantes, lechos filtrantes, etc. Por último, los procesos acuáticos para tratar el agua residual son los humedales, lagunajes y cultivos acuáticos (Fernández y Riesco, 2015).

Así pues, los procesos de tratamiento primario descontaminan el agua parcialmente, por lo que es necesario combinarlos con otras opciones de tratamiento, para obtener un efluente reutilizable en otras actividades como la agricultura o para su evacuación en el ambiente. Los sistemas de tratamiento más empleados en zonas rurales consisten en una fosa séptica para el tratamiento primario o parcial del agua residual y la percolación del terreno, mediante un sistema de infiltración para el tratamiento final y evacuación del efluente (Cajigas, 1995).

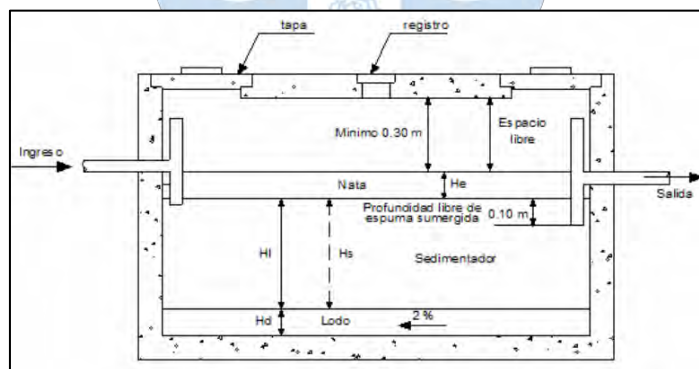
3.3.1 Tratamiento primario

Los tratamientos primarios son procesos anaerobios que consisten en la disminución de los sólidos flotantes y sedimentables; estas partículas son eliminadas a través del proceso de sedimentación, coagulación, floculación o filtración. Ahora bien, este proceso de sedimentación aplicado en primera instancia consiste en someter a las aguas residuales a un proceso de decantación de los residuos por acción gravitatoria. Esta acción está determinada por las características de los sólidos como el tamaño y la densidad. Por tal motivo, esta operación permite eliminar alrededor de 60 % de los sólidos presentes en las aguas residuales, así como el 30 % de materia orgánica presente, por lo cual se previene la formación de fangos con densidad elevada (Manzollilo, 2020).

3.3.1.1 Tanques sépticos. Son tanques prefabricados hechos de concreto metal o fibra de vidrio aplicados a zonas rurales pequeñas, con una población no superior a 200 o 300 habitantes (Fernández y Riesco, 2015) y sin conexiones a redes de alcantarillado existentes. Estos sistemas han sido demasiado utilizados en México y Cuba, y se han ido empleando con mayor frecuencia en Perú. (Lampoglia et al., 2005).

De igual forma, es una unidad que realiza la depuración del agua residual a través de procesos de sedimentación para retener la materia orgánica en el fondo. Y, así, realizar su posterior biodigestión en condiciones anaeróbicas y facultativas, sin calentamiento. Este proceso disminuye los sólidos retenidos hasta un 50 % (Constantino et al., 2015).

Figura 15
Estructura de un tanque séptico



Nota. OPS/CEPIS 2005

Aunque este proceso elimine cierto volumen de partículas depositadas, existe una acumulación de lodos en el fondo que deben extraerse cada cierto tiempo (Méndez, R. et al., 2007).

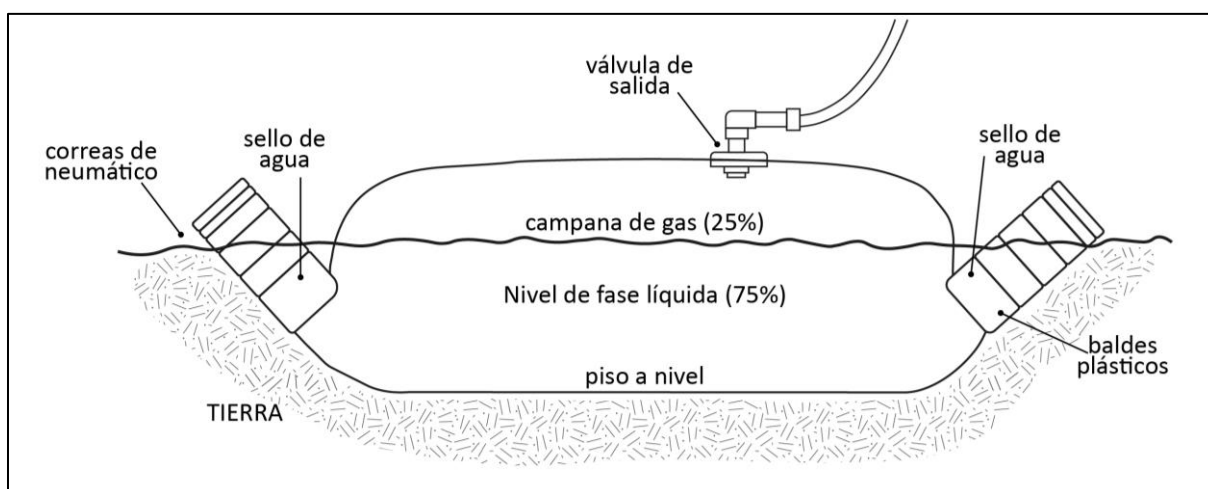
3.3.1.2 Biodigestores. Los biodigestores son recipientes que son rellenos y cerrados de manera hermética, para favorecer el proceso de biodigestión. Cabe mencionar que este proceso de biodigestión se origina a partir de la descomposición de los desechos orgánicos; este cambio químico permite la producción de biogás (Herrero, 2019). Hoy en día, existen en

el mercado distintos tipos de biodigestores; los principales son los biodigestores de globo, biodigestores de domo fijo, biodigestores de tambor flotante y biodigestores prefabricados.

Plantas de globo: las instalaciones de este tipo tienen un digestor de bolsa en la superficie, por lo que sirve como almacén del biogás. Cabe mencionar que este tipo de biodigestor cuenta con una misma entrada y una salida. Sin embargo, una de sus principales ventajas es la facilidad de instalación y movilización de sus componentes, así como la limpieza y mantenimiento. Aunque, sus desventajas son la limitada vida útil debido a la fragilidad del material.

Figura 16

Esquema gráfico de un biodigestor de globo

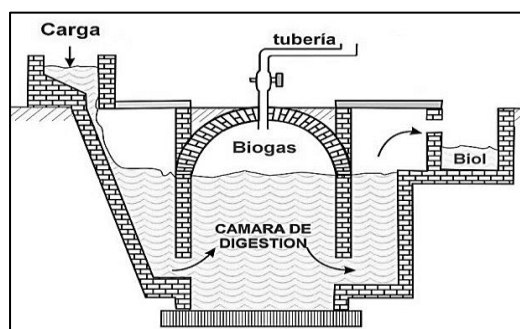


Nota. Se muestran las partes de un biodigestor de globo. Tomado de Moura et al. (2019).

Biodigestores de Domo fijo: este tipo de biodigestores consta de un tanque de gas fijo y estacionario situado encima del fermentador. Al iniciarse la generación del biogás, el compuesto se impulsa hacia un depósito, lo que provoca que la presión del gas aumente. También, la cantidad de gas almacenado en el biodigestor favorece al aumento de la presión en función de la diferencia de altura, entre el compuesto en la zona de almacén y el depósito intermedio. Por otro lado, las ventajas de la implementación de este tipo de biodigestor es la prolongada vida útil, así como la construcción subterránea favorece la conservación de la instalación y ahorro de espacio. Más aún, una de las principales desventajas es la permeabilidad del material, dado que la mínima fisura en los ladrillos contenedores del biogás representa altas pérdidas de este elemento (Carvalho y Casas, 2022).

Figura 17

Esquema gráfico de un biodigestor de domo fijo

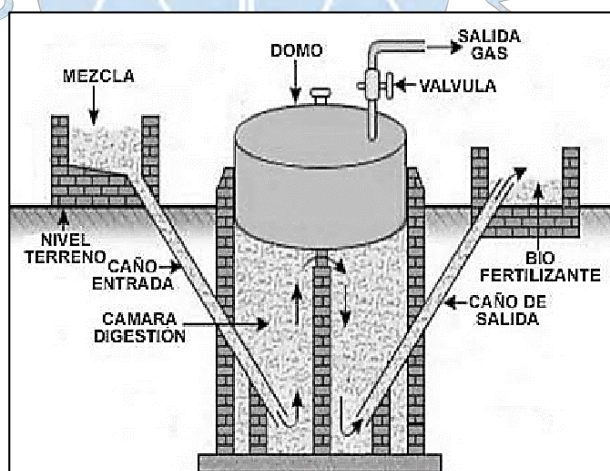


Nota. Se muestran los componentes del biodigestor de domo fijo. Tomado de García et al. (2018)

Plantas de tambor flotante: son de tipo subterráneo, con una cámara digestora y un depósito de gas movable. El tanque de gas se sostiene de manera directa sobre la mezcla en descomposición o sobre un tanque de agua. Para la recolección del gas, el tambor puede elevarse o bajar de conformidad con la cantidad de gas almacenado (Carvalho y Casas, 2022).

Figura 18

Esquema gráfico de un biodigestor de tambor flotante



Nota. Se muestra los componentes del biodigestor de tambor flotante. Tomado de Molina et al. (2013)

Biodigestores prefabricados: este tipo de biodigestores se conforma por un tanque contenedor donde se acondiciona el sistema. Su portabilidad permite su instalación en todo tipo de comunidades, sin embargo, la capacidad para el tratamiento de las aguas residuales es limitada. Asimismo, este tipo de unidades cuenta con una entrada de agua directa, aros de

plástico y filtros; también cuenta con salidas de agua tratada al suelo de infiltración o al pozo de absorción. Y, para el mantenimiento de la unidad se cuenta con una válvula para extracción de lodo, un ingreso adecuado para la limpieza, la tapa con cierre hermético y un depósito de acumulación de lodo.

Figura 19

Esquema gráfico de un biodigestor prefabricado



Nota. Se muestra los componentes del biodigestor prefabricado. Donde
 1. Tubería PVC para entrada de aguas negras. 2. Filtro biológico con aros de plástico (pets). 3. Tubería PVC para salida de aguas tratadas. 4. Válvula para extracción de lodos. 5. Tubería para evacuación de lodos. 6. Tapa para cierre hermético. 7. Base para acumulación de lodos. Tomado de ROTOPLAST (2020).

Para el diseño e implementación de este tipo de biodigestores, según las capacidades del contenedor, se proyecta el abastecimiento tal como se indica en la Tabla 5 y se calcula la cantidad de usuarios según indica la Tabla 6.

Tabla 5*Capacidades de un biodigestor prefabricado*

Capacidad	Únicamente aguas negras	Aguas negras y Aguas Jabonosas	Oficinas
	Abastecimiento (Personas)		
600 Lt	5	2	20
1300 Lt	10	5	50
3000 Lt	25	12	100

Nota. Se indica el abastecimiento de un biodigestor prefabricado en función del tamaño del contenedor. Tomado de ROTOPLAST (2021).

Tabla 6*Cálculo de cantidad de usuarios*

Capacidad	600 L	1300 L	3000 L	7000 L
N.º de usuarios según consumo de agua				
Zona urbana (150 L/ usuarios)	4	9	20	47
Zona periurbana (90 L/ usuarios)	7	14	33	78
Zona rural (40 L/ usuario)	15	33	75	175

Nota. Valores referenciales según la NTP (2018) en zona rural y urbana. Adaptado de ROTOPLAST (2021).

3.3.2 Tratamiento complementario por infiltración

Son sistemas de depuración de aguas residuales utilizados para eliminar el efluente líquido de la unidad de tratamiento primario, aprovechando las propiedades de infiltración del terreno. Consisten en zanjas rellenas de un material poroso como grava, el cual se aplica para mantener la estructura de la zanja, tratar el efluente y conducirlo hacia las zonas de infiltración del terreno. El agua pretratada ingresa al sistema de forma permanente por gravedad o periódicamente mediante bombeo o uso de sifones de dosificación (Cajibas, 1995). La infiltración en el terreno se da por las zonas laterales de la zanja y percola a través de los poros capilares hasta alcanzar los acuíferos u otra fuente de agua.

El tratamiento del efluente se realiza al pasar el agua a través del medio poroso e infiltrarse en el terreno natural, por medios físicos y biológicos. Si el ingreso del efluente es permanente, el medio poroso funciona como un filtro anaerobio (sin presencia de oxígeno). En cambio, si el ingreso es periódico, funciona como un filtro aerobio (con presencia de oxígeno). Así pues, en el caso de que el efluente ingrese permanente, se va formando una capa biológica poco a poco en las superficies de infiltración, debido a la retención de la materia particulada del efluente.

Sobre esta se van formando colonias de microorganismos, los cuales digieren la carga orgánica del agua; en consecuencia, se va incrementando el grosor de la capa biológica. El proceso es anaerobio debido a la alta cantidad de carga orgánica y de sólidos. Mientras que, en el caso de aplicación periódica del efluente, se da un proceso aerobio, por lo que el proceso es más rápido que el caso anterior. Cabe mencionar que los propósitos principales de la implementación del proceso de infiltración son:

- La zonificación de la recarga de agua,
- El tratamiento de aguas contaminadas,
- La reutilización del agua para la agricultura,
- Favorecer la conservación de agua dulce,
- Rescatar la calidad del agua de los acuíferos,
- Favorecer la recarga de acuíferos y el aumento del caudal en ríos y arroyos.

El tipo de sistema de filtración a aplicar depende del tipo de filtración del suelo que se presenta en la Tabla 7. Se aplica el test de percolación para determinar la capacidad de filtración del terreno. Se recomienda el uso del Pozo de Absorción en suelos clasificados como filtración rápida o media, y se recomienda Zanja de Percolación para suelos de filtración lenta (opciones tecnológicas de Saneamiento en el Ámbito Rural, 2018).

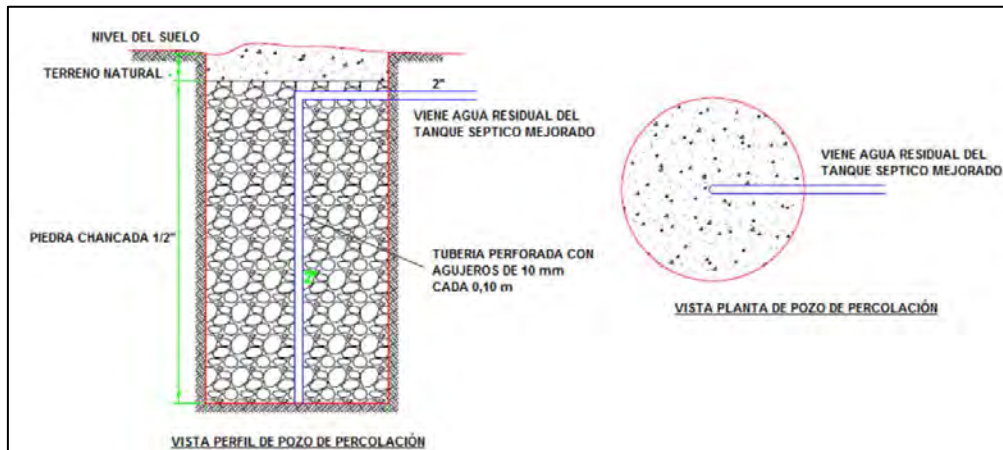
Tabla 7

Tipo de filtración del suelo

TIPO DE FILTRACIÓN DEL SUELO	TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1 CM
Rápidos	De 0 a 4 minutos
Medios	De 4 a 8 minutos
Lentos	De 8 a 12 minutos

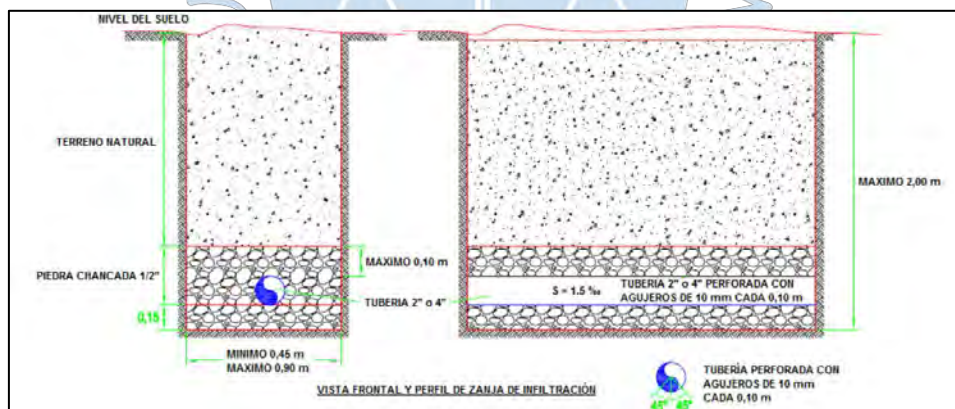
Si se determina que el tiempo de filtración del suelo es mayor a 12 minutos, se deberá considerar otro método de tratamiento complementario.

3.3.2.1 Pozo de absorción. Es un pozo en forma de cilindro, relleno por piedra chancada de 1/2", por la cual atraviesa, en forma vertical, una tubería que conduce el efluente pretratado, perforada con agujeros de 10 mm, separados cada 0.10 m. Se recomienda un diámetro mínimo de 1 metro y una profundidad mínima de 2 metros. El área efectiva de filtración es el área lateral del cilindro, sin considerar el fondo (opciones tecnológicas de Saneamiento en el Ámbito Rural, 2018).

Figura 20*Estructura de pozo de percolación*

Nota. Opciones tecnológicas en el Ámbito Rural (2018)

3.3.2 Zanja de percolación. Zanja de anchura entre 0.41 m a 0.90 m, con una altura máxima de 2 metros. Se considera su construcción cuando se cuente con el área suficiente en la zona. La tubería de PVC que conduce el efluente atraviesa en forma horizontal el medio poroso. Además, la tubería presenta perforaciones para la distribución uniforme del líquido en el fondo de la zanja (opciones tecnológicas de Saneamiento en el Ámbito Rural, 2018).

Figura 21*Estructura de una zanja de infiltración*

Nota. Opciones tecnológicas en el Ámbito Rural (2018)

3.3.3 Humedales

Los humedales son considerados como zonas transitorias entre ecosistemas acuáticos y terrestres, en resumen, conforman ecosistemas semiacuáticos. Por lo que, su ubicación permite que los servicios ecosistémicos que ofrece la vegetación depuren de manera natural los acuíferos (RAMSAR, 2015). Sin embargo, así como existen humedales naturales, también se puede replicar los beneficios de estos a través del diseño de humedales artificiales.

En los últimos años, los humedales han sido reconocidos como una opción tecnológica de saneamiento que utilizan los recursos de la naturaleza de manera eficiente. Con el objeto de limpiar el agua, de fácil operación y diseño, eficiente y económica, en comparación con los sistemas de tratamiento convencionales. Se ha demostrado que los humedales son sistemas adecuados para tratar aguas grises, domésticas y municipales (Zurita et al., 2014). No obstante, no depuran las aguas negras, por lo que es necesario realizarles un proceso previo de tratamiento primario.

De igual forma, son sistemas acuáticos naturales de tratamiento compuesto por un sustrato de arena, grava o arcilla, y plantas cuyas raíces liberan oxígeno. Propiciando un ambiente apto para el desarrollo de microorganismos, los cuales se encargan de digerir los contaminantes del agua pretratada. Además, algunos de los agentes contaminantes son nutrientes para las plantas y son absorbidos por estas con facilidad (Castañeda, 2014). En el fondo del humedal se da un proceso de respiración anaerobia debido a la ausencia de oxígeno

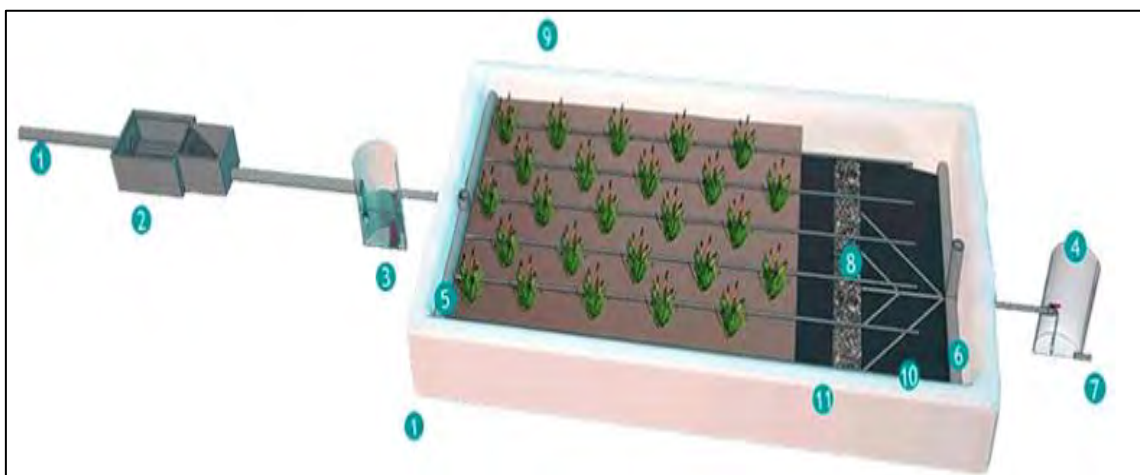
También, en este proceso no hay generación de olores ni generación de lodos, pues el fango es retenido en las raíces y se van oxidando con el tiempo. Asimismo, las partículas que sedimentan son fermentadas por las bacterias anaerobias, degradándose en compuestos más simples que suben juntos a los gases generados en el proceso anaerobio (CH_4 metano, H_2S ácido sulfhídrico), hasta que son retenidos en las raíces hasta su oxidación. Entonces, acorde con lo señalado por Manzo (2020), se indicó que estos humedales son sistemas no convencionales, los cuales permiten filtrar elementos químicos como fósforo, carbono y otros metales pesados, gracias al proceso de sedimentación potenciado en áreas reducidas. De igual importancia, la estructura base para diseñar un humedal artificial consiste en tres partes fundamentales:

Material granular: cumple la función del suelo. Este elemento sostiene a la vegetación implantada y permite la fijación de la capa de biofilm bacteriano, que interceden en los procesos de depuración de elementos contaminantes, por lo general, orgánicos, existentes en las aguas urbanas residuales.

Vegetación: la tipología de plantas utilizadas en los humedales artificiales son macrófitas. Esta permite la eliminación de los residuos existentes por absorción y la oxigenación del sustrato.

Agua: al tratarse de un sistema artificial, el agua residual con alto porcentaje de contaminantes proporciona el alimento a las plantas para que el ciclo sea sostenible en el tiempo. Asimismo, el agua, tras pasar por este proceso, pierde la demanda biológica de oxígeno, los sólidos en suspensión y es apta para el retorno a los cauces hídricos con una calidad superior a la que ingresó.

Por otro lado, los humedales artificiales constan de 12 partes diferenciadas, las cuales se muestran en la Figura **22**

Figura 22*Partes de un humedal artificial*

Nota. 1. Tubería de entrada, 2. Arco de desbaste, 3. Tanque de alimentación, 4. Toma de muestras, 5. Colector de reparto, 6. Colector de recogida, 7. Tubería de salida de agua, 8. Estratificación de materiales filtrantes, 9. Plantas acuáticas, 10. Geotextil, 11. Geomembrana, 12. Balsa de Fitodepuración. Tomado de Manjolillo (2020).

Para el diseño de este tipo de humedales, se debe considerar el caudal de aporte unitario de aguas residuales por vivienda, tal como se indica en la expresión 1

$$Q = D \times P \times 80 \% \text{ --- (1)}$$

En esta expresión, "Q" equivale al caudal de las aguas residuales generadas expresado en litros al día; "D" corresponde a la dotación de agua expresada en litros por habitante al día y "P" corresponde al índice de densidad poblacional, calculado a partir del número de habitantes por vivienda. Los humedales artificiales tienen un funcionamiento basado en la cinética de primer orden para un reactor con flujo a pistón. Las relaciones básicas para los reactores de con flujo pistón son las siguientes (Reed et al., 1995).

$$\frac{c_e}{c_o} = e^{-K_t \cdot t}$$

Donde:

c_e = concentración de efluente (mg/L),

c_o = concentración de afluente (mg/L),

K_t = constante de temperatura del agua residual (días^{-1}),

t = tiempo hidráulico de retención (días).

Resolviendo la ecuación:

$$\ln \frac{C_e}{C_o} = -Kt \rightarrow \ln \frac{C_o}{C_e} = Kt \rightarrow t = \frac{\ln \frac{C_o}{C_e}}{K}$$

$$Q = \frac{V_{real}}{t} = \frac{As \cdot d \cdot n}{t} \rightarrow t = \frac{As \cdot d \cdot n}{Q}$$

$$\therefore \frac{As \cdot d \cdot n}{Q} = \frac{\ln \frac{C_o}{C_e}}{K} \rightarrow As = \frac{\ln \frac{C_o}{C_e} \cdot Q}{K \cdot d \cdot n}$$

Donde:

As = área superficial del humedal,

d = profundidad del humedal,

n = porosidad del suelo.



Capítulo 4

Diseño de sistema de agua potable

El proyecto tiene como finalidad el abastecimiento de agua potable a las localidades de Ozurco, Huayaquil y Morroponcitos, así como a los anexos Las Nonas, Las Filas y San Antonio. En el presente capítulo se realizará el cálculo de la demanda de consumo de la población del proyecto y el diseño de los componentes del sistema de agua potable. Tomando en cuentas las recomendaciones y definiciones de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. Además, el sistema de abastecimiento de agua potable planteado se compone de líneas de conducción, cámaras distribuidoras de caudales, cámaras rompe presión, una Planta de Tratamiento de Agua Potable, reservorios, redes de distribución y conexiones domiciliarias

4.1 Parámetros de diseño

4.1.1 Población actual

Según el estudio realizado, las localidades de Ozurco, Huayaquil y Morroponcito cuentan con una población total de 1563 habitantes, distribuidos según se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Población actual del área de estudio

Localidades	Población	Viviendas	Densidad Poblacional
Ozurco	434	84	5.17 hab/viv
Huayaquil	303	58	5.22 hab/viv
Morroponcito y anexos	512	101	5.07 hab/viv
Anexos Las Filas y San Antonio	314	62	5.06 hab/viv
Total	1563	305	5.12 hab/viv

4.1.2 Periodo de diseño

La Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural recomienda los periodos de diseño mostrados en la Tabla 9 para la infraestructura de saneamiento.

Tabla 9

Periodo de diseño para infraestructura de saneamiento

Estructura	Periodo de diseño
Fuente de abastecimiento	20 años
Obras de captación	20 años

Estructura	Periodo de diseño
Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)	20 años
Reservorios	20 años
Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Nota. Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018)

4.1.3 Tasa de crecimiento

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en el Censo Nacional de Población y Vivienda, realizado el 2017, se obtuvo que el distrito de Huarango contaba con una población de 18 012 habitantes. El censo anterior, realizado en el 2007, arrojaron una población de 20 532 habitantes. Por lo tanto, la población del distrito de Huarango tuvo un decrecimiento de 2520 habitantes en un periodo de diez años. En consecuencia, para el cálculo de la población futura se considerará una tasa de crecimiento del 0 %.

4.1.4 Dotación

Es la cantidad de agua que necesita la población para la satisfacción de sus necesidades diarias. La Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural definió la dotación según la región de la localidad y la opción tecnológica de saneamiento definida (ver Tabla 10).

Tabla 10

Dotación de agua potable según la opción tecnológica de saneamiento

Región	Dotación según el tipo de opción tecnológica de saneamiento (l/hab.día)	
	Sin arrastre hidráulico	Con arrastre hidráulico
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Nota. RM-192

Además, para zonas rurales, la Norma recomienda las dotaciones mostradas en la Tabla 11 para las instituciones educativas.

Tabla 11*Dotación de agua para instituciones educativas*

Descripción	Dotación (l/alumno.día)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Nota. RM-192

En consecuencia, para el presente proyecto, se utilizará una dotación de la población de 100 l/hab.día. En vista de que las localidades están ubicadas en la selva y se ha planteado utilizar tecnología de saneamiento con arrastre hidráulico.

4.1.5 Demanda de consumo

Se calculará el consumo diario promedio anual (Q_p) de cada localidad a partir de los criterios de dotación definidos. Asimismo, se definirá el consumo máximo horario (Q_{mh}) y el consumo máximo diario (Q_{md}) a partir de las siguientes fórmulas:

$$Q_p = \frac{Pob_{diseño} \times Dot}{86400}$$

$$Q_{md} = k_1 \times Q_p$$

$$Q_{mh} = k_2 \times Q_p$$

En la Tabla 12, se resumen los cálculos de los caudales de diseño para cada localidad del proyecto.

Tabla 12*Cálculo de caudales de diseño del área de estudio*

Parámetros de diseño	Ozurco	Huayaquil	Morroponcito y anexos	Anexos Las Filas y San Antonio
N.º de viviendas	84	58	101	62
Población	434	303	512	314
Alumnos iniciales	22	7	7	0
Alumnos primaria	29	0	18	0
Dotación (l/hab.día)	100	100	100	100
Dot. Primaria (l/hab.día)	20	20	20	20
Consumo diario promedio anual – viviendas (l/s)	0.502	0.351	0.593	0.363

Parámetros de diseño	Ozurco	Huayaquil	Morroponcito y anexos	Anexos Las Filas y San Antonio
Consumo diario promedio anual – colegio inicial (l/s)	0.005	0.002	0.002	0
Consumo diario promedio anual – colegio primario (l/s)	0.007	0	0.004	0
Consumo diario promedio anual (l/s)	0.514	0.353	0.599	0.363
k1	1.3			
k2	2			
Consumo máximo horario - población (l/s)	1.005	0.701	1.185	0.727
Consumo máximo horario – colegio inicial (l/s)	0.010	0.003	0.003	0
Consumo máximo horario – colegio primario (l/s)	0.013	0	0.008	0
Consumo máximo diario (l/s)	0.668	0.458	0.778	0.472
	Qmd = 2.376 l/s			

4.2 Evaluación de fuentes

El equipo no ha tenido la posibilidad de realizar un estudio de agua en época de lluvias para la zona de estudio, y tampoco hay información disponible en la municipalidad correspondiente. Por lo tanto, se ha compatibilizado esta información con un estudio de agua realizado para el proyecto **“AMPLIACIÓN, MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO – CASERÍO PANGOYA, DISTRITO DE HUARANGO – SAN IGNACIO – CAJAMARCA.”** La fuente de agua de este proyecto es la quebrada Pangoya, cuyo recorrido pasa cerca de la quebrada Peña del Loro, que abastecerá al proyecto. Ambas quebradas pertenecen a la cuenca del río San Martín; en consecuencia, se proyecta que tienen características similares en épocas de lluvia.

Figura 23

Punto de muestreo para el estudio de agua de la Quebrada Pangoya



A continuación, se muestra el estudio de agua realizado a la quebrada Pangoya y los resultados de los parámetros fisicoquímicos y biológicos analizados.

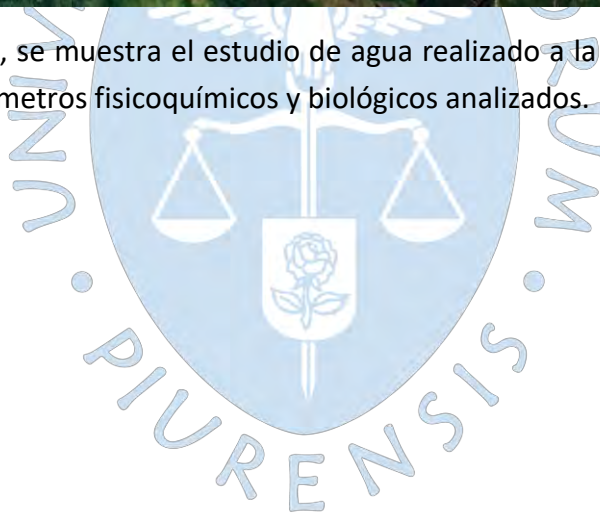
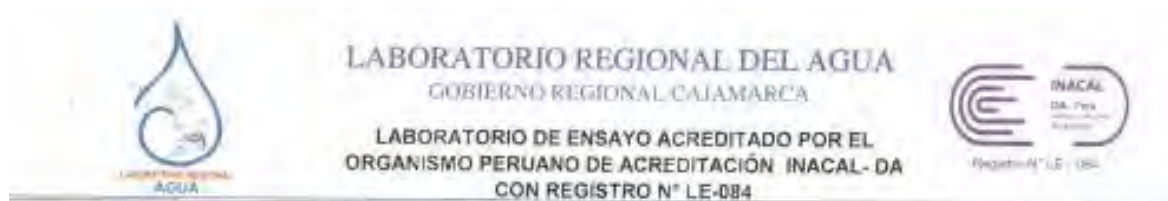


Figura 24

Estudio de fuente de agua (parámetros químicos)



INFORME DE ENSAYO N° IE 0219079

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			Quebrada Pangaya	-	-	-	-	-
Código Laboratorio			0219079-01	-	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	-	-	-	-	-
Descripción			Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra			E 754639.03 N 9418247.70	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	-	-	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.067	-	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	-	-	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.215	-	-	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	72.55	-	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	0.003	-	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	-	-	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	<LCM	-	-	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	8.084	-	-	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	-	-	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	8.327	-	-	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.019	19.54	-	-	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.971	-	-	-	-	-
Piomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	11.47	-	-	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	-	-	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	-	-	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.086	10.38	-	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.631	-	-	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	-	-	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	-	-	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.018	<LCM	-	-	-	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	-	-	-	-	-

Cajamarca, 11 de Febrero de 2019.

Figura 25

Estudio de fuente de agua (parámetros fisicoquímicos)

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	Quebrada Pangoña		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0219079-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	E: 754839-83 N: 9419347-70		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.036	0.226	-	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.055	30.13	-	-	-	-	-
Nitro (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	-	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.032	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.064	41.46	-	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	28.88	-	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.032	<LCM	-	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.05	53.5	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.45	-	-	-	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	569.0	-	-	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	385.0	-	-	-	-	-
(*) Dureza Total	mg/L	0.5	218.9	-	-	-	-	-
Cianuro Total	mg/L	0.002	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrógeno Amomiacal	mgN-NH3/L	0.017	<LCM	-	-	-	-	-
(*) Color Verdadero	UC	1.0	<LCM	-	-	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de clasificación del Método; valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (traza)

Figura 26

Estudio de fuente de agua (parámetros biológicos)



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° I.E.084



INACAL
DA, 1998
Regist. N° I.E. 084

INFORME DE ENSAYO N°

ENSAYOS			BIOLOGICOS					
Código Cliente	Quebrada Pangaya		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0319170-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	E: 754939.83 N: 3411047.70		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1,8	920	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1,8	220	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados +1,8 y +1,8 significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group; Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group; Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

(1) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica

(2) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método

(3) Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.

(4) La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida solo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

(5) Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

(6) Las muestras y/o muestras sobre las que se realizó los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservación posterior a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, despare efectiva el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

(7) Este documento al ser emitido con el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
Dpto. Rósaldo A. Cáceda CUBA
RESPONSABLE DE LA CALIDAD OPERACIONAL

4.3 Diseño hidráulico de línea de conducción

El diseño hidráulico de la línea de conducción se basa en el caudal máximo diario (Qmd) al que fluirá en la tubería. El diámetro de diseño se escogerá bajo los siguientes criterios recomendados por Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural 2018.

- La velocidad mínima de paso es de 0.6 m/s,
- La velocidad máxima de paso es de 3 m/s,
- Las pérdidas de carga longitudinales generadas debe ser aprovechado por la altura disponible debido a la topografía,
- Las pérdidas de carga longitudinales se calcularán según las formulaciones de Hazen-William y de Fair Whipple:
- Fair - Whipple: se utiliza para tuberías inferiores a 50 mm.

$$H_f = 676.745 \left(\frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right) \times L$$

- Hazen – Williams: se utiliza para tuberías superiores a 50 mm.

$$H_f = 10.674 \left(\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.86}} \right) \times L$$

Donde:

Hf: pérdida de carga en metros.

Q: caudal en m³/s.

D: diámetro interior en metros.

C: coeficiente de Hazen y Williams (adimensional).

L: longitud del tramo en metros.

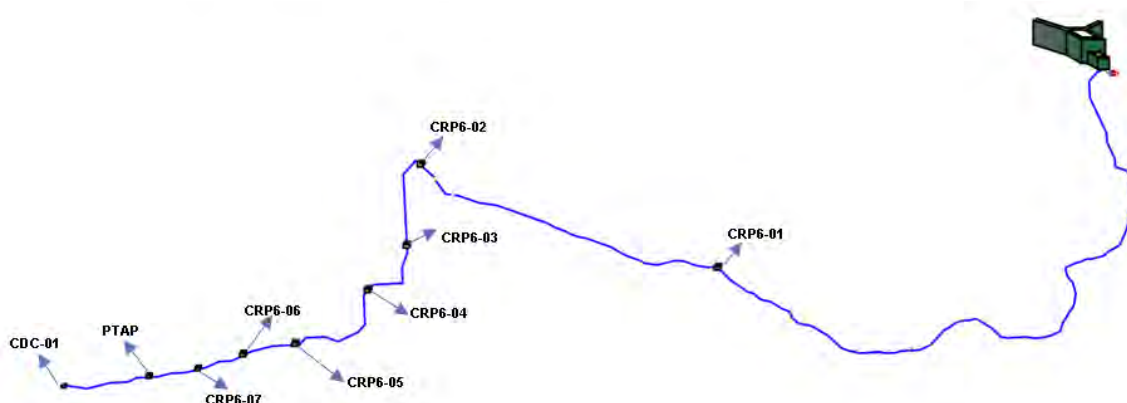
El sistema de abastecimiento de agua potable planteado para las tres localidades de estudio consta de cinco líneas de conducción. Las infraestructuras utilizadas para la conducción del agua de la fuente se describen en la Tabla 13.

Tabla 13*Ubicación de infraestructuras para las líneas de conducción*

Estructura	Coordenadas
Captación	N: 9420655.125 E: 753518.759
Prefiltro	N: 9420002.68 E: 751499.65
Filtro lento	N: 9420001.85 E: 751482.97
Cámara Distribuidora de Caudales 01	N: 9419984.76 E: 751312.20
Reservorio Ozurco	N: 9420054.25 E: 751075.71
Cámara Distribuidora de Caudales 02	N: 9418345.596 E: 749352.341
Reservorio Huayaquil	N: 9418348.427 E: 749334.241
Cámara Distribuidora de Caudales 03	N: 9418213.28 E: 748533.93
Reservorio Morroponcito	N: 9418201.1 E: 748510.408
Reservorio Las Filas y San Antonio	N: 9418097.92 E: 746888.84

4.3.1 Línea de conducción CAPT – CDC 01

La infraestructura empleada en este tramo de tubería consta de seis Cámaras Rompe Presión debido a las grandes diferencias de altura, de la Planta de Tratamiento de Agua Potable y una Cámara Distribuidora de Caudales. La cual distribuirá el flujo de agua hacia el Reservorio Ozurco y hacia Huayaquil, Morroponcitos y anexos.

Figura 27*Línea de conducción CAPT – CDC 01*

Las ubicaciones de la infraestructura empleada se describen la siguiente Tabla 14.

Tabla 14

Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CAPT – CDC 01

Estructura	CRP6 - 01	CRP6 - 02	CRP6 - 03	CRP6 - 04	CRP6 - 05	CRP6 - 06	CRP6 - 07	PTAP	CDC - 01
Coordenadas	Prog: 1+499.20	Prog: 2+205.97	Prog: 2+424.61	Prog: 2+588.04	Prog: 2+597.94	Prog: 2+806.54	Prog: 2+923.23	Prog: 3+128.86	Prog: 3+303.22
	N: 9420215.24	N: 9420438.57	N: 9420278.40	N: 9420186.98	N: 9420161.57	N: 9420069.63	N: 9420042.73	N: 9419998.99	N: 9419984.76
	E: 752721.74	E: 752076.06	E: 752035.55	E: 751957.08	E: 751951.37	E: 751795.57	E: 751683.90	E: 751482.98	E: 751312.20

4.3.1.1 Cálculo de diámetros, velocidad y pérdidas. En la Tabla 15 se resumen los cálculos realizados para el diseño de la línea de conducción, utilizando las formulaciones de Fair – Whipple y Hazen – Williams según el diámetro escogido.

Tabla 15

Diseño de línea de conducción CAPT - CDC 01

LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CAPT-CDC1)													
TRAMO		COTA		L (m)	Qmd (lt/s)	C	Ø Dis. (mm)	Ø Com. (pulg)	V (m/s)	Sf (m/m)	hf (m.c.a)	COTA DINÁMICA	PRESIÓN (m.c.a)
		INICIAL	FINAL										
CAPT	CRP6 - 01	1774.68	1724.69	1429.2	2.377	150	54.20	2	1.03	0.0196	35.01	1739.67	14.98
CRP6 - 01	CRP6 - 02	1724.69	1679.69	251.01	2.377	150	54.20	2	1.03	0.0196	4.92	1719.77	40.08
				455.76	2.377	150	43.40	1 1/2	1.61	0.0660	30.08	1694.61	10.00
CRP6 - 02	CRP6 - 03	1679.69	1629.69	218.64	2.377	150	38.00	1 1/4	2.10	0.1241	27.13	1652.56	22.87
CRP6 - 03	CRP6 - 04	1629.69	1579.69	173.33	2.377	150	38.00	1 1/4	2.10	0.1241	21.51	1608.18	28.49
CRP6 - 04	CRP6 - 05	1579.69	1529.69	208.66	2.377	150	38.00	1 1/4	2.10	0.1241	25.89	1553.80	24.11
CRP6 - 05	CRP6 - 06	1529.69	1479.69	116.69	2.377	150	38.00	1 1/4	2.10	0.1241	14.48	1515.21	35.52
CRP6 - 06	CRP6 - 07	1479.69	1429.69	107.6	2.377	150	29.40	1	3.50	0.4201	45.20	1434.49	4.80
CRP6 - 07	PTAP	1429.69	1393.91	98.57	2.377	150	38.00	1 1/4	2.10	0.1241	12.23	1417.46	23.55
PTAP	CDC 1	1393.91	1373.85	174.36	2.377	150	43.40	1 1/2	1.61	0.0660	11.51	1382.40	8.55

Con la finalidad de aprovechar la altura disponible por la topografía, y reducir los costos del proyecto, se combinarán diámetros y se calculará la longitud de tubería de estos a partir del siguiente sistema de ecuaciones:

$$S_{f1}L_1 + S_{f2}L_2 = h_{disponible} \quad (1)$$

$$L_1 + L_2 = L_{tramo} \quad (2)$$

- Tramo CRP6 01- CRP6 02.

A la altura disponible total se le disminuirá diez metros para que la línea gradiente hidráulica esté por encima de la línea de la tubería y evitar la generación de vacíos.

Tabla 16

Diseño de línea de conducción CRP6 01 - CRP6 02

Diámetros escogidos	Sf	H disponible	L tramo	L diámetro
2	0.0196	1679.69-1724.69-10=40	706.77	251.01
1 1/2	0.066			455.76

$$0.0196L_1 + 0.066L_2 = 40 \quad (1)$$

$$L_1 + L_2 = 706.77 \quad (2)$$

$$L_1 = 251.01 \text{ m}$$

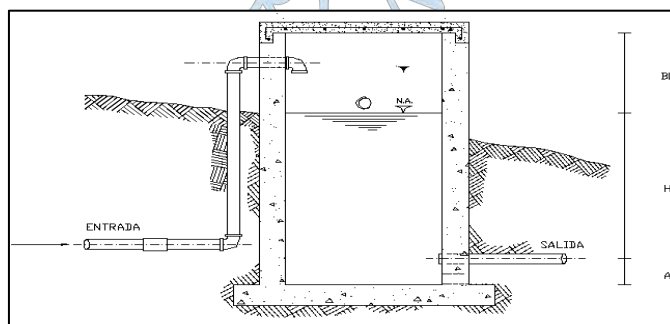
$$L_2 = 455.76 \text{ m}$$

4.3.1.2 Diseño de Cámaras Rompe Presión. La altura total de la Cámara Rompe Presión está conformada por la altura mínima de salida (A), el borde libre mínimo (BL) y la carga requerida para la salida de la cámara (H), según se muestra en la Figura 28.

$$H_t = A + BL + H$$

Figura 28

Alturas de cámara rompe-presión



Nota. RM-192

Además, la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural 2018 recomendó dimensionar la Cámara Rompe Presión bajo los siguientes criterios:

Altura mínima de salida: 0.10 metros.

Borde libre mínimo: 0.40 metros.

La altura requerida para el funcionamiento de la cámara (H) se calcula mediante la siguiente formulación experimental planteada por Bernoulli.

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2g}$$

a. Cámara Rompe Presión 01

Datos de diseño	
Qmd (lt/s)	2.377
Diámetro de salida (pulg)	2

Se calcula la velocidad de salida de la Cámara Rompe Presión.

$$v = \frac{Qmd/1000}{\pi(D * 2.54/100)^2/4}$$

$$v = 1.173 \text{ m/s}$$

Después, se calcula la altura requerida para el funcionamiento de la Cámara Rompe Presión.

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2g}$$

$$H = 1.56 * \frac{1.173^2}{2(9.81)}$$

$$H = 0.109 \text{ m}$$

$$\therefore Ht = 0.109 + 0.4 + 0.1$$

$$Ht = 0.61 \text{ m}$$

Más adelante, se calculan las dimensiones de la canastilla. Se recomienda lo siguiente según la norma de Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural 2018. El diámetro de la canastilla sea dos veces el diámetro de la tubería de salida:

$$D_{canastilla} = 2D_{tubería}$$

$$D_{canastilla} = 4 \text{ pulg}$$

La longitud de la canastilla (L_c) debe ser mayor 3D y menor que 6D:

$$L_c > 3D(2.54) = 15.24 \text{ cm}$$

$$L_c < 6D(2.54) = 30.48 \text{ cm}$$

$$\therefore L_{c\text{asumido}} = 23 \text{ cm}$$

El área total de las ranuras (A_t) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción (A_c):

$$A_t = 2A_c = 2\pi(D_{tubería})^2/4$$

$$A_t = 2A_c = 2\pi(2 * 2.54/100)^2/4$$

$$A_t = 0.004 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del número total de ranuras (NR) se considerará unas ranuras de 5 mm de ancho y 7 mm de largo.

$$NR = \frac{0.004}{35} * 1000000$$

$$NR \approx 116 \text{ ranuras}$$

Por último, se calcula el diámetro de la tubería de rebose y limpieza. Estas tienen como función evacuar el agua de la cámara húmeda. Se evalúa mediante la siguiente expresión de Hazen y Williams:

$$D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} H_f^{0.21}}$$

Donde:

D= diámetro en pulgadas,

Qmd= caudal máximo diario en l/s.

Hf= pérdida de carga unitaria (m/m). Se considera hf=0.010.

$$D = 4.63 * \frac{2.377^{0.38}}{150^{0.38} 0.010^{0.21}}$$

$$D = 2.52 \text{ pulg}$$

$$D_{rebose} = 3 \text{ pulg}$$

b. Cámara Rompe Presión 02, 03, 04, 05 y 07

Tabla 17*Diseño de cámara rompe presión CRP6 - 02, 03, 04, 05 y 07*

Cámara Rompe Presión tipo 6						
Datos de diseño						
Caudal máximo diario (Q_{md}):		2.377	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 ¼ [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0008	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	3.00 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2.g.A^2)$	$0.717 \approx 0.75$	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	1.25 [m]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): 2D	2 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c) $3D < L_c < 6D$	9.53 19.05 Escogido: 14 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): 2 A_s	1583.5 [Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t / A_r	46	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(4.63Q_{md}^{0.38}) / (C^{0.38} . h^{0.21})$	3 [pulg]

c. Cámara Rompe Presión 06

Tabla 18*Diseño de cámara rompe presión CRP7 – 06*

Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo diario (Q_{md}):		2.377	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0005	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	4.70 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2.g.A^2)$	1.75	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	2.25 [m]

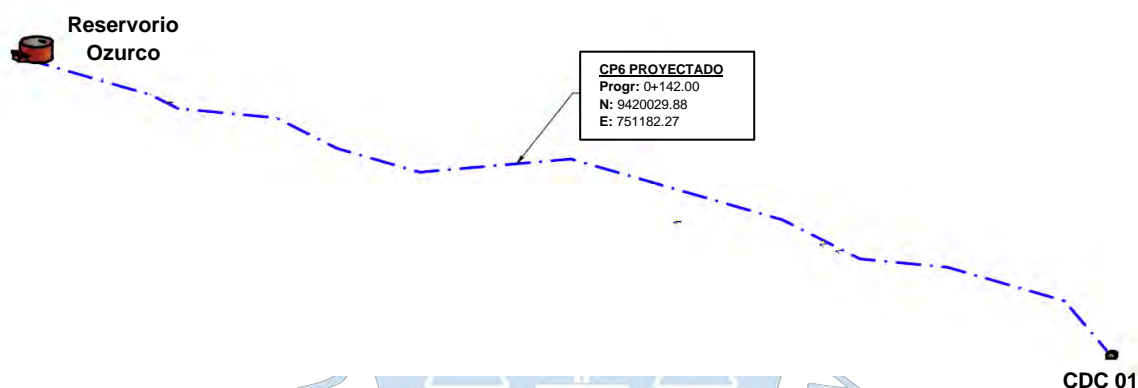
Dimensionamiento de canastilla de salida							
a.	Diámetro de canastilla (Dc): 2D	2	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (Lc) 3D < Lc < 6D	7.62 15.24 Escogido: 11	[cm]
c.	Área de ranuras (Ar) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (At): 2As	1013.4	[Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): At/Ar	29	[und]	f.	Diámetro de rebose (Dr): (4.63Q _{md} ^{0.38})/(C ^{0.38} h _r ^{0.21})	3	[pulg]

4.3.2 Línea de conducción CDC 01 – Reservorio Ozurco

La infraestructura empleada en este tramo de tubería consta de una Cámara Rompe Presión y el Reservorio de Ozurco (ver Figura 29).

Figura 29

Línea de conducción CDC 01 – Reservorio Ozurco



La ubicación de las infraestructuras se describe en la Tabla 19.

Tabla 19

Infraestructura de línea de conducción CDC 01 – Reservorio Ozurco

Estructura	Coordenadas
CRP6 - 01	Progr: 0+142 N: 9420029.23 E: 751186.41
Reservorio Ozurco	Progr: 0+255.58 N: 9420054.28 E: 751075.62

En la Tabla 20 se resumen los cálculos realizados para el diseño de la línea de conducción, utilizando las formulaciones de Fair – Whipple y Hazen – Williams según el diámetro escogido.

Tabla 20

Diseño de línea de conducción CDC 01 - Ozurco

LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CDC1 - R. OZURCO)												
TRAMO		COTA		L (m)	Q _{md} (lt/s)	∅ Diseño (mm)	∅ Comercial (pulg)	V (m/s)	S _f (m/m)	h _f (m.c.a)	COTA DINÁMICA	PRESIÓN (m.c.a)
		INICIAL	FINAL									
CDC 1	CRP6 - 01	1374.02	1327.48	142	0.669	29.40	1	0.99	0.05	6.48	1367.54	40.06
CRP6 - 01	R. Ozurco	1327.48	1295.78	111.73	0.669	22.90	3/4	1.62	0.15	16.70	1310.78	15.00

En este caso, no se ha considerado aplicar diámetros combinados, debido a que los tramos son cortos y por facilidad constructiva. La Tabla 21 resume la memoria de cálculo para las Cámaras Rompe Presión.

Tabla 21

Diseño de CRP6 - 01

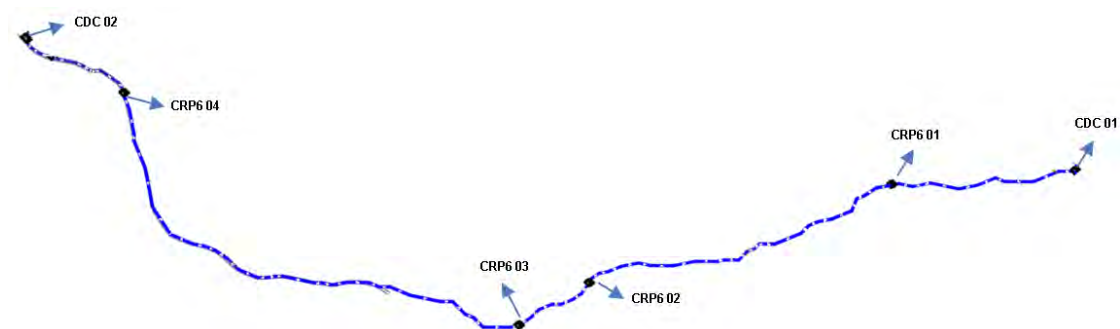
Cámara Rompe Presión tipo 6							
Datos de diseño							
Caudal máximo diario (Q _{md}):		0.669	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		3/4	[pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40	[m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C _d)		0.80	[adim]
Cálculo hidráulico							
a.	Área de tubería de salida (A _s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0003	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	2.347	[m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2 \cdot g \cdot A^2)$	0.45	[m]	d.	Altura total de diseño (H _t): a+BL+H	0.95	[m]
Dimensionamiento de canastilla de salida							
a.	Diámetro de canastilla (D _c): 2D	1 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L _c) 3D < L _c < 6D Escogido: 9	5.72 11.43	[cm]
c.	Área de ranuras (A _r) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A _t): 2A _s	570	[Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A _t /A _r	18	[und]	f.	Diámetro de rebose (D _r): $(4.63Q_{md}^{0.38}) / (C^{0.38} \cdot h_f^{0.21})$	2	[pulg]

4.3.3 Línea de conducción CDC 01 – CDC 02

La infraestructura empleada en este tramo de tubería consta de cuatro Cámaras Rompe Presión tipo 6 y una Cámara Distribuidora de Caudales, la cual distribuirá el flujo de agua hacia el Reservorio Huayaquil y hacia Morroponcitos y anexos (ver Figura 30).

Figura 30

Línea de conducción CDC01 - CDC 02



Las ubicaciones de la infraestructura empleada se describen en la Tabla 22.

Tabla 22

Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 01 – CDC 02

Estructura	CDC 01	CRP6 01	CRP6 02	CRP6 03	CRP6 04	CDC 2
Coordenadas	Prog: 0+000 N: 9419984.761 E: 751312.196	Prog: 0+480.03 N: 9419624.90 E: 751030.12	Prog: 1+275.31 N: 9418926.63 E: 750712.74	Prog: 1+514.87 N: 9418707.52 E: 750644.80	Prog: 2+787.86 N: 9418427.25 E: 749549.80	Prog: 3+015.40 N: 9418345.60 E: 749352.34

En la Tabla 23 se resumen los cálculos realizados para el diseño de la línea de conducción, utilizando las formulaciones de Fair – Whipple y Hazen – Williams según el diámetro escogido.

Tabla 23

Diseño de línea de conducción CDC 01 – CDC 02

TRAMO		COTA		L (m)	Qmd (lt/s)	C	Ø Dis. (mm)	Ø Com. (pulg)	V (m/s)	Sf (m/m)	hf (m.c.a)	COTA DINÁMICA	PRESIÓN (m.c.a)
		INICIAL	FINAL										
CDC1	CRP6 - 01	1373.64	1321.72	480.03	1.708	150	38.00	1 1/4	1.51	0.0696	33.41	1340.23	18.51
CRP6 - 01	CRP6 - 02	1321.72	1271.72	795.28	1.708	150	43.40	1 1/2	1.15	0.0370	29.43	1292.29	20.57
CRP6 - 02	CRP6 - 03	1271.72	1221.72	239.56	1.708	150	38.00	1	1.51	0.0696	16.67	1255.05	33.33
CRP6 - 03	CRP6 - 04	1221.72	1171.64	647.75	1.708	150	54.20	2	0.74	0.0106	6.87	1214.85	43.21
			1171.72	625.24	1.708	150	43.40	1 1/2	1.15	0.0370	23.13	1191.72	20.00
CRP6 - 04	CDC2	1171.64	1124.37	227.54	1.708	150	38.00	1 1/4	1.51	0.0696	15.84	1155.80	31.43

- Tramo CRP6 03 – CRP6 04

Se escogerá los diámetros comerciales de 2" y 1 ½" para este tramo. A la altura disponible total se le disminuirá 20 metros, para que la línea gradiente quede por encima de la línea de la tubería y evitar la generación de vacíos.

Diámetros escogidos	Sf	H disponible	L tramo
2	0.0106	1221.72-1171.72-20=30	1272.99
1 ½	0.0370		

$$0.0106L_1 + 0.0370L_2 = 30 \quad (1)$$

$$L_1 + L_2 = 1272.99 \quad (2)$$

$$L_1 = 647.75 \text{ m}$$

$$L_2 = 625.24 \text{ m}$$

Ahora bien, en las siguientes tablas se resumen las memorias de cálculo para las Cámaras Rompe Presión.

Tabla 24

Diseño de CRP6 - 01

Cámara Rompe Presión tipo 6						
Datos de diseño						
Caudal máximo diario (Q _{md}):		1.708	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 ½ [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C _d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A _s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0011	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	1.498 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre 1.56Q _{md} ² /(2.g.A ²)	0.20 ∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva	[m]	d.	Altura total de diseño (H _t): a+BL+H	0.90 [m]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D _c): 2D	3	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L _c): 3D < L _c < 6D Escogido: 17	11.43 22.86 [cm]
c.	Área de ranuras (A _r): 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A _t): 2A _s	2280.2 [Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A _t /A _r	66	[und]	f.	Diámetro de rebose (D _r): $(4.63Q_{md}^{0.38}) / (C^{0.38} h_1^{0.21})$	2 ½ [pulg]

Tabla 25

Diseño de CRP6 - 02

Cámara Rompe Presión tipo 6						
Datos de diseño						
Caudal máximo diario (Q_{md}):		1.708	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0005	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	3.371 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mi}^2 / (2.g.A^2)$	0.90	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	1.40 [m]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): 2D	2	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c) $3D < L_c < 6D$ Escogido: 11	7.62 15.24 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): 2 A_s	1013.4 [Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A _t /A _r	29	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(4.63Q_{md}^{0.38}) / (C^{0.38}.h_r^{0.21})$	2 ½ [pulg]

Tabla 26

Diseño de CRP6 - 03

Datos de diseño						
Caudal máximo diario (Q_{md}):		1.708	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		2 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.002	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	0.843 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mi}^2 / (2.g.A^2)$	0.056 <i>∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva</i>	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	0.90 [m]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): 2D	4	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c) $3D < L_c < 6D$ Escogido: 23	15.24 30.48 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): 2 A_s	4053.7 [Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A _t /A _r	116	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(4.63Q_{md}^{0.38}) / (C^{0.38}.h_r^{0.21})$	2 ½ [pulg]

Tabla 27*Diseño de CRP6 - 04*

Cámara Rompe Presión tipo 6						
Datos de diseño						
Caudal máximo diario (Q_{md}):		1.708	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 ½ [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d):		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0008	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	2.157 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{md}^2 / (2.g.A^2)$	0.37 ∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): $a+BL+H$	0.90 [m]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): 2D	2 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c): $3D < L_c < 6D$ Escogido: 14	9.53 19.05 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r): 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): 2 A_s	1583.5 [Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t/A_r	46	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(4.63Q_{md}^{0.38}) / (C^{0.38} h_r^{0.21})$	2 ½ [pulg]

4.3.4 Línea de conducción CDC 02 – Reservoirio Huayaquil

La infraestructura empleada en este tramo de tubería consta de una Cámara Rompe Presión y el Reservoirio de Huayaquil (ver Figura 31).

Figura 31

Línea de conducción CDC 02 – Reservoirio Huayaquil



Las ubicaciones de la infraestructura empleada se describen en la siguiente Tabla 28.

Tabla 28

Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 02 – R. Huayaquil

Estructura	Coordenadas
Reservorio Huayaquil	Prog: 0+19.19 N: 9418349.12 E: 749333.48

En la Tabla 29 se resumen los cálculos realizados para el diseño de la línea de conducción, utilizando las formulaciones de Fair – Whipple y Hazen – Williams según el diámetro escogido.

Tabla 29

Diseño de línea de conducción CDC 02 – Reservorio Huayaquil

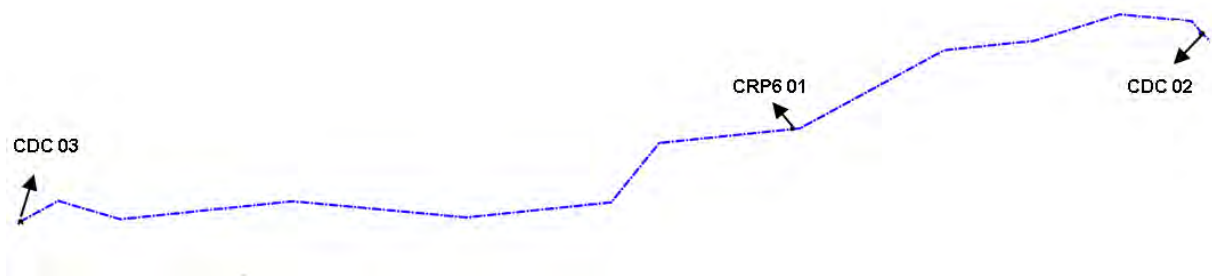
LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CDC2 - R. HUAYAQUIL)													
TRAMO		COTA		LONGITUD (m)	Qmd (lt/s)	C	∅ Diseño (mm)	∅ Comercial (pulg)	VELOCIDAD (m/s)	Sf (m/m)	hf (m.c.a)	COTA DINÁMICA	PRESIÓN (m.c.a)
		INICIAL	FINAL										
CDC 2	R. H.	1124.59	1121.47	19.19	0.458	150	22.90	3/4	1.11	0.0771	1.48	1123.11	1.64

4.3.5 Línea de conducción CDC 02 – CDC 03

La infraestructura empleada en este tramo consta de una Cámara Rompe Presión y una Cámara Distribuidora de Caudales, la cual distribuirá el flujo de agua hacia el Reservorio Morroponcito y hacia Reservorio Las Filas (ver Figura 32).

Figura 32

Línea de conducción CDC 02 – CDC 03



Las ubicaciones de la infraestructura empleada se describen en la Tabla 30.

Tabla 30

Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 02 – CDC 03

Estructura	Coordenadas
CRP6 - 01	Prog: 0+304.05 N: 9418279.35 E: 749069.25
CDC 03	Prog: 0+864.41 N:9418215.79 E: 748535.96

En la Tabla 31 se resumen los cálculos realizados para el diseño de la línea de conducción, utilizando las formulaciones de Fair – Whipple y Hazen – Williams según el diámetro escogido.

Tabla 31

Diseño de línea de conducción CDC 02 – CDC 03

LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CDC2 - CDC3)													
TRAMO		COTA		L (m)	Q _{md} (lt/s)	C	Ø Diseño (mm)	Ø Comercial (pulg)	V (m/s)	Sf (m/m)	hf (m.c.a)	COTA DINÁMICA	PRESIÓN (m.c.a)
		INICIAL	FINAL										
CRC 1	CRP6 - 01	1124.42	1075.11	304.05	1.25	150	29.4	1	1.84	0.1363	41.44	1082.98	7.87
CRP6 - 01	CDC 3	1075.11	1028.82	560.41	1.25	150	38	1 1/4	1.1	0.0403	22.58	1052.53	23.71

En la siguiente Tabla 32, se resume el cálculo hidráulico de la Cámara Rompe Presión CRP6-01.

Tabla 32

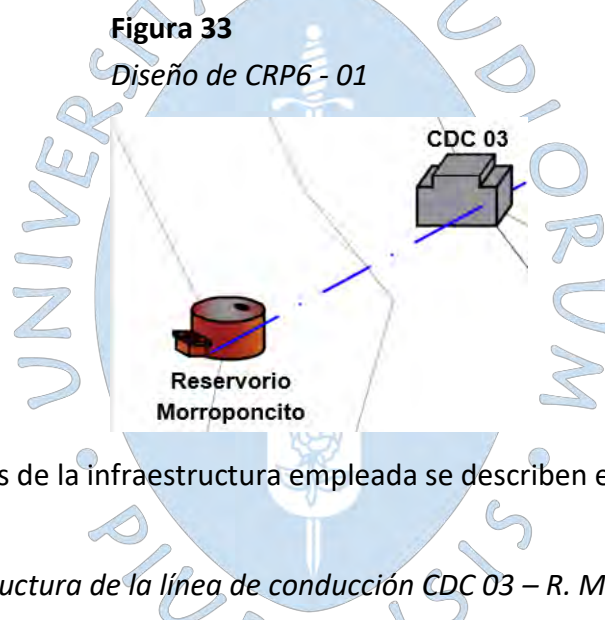
Diseño de CRP6 - 01

Cámara Rompe Presión tipo 6						
Datos de diseño						
Caudal máximo diario (Q _{md}):		1.25	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 ¼ [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C _a)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A _s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0008	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	1.579 [m/s]

c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{md}^2/(2.g.A^2)$	0.20 ∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	0.90	[m]
Dimensionamiento de canastilla de salida							
a.	Diámetro de canastilla (Dc): 2D	2 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (Lc) $3D < Lc < 6D$	9.53 19.05 Escogido: 14	[cm]
c.	Área de ranuras (Ar) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (At): 2As	1583.5	[Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): At/Ar	46	[und]	f.	Diámetro de rebose (Dr): $(4.63Q_{md}^{0.38})/(C^{0.38}.h^{0.21})$	2	[pulg]

4.3.6 Línea de conducción CDC 03 – Reservorio Morroponcito

La infraestructura empleada en este tramo de tubería consta de una Cámara Rompe Presión y el Reservorio de Huayaquil (ver Figura 33).



Las ubicaciones de la infraestructura empleada se describen en la siguiente Tabla 33.

Tabla 33

Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 03 – R. Morroponcito

Estructura	Coordenadas
Reservorio Morroponcito	Prog: 0+29.42 N: 9418201.76 E: 748510.05

En la Tabla 34 se resumen los cálculos realizados para el diseño de la línea de conducción, utilizando las formulaciones de Fair – Whipple y Hazen – Williams según el diámetro escogido.

Tabla 34

Diseño de línea de conducción CDC 02 – Reservoirio Morroponcito

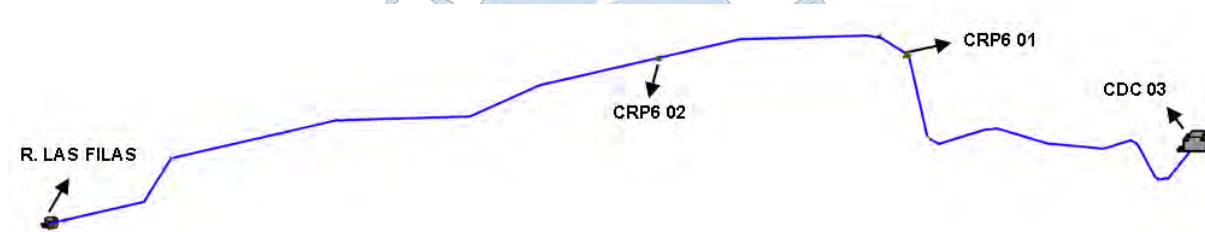
LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CDC2 - R. MORROPONCITO)													
TRAMO		COTA		LONGITUD (m)	Qmd (lt/s)	C	Ø Diseño (mm)	Ø Comercial (pulg)	VELOCIDAD (m/s)	Sf (m/m)	hf (m.c.a)	COTA DINÁMICA	PRESIÓN (m.c.a)
		INICIAL	FINAL										
CDC 2	R. M.	1028.92	1024.85	29.46	0.778	150	29.40	1	1.15	0.0594	1.75	1027.17	2.32

4.3.7 Línea de conducción CDC 03 – Reservoirio Las Filas

La infraestructura empleada en este tramo consta de dos Cámaras Rompe Presión y el Reservoirio Las Filas (ver Figura 34).

Figura 34

Línea de conducción CDC 03 – Reservoirio Las Filas



Las ubicaciones de la infraestructura empleada se describen en la siguiente Tabla 35.

Tabla 35

Ubicación de infraestructura de la línea de conducción CDC 03 – R. Las Filas

Estructura	Coordenadas
CRP6 - 01	Prog: 0+578.67 N: 9418340.48 E: 748118.00
CRP6 - 02	Prog: 0+943.04 N: 9418334.94 E: 747763.51
R. LAS FILAS	Prog: 1+875.33 N: 9418097.88 E: 746888.85

En la siguiente Tabla 36 se resumen los cálculos realizados para el diseño de la línea de conducción, utilizando las formulaciones de Fair – Whipple y Hazen – Williams según el diámetro escogido.

Tabla 36

Diseño de línea de conducción CDC 03 – Reservoirio Las Filas

LÍNEA DE CONDUCCIÓN (CDC3 - R. LAS FILAS)													
TRAMO		COTA		L (m)	Q _{md} (lt/s)	C	∅ Diseño (mm)	∅ Comercial (pulg)	V (m/s)	S _f (m/m)	h _f (m.c.a)	COTA DINÁMICA	PRESIÓN (m.c.a)
		INICIAL	FINAL										
CDC 3	CRP6 - 01	1028.8	978.8	578.67	0.472	150	22.90	3/4	1.15	0.0814	47.10	981.70	2.90
CRP6 - 01	CRP6 - 02	978.8	928.8	364.37	0.472	150	22.90	3/4	1.15	0.0814	29.66	949.14	20.34
CRP6 - 02	R. LAS FILAS	928.8	913.03	133.33	0.472	150	38.00	1 1/4	0.42	0.0073	0.97	927.83	14.80
			908	799.46	0.472	150	29.40	1	0.70	0.0248	19.83	908.00	0.00

Ahora bien, en las siguientes tablas se resumen los cálculos hidráulicos de las Cámaras Rompe Presión de la línea de conducción

Tabla 37

Diseño de cámara rompe presión CRP6 - 01

Cámara Rompe Presión tipo 6							
Datos de diseño							
Caudal máximo diario (Q _{md}):		0.472	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		¾	[pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40	[m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C _d)		0.80	[adim]
Cálculo hidráulico							
a.	Área de tubería de salida (A _s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0003	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	1.656	[m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2.g.A^2)$	0.22 ∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva	[m]	d.	Altura total de diseño (H _t): a+BL+H	0.90	[m]
Dimensionamiento de canastilla de salida							
a.	Diámetro de canastilla (D _c): 2D	1 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L _c) 3D < L _c < 6D Escogido: 9	5.72 11.43	[cm]
c.	Área de ranuras (A _r) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A _t): 2A _s	2280.2	[Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A _t /A _r	18	[und]	f.	Diámetro de rebose (D _r): $(4.63Q_{md}^{0.38}) / (C^{0.38} \cdot h_r^{0.21})$	1 ½	[pulg]

Tabla 38*Diseño de cámara rompe presión CRP6 – 02*

Cámara Rompe Presión tipo 6						
Datos de diseño						
Caudal máximo diario (Q_{md}):		0.472	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 ½ [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0008	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	1.60 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2.g.A^2)$	0.03 <i>∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva</i>	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	0.90 [m]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): 2D	2 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c) $3D < L_c < 6D$	9.53 19.05 Escogido: 14 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): 2 A_s	2280.2 [Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t / A_r	46	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(4.63Q_{md}^{0.38}) / (C^{0.38} h_r^{0.21})$	1 ½ [pulg]

4.4 Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Potable

A partir de las características de la fuente de agua analizada, se ha planteado el tratamiento de agua mediante una PTAP de filtración lenta. Se ha obtenido bajas unidades de turbiedad (UNT) en la evaluación de fuentes, por lo que no será necesario emplear procesos de sedimentación. Según la tabla 3, para una turbiedad de 53.5 NTU, las unidades a diseñar para el proceso de tratamiento son: prefiltro de grava y filtro lento de arena. La planta de tratamiento se diseñará para el caudal máximo diario (Q_{md}), obtenido de los cálculos de demanda de consumo realizados en el apartado 4.1.5

$$Q_{diseño} = 2.376 \text{ l/s}$$

$$\text{Volumen total diario} = 2.376 \times \frac{86400}{1000} = 205.29 \text{ m}^3$$

4.4.1 Prefiltro de grava

El sistema está compuesto por dos unidades de prefiltro de grava múltiple de flujo vertical. Cada unidad está integrada por tres cámaras de grava, cuyo diámetro irá

disminuyendo, o sea, la primera cámara, con la grava más gruesa, recibe el agua con más turbiedad; mientras que, la tercera cámara de material fino recibe el agua más clara. Además, el agua cruda ingresará a la zona de entrada mediante un vertedero triangular de medición de caudal. Por ende, el agua se repartirá a las dos unidades de prefiltro mediante dos vertederos horizontales de 0.30 m. Percolará en las capas de grava de la primera unidad e ingresará al canal de drenaje techada por losas de concreto separadas, para permitir el ingreso del agua. El canal distribuirá el agua hacia un ducto vertical, en la cual ascenderá y pasará por un vertedero horizontal hacia la siguiente cámara.

4.4.1.1 Diseño de vertedero de entrada. El diseño de los vertederos para los caudales de diseño se realizará mediante la siguiente fórmula planteada por Bos:

$$Q = C_e \times \frac{8}{18} \sqrt{2g \cdot \tan(\theta/2) (h_1 + K_h)^{2.5}}$$

Donde:

θ : ángulo de vertedero en grados,

g: gravedad,

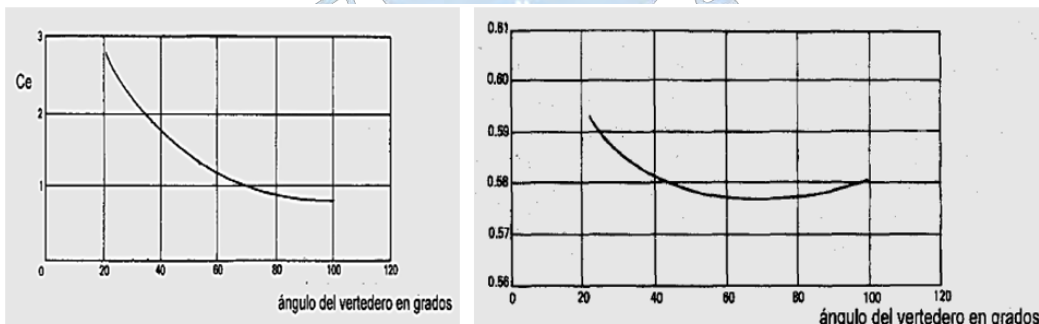
h_1 : altura del nivel del agua, aguas arriba del vertedero, medido a partir del vértice inferior del triángulo (m),

C_e : coeficiente en función de θ ,

K_h : coeficiente en función de θ .

Figura 35

Coefficientes para la fórmula de Bos.



Nota. RM - 192

En este caso, el vertedero a utilizar será de 90°, obteniéndose mediante tanteo la siguiente altura de agua (h_1) para el caudal de diseño de la PTAP.

θ	90°
Ce (De tablas)	0.5785

Kh (De tablas)	0.000795
h1 (Suponiendo)	0.0788 m
Q medición	2.38 l/s

La altura de agua en el vertedero de medición de caudal será 0.0788 m. Por otro lado, en la siguiente Tabla 39 se resume la memoria de cálculo para el dimensionamiento de las unidades de prefiltros y sus compartimentos.

Tabla 39

Diseño de las unidades del prefiltro de grava

Datos básicos de diseño					
Caudal de diseño (Qd):	2.38	[l/s]	V. de filtración cámara 1 (V1):	1	[m/h]
Número de unidades (N):	2	[m/h]	V. de filtración cámara 2 (V2):	0.8	[m/h]
Caudal unitario (qd): $3600Qd/1000N$	4.284	[m ³ /h]	V. de filtración cámara 3 (V3):	0.6	[m/h]
Turbiedad de agua cruda (To):	53.5	UNT			
Dimensionamiento de cámaras o compartimentos					
Área de compartimiento 1 (A1): $qd/V1$	4.28	[m ²]	Ancho de cámara 1 (B1): $A1/L$	0.99	[m]
Área de compartimiento 2 (A2): $qd/V2$	5.36	[m ²]	Ancho de cámara 1 (B2): $A2/L$	1.23	[m]
Área de compartimiento 3 (A3): $qd/V3$	7.14	[m ²]	Ancho de cámara 1 (B3): $A3/L$	1.64	[m]
Largo de cámaras: $(4.4*A1)^{0.5}$	4.34	[m]	Efluente compartimiento 1 (Tf1): $To.e^{-(1.15/V1)}$	16.94	UNT
Número de losas: $L/(A+0.02)$	16	[und]	Efluente compartimiento 2 (Tf2): $Tf1.e^{-(1.15/V2)}$	4.02	UNT
			Efluente compartimiento 3 (Tf3): $Tf2.e^{-(1.15/V3)}$	0.59	UNT

Además, en la Tabla 40 se resume la memoria de cálculo para el diseño del sistema hidráulico de lavado.

Tabla 40*Diseño hidráulico del sistema de lavado*

Datos básicos de diseño					
Tasa de lavado (ql): entre 1 a 1.5 m/min	1	[m/min]	Diámetro de grava cámara 1 (d1):	3 a 4	[cm]
Profundidad de la grava (H):	0.50	[m]	Diámetro de grava cámara 2 (d2):	1.5 a 3	[cm]
Porosidad de la grava (p):	0.35	[m ³ /h]	Diámetro de grava cámara 3 (d3):	1 a 1.5	[cm]
Velocidad de canal de lavado (Vc):	1.5	[m/s]	Coefficiente de arrastre (Ca):	0.65	
Diseño de sistema hidráulico de lavado					
Caudal de lavado cámara 1 (ql1): $ql \cdot A1/60$	0.0714	[m ³ /s]	Sección de canal cámara 1 (S1): $ql1/Vc$	0.048	[m ²]
Caudal de lavado cámara 1 (ql2): $ql \cdot A2/60$	0.089	[m ³ /s]	Sección de canal cámara 1 (S1): $ql2/Vc$	0.060	[m ²]
Caudal de lavado cámara 1 (ql3): $ql \cdot A3/60$	0.119	[m ³ /s]	Sección de canal cámara 1 (S1): $ql3/Vc$	0.079	[m ²]
Ancho de canal cámara 1 (b1): $S1^{0.5}$	0.22	[m]	Volumen de agua grava 1 (Va1): $L \cdot B1 \cdot H \cdot p$	0.75	[m ³]
Ancho de canal cámara 1 (b2): $S2^{0.5}$	0.24	[m]	Volumen de agua grava 1 (Va1): $L \cdot B2 \cdot H \cdot p$	0.94	[m ³]
Ancho de canal cámara 1 (b3): $S3^{0.5}$	0.28	[m]	Volumen de agua grava 1 (Va1): $L \cdot B3 \cdot H \cdot p$	1.25	[m ³]
Pérdidas de cargas hidráulicas					
Altura de agua sobre grava 1 (ha1): $(1.5 \cdot A1 - Va1)/A1$	1.33	[m]	P. de carga en grava 1 (Hfg): $ql \cdot H/3$	0.17	[m]
Pérdida de carga en canal 1 (Hfc1): $ql1^2/2g(e(b1)(n+1)Ca)^2$	0.12	[m]	P. de carga total en cam. 1 (Hf1): $Hfg+Hfc1$	0.29	[m]
Pérdida de carga en canal 2 (Hfc2): $ql2^2/2g(e(b1)(n+1)Ca)^2$	0.19	[m]	P. de carga total en cam. 2 (Hf2): $Hfg+Hfc2$	0.36	[m]
Pérdida de carga en canal 3 (Hfc3): $ql3^2/2g(e(b1)(n+1)Ca)^2$	0.26	[m]	P. de carga total en cam. 3 (Hf3): $Hfg+Hfc3$	0.42	[m]

4.4.2 Filtro lento de arena

Para esta unidad se diseña la estructura de entrada compuesta por un vertedero triangular de medición de caudal y dos vertederos de entrada hacia las cajas de filtro, las dimensiones de las cajas de filtro y los vertederos de salida. Además, se describirán las características de los materiales de filtración que componen el sistema, según lo estipulado en la Normativa OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua Potable

4.4.2.1 Vertedero triangular de medición de caudal. El diseño se realizará según lo planteado por la fórmula de Bos, procedimiento descrito en el apartado 4.4.2. En este caso, el vertedero a utilizar tendrá un ángulo de 90°, obteniéndose mediante tanteo la siguiente altura de agua h_1 para el caudal de diseño de la PTAP:

θ	90°
Ce (De tablas)	0.5785
Kh (De tablas)	0.000795
h1 (Suponiendo)	0.0788 m
Q medición	2.38 l/s

La altura de agua en el vertedero de medición de caudal será 0.0788 m.

4.4.2.2 Vertederos de entrada a las cajas de filtro. Se ha planteado vertederos de entrada y salida de 0.50 m de ancho. Su diseño se basa en la altura requerida para que fluya el caudal de diseño de cada unidad de filtro. Además, se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$h = \left(\frac{Q_{diseño}/2}{1.84B} \right)^{0.67}$$

$$h = \left(\frac{2.38/2}{1.84(0.50)} \right)^{0.67}$$

$$h = 0.012 \text{ m}$$

4.4.2.3 Cajas de filtro. El dimensionamiento de las cajas de filtro se ha definido tomando como guía la metodología utilizada en la norma RM – 196. Los cálculos se resumen en la Tabla 41.

Tabla 41

Dimensionamiento de cajas de filtro

Criterios de diseño					
Caudal de diseño (Qd)	2.38	[l/s]	Número de filtros (N)	2	und
Velocidad de filtración (Vf)	0.15	[m/h]			
Dimensionamiento de cajas de filtro					
Área del lecho (As): $Qd \cdot 3600 / (Vf \cdot N)$			28.56 < 50 OK		[m ²]
Coeficiente mínimo de costo (K): $2N / (N+1)$			1.33		[und]

Largo de unidad (L): $(As \cdot K)^{0.5}$	6.2	[m]
Ancho de unidad: $(As/K)^{0.5}$	4.6	[m]

4.5 Diseño de Cámara Distribuidora de Caudales

El proyecto distribuye agua potable hacia cuatro localidades diferentes, por lo que se ha diseñado tres cámaras distribuidoras de caudales, para dividir el flujo hacia los reservorios de cada localidad. Asimismo, la cámara distribuidora de caudales consta de dos vertederos triangulares y una caja distribuidora de salida. El diseño de los vertederos se realizará mediante la fórmula planteada por Bos, procedimiento descrito en el apartado 4.4.2.

4.5.1 Cámara Distribuidora de Caudales 01

Esta cámara distribuye caudales hacia la Cámara Distribuidora de Caudales 02, la cual reparte hacia las localidades de Huayaquil, Morroponcito, Las Filas y San Antonio; y hacia el Reservoirio Ozurco.

4.5.1.1. Vertedero triangular del sistema hacia CDC 02.

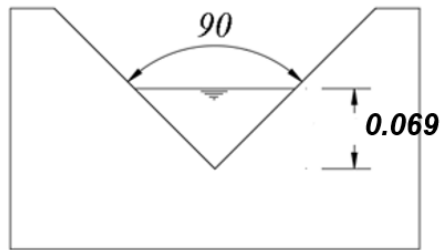
Datos del sistema	
Caudal de salida (Qmd)	1.708 l/s
Diámetro de tubería de salida	1 1/4"

El procedimiento se realizará tanteando la altura h_1 y el ángulo del vertedero requeridos para satisfacer el caudal máximo diario hacia el CDC 02. Se han obtenido los siguientes resultados:

Θ asumido	90°
Ce (De tablas)	0.5785
Kh (De tablas)	0.000795
h_1 (tanteo)	0.069 m

$$Q = 0.5785 \times \frac{8}{18} \sqrt{2(9.81) \cdot \tan(90/2)(0.069 + 0.000795)^{2.5}}$$

$$Q = 1.71 \text{ l/s (CUMPLE)}$$

Figura 36*Vertedero de salida hacia CDC 02***4.5.1.2 Cálculo del vertedero triangular del sistema hacia R. Ozurco**

Datos del sistema	
Caudal de salida (Qmd)	0.669 l/s
Diámetro de tubería de salida	3/4"

Se calcula el caudal de salida tanteando el ángulo del vértice del vertedero (Θ).

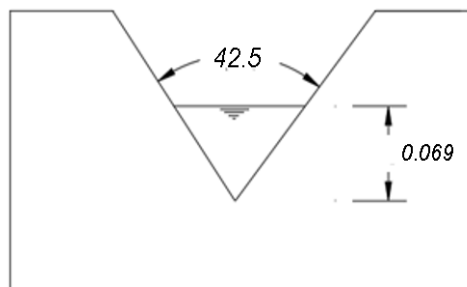
Θ (Tanteo)	42.5
Ce (De tablas)	0.582
Kh (De tablas)	0.0018
h1 (definido)	0.069

$$Q = 0.582 \times \frac{8}{18} \sqrt{2(9.81) \cdot \tan(42.5/2)(0.069 + 0.0018)^{2.5}}$$

$$Q = 0.669 \text{ l/s (CUMPLE)}$$

Figura 37

*Vertedero de salida hacia
Reservorio Ozurco*



4.5.1.3 Cálculo de dimensiones de la caja distribuidora de salida

La norma RM – 216 recomienda dimensionar la cámara bajo los siguientes criterios:

- Altura mínima de salida de sedimentación: 0.10 metros,
- Borde libre mínimo: 0.40 metros.

La altura requerida (H) para hacer fluir el caudal de diseño está definido mediante la siguiente formulación experimental planteada por Bernoulli:

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2g}$$

Datos de diseño	
Q md (lt/s)	0.669
Diámetro de salida más crítico (pulg)	3/4

Se calcula la velocidad de salida de la Cámara Rompe Presión:

$$v = \frac{Q_{md}/1000}{\pi(D * 2.54/100)^2/4}$$

$$v = \frac{0.669/1000}{\pi(0.75 * 2.54/100)^2/4}$$

$$v = 2.346 \text{ m/s}$$

Se calcula la altura requerida para el funcionamiento de la caja distribuidora de salida:

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2g}$$

$$H = 1.56 * \frac{2.346^2}{2(9.81)}$$

$$H = 0.438 \text{ m}$$

$$\therefore Ht = 0.438 + 0.4 + 0.1$$

$$Ht = 0.95 \text{ m}$$

4.5.2 Cámara Distribuidora de Caudales 02

Esta cámara distribuye caudales hacia la Cámara Distribuidora de Caudales 03, la cual reparte hacia las localidades de Morroponcito, Las Filas y San Antonio; y hacia el Reservorio Huayaquil.

4.5.2.1 Cálculo del vertedero triangular del sistema hacia CDC 03

Datos del sistema	
Caudal de salida (Qmd)	1.25 l/s
Diámetro de tubería de salida	1"

Se calcula el caudal de salida suponiendo la altura de carga (h1) y tanteando el ángulo del vértice del vertedero (Θ):

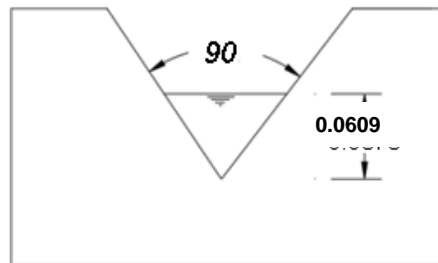
Θ (Tanteo)	90°
Ce (De tablas)	0.5785
Kh (De tablas)	0.000795
h1 (Suponiendo)	0.0609 m

$$Q = 0.5785 \times \frac{8}{18} \sqrt{2(9.81) \cdot \tan(90/2)(0.0609 + 0.000795)^{2.5}}$$

$$Q = 1.251 \text{ l/s (CUMPLE)}$$

Figura 38

Vertedero de salida hacia CDC 03



4.5.2.2 Cálculo del vertedero triangular del sistema hacia R. Huayaquil.

Datos del sistema	
Caudal de salida (Qmd)	0.458 l/s
Diámetro de tubería de salida	3/4"

Se calcula el caudal de salida tanteando el ángulo del vértice del vertedero (Θ):

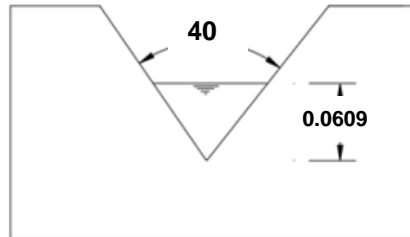
Θ (Tanteo)	40°
Ce (De tablas)	0.5820
Kh (De tablas)	0.0018
h1 (definido)	0.0609 m

$$Q = 0.5820 \times \frac{8}{18} \sqrt{2(9.81) \cdot \tan(40/2)(0.0609 + 0.0018)^{2.5}}$$

$$Q = 0.458 \text{ l/s (CUMPLE)}$$

Figura 39

Vertedero de salida hacia
Reservorio Huayaquil



4.5.2.3 Caja distribuidora de salida. Los cálculos hidráulicos de la caja distribuidora de salida se resumen en la siguiente Tabla 42.

Tabla 42

Diseño de caja distribuidora de salida de CDC 02

Datos de diseño		
Caudal máximo diario (Qmd):	0.627	[l/s]
Diámetro de salida más crítico (D):	3/4	[pulg]
Dimensionamiento		
Velocidad de salida (v): $(Qmd/1000)/(\pi(D * 2.54/100)^2/4)$	2.20	[m/s]
Altura hidráulica de funcionamiento (H): $1.56 * v^2/2g$	0.385 ≈ 0.40	[m]
Altura total (Ht): H + 0.1 + 0.4	0.90	[m]

4.5.3 Cámara Distribuidora de Caudales 03

Se diseña la salida del sistema mediante dos vertederos triangulares: hacia el Reservorio Morroponcito y hacia el Reservorio Las Filas y San Antonio.

4.5.3.1 Cálculo del vertedero triangular del sistema hacia R. Morroponcito

Datos del sistema	
Caudal de salida (Qmd)	0.778 l/s
Diámetro de tubería de salida	1"

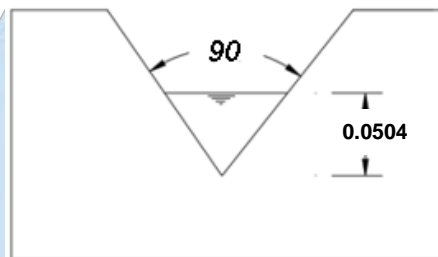
Se calcula el caudal de salida suponiendo la altura de carga (h_1) y tanteando el ángulo del vértice del vertedero (Θ):

Θ (Tanteo)	90°
Ce (De tablas)	0.5785
Kh (De tablas)	0.000795
h1 (Suponiendo)	0.0504 m

$$Q = 0.5785 \times \frac{8}{18} \sqrt{2(9.81) \cdot \tan(90/2)(0.0504 + 0.000795)^{2.5}}$$

$$Q = 0.779 \text{ l/s (CUMPLE)}$$

Figura 40
Vertedero de salida hacia el
Reservorio Morroponcito



4.5.3.2 Cálculo del vertedero triangular del sistema hacia R. Las Filas y San Antonio

Datos del sistema	
Caudal de salida (Qmd)	0.472 l/s
Diámetro de tubería de salida	3/4"

Se calcula el caudal de salida tanteando el ángulo del vértice del vertedero (Θ):

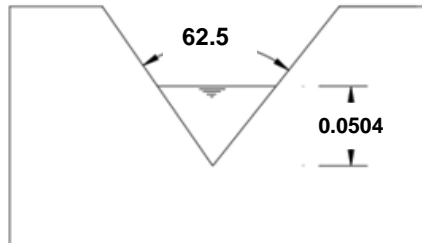
Θ (Tanteo)	62.5°
Ce (De tablas)	0.5775
Kh (De tablas)	0.0012
h1 (Definido)	0.0504 m

$$Q = 0.5775 \times \frac{8}{18} \sqrt{2(9.81) \cdot \tan(62.5/2)(0.0504 + 0.0012)^{2.5}}$$

$$Q = 0.472 \text{ l/s (CUMPLE)}$$

Figura 41

*Vertedero de salida hacia
Reservorio Las Filas y San
Antonio*



4.5.3.3. Caja distribuidora de salida. Los cálculos hidráulicos de la caja distribuidora de salida se resumen en la siguiente Tabla 43.

Tabla 43

Diseño de caja distribuidora de salida de CDC 03

Datos de diseño		
Caudal máximo diario (Qmd):	0.627	[l/s]
Diámetro de salida más crítico (D):	3/4	[pulg]
Dimensionamiento		
Velocidad de salida (v): $(Qmd/1000)/(\pi(D * 2.54/100)^2/4)$	2.20	[m/s]
Altura hidráulica de funcionamiento (H): $1.56 * v^2/2g$	0.385 ≈ 0.40	[m]
Altura total (Ht): H + 0.1 + 0.4	0.90	[m]

4.6 Diseño hidráulico de Reservorios

Para las localidades del proyecto solo se ha considerado volúmenes de almacenamiento por regulación, debido a que, al ser una población pequeña, no requeriría de volumen contra incendios. Además de que la condición climática de la zona disminuye considerablemente las probabilidades de ocurrencia. Por tal motivo, la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural estandarizó el uso de reservorios de concreto con volúmenes múltiples de 5 m³.

4.6.1 Reservoirio Ozurco

De la Tabla 10 se ha obtenido una demanda diaria anual (Qp) de 0.514 l/s para la localidad de Ozurco, sin considerar las pérdidas del sistema. Por lo tanto, el volumen de almacenamiento teórico es:

$$V_{\text{almacenamiento}} = \frac{0.514}{0.75} \times 25 \% \times 86.4$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = 14.80 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{diseño}} = 15 \text{ m}^3$$

El cálculo del dimensionamiento, de las estructuras hidráulicas y el sistema de cloración se resumen en la siguiente Tabla 44.

Tabla 44

Diseño de Reservoirio Ozurco

Datos básicos de diseño					
Volumen de diseño (Vd):	15	[m ³]	Ancho interno (b): Asumido	2	[m]
Diámetro de ingreso (De):	¾	[pulg]	Largo interno (l): Asumido	4.284	[m]
Diámetro de salida (Ds):	1 ¼	[pulg]	Distancia vertical entre eje de salida y fondo de reservorio (hi):	0.10	[m]
Diámetro de rebose (Dr):	4	[pulg]	Distancia vertical entre techo de reservorio y tubo de ingreso de agua (k):	0.20	[m]
Diámetro de ventilación (Dv):	2	[pulg]	Distancia vertical entre tubo de rebose y tubo de ingreso de agua (l):	0.20	[m]
Tiempo de vaciado de sistema de limpia: Asumido	1800	[s]	Distancia vertical entre tubo de rebose y nivel máximo de agua (m):	0.10	[m]
Dimensionamiento					
Altura útil de agua (h): Vd/b.l	1.16	[m]	Altura total de agua (ha): h+hi	1.26	[m]
Relación b/ha: según la norma x, valor entre 0.5 y 3	2.86	adim.	Altura total interna (Ht): ha+k+l+m	1.76	[m]
Dimensionamiento de canastilla					
Diámetro de salida (Ds):	38	[mm]	Área de ranuras (Ar): ranuras de 7x5 mm	35	[mm]
Área de tubería de salida (Ac):	1134.11	[Mm ²]	Área total de ranuras (At): 2Ac	2268.23	[Mm ²]

Longitud de canastilla (Lc): 3Ds<Lc<6Ds. Se adoptará 4.5Ds	171	[mm]	Número total de ranuras: At/Ar	65	[und]
Diámetro de rebose (Dr): $4.63 \cdot \frac{Q^{0.38}}{(C^{0.38}H_f^{0.21})}$	1.57≈2	pulg			
Volumen de cloración					
Dosificación de cloro (d):	2	[gr/m3]	Caudal de agua a clorar (Q): Qmh/0.75*(3600/1000)	3.20	[m3/h]
Caudal máximo diario (Qmd):	0.668	[l/s]	Peso de cloro (P): Q*d	6.41	[gr/h]
Porcentaje de cloro activo (r):	65	[%]	Peso del producto comercial con base en el porcentaje de cloro (Pc): 100P/r	9.86	[gr/h]
Concentración de cloro en la solución (c)	0.25	[%]	Caudal horario de solución de cloro de conformidad con la concentración de solución (qs): 100Pc/1000c	3.94	[l/h]
Tiempo de uso de los recipientes de solución en horas (t): 2 ciclos de preparación	12	[h]	Volumen de la solución (Vs): qs*t	47.32	[l]

4.6.2 Reservorio Huayaquil

De la Tabla 12 se ha obtenido una demanda diaria anual (Qp) de 0.352 l/s para la localidad de Huayaquil, sin considerar las pérdidas del sistema. Por lo tanto, el volumen de almacenamiento teórico es:

$$V_{\text{almacenamiento}} = \frac{0.352}{0.75} \times 25\% \times 86.4$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = 10.14 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{diseño}} = 15 \text{ m}^3$$

Tabla 45

Diseño de reservorio Huayaquil

Datos básicos de diseño					
Volumen de diseño (Vd):	15	[m3]	Ancho interno (b): Asumido	3.60	[m]
Diámetro de ingreso (De):	3/4	[pulg]	Largo interno (l): Asumido	3.60	[m]
Diámetro de salida (Ds):	1 1/4	[pulg]	Distancia vertical entre eje de salida y fondo de reservorio (hi):	0.10	[m]
Diámetro de rebose (Dr):	4	[pulg]	Distancia vertical entre techo de reservorio y tubo de ingreso de agua (k):	0.20	[m]

Diámetro de ventilación (Dv):	2	[pulg]	Distancia vertical entre tubo de rebose y tubo de ingreso de agua (l):	0.20	[m]
Tiempo de vaciado de sistema de limpia: Asumido	1800	[s]	Distancia vertical entre tubo de rebose y nivel máximo de agua (m):	0.10	[m]
Dimensionamiento					
Altura útil de agua (h): Vd/b.l	1.16	[m]	Altura total de agua (ha): h+hi	1.26	[m]
Relación b/ha: según la norma RM-196, valor entre 0.5 y 3	2.86	[adim]	Altura total interna (Ht): ha+k+l+m	1.76	[m]
Dimensionamiento de canastilla					
Diámetro de salida (Ds):	38	[mm]	Área de ranuras (Ar): ranuras de 7x5 mm	35	[mm]
Área de tubería de salida (Ac):	1134.11	[Mm ²]	Área total de ranuras (At): 2Ac	2268.23	[Mm ²]
Longitud de canastilla (Lc): 3Ds<Lc<6Ds. Se adoptará 4.5Ds	171	[mm]	Número total de ranuras: At/Ar	65	[und]
Diámetro de rebose (Dr): $\frac{4.63 * Q^{0.38}}{(C^{0.38} H_f^{0.21})}$	1.57 ≈ 2	pulg			
Volumen de cloración					
Dosificación de cloro (d):	2	[gr/m3]	Caudal de agua a clorar (Q): Qmh/0.75*(3600/1000)	1.65	[m3/h]
Caudal máximo diario (Qmd):	0.458	[l/s]	Peso de cloro (P): Q*d	3.30	[gr/h]
Porcentaje de cloro activo (r):	65	[%]	Peso del producto comercial en relación con el porcentaje de cloro (Pc): 100P/r	5.07	[gr/h]
Concentración de cloro en la solución (c)	0.25	[%]	Caudal horario de solución de cloro en función de la concentración de solución (qs): 100Pc/1000c	2.03	[l/h]
Tiempo de uso de los recipientes de solución en horas (t): 2 ciclos de preparación	12	[h]	Volumen de la solución (Vs): qs*t	24.35	[l]

4.6.3 Reservorio Morroponcito y Anexos

De la Tabla 12 se ha obtenido una demanda diaria anual (Qp) de 0.598 l/s para la localidad de Morroponcito y anexos, sin considerar las pérdidas del sistema. Por lo tanto, el volumen de almacenamiento teórico es:

$$V_{\text{almacenamiento}} = \frac{0.598}{0.75} \times 25 \% \times 86.4$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = 17.22 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{diseño}} = 20 \text{ m}^3$$

Tabla 46*Diseño de Reservorio Morroponcito y anexos*

Datos básicos de diseño					
Volumen de diseño (Vd):	20	[m ³]	Ancho interno (b): Asumido	3.60	[m]
Diámetro de ingreso (De):	1	[pulg]	Largo interno (l): Asumido	3.60	[m]
Diámetro de salida (Ds):	1 1/2	[pulg]	Distancia vertical entre eje de salida y fondo de reservorio (hi):	0.10	[m]
Diámetro de rebose (Dr):	4	[pulg]	Distancia vertical entre techo de reservorio y tubo de ingreso de agua (k):	0.20	[m]
Diámetro de ventilación (Dv):	2	[pulg]	Distancia vertical entre tubo de rebose y tubo de ingreso de agua (l):	0.20	[m]
Tiempo de vaciado de sistema de limpia: Asumido	1800	[s]	Distancia vertical entre tubo de rebose y nivel máximo de agua (m):	0.10	[m]
Dimensionamiento					
Altura útil de agua (h): Vd/b.l	1.54	[m]	Altura total de agua (ha): h+hi	1.64	[m]
Relación b/ha: según la norma RM-196, valor entre 0.5 y 3	2.19	[adim]	Altura total interna (Ht): ha+k+l+m	2.14	[m]
Dimensionamiento de canastilla					
Diámetro de salida (Ds):	48	[mm]	Área de ranuras (Ar): ranuras de 7x5 mm	35	[mm]
Área de tubería de salida (Ac):	1809.56	[Mm ²]	Área total de ranuras (At): 2Ac	3619.12	[Mm ²]
Longitud de canastilla (Lc): 3Ds<Lc<6Ds. Se adoptará 4.5Ds	171	[mm]	Número total de ranuras: At/Ar	104	[und]
Diámetro de rebose (Dr): $4.63 \cdot \frac{Q^{0.38}}{(C^{0.38}H_f^{0.21})}$	1.57≈2	pulg			
Volumen de cloración					
Dosificación de cloro (d):	2	[gr/m ³]	Caudal de agua a clorar (Q): Qmh/0.75*(3600/1000)	3.74	[m ³ /h]
Caudal máximo diario (Qmd):	0.778	[l/s]	Peso de cloro (P): Q*d	7.49	[gr/h]
Porcentaje de cloro activo (r):	65	[%]	Peso del producto comercial con base en el porcentaje de cloro (Pc): 100P/r	11.52	[gr/h]

Concentración de cloro en la solución (c)	0.25	[%]	Caudal horario de solución de cloro de conformidad con la concentración de solución (qs): 100Pc/1000c	4.61	[l/h]
Tiempo de uso de los recipientes de solución en horas (t): 2 ciclos de preparación	12	[h]	Volumen de la solución (Vs): qs*t	55.30	[l]

4.6.4 Reservoirio Anexos Las Filas y San Antonio

De la Tabla 12 se ha obtenido una demanda diaria anual (Qp) de 0.363 l/s para las localidades de Las Filas y San Antonio, sin considerar las pérdidas del sistema. Por lo tanto, el volumen de almacenamiento teórico es:

$$V_{\text{almacenamiento}} = \frac{0.363}{0.75} \times 25\% \times 86.4$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = 10.45 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{diseño}} = 15 \text{ m}^3$$

Tabla 47

Diseño de Reservoirio Las Filas y San Antonio

Datos básicos de diseño					
Volumen de diseño (Vd):	15	[m ³]	Ancho interno (b): Asumido	3.60	[m]
Diámetro de ingreso (De):	1	[pulg]	Largo interno (l): Asumido	3.60	[m]
Diámetro de salida (Ds):	1 1/4	[pulg]	Distancia vertical entre eje de salida y fondo de reservoirio (hi):	0.10	[m]
Diámetro de rebose (Dr):	4	[pulg]	Distancia vertical entre techo de reservoirio y tubo de ingreso de agua (k):	0.20	[m]
Diámetro de ventilación (Dv):	2	[pulg]	Distancia vertical entre tubo de rebose y tubo de ingreso de agua (l):	0.20	[m]
Tiempo de vaciado de sistema de limpia: Asumido	1800	[s]	Distancia vertical entre tubo de rebose y nivel máximo de agua (m):	0.10	[m]
Dimensionamiento					
Altura útil de agua (h): Vd/b.l	1.16	[m]	Altura total de agua (ha): h+hi	1.26	[m]
Relación b/ha: según la norma x, valor entre 0.5 y 3	2.86	[adim]	Altura total interna (Ht): ha+k+l+m	1.76	[m]
Dimensionamiento de canastilla					

Diámetro de salida (Ds):	38	[mm]	Área de ranuras (Ar): ranuras de 7x5 mm	35	[mm]
Área de tubería de salida (Ac):	1134.11	[Mm ²]	Área total de ranuras (At): 2Ac	2268.23	[Mm ²]
Longitud de canastilla (Lc): 3Ds<Lc<6Ds. Se adoptará 4.5Ds	171	[mm]	Número total de ranuras:	At/Ar	65 [und]
Diámetro de rebose (Dr): $4.63 * \frac{Q^{0.38}}{(C^{0.38}H_f^{0.21})}$	1.57≈2	pulg			
Volumen de cloración					
Dosificación de cloro (d):	2	[gr/m ³]	Caudal de agua a clorar (Q): Qmh/0.75*(3600/1000)	2.27	[m ³ /h]
Caudal máximo diario (Qmd):	0.472	[l/s]	Peso de cloro (P): Q*d	4.54	[gr/h]
Porcentaje de cloro activo (r):	65	[%]	Peso del producto comercial en base al porcentaje de cloro (Pc): 100P/r	6.98	[gr/h]
Concentración de cloro en la solución (c)	0.25	[%]	Caudal horario de solución de cloro en función de la concentración de solución (qs): 100Pc/1000c	2.79	[l/h]
Tiempo de uso de los recipientes de solución en horas (t): 2 ciclos de preparación	12	[h]	Volumen de la solución (Vs): qs*t	33.50	[l]

4.7 Diseño hidráulico de redes de distribución

En las redes de distribución, el caudal que fluirá por las tuberías es el máximo horario (Qmh). A partir de este parámetro se calculará el diámetro de cada tramo de tubería. Para que en cada punto de la red se cumpla con la presión mínima de servicio establecida por la Norma técnica Opciones tecnológicas de Saneamiento en el Ámbito Rural, 2018, la cual define los siguientes criterios de diseño:

- La velocidad mínima de paso es de 0.6 m/s,
- La velocidad máxima de paso es de 3 m/s,
- Para zonas rurales, la presión mínima de servicio es de 5 m.c.a. en cualquier parte de la red.
- El diámetro mínimo para los ramales es de 3/4".

Las pérdidas de carga longitudinales se calcularán según las formulaciones de Hazen-William y de Fair Whipple formuladas en el apartado 4.3

4.7.1 Red de distribución Ozurco

Se considerará una pérdida de caudal neto del 25 % correspondiente a las malas conexiones e incorrecta instalación de las tuberías.

$$Q_n = Q_{diseño} - Q_{perdidas} \rightarrow Q_n = Q_{diseño} - 0.25Q_n$$

$$Q_n = Q_{diseño}/0.75$$

En la siguiente Tabla 48 se presentan los caudales de diseño para la red de distribución de Ozurco, incluidas las pérdidas:

Tabla 48

Caudales de diseño de la red de distribución Ozurco

Parámetros de diseño Ozurco					
Población	Viviendas	Qmh población (l/s)	Qmh colegio Inicial (l/s)	Qmh colegio primaria (l/s)	Qmh por vivienda (l/s)
434	84	1.340	0.014	0.018	0.0159

El cálculo hidráulico de la red se muestra en la Tabla 49. El diámetro se ha calculado bajo el criterio del diámetro más económico, para su posterior verificación de velocidad y presiones mínimas de servicio en cada punto de la red.



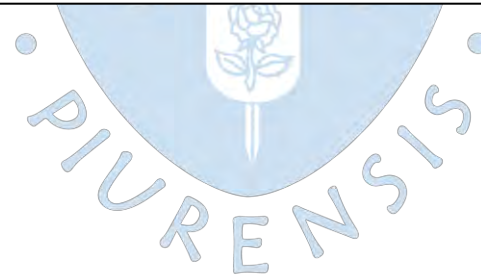
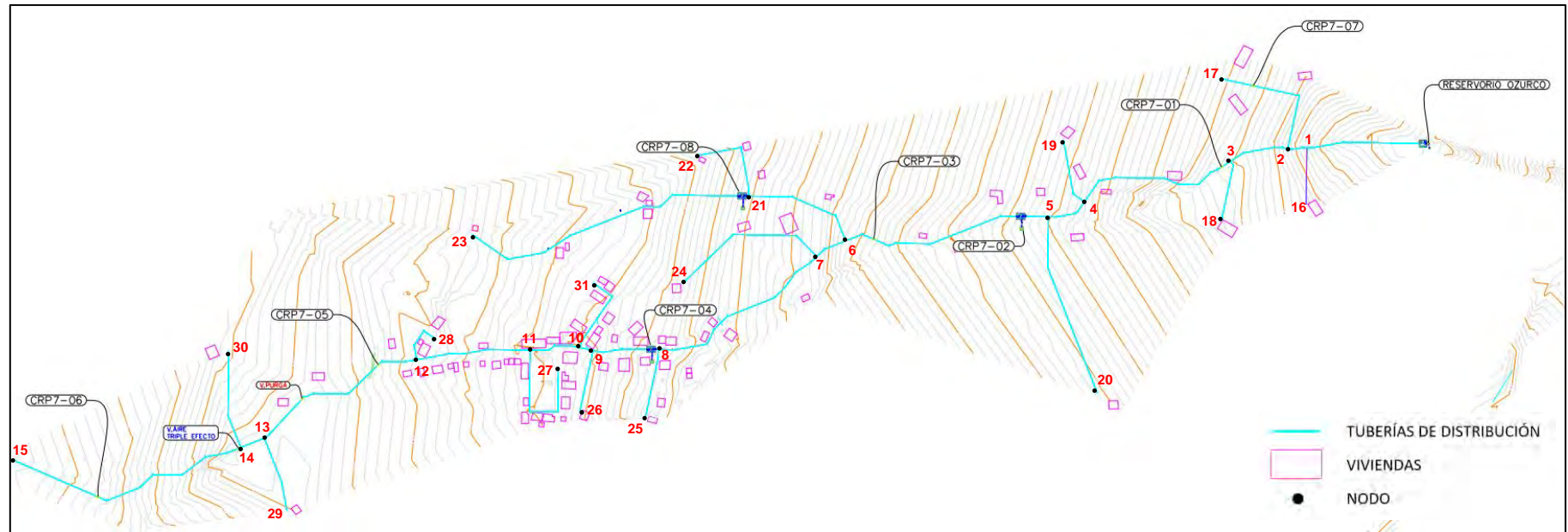
Figura 42*Distribución de nodos Red Ozurco*

Tabla 49*Memoria de cálculo red de distribución Ozurco*

NUDO		Progresiva	Cota	Altura disponible	Longitud	Ch	Casas	Q (l/s)	Diámetro (mm)	D. comercial (mm)	D. interno (mm)	V (m/s)	S (m/m)	Perdidas (m.c.a)	Perdidas acum.	Presión
RES.	1	144.04	1275.14	21.34	144.04	150	84	1.371	44.43	42.0	38.0	1.21	0.0473	6.82	6.82	14.52
1	16	68.57	1266.31	30.17	68.57	150	1	0.016	4.79	26.5	22.9	0.04	0.0002	0.01	6.83	23.34
1	2	166.91	1265.26	31.22	22.87	150	83	1.355	44.17	42.0	38.0	1.19	0.0464	1.06	7.88	23.34
2	CRP7	119.55	1246.48	50	119.55	150	3	0.048	8.30	26.5	22.9	0.12	0.0015	0.18	8.06	41.94
2	17	157.99	1238	8.48	38.44	150	2	0.032	6.78	26.5	22.9	0.08	0.0007	0.03	0.03	8.45
2	3	237.97	1249.07	47.41	71.06	150	80	1.307	43.39	42.0	38.0	1.15	0.0435	3.09	10.97	36.44
3	18	72.01	1245.46	51.02	72.01	150	1	0.016	4.79	26.5	22.9	0.04	0.0002	0.02	10.99	40.03
3	CRP1	250.59	1248.01	48.47	12.62	150	79	1.260	42.59	42.0	38.0	1.11	0.0408	0.52	11.49	36.98
CRP1	4	434.65	1215.19	32.82	184.06	150	79	1.291	43.12	42.0	38.0	1.14	0.0426	7.85	7.85	24.97
4	19	79.88	1205.82	42.19	79.88	150	2	0.032	6.78	26.5	22.9	0.08	0.0007	0.06	7.90	34.29
4	5	484.63	1209.11	38.9	49.98	150	75	1.227	42.04	42.0	38.0	1.08	0.0390	1.95	9.79	29.11
5	20	218.41	1198.44	49.57	218.41	150	1	0.016	4.79	26.5	22.9	0.04	0.0002	0.05	9.84	39.73
5	CRP2	517.31	1202.41	45.6	266.72	150	74	1.180	41.22	42.0	38.0	1.04	0.0364	9.71	19.50	26.10
CRP2	CRP3	699.24	1172.69	29.72	181.93	150	73	1.164	40.94	42.0	38.0	1.03	0.0355	6.47	6.47	23.25
CRP3	6	734.88	1166.21	6.48	35.64	150	70	1.148	40.65	42.0	38.0	1.01 0.39	0.0347	1.24	1.24	5.24
6	21	139.53	1139.53	33.16	139.53	150	10	0.159	15.15	26.5	22.9		0.0121	1.70	2.93	30.23

NUDO		Progresiva	Cota	Altura disponible	Longitud	Ch	Casas	Q (l/s)	Diámetro (mm)	D. comercial (mm)	D. interno (mm)	V (m/s)	S (m/m)	Perdidas (m.c.a)	Perdidas acum.	Presión
21	22	109.12	1123.41	49.28	109.12	150	3	0.048	8.30	26.5	22.9	0.12	0.0015	0.16	3.09	46.19
21	CRP8	147.07	1136.32	36.37	37.95	150	6	0.096	11.738	26.5	22.9	0.23	0.0050	0.19	3.12	33.25
CRP8	23	493.09	1084.36	51.96	346.02	150	6	0.096	11.74	26.5	22.9	0.23	0.0050	1.72	4.84	47.12
6	7	783.18	1153.96	18.73	48.30	150	60	0.988	37.72	33.0	29.4	1.46	0.0904	4.36	5.60	13.13
7	24	189.76	1123.76	48.93	189.76	150	3	0.048	8.30	26.5	22.9	0.12	0.0015	0.28	5.88	43.05
7	8	1003.45	1123.39	49.3	304.21	150	57	0.940	36.80	33.0	29.4	1.39	0.0828	25.20	25.20	24.10
8	25	80.66	1126.91	45.78	80.66	150	4	0.064	9.58	26.5	22.9	0.15	0.0024	0.20	25.40	20.38
8	CRP4	1012.10	1121.98	50.71	8.65	150	43	0.686	31.423	33.000	29.400	1.010	0.048	0.412	25.611	25.10
CRP4	9	1081.14	1108.59	13.39	69.04	150	40	0.638	30.31	33.0	29.4	0.94	0.0420	2.90	2.90	10.49
9	26	72.95	1107.85	14.13	72.95	150	1	0.016	4.79	26.5	22.9	0.04	0.0002	0.02	2.91	11.22
9	10	1096.65	1105.5	16.48	15.51	150	36	0.606	29.53	33.0	29.4	0.89	0.0383	0.59	3.49	12.99
10	31	99.91	1106.71	15.27	99.91	150	6	0.096	11.74	26.5	22.9	0.23	0.0050	0.50	3.99	11.28
10	11	1158.06	1099.32	22.66	61.41	150	29	0.494	26.67	26.5	22.9	1.20	0.0880	5.40	8.89	13.77
11	27	151.68	1100.69	21.29	151.68	150	6	0.109	12.54	26.5	22.9	0.27	0.0063	0.95	9.84	11.45
11	12	1292.98	1082.05	39.93	134.92	150	19	0.321	21.50	26.5	22.9	0.78	0.0413	5.58	14.47	25.46
12	28	54.42	1082.03	39.95	54.42	150	3	0.048	8.30	26.5	22.9	0.12	0.0015	0.08	14.55	25.40
12	CRP5	1340.09	1075.01	46.97	7.04	150	5	0.098	11.86	26.5	22.9	0.24	0.051	0.36	14.83	32.14

NUDO		Progresiva	Cota	Altura disponible	Longitud	Ch	Casas	Q (l/s)	Diámetro (mm)	D. comercial (mm)	D. interno (mm)	V (m/s)	S (m/m)	Perdidas (m.c.a)	Perdidas acum.	Presión
CRP5	13	1510.09	1062.35	12.66	170.00	150	5	0.098	11.86	26.5	22.9	0.24	0.0051	0.87	0.87	11.79
13	29	90.00	1058.8	16.21	90.00	150	1	0.016	4.79	26.5	22.9	0.04	0.0002	0.02	0.89	15.32
13	14	1540.06	1063.19	11.82	29.97	150	2	0.032	6.78	26.5	22.9	0.08	0.0007	0.02	0.90	10.92
14	30	116.41	1049.07	25.94	116.41	150	1	0.016	4.79	26.5	22.9	0.04	0.0002	0.03	0.03	25.91
14	CRP6	1727.34	1024.31	50.7	187.28	150	1	0.016	4.79	26.5	22.9	0.04	0.0002	0.04	0.93	49.77
CRP6	15	1861.49	1008.25	16.06	134.15	150	1	0.016	4.79	26.5	22.9	0.04	0.0002	0.03	0.05	16.01

Así pues, se comprueba que, para cada punto de abastecimiento de agua potable, se cumple con la presión mínima de servicio de 5 m.c.a en cada vivienda.



El diseño de las Cámaras Rompe Presión 01, 02 y 03 de la red de distribución se resume en la siguiente Tabla 50.

Tabla 50

Diseño de CRP7 – 01, 02 y 03

Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo horario crítico (Q_{mh}):		1.371	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 ½ [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0008	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	1.732 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56v^2/2g$	0.238 <i>∴ Usar 0.40</i> <i>por facilidad</i> <i>constructiva</i>	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	0.90 [m]
Tiempo de descarga de la altura H						
a.	Área de sección interna (A_b): b^2	0.64	[m ²]	b.	Tiempo de descarga a la red de distribución (t): $2A_b H^{0.5} / 60C_d A_s (2g)^{0.5}$	4.81 [min]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): 2D	2 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c): $3D < L_c < 6D$ Escogido: 14	9.53 19.05 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r): 7mmx5mm	35	[mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): 2 A_s	0.0016 [mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t/A_r	46	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(0.71Q_{max}^{0.38})/h_r^{0.21}$	1.93 ≈ 2 [pulg]

Mientras que, el diseño de las Cámaras Rompe Presión 04 de la red de distribución se resume en la siguiente Tabla 51.

Tabla 51

Diseño de CRP7 - 04

Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo horario crítico (Q_{mh}):		0.638	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0005	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	1.26 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2 \cdot g \cdot A^2)$	0.13 ∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	0.90 [m]
Tiempo de descarga de la altura H						
a.	Área de sección interna (A_b): b^2	0.64	[m ²]	b.	Tiempo de descarga a la red de distribución (t): $2A_b \cdot H^{0.5} / 60C_d \cdot A_s \cdot (2g)^{0.5}$	7.51 [min]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): $2D$	2	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c) $3D < L_c < 6D$ Escogido: 12	7.62 15.24 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r) 7mmx5mm	35	[mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): $2A_s$	0.001 [mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t / A_r	29	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(0.71Q_{max}^{0.38}) / hr^{0.21}$	$1.45 \approx 1 \frac{1}{2}$ [pulg]

El diseño de las Cámaras Rompe Presión 05, 06, 07 y 08 de la red de distribución se resume en la siguiente Tabla 52.

Tabla 52

Diseño CRP7 – 05, 06 y 07

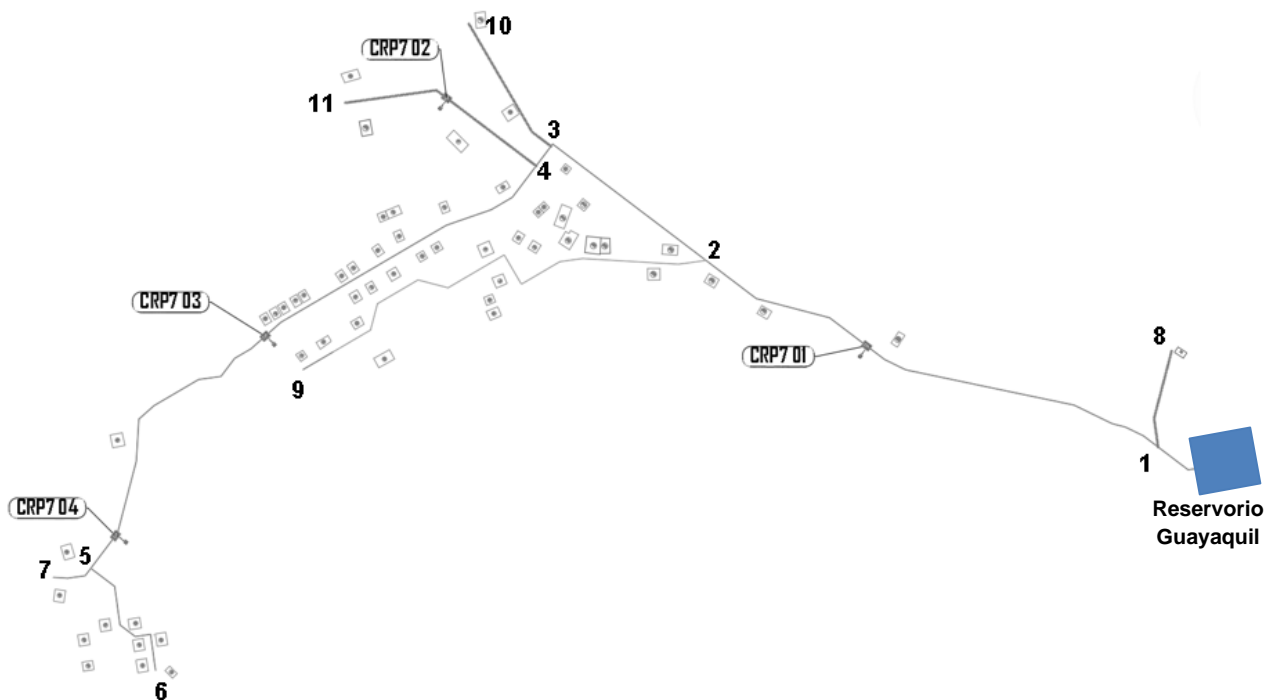
Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo horario crítico (Q_{mh}):		0.098	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		3/4 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						

a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2/4$	0.0003	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	0.34	[m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): $1.56Q_{mh}^2/(2g.A_s^2)$	0.01 \therefore Usar 0.40 por facilidad constructiva	[m]	d.	Altura total de diseño (H_t): $a+BL+H$	0.90	[m]
Tiempo de descarga de la altura H							
a.	Área de sección interna (A_b): b^2	0.64	[m ²]	b.	Tiempo de descarga a la red de distribución (t): $2A_b.H^{0.5}/60C_d.A_s.(2g)^{0.5}$	13.36	[min]
Dimensionamiento de canastilla de salida							
a.	Diámetro de canastilla (D_c): $2D$	1.5	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c): $3D < L_c < 6D$	5.715 11.43 Escogido: 9	[cm]
c.	Área de ranuras (A_r): $7\text{mm} \times 5\text{mm}$	35	[mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): $2A_s$	0.001	[mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t/A_r	17	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(0.71Q_{max}^{0.38})/h^{0.21}$	$0.71 \approx 1$	[pulg]

4.7.2 Red de distribución Huayaquil

Figura 43

Distribución de nudos de Red de distribución de Huayaquil



Se considerará una pérdida de caudal del 25 % correspondiente a las malas conexiones e incorrecta instalación de las tuberías. En la siguiente Tabla 53 se presentan los caudales de diseño para la red de distribución de Huayaquil, incluidas las pérdidas.

Tabla 53*Caudales de diseño para la red de distribución Huayaquil*

Parámetros de diseño Huayaquil y Las Nonas					
Población	Viviendas	Qmh población (l/s)	Qmh colegio Inicial (l/s)	Qmh colegio primaria (l/s)	Qmh por vivienda (l/s)
303	58	0.935	0.004	0	0.0161

Por ende, el cálculo hidráulico de la red se muestra en la Tabla 54. El diámetro se ha calculado bajo el criterio del diámetro más económico, para su posterior verificación de velocidad y presiones mínimas de servicio en cada punto de la red.



Tabla 54

Diseño de red de distribución Huayaquil

NUDO		Progresiva	Cota	h disponible	Longitud	Ch	Casas	Q (l/s)	Diámetro económico (mm)	Diámetro comercial (mm)	D. interno (mm)	V (m/s)	S (m/m)	Perdidas (m.c.a)	Perdidas acum.	Presión
RES.	1	48.61	1115	6.79	48.61	150	58	0.938	36.76	42.0	38.0	0.83	0.02	1.18	1.18	5.61
1	12	92.61	1109.93	11.86	92.61	150	1	0.016	4.82	26.5	22.9	0.04	0.00	0.02	1.21	10.65
1	2	330.471	1067.24	54.55	281.861	150	57	0.922	36.44	33.00	29.40	1.36	0.0801	22.565	23.750	30.80
2	CRP1	343.31	1065.48	56.31	12.839	150	56	0.906	36.12	33.00	29.40	1.33	0.0776	0.997	24.747	31.56
CRP1	3	518.92	1046.21	19.27	175.61	150	56	0.906	36.12	33.00	29.40	1.33	0.0776	13.631	13.631	5.64
3	15	431.5	1033.67	31.81	431.5	150	20	0.322	21.55	33.00	29.40	0.48	0.0127	5.486	19.118	12.69
3	4	702.99	1032.88	32.6	184.07	150	34	0.551	28.18	33.00	29.40	0.81	0.0325	5.988	19.619	12.98
4	13	140.18	1028.48	37	140.18	150	2	0.032	6.81	26.50	22.90	0.08	0.0007	0.104	19.723	17.28
4	5	726.17	1030.94	34.54	23.18	150	32	0.519	27.34	26.50	22.90	1.26	0.0960	2.225	21.844	12.70
5	CRP2	105.93	1023.87	41.61	105.93	150	3	0.064	9.64	26.50	22.90	0.16	0.0025	0.264	22.108	19.50
CRP2	14	204.52	1000.79	23.08	98.59	150	2	0.032	6.81	26.50	22.90	0.08	0.0007	0.073	0.073	23.01
5	CRP3	1030.7	1020.98	44.5	304.53	150	29	0.468	25.95	33.00	29.40	0.69	0.0244	7.421	29.266	15.23
CRP3	CRP 4	1289.72	970.61	50.37	259.02	150	34	0.548	28.10	26.50	22.90	1.33	0.1056	27.347	27.347	23.02
CRP4	7	1325.91	958.84	11.77	36.19	150	10	0.161	15.24	26.50	22.90	0.39	0.0124	0.448	0.448	11.32

7	16	130.06	931.69	38.92	130.06	150	2	0.032	6.81	26.50	22.90	0.08	0.0007	0.096	0.544	38.38
7	8	1364.85	952.89	17.72	38.94	150	2	0.032	6.81	26.50	22.90	0.08	0.0007	0.029	0.477	17.24

En conclusión, se comprueba que, para cada punto de abastecimiento de agua potable, se cumple con la presión mínima de servicio de 5 m.c.a en cada vivienda.



El diseño de las Cámaras Rompe Presión 01 y 03 de la red de distribución se resume en la siguiente Tabla 55.

Tabla 55

Diseño de CRP7 - 01 y 03

Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo horario crítico (Q_{mh}):		0.906	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi Dc^2 / 4$	0.0005	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	1.79 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2.g.A^2)$	0.26 <i>∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva</i>	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	0.90 [m]
Tiempo de descarga de la altura H						
a.	Área de sección interna (A_b): b^2	0.64	[m ²]	b.	Tiempo de descarga a la red de distribución (t): $2A_b.H^{0.5} / 60C_d.A_s.(2g)^{0.5}$	7.51 [min]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): 2D	2	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c): $3D < L_c < 6D$ Escogido: 12	7.62 15.24 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r): 7mmx5mm	35	[mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): 2 A_s	0.001 [mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t / A_r	29	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(0.71Q_{max}^{0.38}) / h_r^{0.21}$	1.65 \approx 2 [pulg]

El diseño de las Cámaras Rompe Presión 02 y 04 de la red de distribución se resume en la siguiente Tabla 56.

Tabla 56

Diseño de CRP7 - 02 y 04

Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo horario crítico (Q_{mh}):		0.161	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		3/4 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]

Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C _d)		0.80	[adim]
Cálculo hidráulico							
a.	Área de tubería de salida (A _s): $\pi D_c^2/4$	0.0003	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	0.565	[m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2/(2g \cdot A^2)$	0.03 ∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva	[m]	d.	Altura total de diseño (H _t): a+BL+H	0.90	[m]
Tiempo de descarga de la altura H							
a.	Área de sección interna (A _b): b ²	0.64	[m ²]	b.	Tiempo de descarga a la red de distribución (t): $2A_b H^{0.5}/60C_d A_s (2g)^{0.5}$	13.56	[min]
Dimensionamiento de canastilla de salida							
a.	Diámetro de canastilla (D _c): 2D	1 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L _c) 3D < L _c < 6D Escogido: 9	5.715 11.43	[cm]
c.	Área de ranuras (A _r) 7mmx5mm	35	[mm ²]	d.	Área total de ranuras (A _t): 2A _s	0.001	[mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A _t /A _r	17	[und]	f.	Diámetro de rebose (D _r): $(0.71Q_{max}^{0.38})/h_r^{0.21}$	0.86 ≈ 1	[pulg]

4.7.3 Red de distribución Morroponcito y Anexos

Se considerará una pérdida de caudal del 25 % correspondiente a las malas conexiones e incorrecta instalación de las tuberías. En la siguiente Tabla 57 se presentan los caudales de diseño para la red de distribución de Morroponcito, incluidas las pérdidas.

Tabla 57

Caudales de diseño para la red de distribución Morroponcito

Parámetros de diseño Morroponcito y anexos					
Población	Viviendas	Qmh población (l/s)	Qmh colegio Inicial (l/s)	Qmh colegio primaria (l/s)	Qmh por vivienda (l/s)
512	101	1.580	0.004	0	0.0156

En consecuencia, el cálculo hidráulico de la red se muestra en la Tabla 58. El diámetro se ha calculado bajo el criterio del diámetro más económico, para su posterior verificación de velocidad y presiones mínimas de servicio en cada punto de la red.

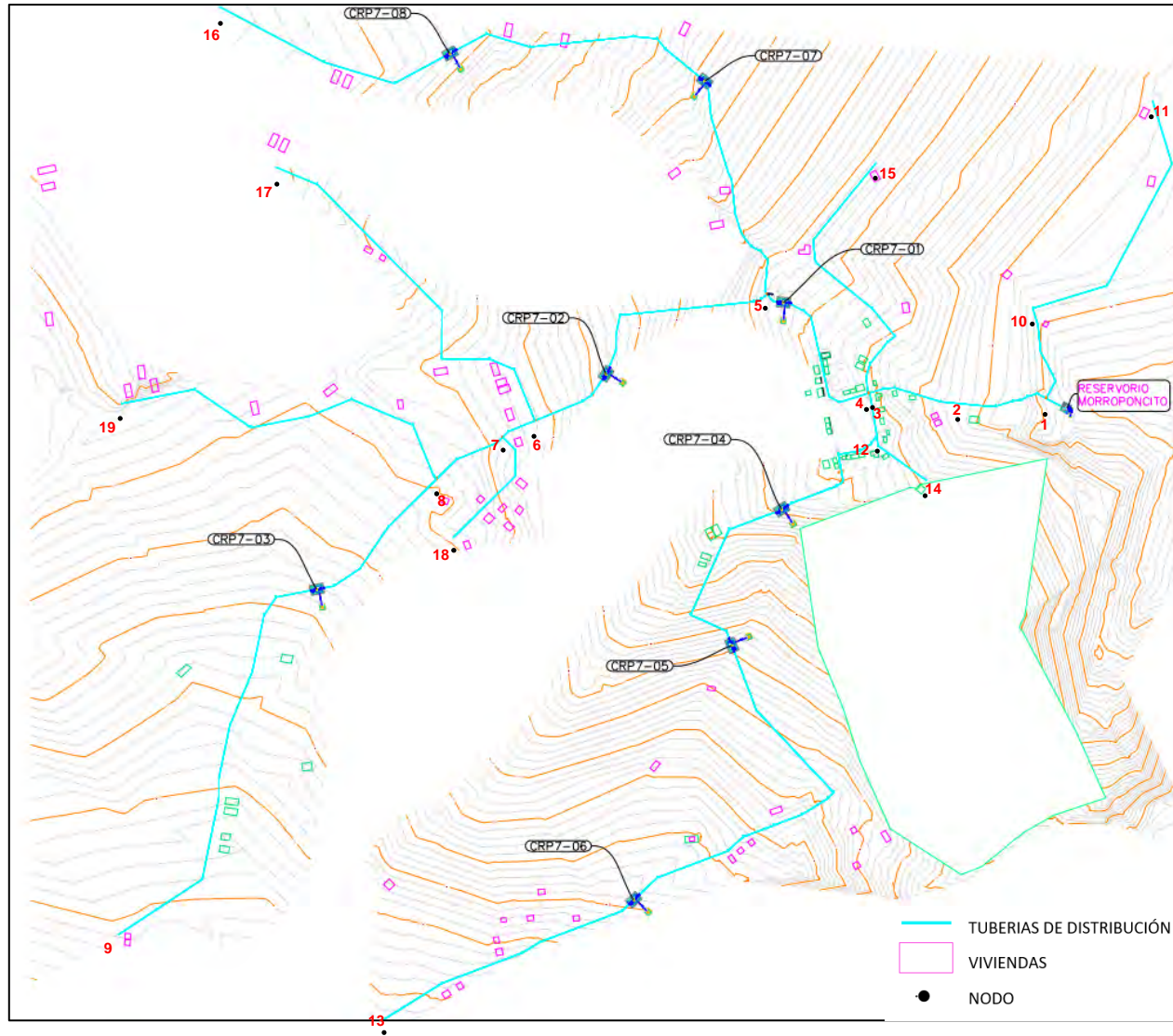
Figura 44*Distribución de nodos Red Morroponcito*

Tabla 58*Diseño de red de distribución Morroponcito*

NUDO		Progresiva	Cota	h disponible	Longitud	Ch	Casas	Q (l/s)	D (mm)	D. comercial (pulg)	D. interno (mm)	V (m/s)	S (m/m)	hf (m.c.a)	hf acum.	Presión
RES.	1	33.27	1021.39	3.83	33.27	150	101	1.592	47.88	48.00	43.40	1.08	0.0327	1.09	1.09	2.74
1	10	148.15	1016.92	8.3	148.15	150	4	0.063	9.49	26.50	22.90	0.15	0.0024	0.35	1.44	6.86
10	11	580.23	1011.36	13.86	432.08	150	1	0.016	4.75	26.50	22.90	0.04	0.0002	0.09	1.53	12.33
1	2	163.25	1006.76	18.46	129.98	150	97	1.529	46.93	48.00	43.40	1.03	0.0305	3.96	5.05	13.41
2	3	313.87	988.09	37.13	150.62	150	94	1.471	46.02	48.00	43.40	0.99	0.0285	4.29	9.34	27.79
3	12	69.16	984.63	40.59	69.16	150	43	0.673	31.13	26.50	22.90	1.63	0.1511	10.45	19.79	20.80
12	14	96.68	988.07	37.15	96.68	150	2	0.043	7.86	26.50	22.90	0.10	0.0012	0.12	19.90	17.25
12	CRP4	280.82	971.49	53.73	184.14	150	29	0.454	25.56	26.50	22.90	1.10	0.0758	13.96	33.75	19.98
CRP4	CRP5	594.6	921.49	50	313.78	150	26	0.407	24.20	26.50	22.90	0.99	0.0626	19.65	19.65	30.35
CRP5	CRP6	1227.52	871.49	50	632.92	150	22	0.344	22.26	26.50	22.90	0.84	0.0467	29.58	29.58	20.42
CRP6	13	1836.47	828.92	42.57	608.95	150	12	0.188	16.44	26.50	22.90	0.46	0.0162	9.85	9.85	32.72
3	4	316.05	987.35	37.87	2.18	150	49	0.767	33.23	33.00	29.40	1.13	0.0579	0.13	9.46	28.41
4	15	457.25	972.15	53.07	457.25	150	7	0.110	12.56	26.50	22.90	0.27	0.0063	2.88	12.34	40.73
4	CRP1	554.1	976.02	49.2	238.05	150	42	0.657	30.76	33.00	29.40	0.97	0.0442	10.53	19.99	29.21
CRP1	5	584.24	973.6	2.22	30.14	150	42	0.669	31.03	33.00	29.40	0.99	0.0456	1.37	1.37	0.85
5	CRP7	355.76	931.89	43.93	355.76	150	9	0.141	14.24	26.50	22.90	0.34	0.0098	3.48	4.85	39.08

CRP7	CRP8	782.6	886.38	45.51	426.84	150	6	0.094	11.63	26.50	22.90	0.23	0.0048	2.05	2.05	43.46
CRP8	16	1173.94	869.79	16.59	391.34	150	3	0.047	8.22	26.50	22.90	0.11	0.0014	0.56	0.56	16.03
5	CRP2	976.23	933.43	42.59	391.99	150	33	0.516	27.27	26.50	22.90	1.25	0.095	37.262	38.636	3.954
CRP2	6	1043.3	917.16	16.27	67.07	150	33	0.516	27.27	26.50	22.90	1.25	0.095	6.376	6.376	9.894
6	17	614.44	877.06	56.37	614.44	150	9	0.141	14.24	26.50	22.90	0.34	0.010	6.004	12.379	43.991
6	7	1099.69	912.13	21.3	56.39	150	24	0.376	23.25	26.50	22.90	0.91	0.054	3.069	9.445	11.855
7	18	201.67	900.99	32.44	201.67	150	7	0.110	12.56	26.50	22.90	0.27	0.006	1.269	10.714	21.726
7	8	1222	900.89	32.54	122.31	150	16	0.250	18.99	26.50	22.90	0.61	0.027	3.273	12.718	19.822
8	19	572.42	899.64	33.79	572.42	150	6	0.094	16.43	26.50	22.90	0.23	0.005	2.750	15.468	18.322
8	CRP3	1478	883.21	50.22	256	150	10	0.156	15.01	26.50	22.90	0.38	0.012	3.008	15.726	34.494
CRP3	9	2147.2	846.6	36.61	669.2	150	9	0.141	14.24	26.50	22.90	0.34	0.010	6.539	6.539	30.071

Por lo tanto, se comprueba que, para cada punto de servicio de agua potable, se cumple con la presión mínima de 5 m.c.a.



El diseño de las Cámaras Rompe Presión 01 de la red de distribución se resume en la siguiente Tabla 59.

Tabla 59*Diseño de CRP7 - 01*

Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo horario crítico (Q_{mh}):		0.516	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		1 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0005	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	1.02 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2 \cdot g \cdot A^2)$	0.14 <i>∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva</i>	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): $a + BL + H$	0.90 [m]
Tiempo de descarga de la altura H						
a.	Área de sección interna (A_b): b^2	0.64	[m ²]	b.	Tiempo de descarga a la red de distribución (t): $2A_b \cdot H^{0.5} / 60C_d \cdot A_s \cdot (2g)^{0.5}$	7.51 [min]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): $2D$	2	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c): $3D < L_c < 6D$ Escogido: 12	7.62 15.24 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r): 7 mm x 5mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): $2A_s$	0.001 [Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t / A_r	29	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(0.71Q_{max}^{0.38}) / h_r^{0.21}$	1.47 \approx 1 ½ [pulg]

El diseño de las Cámaras Rompe Presión 02-06 de la red de distribución se resume en la siguiente Tabla 60.

Tabla 60*Diseño de CRP7 - 02, 03, 04, 05, 06 y 07*

Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo horario crítico (Q_{mh}):		0.161	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		3/4 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]

Lado de la sección interna de la base (b): asumido	0.80	[m]	Coficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C _d)	0.80	[adim]		
Cálculo hidráulico							
a.	Área de tubería de salida (A _s): $\pi D_c^2/4$	0.0003	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	0.565	[m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2/(2g \cdot A^2)$	0.27 ∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva	[m]	d.	Altura total de diseño (H _t): a+BL+H	0.90	[m]
Tiempo de descarga de la altura H							
a.	Área de sección interna (A _b): b ²	0.64	[m ²]	b.	Tiempo de descarga a la red de distribución (t): $2A_b H^{0.5}/60C_d A_s (2g)^{0.5}$	13.56	[min]
Dimensionamiento de canastilla de salida							
a.	Diámetro de canastilla (D _c): 2D	1 ½	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L _c) 3D < L _c < 6D Escogido: 9	5.715 11.43	[cm]
c.	Área de ranuras (A _r) 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A _t): 2A _s	0.001	[Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A _t /A _r	17	[und]	f.	Diámetro de rebose (D _r): $(0.71Q_{max}^{0.38})/h_r^{0.21}$	0.86 ≈ 1	[pulg]

4.7.4 Red de distribución Anexos Las Filas y San Antonio

Se considerará una pérdida de caudal del 25 % correspondiente a las malas conexiones e incorrecta instalación de las tuberías. En la siguiente Tabla 61 se presentan los caudales de diseño para la red de distribución de Morroponcito, incluidas las pérdidas.

Tabla 61

Caudales de diseño para la red de distribución Las Filas y San Antonio

Parámetros de diseño Las Filas					
Población	Viviendas	Qmh población (l/s)	Qmh colegio Inicial (l/s)	Qmh colegio primaria (l/s)	Qmh por vivienda (l/s)
314	62	0.969	0	0	0.0156

Así pues, el cálculo hidráulico de la red se muestra en la Tabla 62. El diámetro se ha calculado bajo el criterio del diámetro más económico, para su posterior verificación de velocidad y presiones mínimas de servicio en cada punto de la red.

Figura 45

Distribución de nodos de la red de distribución Las Filas y San Antonio

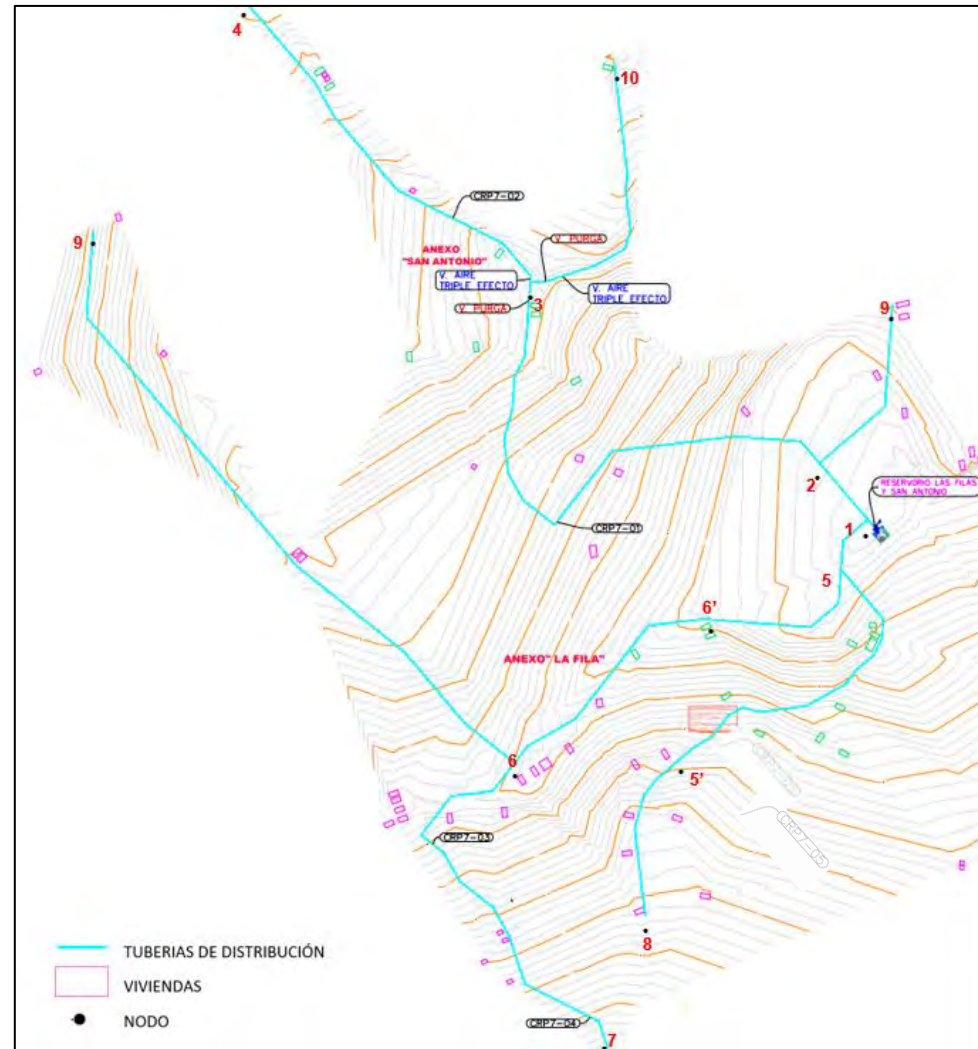


Tabla 62*Diseño de red de distribución Las Filas y San Antonio*

TRAMO		Progresiva	Cota	h disponible	Longitud	Ch	Casas	Q (l/s)	D	D. com.	D. int.	V (m/s)	S (m/m)	Perdidas	Perdidas acum.	Presión
RES.	1	22.35	907.91	0.74	22.35	150	64	0.969	37.36	42.00	38.00	0.85	0.0258	0.58	0.58	0.16
1	2	178.51	902.8	5.85	156.16	150	23	0.348	22.39	33.00	29.40	0.51	0.0145	2.27	2.85	3.00
2	9	395.68	888.77	19.88	395.68	150	4	0.061	9.34	26.50	22.90	0.15	0.0022	0.88	3.73	16.15
2	CRP1	827.14	854.61	54.04	648.63	150	19	0.288	20.35	26.50	22.90	0.70	0.0341	22.15	24.99	29.05
CRP1	3	1395.88	818.95	35.66	568.74	150	15	0.227	18.09	26.50	22.90	0.55	0.0226	12.84	12.84	22.82
3	10	605.39	779.29	39.66	605.39	150	1	0.015	4.67	26.50	22.90	0.04	0.0002	0.12	12.96	26.70
3	CRP2	1614.95	804.61	50	219.07	150	8	0.121	13.21	26.50	22.90	0.29	0.0075	1.64	1.64	48.36
CRP2	4	2266.43	756.59	48.02	651.48	150	7	0.106	12.35	26.50	22.90	0.26	0.0059	3.87	3.87	44.15
1	5	129.52	904.81	3.84	129.52	150	41	0.621	29.90	42.00	38.00	0.55	0.0118	1.53	2.11	1.73
5	CRP5	620.08	858.65	50	490.56	150	16	0.242	18.68	26.50	22.90	0.59	0.0253	12.40	14.50	35.50
CRP5	5'	715.54	851.57	7.08	95.46	150	7	0.106	12.35	26.50	22.90	0.26	0.0059	0.57	0.57	6.51
5'	8	1072.01	827.42	31.23	356.47	150	7	0.106	12.35	26.50	22.90	0.26	0.0059	2.12	2.12	29.11
5	6'	473.62	892.35	16.3	344.1	150	25	0.379	23.35	33.00	29.40	0.56	0.0168	5.79	7.91	8.39
6'	6	1028.81	870.01	38.64	555.19	150	25	0.379	23.35	33.00	29.40	0.56	0.0168	9.35	17.26	21.38

6	CRP3	1327.77	858.65	50	298.96	150	13	0.197	16.84	26.50	22.90	0.48	0.0176	5.25	22.51	27.49
CRP3	CRP4	1842.95	808.65	50	515.18	150	5	0.076	10.44	26.50	22.90	0.18	0.0033	1.70	1.70	48.30
CRP4	7	1921.45	800.23	8.42	78.5	150	1	0.015	4.67	26.50	22.90	0.04	0.0002	0.02	0.02	8.40

En consecuencia, se comprueba que, para cada punto de abastecimiento de agua potable, se cumple con la presión mínima de servicio de 5 m.c.a en cada vivienda.



El diseño de las Cámaras Rompe Presión de la red de distribución se resume en la siguiente Tabla 63.

Tabla 63*Diseño de CRP7*

Cámara Rompe Presión tipo 7						
Datos de diseño						
Caudal máximo horario crítico (Q_{mh}):		0.227	[l/s]	Diámetro de salida a la red (D):		3/4 [pulg]
Altura hasta la tubería de salida (A): para la sedimentación de la arena		0.10	[m]	Borde libre mínimo (BL):		0.40 [m]
Lado de la sección interna de la base (b): asumido		0.80	[m]	Coeficiente de distribución o descarga de orificios circulares (C_d)		0.80 [adim]
Cálculo hidráulico						
a.	Área de tubería de salida (A_s): $\pi D_c^2 / 4$	0.0003	[m ²]	b.	Velocidad de salida (v): Q/A	0.80 [m/s]
c.	Altura de agua para que el caudal fluya (H): máx. entre $1.56Q_{mh}^2 / (2 \cdot g \cdot A^2)$	0.06 <i>∴ Usar 0.40 por facilidad constructiva</i>	[m]	d.	Altura total de diseño (Ht): a+BL+H	0.90 [m]
Tiempo de descarga de la altura H						
a.	Área de sección interna (A_b): b^2	0.64	[m ²]	b.	Tiempo de descarga a la red de distribución (t): $2A_b \cdot H^{0.5} / 60C_d \cdot A_s \cdot (2g)^{0.5}$	13.36 [min]
Dimensionamiento de canastilla de salida						
a.	Diámetro de canastilla (D_c): 2D	1.5	[pulg]	b.	Longitud de canastilla (L_c): $3D < L_c < 6D$ Escogido: 9	5.715 11.43 [cm]
c.	Área de ranuras (A_r): 7 mm x 5 mm	35	[Mm ²]	d.	Área total de ranuras (A_t): 2 A_s	0.001 [Mm ²]
e.	Número de ranuras (N): A_t / A_r	17	[und]	f.	Diámetro de rebose (D_r): $(0.71Q_{max}^{0.38}) / h_r^{0.21}$	0.98 \approx 1 [pulg]

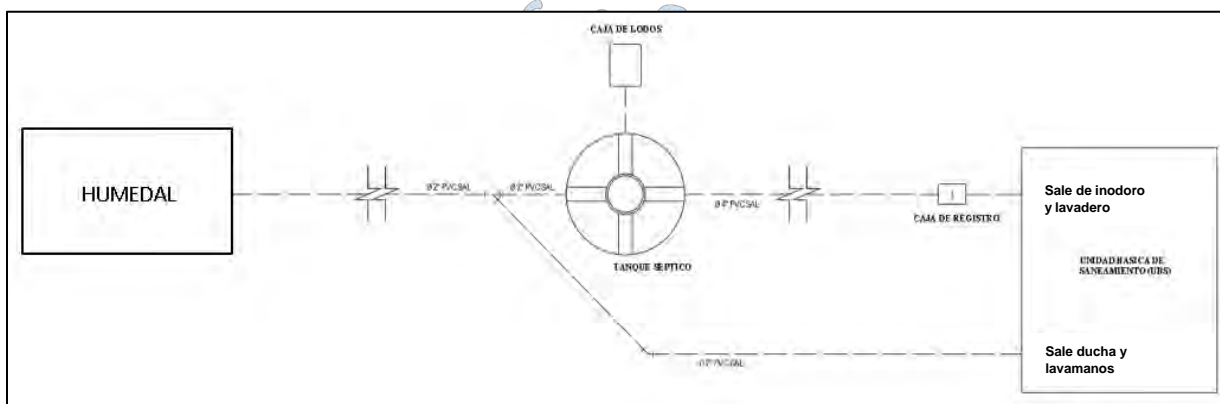
Capítulo 5

Diseño de sistema de alcantarillado

La opción tecnológica de saneamiento a utilizar para el proyecto son unidades básicas de saneamiento (UBS) con arrastre hidráulico. Se ha planteado un sistema de red convencional – tanque séptico colectivo– humedal colectivo para las viviendas que están aglomeradas en una zona; y sistemas familiares o multifamiliares –tanque séptico mejorado– humedal familiar para las viviendas que están alejadas. Se realizará el tratamiento complementario mediante humedales debido a la falta de información de la capacidad de absorción del suelo, y a que requiere de menor disponibilidad de terreno comparado a las otras opciones de saneamiento.

Figura 46

Sistemas de alcantarillado planteados para el área de estudio



5.1 Parámetros de diseño

Para el diseño del sistema de alcantarillado propuesto se requiere hallar los siguientes criterios de diseño.

5.1.1 Caudal de contribución al alcantarillado

La cantidad de agua potable suministrada a la población no es la misma que la cantidad de aguas residuales generadas, debido a que hay agua potable que se pierde en actividades como riego, limpieza y otros usos externos. Por lo tanto, según la Norma OS 070, se ha definido un caudal de contribución al alcantarillado, que debe ser calculado mediante el coeficiente de retorno (C) del 80 % de agua potable consumida, o sea, el caudal máximo horario (Q_{mh}).

$$Q_{\text{alcantarillado}} = 80 \% \times Q_{mh}$$

5.1.2 Caudal de infiltración por tubería

Es la cantidad de agua del subsuelo que ingresan al sistema de alcantarillado a través de las paredes de las tuberías y de los accesorios implementados. La cantidad depende del tipo de tubería, tipo de unión y al nivel freático de la zona, según lo definido en la Tabla 64.

Tabla 64*Caudales de infiltración por tubería*

	Caudales de infiltración (l/s/km)							
	Tubo de cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de PVC	
Unión	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel Freático bajo	0.5	0.2	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.05
Nivel Freático alto	0.8	0.2	0.7	0.1	0.3	0.1	0.15	0.5

Nota. Norma OS 070

5.1.3 Caudal de infiltración por buzones

Es la cantidad de agua del subsuelo que ingresa al sistema de alcantarillado a través de los buzones instalados. Depende de la precipitación de la zona y se define a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_B = \frac{t \times B}{86400}$$

Donde:

t = tasa de contribución por buzón expresada en L/buzón/día.

Para la zona de selva, se recomienda usar t = 50 L/buzón/día.

5.1.4 DBO de entrada y salida para el humedal artificial

Según la norma OS 0.90 Plantas de Tratamiento de Agua Potable, en el artículo 4.3.6 se estableció que, para comunidades sin sistema de alcantarillado, el aporte per cápita de DBO 5 días, 20 °C / (hab.día) es 50 g/hab.d. Se calculará la DBO de entrada a partir de este valor, dado que no se tiene información de muestreos para medir el aporte real de la población de estudio. Así pues, para un habitante y dotación de agua de 100 lts/hab, se tiene un caudal unitario (Q) y un caudal descargado (Qd) de:

$$Q = 100(0.8)/86400 = 0.001 \text{ l/s}$$

$$Qd = Q(86.4) = 0.08 \text{ m}^3/\text{día}$$

A continuación, se calculará la DBO de entrada al humedal o de salida del tratamiento primario por tanque séptico o biodigestores. Para esto se ha considerado una eficiencia del tratamiento primario del 60 %.

$$DBO \text{ Entrada} = 0.6 * \frac{50 \text{ g/dia}}{0.08 \text{ m}^3/\text{dia}} = 375 \text{ gr/m}^3$$

Según lo declarado en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, en el anexo categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales, se permite como máximo una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) de 15 mg/l. Por lo tanto, la DBO de salida de los humedales será 15 gr/m3.

5.2 Sistema de alcantarillado Ozurco

En la localidad de Ozurco hay un grupo de viviendas aglomeradas (ver Figura 47), por lo que se ha planteado recolectar las aguas de esta área mediante un sistema convencional. Por ende, el sistema dispone estas aguas hacia un tanque séptico para el tratamiento primario, cuyo efluente se dispondrá hacia un humedal artificial para su tratamiento complementario.

Figura 47

Distribución de viviendas en Ozurco



El resto de las viviendas que están dispersas contarán con el sistema familiar - tanque séptico mejorado – humedal. Hay viviendas que están agrupadas de dos o de tres, para las cuales se aplicará el sistema multifamiliar.

5.2.1 Diseño de sistema familiar UBS- tanque séptico mejorado – humedal

En la siguiente Tabla 65 se resume el cálculo del volumen del biodigestor requerido para una vivienda del caserío Ozurco.

Tabla 65*Diseño de biodigestor unifamiliar en Ozurco*

Dimensionamiento de biodigestor - Ozurco					
Población actual					
Caserío	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Ozurco	85	434	5.11		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	5.11	[hab/viv]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coefficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Período de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	5.11	[hab/viv]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): D*C	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
PR: $1.5 - 0.3 \text{ Log}(P.q)$		0.7			[días]
Vs: $10^{-3}(P.q.PR)$		292.92			[lts]
Vd: $10^{-3}(ta.P.N)$		357.70			[lts]
Vut: Vs+Vd		650.62			[lts]
Nota: Se utiliza biodigestor de 700 litros por ser un volumen comercial					

En la siguiente Tabla 66 se ha realizado el dimensionamiento humedal requerido para el tratamiento de las aguas residuales de una vivienda en Ozurco.

Tabla 66*Diseño de humedal unifamiliar en Ozurco*

Diseño de Humedal - Ozurco					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Ozurco	1	5.11	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.005	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m ² /día]
Caudal Descargado (Q):	0.41	[m ³ /día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]

DBO Entrada (Co):	375	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.80	[m]
Carga Orgánica: Q x Co	153.30	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	2.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$			0.51		[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$			4.99		[m ²]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$			8.07		[m ²]
Área de humedal (Ah)			8.07		[m ²]
Longitud de humedal (Lh)			5.00		[m ²]
Volumen de humedal (Vh)			8.00		[m ³]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$			19.57		[días]

5.2.2 Diseño de sistema multifamiliar para dos viviendas

En la siguiente Tabla 67 se resume el cálculo del volumen del biodigestor requerido para dos viviendas en Ozurco.

Tabla 67

Diseño de biodigestor para dos viviendas en Ozurco

Dimensionamiento de biodigestor (2 viviendas) - Ozurco					
Población actual					
Caseo	Cantidad de viviendas		Población		Densidad Poblacional (hab/viv)
Ozurco	85		434		5.11
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	10.22	[hab/viv]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coefficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Período de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	10.22	[hab/viv]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): $D*C$	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
$PR: 1.5 - 0.3 \log(P.q)$			$0.6 > 0.25$ ----- OK		[días]
$Vs: 10^{-3}(P.q.PR)$			512.01		[lts]
$Vd: 10^{-3}(ta.P.N.)$			715.40		[lts]

Vut: Vs+Vd	1227.41	[lts]
Nota: Se utiliza biodigestor de 1300 litros por ser un volumen comercial		

En la siguiente Tabla 68 se ha realizado el dimensionamiento del humedal requerido para el tratamiento complementario de dos viviendas en Ozurco.

Tabla 68

Diseño de humedal para dos viviendas en Ozurco

<u>Diseño de Humedal - Ozurco</u>					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Ozurco	2	5.11	100.00		
<u>Datos básicos de dimensionamiento</u>					
Caudal Unitario (Q):	0.009	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m2/día]
Caudal Descargado (Q):	0.82	[m3/día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m3]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	306.60	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m3]	Ancho de humedal:	3.0	[m]
<u>Diseño</u>					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$		0.51			[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$		9.99			[m2]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$		16.14			[m2]
Área de humedal (Ah)		16.14			[m2]
Longitud de humedal (Lh)		6.00			[m2]
Volumen de humedal (Vh)		14.40			[m3]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$		17.61			[días]

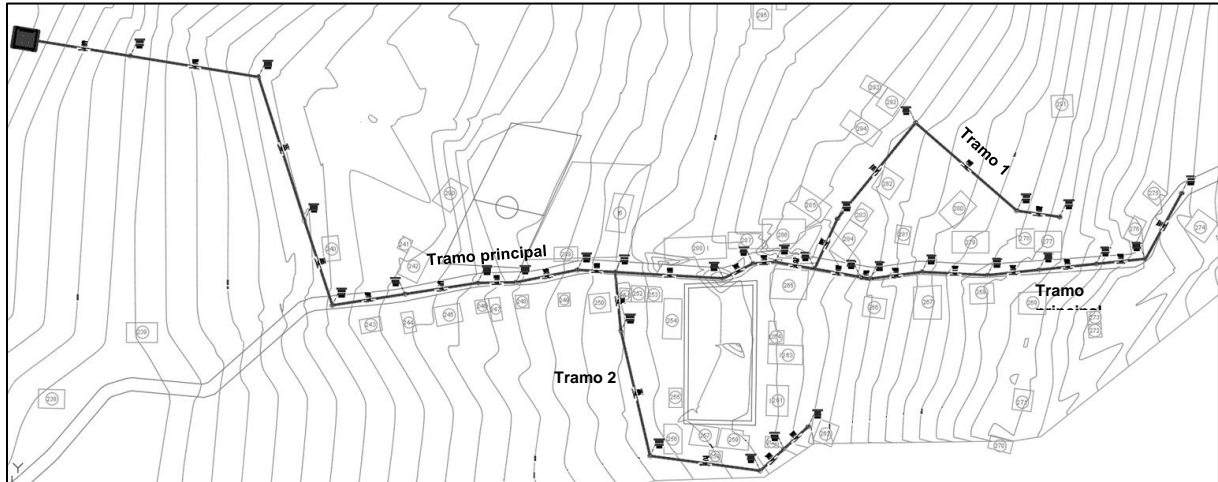
5.2.3 Diseño de sistema convencional – tanque séptico - humedal

La red de alcantarillado de Ozurco trazada se muestra en la Figura 48. La infraestructura empleada son tuberías de PVC de 160 mm de diámetro y 30 buznetas de 1.00

metro de altura y 0.60 metros de diámetro. El sistema recolecta aguas residuales de un total de 50 viviendas.

Figura 48

Sistema de alcantarillado Ozurco



En las siguientes tablas se resumen el metrado de las tuberías y las buzonetas de la red de alcantarillado de Ozurco.

Tabla 69

Buzonetas de la red de alcantarillado Ozurco

Cuadro de buzonetas			
Nombre	Diámetro	Altura	Coordenadas
Buzoneta 1	0.60 m	0.80 m	9419843.812 - 750243.751
Buzoneta 2	0.60 m	1.00 m	9419813.725 - 750227.246
Buzoneta 3	0.60 m	1.00 m	9419811.367 - 750204.545
Buzoneta 4	0.60 m	0.80 m	9419808.643 - 750178.326
Buzoneta 5	0.60 m	0.80 m	9419806.188 - 750154.696
Buzoneta 6	0.60 m	0.80 m	9419807.658 - 750124.547
Buzoneta 7	0.60 m	0.80 m	9419804.589 - 750100.797
Buzoneta 8	0.60 m	0.80 m	9419805.395 - 750096.207
Buzoneta 9	0.60 m	1.00 m	9419809.074 - 750075.268
Buzoneta 10	0.60 m	0.80 m	9419812.242 - 750057.230
Buzoneta 11	0.60 m	0.80 m	9419811.514 - 750046.970
Buzoneta 12	0.60 m	0.80 m	9419804.687 - 750033.441

Cuadro de buzonetas			
Nombre	Diámetro	Altura	Coordenadas
Buzoneta 13	0.60 m	1.00 m	9419807.589 - 749983.715
Buzoneta 14	0.60 m	0.80 m	9419808.600 - 749966.398
Buzoneta 15	0.60 m	0.80 m	9419802.893 - 749938.153
Buzoneta 16	0.60 m	0.80 m	9419802.635 - 749920.561
Buzoneta 17	0.60 m	1.00 m	9419797.507 - 749887.229
Buzoneta 18	0.60 m	0.80 m	9419792.380 - 749853.897
Buzoneta 19	0.60 m	0.80 m	9419831.251 - 749841.064
Buzoneta 20	0.60 m	0.80 m	9419897.087 - 749820.001
Buzoneta 21	0.60 m	1.00 m	9419906.697 - 749761.141
Buzoneta 22	0.60 m	0.80 m	9419832.924 - 750187.740
Buzoneta 23	0.60 m	0.80 m	9419835.727 - 750168.116
Buzoneta 24	0.60 m	0.80 m	9419876.057 - 750121.598
Buzoneta 25	0.60 m	0.80 m	9419832.096 - 750085.743
Buzoneta 26	0.60 m	0.80 m	9419736.760 - 750072.365
Buzoneta 27	0.60 m	0.80 m	9419726.455 - 750061.165
Buzoneta 28	0.60 m	0.80 m	9419716.472 - 750050.315
Buzoneta 29	0.60 m	0.80 m	9419723.285 - 749999.692
Buzoneta 30	0.60 m	0.80 m	9419780.527 - 749986.313

Tabla 70

Metrado de tuberías de la red de alcantarillado Ozurco

Cuadro de tuberías			
Nombre	Diámetro	Longitud (m)	Pendiente
Tub. 1	160 mm	34.462	9.21 %
Tub. 2	160 mm	23.411	22.84 %
Tub. 3	160 mm	26.633	14.43 %
Tub. 4	160 mm	23.840	8.36 %
Tub. 5	160 mm	30.858	21.22 %

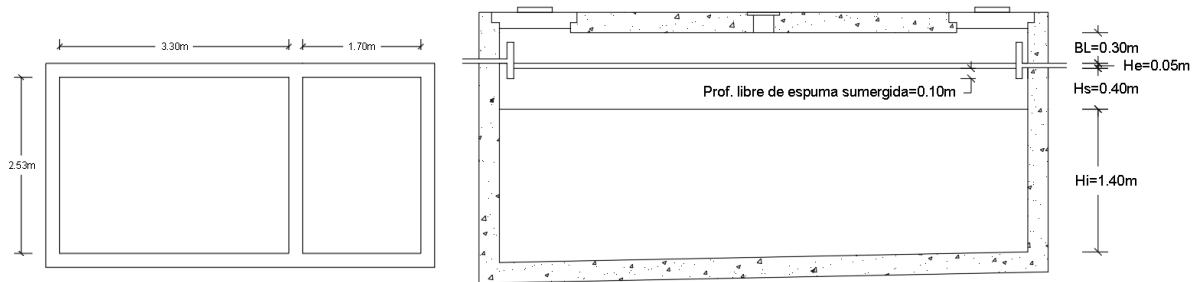
Cuadro de tuberías			
Nombre	Diámetro	Longitud (m)	Pendiente
Tub. 6	160 mm	24.405	19.65 %
Tub. 7	160 mm	4.927	34.31 %
Tub. 8	160 mm	21.752	21.63 %
Tub. 9	160 mm	18.420	10.80 %
Tub. 10	160 mm	10.358	11.89 %
Tub. 11	160 mm	15.225	9.65 %
Tub. 12	160 mm	50.085	10.50 %
Tub. 13	160 mm	17.587	16.72 %
Tub. 14	160 mm	29.073	13.40 %
Tub. 15	160 mm	17.793	15.07 %
Tub. 16	160 mm	33.942	11.38 %
Tub. 17	160 mm	33.978	12.30 %
Tub. 18	160 mm	41.043	7.27 %
Tub. 19	160 mm	69.126	0.86 %
Tub. 20	160 mm	60.991	21.41 %
Tub. 21	160 mm	44.331	21.14 %
Tub. 22	160 mm	20.130	17.66 %
Tub. 23	160 mm	62.272	15.18 %
Tub. 24	160 mm	56.762	3.41 %
Tub. 25	160 mm	25.683	17.62 %
Tub. 26	160 mm	15.643	23.74 %
Tub. 27	160 mm	14.928	15.82 %
Tub. 28	160 mm	51.329	9.89 %
Tub. 29	160 mm	58.789	1.30 %
Tub. 30	160 mm	27.188	0.88 %

Ahora bien, el diseño del tanque séptico para el tratamiento primario de las 50 viviendas de la localidad de Ozurco se ha realizado en la siguiente Tabla 71, basándose en los criterios de diseño recomendados por la norma IS.020 Tanques Sépticos.

Tabla 71*Diseño de tanque séptico colectivo Ozurco*

Dimensionamiento de tanque séptico - Ozurco					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas		Población	Densidad Poblacional (hab/viv)	
Ozurco	85		434	5.11	
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual:	255.29	[hab]	Dotación de agua (D):	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento (%):	0.00	[%]	Coefficiente de retorno (C):	80.0	[%]
Periodo de diseño (años):	10.00	[años]	Periodo de limpieza (N):	1.0	[años]
Población de diseño (P):	255.29	[hab]	Contribución unitaria de aguas residuales (q):	80.0	[lts/hab/día]
Tasa de acumulación de lodos (ta): de IS.020 Tanques sépticos	70	[lts/hab/año]	Relación L/B del tanque séptico:	2	adimensional
Dimensionamiento del tanque séptico					
Tiempo de retención (PR): $1.5 - 0.3 \log(P.q) > 0.25$	0.25	[días]	Profundidad máxima de espuma sumergida (He): $0.7/A$	0.05	[m]
V. de sedimentación (Vs): $10^{-3}(P.q.PR)$	5.11	[m ³]	Profundidad libre de lodo (Ho): $0.82-0.26A \geq 0.30$	0.30	[m]
V. de digestión y almacenamiento de lodos (Vd): $10^{-3}(ta.P.N.)$	17.87	[m ³]	Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos (Hd): Vd/A	1.40	[m]
Volumen de natas (Vn):	0.70	[m ³]	Prof. de sedimentación (Hs): Vs/A	0.40	[m]
Volumen útil (Vut): $Vs+Vd+Vn$	23.68	[m ³]	Prof. de espacio libre mínimo: $0.1+Ho$	0.40	[m]
Altura efectiva asumida (He):	1.85	[m]	Prof. de espacio libre (Hi): máx. entre $0.1+Ho$ o Hs	0.40	[m]
Área superficial (A): Vut/He	12.80	[m ²]	Profundidad total (Ht): $He+0.30$ m	2.15	[m]
Ancho (B): $(A/2)^{0.5}$	2.55	[m]	Largo (L): $2B$	5.1	[m]

El tanque séptico constará de dos compartimentos para mayor eficiencia en la remoción de los sólidos. El primer compartimento será $2/3$ L y, el segundo, $1/3$ L. En la Figura 49 se ha representado las dimensiones del tanque séptico, calculadas en la Tabla 71.

Figura 49*Tanque séptico Ozurco*

En la siguiente Tabla 72 se realizó el cálculo del caudal de diseño de alcantarillado, para su posterior verificación del funcionamiento hidráulico de la red convencional.

Tabla 72*Caudal de diseño para la red de alcantarillado Ozurco*

Datos de dimensionamiento				
Densidad poblacional	5.11	hab/viv	Dotación de agua (D)	100 lts/hab/día
Viviendas	49	viv	Coefficiente de retorno (C)	80 %
Población de diseño (P)	251	hab	Caudal de infiltración (qi)	0.5 l/s/km
Longitud de tubería (L)	964.96	m	Buzones (B)	30 und
Cálculo de caudal de diseño				
Caudal máximo horario (Qmh): $k_2(P.D)$	0.581		l/s	
Caudal de alcantarillado (Qalc): $C \times Qmh$	0.465		l/s	
Caudal de infiltración por tubería (Qi): $q_i \times L$	0.482		l/s	
Caudal de infiltración por buzones (Qb): $50 \times B/86400$	0.017		l/s	
Caudal de diseño: $Qalc+Qi+Qb$	0.965 < 1.5		∴ Considerar 1.5 l/s	

En la Tabla 73 se verifica el cumplimiento de los requisitos de velocidad máxima, mínima tensión tractiva media para la autolimpieza y la máxima altura de la lámina de agua para el caudal de diseño; definidos por la norma OS. 070 Redes de Aguas Residuales.

Tabla 73*Diseño de red de alcantarillado Ozurco*

TRAMO		COTA A CLAVE DE TUBO		LONGITUD	PENDIENTE	CAUDAL DE DISEÑO	D (mm)	Tubo lleno			Relaciones hidráulicas				Tubo parcialmente lleno		
		INICIO	FINAL					Q (l/s)	V (m/s)	T (kg/m ²)	q/Q	v/V	t/T	d/D	v (m/s)	t (kg/m ²)	d (mm)
1	2	1136.421	1133.255	34.462	9.21	1.50	160	54.90	2.73	93.57	0.0273	0.464	0.316	0.126	1.27	29.55	20.15
2	3	1133.255	1128.042	23.411	22.84	1.50	160	86.45	4.30	232.05	0.0174	0.404	0.257	0.101	1.74	59.54	16.17
3	4	1128.042	1124.243	26.633	14.43	1.50	160	68.72	3.42	146.61	0.0218	0.433	0.285	0.113	1.48	41.78	18.06
4	5	1124.243	1122.252	23.84	8.36	1.50	160	52.30	2.60	84.94	0.0287	0.471	0.323	0.129	1.22	27.42	20.63
5	6	1122.252	1115.846	30.858	21.22	1.50	160	83.33	4.14	215.60	0.0180	0.408	0.261	0.103	1.69	56.26	16.46
6	7	1115.846	1111.139	24.405	19.65	1.50	160	80.19	3.99	199.64	0.0187	0.413	0.266	0.105	1.65	53.02	16.76
7	8	1111.139	1109.546	4.927	34.31	1.50	160	105.96	5.27	348.59	0.0142	0.379	0.234	0.092	2.00	81.48	14.66
8	9	1109.546	1104.946	21.752	21.63	1.50	160	84.13	4.18	219.76	0.0178	0.407	0.260	0.102	1.70	57.10	16.38
9	10	1104.946	1102.969	18.42	10.80	1.50	160	59.45	2.96	109.73	0.0252	0.453	0.304	0.121	1.34	33.41	19.38
10	11	1102.969	1101.746	10.358	11.89	1.50	160	62.38	3.10	120.80	0.0240	0.446	0.298	0.118	1.38	35.99	18.93
11	12	1101.746	1100.257	15.225	9.65	1.50	160	56.19	2.79	98.04	0.0267	0.460	0.312	0.124	1.29	30.63	19.92
12	13	1100.257	1094.832	50.085	10.50	1.50	160	58.62	2.92	106.68	0.0256	0.455	0.306	0.122	1.33	32.69	19.51
13	14	1094.832	1092.128	17.587	16.72	1.50	160	73.97	3.68	169.88	0.0203	0.423	0.276	0.109	1.56	46.81	17.43
14	15	1092.128	1088.267	29.073	13.40	1.50	160	66.22	3.29	136.14	0.0227	0.438	0.290	0.115	1.44	39.46	18.39
15	16	1088.267	1085.538	17.793	15.07	1.50	160	70.22	3.49	153.11	0.0214	0.430	0.282	0.112	1.50	43.21	17.88
16	17	1085.538	1081.778	33.942	11.38	1.50	160	61.02	3.04	115.62	0.0246	0.449	0.301	0.120	1.36	34.79	19.14

17	18	1081.778	1077.630	33.978	12.30	1.50	160	63.44	3.16	124.97	0.0236	0.444	0.296	0.117	1.40	36.94	18.78
18	19	1077.630	1074.658	41.043	7.27	1.50	160	48.77	2.43	73.86	0.0308	0.481	0.333	0.133	1.17	24.61	21.34
19	20	1074.658	1074.055	69.126	0.86	1.50	160	16.78	0.83	8.74	0.0894	0.662	0.539	0.227	0.55	4.71	36.27
20	21	1074.055	1061.286	60.991	21.41	1.50	160	83.70	4.16	217.53	0.0179	0.408	0.260	0.103	1.70	56.65	16.42
21	21.1	1061.286	1052.110	44.331	21.14	1.50	160	83.17	4.14	214.78	0.0180	0.409	0.261	0.103	1.69	56.10	16.47
22	23	1124.179	1120.678	20.13	17.66	1.50	160	76.02	3.78	179.43	0.0197	0.420	0.272	0.108	1.59	48.83	17.20
23	24	1120.678	1111.332	62.272	15.18	1.50	160	70.48	3.51	154.23	0.0213	0.430	0.282	0.112	1.51	43.45	17.84
24	25	1111.332	1109.398	56.762	3.41	1.50	160	33.40	1.66	34.65	0.0449	0.539	0.396	0.161	0.90	13.71	25.71
25	9	1109.398	1104.946	25.683	17.62	1.50	160	75.93	3.78	179.02	0.0198	0.420	0.272	0.108	1.59	48.74	17.21
26	27	1106.808	1103.194	15.643	23.74	1.50	160	88.14	4.38	241.20	0.0170	0.401	0.254	0.100	1.76	61.34	16.02
27	28	1103.194	1100.866	14.928	15.82	1.50	160	71.95	3.58	160.73	0.0208	0.427	0.279	0.110	1.53	44.86	17.67
28	29	1100.866	1095.816	51.329	9.89	1.50	160	56.89	2.83	100.48	0.0264	0.459	0.311	0.124	1.30	31.22	19.80
29	30	1095.816	1095.051	58.789	1.30	1.50	160	20.63	1.03	13.21	0.0727	0.623	0.492	0.204	0.64	6.49	32.68
30	13	1095.051	1094.832	27.188	0.88	1.50	160	16.97	0.84	8.94	0.0884	0.660	0.536	0.225	0.56	4.79	36.06

En todos los tramos se cumple con la tensión tractiva mínima de $\sigma = 1 Pa$, así como la relación $d/D < 0.75$.

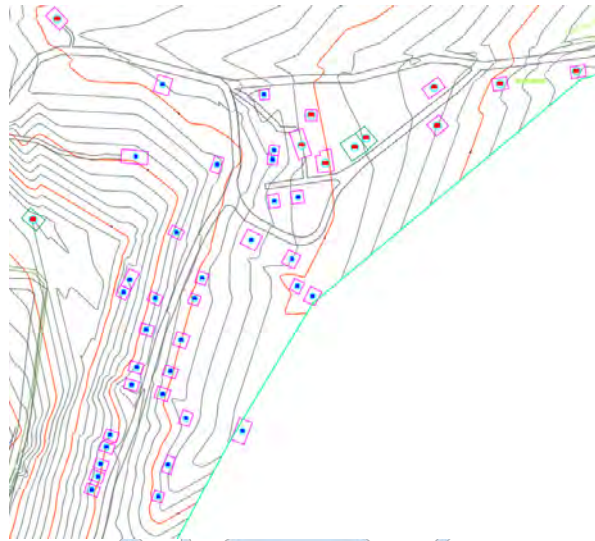
Por último, se realiza el diseño del humedal artificial para la localidad de Ozurco, resumido en la siguiente Tabla 74.

Tabla 74*Diseño de humedal colectivo Ozurco*

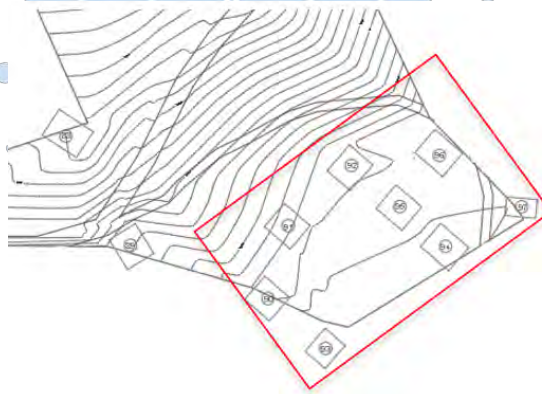
Diseño de Humedal - Ozurco					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (Its/hab/viv)		
Ozurco	50	5.11	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.237	[Its/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m ² /día]
Caudal Descargado (Q):	20.44	[m ³ /día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica: Q x Co	7665.32	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	12.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$		0.51			[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$		249.74			[m ²]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$		403.42			[m ²]
Área de humedal (Ah): máx. entre As y Aco		403.42			[m ²]
Longitud de humedal (Lh)		34			[m ²]
Volumen de humedal (Vh)		326.4			[m ³]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$		15.97			[días]

5.3 Sistema de alcantarillado Huayaquil

Para el grupo de viviendas que están agrupadas se ha planteado la recolección de aguas mediante un sistema condominial, realizándoles el tratamiento primario mediante un biodigestor. El sistema condominial disponen estas aguas hacia un humedal artificial para su tratamiento complementario.

Figura 50*Distribución de viviendas Huayaquil*

El resto de las viviendas que están dispersas contarán con el sistema familiar –tanque séptico mejorado – humedal. Hay viviendas que están agrupadas de a dos, para las cuales se aplicará el sistema multifamiliar. Al sur de Huayaquil, hay un área habitada por ocho viviendas, para las cuales se diseñará un sistema multifamiliar con un humedal colectivo.

Figura 51*Sistema de alcantarillado de 8 viviendas en Huayaquil*

5.3.1 Diseño de sistema familiar UBS - tanque séptico mejorado – humedal

En la siguiente Tabla 75 se resume el cálculo del volumen del biodigestor requerido para cada vivienda del caserío Huayaquil.

Tabla 75*Diseño de biodigestor unifamiliar en Huayaquil*

Dimensionamiento de biodigestor - Huayaquil					
Población actual					
Caserío	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Huayaquil	59	303	5.14		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	5.14	[hab/viv]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coeficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Período de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	5.14	[hab/viv]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): D*C	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
	PR: $1.5 - 0.3 \log(P.q)$		$0.7 > 0.25$	OK	[días]
	Vs: $10^{-3}(P.q.PR)$		294.33		[lts]
	Vd: $10^{-3}(ta.P.N)$		359.80		[lts]
	Vut: Vs+Vd		654.13		[lts]
Nota: Se utiliza biodigestor de 700 litros por ser un volumen comercial					

En la siguiente Tabla 76, se ha realizado el dimensionamiento del humedal familiar requerido para el tratamiento de una vivienda en Huayaquil.

Tabla 76*Diseño de humedal unifamiliar en Huayaquil*

Diseño de Humedal - Huayaquil					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Huayaquil	1	5.14	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.005	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m2/día]
Caudal Descargado (Q):	0.41	[m3/día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]

DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	154.20	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	2.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$			0.51		[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$			5.02		[m ²]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$			8.12		[m ²]
Área de humedal (Ah)			8.12		[m ²]
Longitud de humedal (Lh)			5.00		[m ²]
Volumen de humedal (Vh)			8.00		[m ³]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$			19.46		[días]

5.3.2 Diseño de sistema multifamiliar para dos viviendas

En la siguiente Tabla 77 se resume el cálculo del volumen del biodigestor requerido para dos viviendas en Huayaquil.

Tabla 77

Diseño de biodigestor para dos viviendas en Huayaquil

Dimensionamiento de biodigestor – Huayaquil (2 viviendas)					
Población actual					
Caseo	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Huayaquil	59	303	5.14		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	10.28	[hab]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coefficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Período de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	10.28	[hab]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): $D*C$	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
PR: $1.5 - 0.3\log(P.q)$		0.6 > 0.25		OK	[días]

Vs: $10^{-3}(P.q.PR)$	514.39	[lts]
Vd: $10^{-3}(ta.P.N)$	719.60	[lts]
Vut: Vs+Vd	1233.99	[lts]
Nota: Se utiliza biodigestor de 1300 litros por ser un volumen comercial		

En la siguiente Tabla 78 se ha realizado el dimensionamiento del humedal requerido para el tratamiento de dos viviendas en Huayaquil.

Tabla 78

Diseño de humedal colectivo para dos viviendas en Huayaquil

<u>Diseño de Humedal - Huayaquil</u>					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Huayaquil	2	5.14	100.00		
<u>Datos básicos de dimensionamiento</u>					
Caudal Unitario (Q):	0.010	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m ² /día]
Caudal Descargado (Q):	0.82	[m ³ /día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	308.40	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	3.0	[m]
<u>Diseño</u>					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$		0.51			[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$		10.05			[m ²]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$		16.23			[m ²]
Área de humedal (Ah)		16.23			[m ²]
Longitud de humedal (Lh)		6.00			[m ²]
Volumen de humedal (Vh)		14.40			[m ³]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$		17.51			[días]

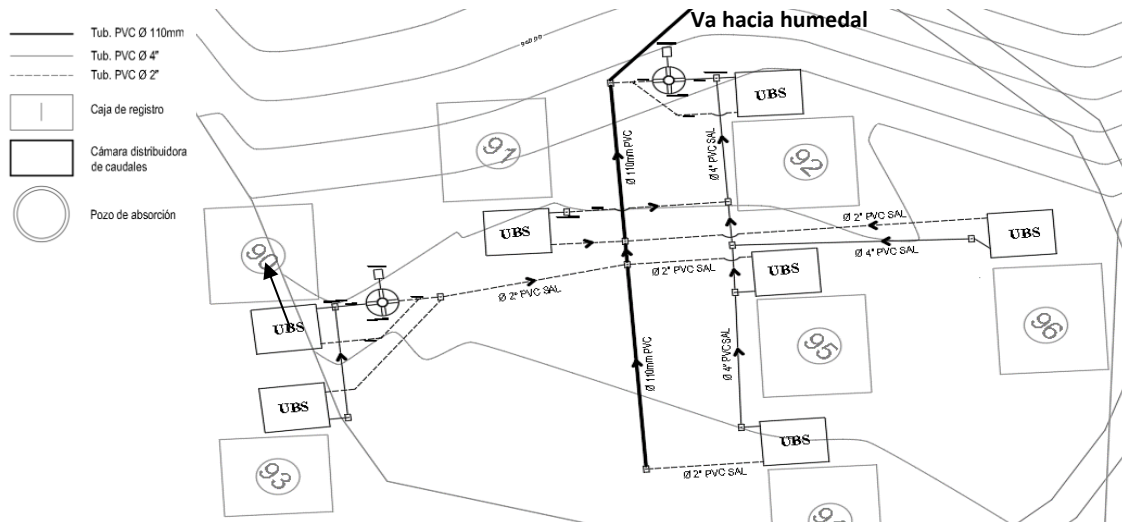
5.3.3 Diseño de sistema multifamiliar con humedal colectivo

Para las siete viviendas ubicadas al sur del caserío Huayaquil se ha diseñado un sistema multifamiliar representado en la Figura 52. El tratamiento primario de las aguas residuales se

realiza mediante un biodigestor para cinco viviendas y un biodigestor para dos viviendas. Ambos sistemas multifamiliares entregan las aguas tratadas a una red de Ø110 mm hacia el humedal artificial.

Figura 52

Diseño de alcantarillado para siete viviendas en Huayaquil



En la siguiente Tabla 79, se resume el cálculo del volumen del biodigestor requerido para cinco viviendas del caserío Huayaquil.

Tabla 79

Diseño de biodigestor para cinco viviendas en Huayaquil

Dimensionamiento de biodigestor – Huayaquil (5 viviendas)					
Población actual					
Caserío	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Huayaquil	59	303	5.14		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	25.70	[hab]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coefficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Período de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	26	[hab]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): D*C	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
	PR: $1.5 - 0.3 \log(P.q)$		$0.5 > 0.25$	OK	[días]
	Vs: $10^{-3}(P.q.PR)$		1049.53		[lts]
	Vd: $10^{-3}(ta.P.N)$		1820.00		[lts]

Vut: Vs+Vd	2869.53	[Its]
Nota: Se utiliza biodigestor de 3000 litros por ser un volumen comercial		

En la siguiente

Tabla 80 se ha realizado el dimensionamiento del humedal artificial requerido para el tratamiento de siete viviendas en el caserío Huayaquil.

Tabla 80

Diseño de humedal colectivo para siete viviendas en Huayaquil

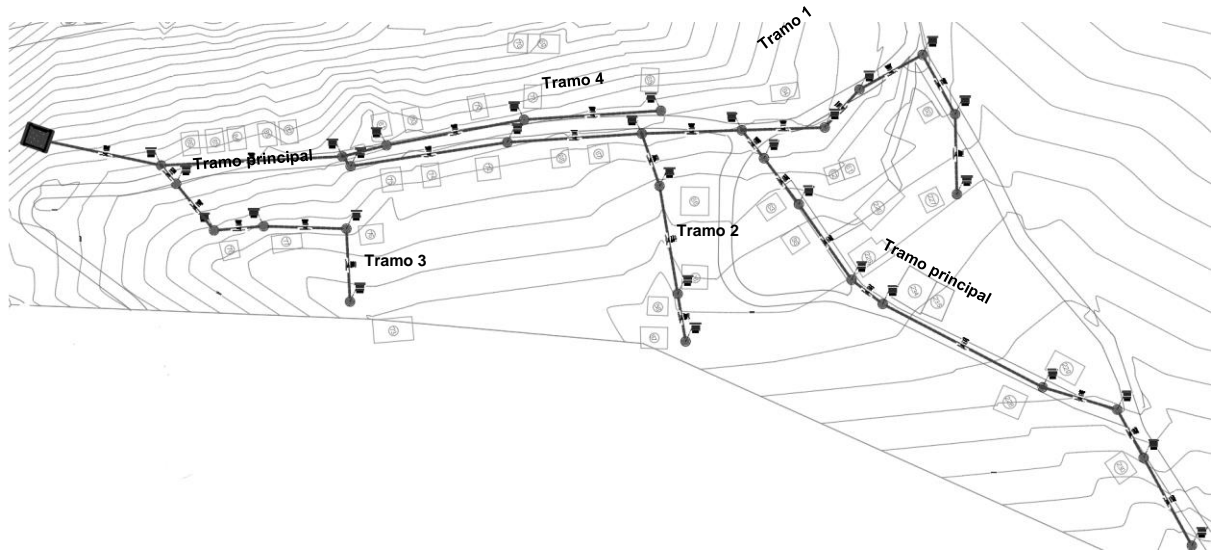
<u>Diseño de Humedal - Huayaquil</u>					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (Its/hab/viv)		
Huayaquil	7	5.14	100.00		
<u>Datos básicos de dimensionamiento</u>					
Caudal Unitario (Q):	0.033	[Its/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m2/día]
Caudal Descargado (Q):	2.88	[m3/día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m3]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	287.84	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m3]	Ancho de humedal:	5.0	[m]
<u>Diseño</u>					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$		0.51			[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$		35.17			[m2]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$		56.81			[m2]
Área de humedal (Ah)		56.81			[m2]
Longitud de humedal (Lh)		12.00			[m2]
Volumen de humedal (Vh)		48.00			[m3]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$		16.68			[días]

5.3.4 Diseño de sistema convencional – tanque séptico - humedal

El sistema de alcantarillado de Huayaquil trazada se muestra la siguiente Figura 53. La infraestructura empleada son tuberías de PVC de 160 mm de diámetro y 30 buzonetos de 1.00 metro de altura y 0.60 metros de diámetro. El sistema abastece un total de 38 viviendas.

Figura 53

Sistema de alcantarillado de Huayaquil



En las siguientes tablas se resumen el metrado de las tuberías y las buzonetos de la red convencional de Huayaquil.

Tabla 81

Buzonetos de la red de alcantarillado Huayaquil

Nombre	Diámetro	Altura	Coordenadas
Buzoneta 1	0.60 m	1.00 m	9418199.697 - 748909.540
Buzoneta 2	0.60 m	1.00 m	9418197.564 - 748866.753
Buzoneta 3	0.60 m	1.00 m	9418196.391 - 748843.222
Buzoneta 4	0.60 m	1.00 m	9418171.858 - 748820.680
Buzoneta 5	0.60 m	1.00 m	9418125.777 - 748758.643
Buzoneta 6	0.60 m	1.00 m	9418118.329 - 748743.495
Buzoneta 7	0.60 m	1.00 m	9418112.115 - 748704.496
Buzoneta 8	0.60 m	1.00 m	9418107.299 - 748680.280
Buzoneta 9	0.60 m	1.00 m	9418103.960 - 748665.353
Buzoneta 10	0.60 m	1.00 m	9418064.825 - 748647.966
Buzoneta 11	0.60 m	1.00 m	9418011.319 - 748626.088

Nombre	Diámetro	Altura	Coordenadas
Buzoneta 12	0.60 m	1.00 m	9417946.509 - 748605.934
Buzoneta 13	0.60 m	1.00 m	9417945.138 - 748600.628
Buzoneta 14	0.60 m	1.00 m	9417873.600 - 748570.078
Buzoneta 15	0.60 m	1.00 m	9418174.905 - 748730.314
Buzoneta 16	0.60 m	1.00 m	9418189.210 - 748699.208
Buzoneta 17	0.60 m	1.00 m	9418187.764 - 748670.205
Buzoneta 18	0.60 m	1.00 m	9418156.960 - 748671.741
Buzoneta 19	0.60 m	1.00 m	9418136.438 - 748679.877
Buzoneta 20	0.60 m	1.00 m	9418042.810 - 748736.112
Buzoneta 21	0.60 m	1.00 m	9418048.639 - 748716.312
Buzoneta 22	0.60 m	1.00 m	9418061.853 - 748671.427
Buzoneta 23	0.60 m	1.00 m	9417920.915 - 748657.885
Buzoneta 24	0.60 m	1.00 m	9417933.148 - 748629.175
Buzoneta 25	0.60 m	1.00 m	9417901.754 - 748612.723
Buzoneta 26	0.60 m	1.00 m	9417881.815 - 748605.005
Buzoneta 27	0.60 m	1.00 m	9417875.920 - 748579.941
Buzoneta 28	0.60 m	1.00 m	9418076.445 - 748642.717
Buzoneta 29	0.60 m	1.00 m	9418022.036 - 748620.502
Buzoneta 30	0.60 m	1.00 m	9417964.190 - 748604.572

Tabla 82

Metrado de tuberías de la red de alcantarillado de Huayaquil

Nombre	Diámetro	Longitud	Pendiente
Tub. 1	160 mm	43.495 m	17.55 %
Tub. 2	160 mm	23.763 m	13.15 %
Tub. 3	160 mm	33.329 m	2.69 %
Tub. 4	160 mm	77.382 m	5.17 %
Tub. 5	160 mm	16.925 m	7.32 %
Tub. 6	160 mm	39.580 m	6.72 %

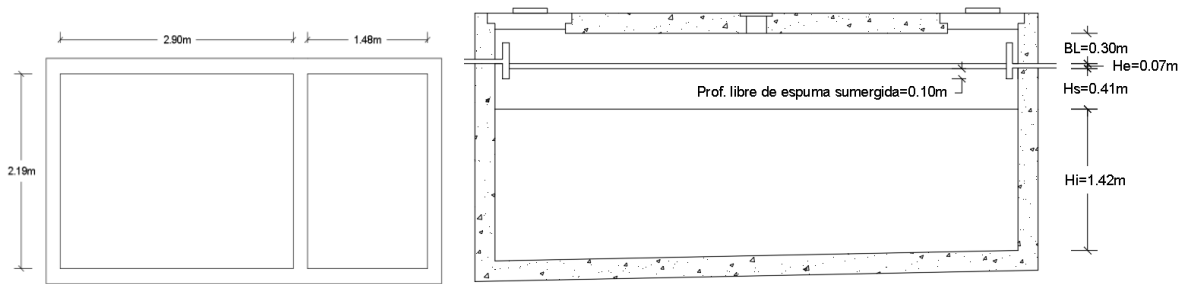
Nombre	Diámetro	Longitud	Pendiente
Tub. 7	160 mm	25.266 m	21.73 %
Tub. 8	160 mm	15.398 m	11.53 %
Tub. 9	160 mm	42.859 m	4.05 %
Tub. 10	160 mm	57.821 m	2.28 %
Tub. 11	160 mm	67.902 m	3.02 %
Tub. 12	160 mm	5.808 m	35.05 %
Tub. 13	160 mm	77.846 m	3.87 %
Tub. 14	160 mm	49.316 m	13.10 %
Tub. 15	160 mm	34.415 m	10.22 %
Tub. 16	160 mm	29.158 m	9.04 %
Tub. 17	160 mm	30.983 m	9.59 %
Tub. 18	160 mm	22.078 m	1.18 %
Tub. 19	160 mm	35.578 m	0.56 %
Tub. 20	160 mm	20.656 m	3.90 %
Tub. 21	160 mm	47.071 m	10.98 %
Tub. 22	160 mm	24.364 m	24.78 %
Tub. 23	160 mm	31.754 m	18.80 %
Tub. 24	160 mm	35.452 m	2.23 %
Tub. 25	160 mm	21.484 m	9.84 %
Tub. 26	160 mm	26.595 m	25.85 %
Tub. 27	160 mm	10.248 m	15.18 %
Tub. 28	160 mm	58.808 m	3.63 %
Tub. 29	160 mm	60.013 m	2.06 %
Tub. 30	160 mm	19.470 m	3.75 %

En ese orden de ideas, el diseño del tanque séptico para el tratamiento primario de las 38 viviendas de la localidad de Huayaquil se ha realizado en la siguiente Tabla 83, basándose en los criterios de diseño recomendados por la norma IS.020 Tanques Sépticos

Tabla 83*Diseño de tanque séptico de Huayaquil*

Dimensionamiento de tanque séptico - Huayaquil					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Huayaquil	59	303	5.14		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual:	195.15	[hab]	Dotación de agua (D):	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento (%):	0.00	[%]	Coeficiente de retorno (C):	80.0	[%]
Periodo de diseño (años):	10.00	[años]	Período de limpieza (N):	1.0	[años]
Población de diseño (P):	195.15	[hab]	Contribución unitaria de aguas residuales (q):	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
Tiempo de retención (PR): $1.5 - 0.3 \log(P.q)$	0.25	[días]	Profundidad máxima de espuma sumergida (He): $0.7/A$	0.07	[m]
V. de sedimentación (Vs): $10^{-3}(P.q.PR)$	3.90	[m ³]	Profundidad libre de lodo (Ho): $0.82-0.26A \geq 0.30$	0.30	[m]
V. de digestión y almacenamiento de lodos (Vd): $10^{-3}(ta.P.N.)$	13.66	[m ³]	Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos (Hd): Vd/A	1.42	[m]
Volumen de natas (Vn):	0.70	[m ³]	Prof. de sedimentación (Hs): Vs/A	0.41	[m]
Volumen útil (Vut): $Vs+Vd+Vn$	18.26	[m ³]	Prof. de espacio libre mínimo: $0.1+Ho$	0.40	[m]
Altura efectiva asumida (He):	1.90	[m]	Prof. de espacio libre (Hi): máx. entre $0.1+Ho$ o Hs	0.41	[m]
Área superficial (A): Vut/He	9.61	[m ²]	Profundidad total (Ht): $He+0.30$ m	2.20	[m]
Ancho (B): $(A/2)^{0.5}$	2.20	[m]	Largo (L): $2B$	4.40	[m]

El tanque séptico constará de dos compartimentos para mayor eficiencia en la remoción de los sólidos. El primer compartimento será $2/3$ L y, el segundo, $1/3$ L. En la Figura 54 se ha representado las dimensiones del tanque séptico, calculadas en la Tabla 80.

Figura 54*Tanque séptico de Huayaquil*

En la siguiente Tabla 84 se ha calculado el caudal de diseño de alcantarillado, para su posterior verificación del funcionamiento hidráulico de la red de alcantarillado.

Tabla 84*Caudal de diseño para red de alcantarillado Huayaquil*

Datos de dimensionamiento					
Densidad poblacional	5.14	hab/viv	Dotación de agua (D)	100	lts/hab/día
Viviendas	38	viv	Coefficiente de retorno (C)	80	%
Población de diseño (P)	196	hab	Caudal de infiltración (qi)	0.5	l/s/km
Longitud de tubería (L)	1084.8	m	Buzones (B)	30	und
Cálculo de caudal de diseño					
Caudal máximo horario (Qmh): $k_2(P.D)$	0.454			l/s	
Caudal de alcantarillado (Qalc): $C \times Qmh$	0.363			l/s	
Caudal de infiltración por tubería (Qi): $q_i \times L$	0.542			l/s	
Caudal de infiltración por buzones (Qb): $50 \times B/86400$	0.017			l/s	
Caudal de diseño: $Qalc+Q_i+Q_b$	0.923 < 1.5		∴ Considerar 1.5		l/s

En la siguiente Tabla 85 se verifica el cumplimiento de los requisitos de velocidad máxima, mínima tensión tractiva media para la autolimpieza y la altura de la lámina de agua para el tubo parcialmente lleno; definidos por la norma OS. 070 Redes de Aguas Residuales.

Tabla 85*Diseño de red de alcantarillado Huayaquil*

TRAMO		COTA A FONDO DE TUBO		LONGITUD	PENDIENTE	CAUDAL DE DISEÑO	D (mm)	Tubo lleno			Relaciones hidráulicas				Tubo parcialmente lleno		
		INICIO	FINAL					Q (l/s)	V (m/s)	T (kg/m ²)	q/Q	v/V	t/T	d/D	v (m/s)	t (m/s)	d (mm)
1	2	1056.039	1048.519	43.495	17.55	1.50	160	75.78	3.77	178.31	0.0198	0.420	0.273	0.108	1.58	48.59	17.23
2	3	1048.519	1045.422	23.763	13.15	1.50	160	65.60	3.26	133.60	0.0229	0.439	0.291	0.115	1.43	38.89	18.48
3	4	1045.422	1044.526	33.329	2.69	1.50	160	29.67	1.48	27.33	0.0506	0.559	0.417	0.170	0.82	11.41	27.26
4	5	1044.526	1040.531	77.382	5.17	1.50	160	41.13	2.05	52.53	0.0365	0.506	0.360	0.145	1.04	18.91	23.20
5	6	1040.531	1039.296	16.925	7.32	1.50	160	48.94	2.43	74.37	0.0306	0.480	0.333	0.133	1.17	24.74	21.31
6	7	1039.296	1036.637	39.58	6.72	1.50	160	46.89	2.33	68.28	0.0320	0.486	0.339	0.136	1.13	23.16	21.76
7	8	1036.637	1031.278	25.266	21.73	1.50	160	84.33	4.19	220.78	0.0178	0.407	0.260	0.102	1.71	57.30	16.36
8	9	1031.278	1029.515	15.398	11.53	1.50	160	61.42	3.06	117.14	0.0244	0.448	0.300	0.119	1.37	35.14	19.07
9	10	1029.515	1027.779	42.859	4.05	1.50	160	36.40	1.81	41.15	0.0412	0.525	0.381	0.154	0.95	15.66	24.64
10	11	1027.779	1026.46	57.821	2.28	1.50	160	27.31	1.36	23.16	0.0549	0.573	0.433	0.178	0.78	10.04	28.40
11	12	1026.46	1024.403	67.902	3.02	1.50	160	31.44	1.56	30.68	0.0477	0.549	0.407	0.166	0.86	12.48	26.49
12	13	1024.403	1022.487	5.808	35.05	1.50	160	107.10	5.33	356.11	0.0140	0.378	0.233	0.091	2.01	82.83	14.58
13	14	1022.487	1019.478	77.846	3.87	1.50	160	35.59	1.77	39.32	0.0422	0.529	0.385	0.156	0.94	15.12	24.92
14	14.1	1019.478	1013.3	49.316	13.10	1.50	160	65.47	3.26	133.10	0.0229	0.440	0.291	0.116	1.43	38.78	18.49
15	16	1039.06	1035.559	34.415	10.22	1.50	160	57.83	2.88	103.84	0.0259	0.456	0.308	0.123	1.31	32.02	19.64

16	17	1035.559	1032.934	29.158	9.04	1.50	160	54.39	2.71	91.85	0.0276	0.465	0.317	0.126	1.26	29.12	20.24
17	18	1032.934	1029.976	30.983	9.59	1.50	160	56.02	2.79	97.43	0.0268	0.461	0.313	0.125	1.28	30.48	19.95
18	19	1029.976	1029.714	22.078	1.18	1.50	160	19.65	0.98	11.99	0.0763	0.632	0.502	0.209	0.62	6.02	33.49
19	9	1029.714	1029.515	35.578	0.56	1.50	160	13.54	0.67	5.69	0.1108	0.705	0.592	0.253	0.47	3.37	40.45
20	21	1039.58	1038.775	20.656	3.90	1.50	160	35.72	1.78	39.62	0.0420	0.528	0.384	0.155	0.94	15.21	24.87
21	22	1038.775	1033.638	47.071	10.98	1.50	160	59.94	2.98	111.56	0.0250	0.451	0.303	0.121	1.35	33.84	19.30
22	10	1033.638	1027.779	24.364	24.78	1.50	160	90.05	4.48	251.76	0.0167	0.399	0.252	0.099	1.79	63.41	15.85
23	24	1036.429	1030.561	31.754	18.8	1.50	160	78.43	3.90	191.01	0.0191	0.416	0.268	0.11	1.62	51.24	16.94
24	25	1030.561	1029.771	35.452	2.23	1.50	160	27.01	1.34	22.66	0.0555	0.575	0.436	0.18	0.77	9.87	28.56
25	26	1029.771	1027.671	21.484	9.84	1.50	160	56.74	2.82	99.97	0.0264	0.459	0.311	0.12	1.30	31.10	19.82
26	27	1027.671	1021.016	26.595	25.85	1.50	160	91.97	4.57	262.64	0.0163	0.396	0.249	0.10	1.81	65.51	15.69
27	14	1021.016	1019.478	10.248	15.18	1.50	160	70.48	3.51	154.23	0.0213	0.430	0.282	0.11	1.51	43.45	17.84
28	29	1026.589	1024.457	58.808	3.63	1.50	160	34.47	1.71	36.88	0.0435	0.534	0.390	0.16	0.92	14.39	25.31
29	30	1024.457	1023.221	60.013	2.06	1.50	160	25.96	1.29	20.93	0.0578	0.581	0.443	0.18	0.75	9.28	29.13
30	13	1023.221	1022.487	19.47	3.75	1.50	160	35.03	1.74	38.10	0.0428	0.531	0.387	0.16	0.93	14.76	25.11

En todos los tramos se cumple con la tensión tractiva mínima de $\sigma = 1 Pa$, así como la relación $d/D < 0.75$.

Por último, se realiza diseño del humedal artificial para la localidad de Huayaquil, resumido en la siguiente Tabla 86.

Tabla 86*Diseño de humedal colectivo de Huayaquil*

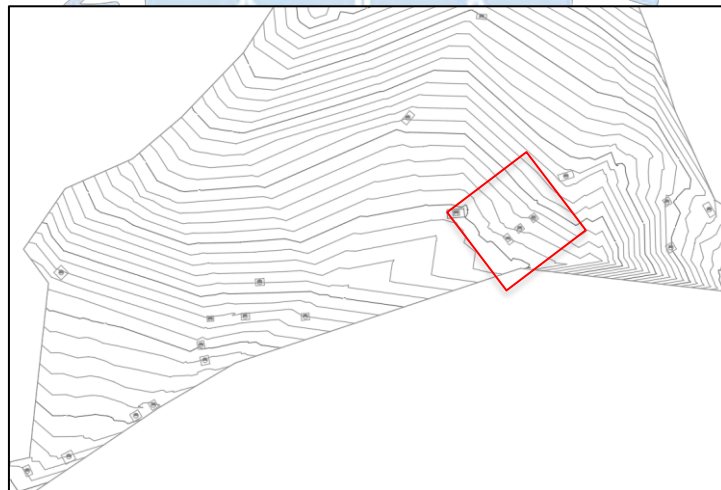
Diseño de Humedal - Huayaquil					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Huayaquil	38	5.14	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q): 38x5.14x100x0.80/86400	0.181	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m2/día]
Caudal Descargado (Q): Qx86.4	15.63	[m3/día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375	[gr/m3]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica: Q x Co	5859.60	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m3]	Ancho de humedal:	10	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$		0.51			[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$		190.91			[m2]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$		308.40			[m2]
Área de humedal (Ah): máx. entre As y Aco		308.40			[m2]
Longitud de humedal (Lh)		31.00			[m2]
Volumen de humedal (Vh)		248.00			[m3]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$		15.87			[días]

5.4 Sistema de alcantarillado Morroponcito y anexos

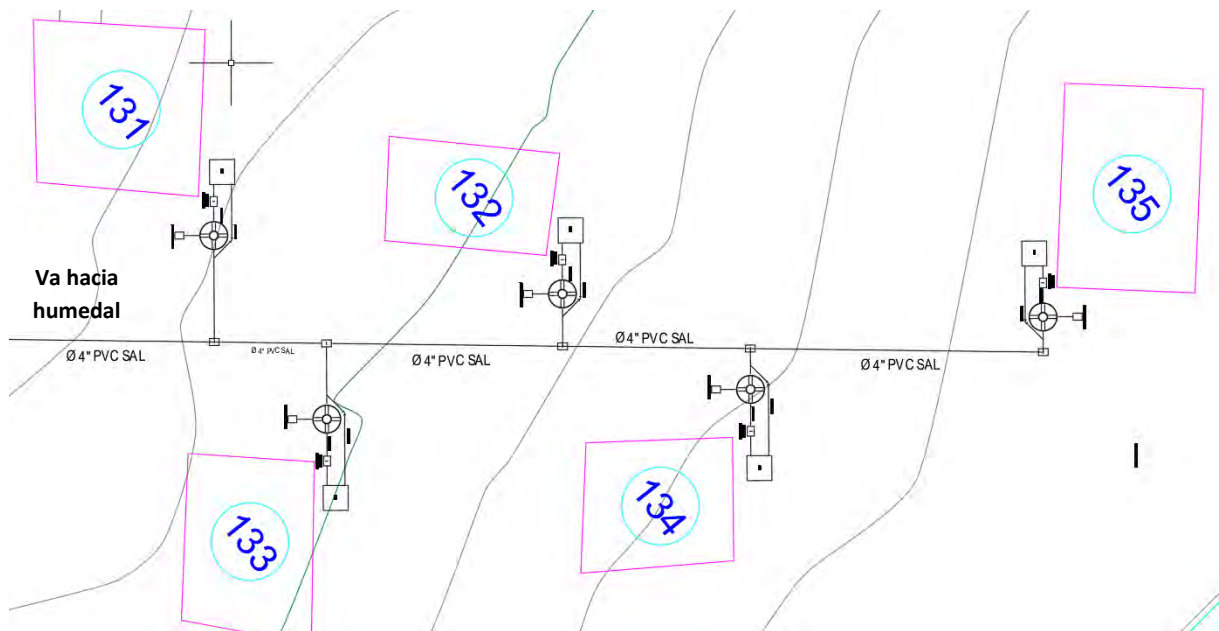
En el caserío Morroponcito, la mayoría de las viviendas están agrupadas, por lo que se ha planteado la recolección de aguas mediante un sistema convencional. El sistema dispone estas aguas hacia un tanque séptico para el tratamiento primario, cuyo efluente se dispondrá hacia un humedal artificial para su tratamiento complementario.

Figura 55*Distribución de viviendas en Morroponcito*

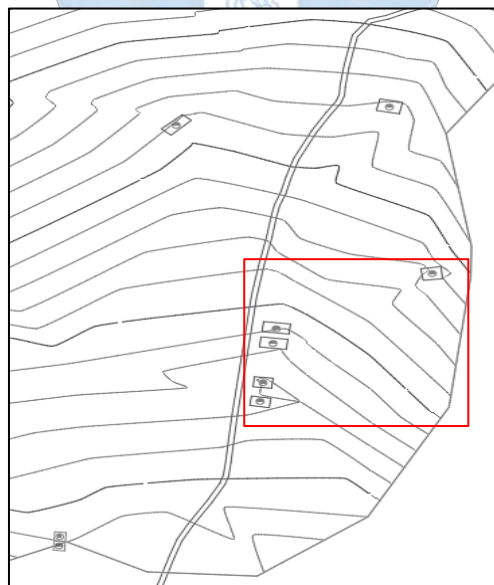
En cambio, en el anexo Las Nonas, las viviendas están dispersas, por lo que contarán con el sistema familiar –tanque séptico mejorado– humedal. Hay viviendas que están agrupadas de dos y de tres, para las cuales se aplicará el sistema multifamiliar.

Figura 56*Distribución de viviendas en Anexo Las Nonas*

Las viviendas del anexo Los Cocos están agrupadas. Por lo tanto, se ha definido un sistema multifamiliar –tanque séptico mejorado– humedal, que recoge las aguas residuales de cinco viviendas (Figura 57)

Figura 57*Distribución de viviendas en anexo Los Cocos*

Sin embargo, las viviendas de los anexos Vista Hermosa y Michino están demasiado dispersas. En este caso, solo se aplicarán sistemas familiares o multifamiliares de dos viviendas.

Figura 58*Distribución de viviendas en anexo Michino*

5.4.1 Diseño de sistema familiar UBS- tanque séptico mejorado – humedal

Primero, se calculará el volumen de biodigestor por vivienda requerido para Morroponcito y Las Nonas, y los anexos Los Cocos, Michino y Vista Hermosa.

Tabla 87*Diseño de biodigestor unifamiliar en Morroponcito y anexos*

Dimensionamiento de biodigestor – Morroponcito y Las Nonas					
Población actual					
Caserío	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Morroponcito y Las Nonas	67	342	5.10		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	5.10	[hab/viv]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coefficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Período de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	5.10	[hab/viv]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): D*C	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
PR: $1.5 - 0.3 \log(P.q)$		0.7 > 0.25		OK	[días]
Vs: $10^{-3}(P.q.PR)$		292.67			[lts]
Vd: $10^{-3}(ta.P.N)$		357.31			[lts]
Vut: Vs+Vd		649.98			[lts]
Nota: Se utiliza biodigestor de 700 litros por ser un volumen comercial					

Para los anexos Los Cocos, Michino y Vista Hermosa, la densidad poblacional es similar a Morroponcito; en consecuencia, se utilizará un biodigestor de 700 litros. Por consiguiente, en la

Tabla 88 se ha realizado el dimensionamiento humedal artificial, requerido para el tratamiento de una vivienda en Morroponcitos y anexos.

Tabla 88*Diseño de humedal unifamiliar en Morroponcito y anexos*

Diseño de Humedal – Morroponcito y anexos					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Morroponcito	1	5.11	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.005	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m ² /día]

Caudal Descargado (Q):	0.41	[m ³ /día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	40.88	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	2.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$			0.51		[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$			4.99		[m ²]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$			8.07		[m ²]
Área de humedal (Ah)			8.07		[m ²]
Longitud de humedal (Lh)			5.00		[m ²]
Volumen de humedal (Vh)			8.00		[m ³]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$			19.57		[días]

Para los anexos Los Cocos, Michino y Vista Hermosa, la densidad poblacional es similar a Morroponcito, por lo que se construirá un humedal de 1.2 m de ancho, 2 m de longitud y 0.80 m de profundidad.

5.4.2 Diseño de sistema multifamiliar para dos viviendas

En la Tabla 89 se resume el cálculo del volumen del biodigestor requerido para dos viviendas.

Tabla 89

Diseño de biodigestor para dos viviendas en Morroponcitos

Dimensionamiento de biodigestor – Morroponcitos y Las Nonas (2 viviendas)					
Población actual					
Caseo	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Morroponcito y Las Nonas	67	342	5.10		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	10.21	[hab]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coeficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Período de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	10.21	[hab]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): $D*C$	80.0	[lts/hab/día]

Dimensionamiento del tanque séptico			
PR: $1.5 - 0.3 \log(P.q)$	$0.6 > 0.25$	OK	[días]
Vs: $10^{-3}(P.q.PR)$	511.57		[lts]
Vd: $10^{-3}(ta.P.N.)$	714.63		[lts]
Vut: Vs+Vd	1226.20		[lts]
Nota: Se utiliza biodigestor de 1300 litros por ser un volumen comercial			

Para los anexos Los Cocos, Michino y Vista Hermosa, la densidad poblacional es similar a Morroponcito, se utilizará un biodigestor de 1300 litros. Ahora bien, en la siguiente Tabla 90 se realizó el dimensionamiento del humedal requerido para el tratamiento de dos viviendas.

Tabla 90

Diseño de humedal colectivo para dos viviendas en Morroponcito

Diseño de Humedal – Morroponcito y anexos					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Morroponcito	2	5.11	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.005	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m ² /día]
Caudal Descargado (Q):	0.82	[m ³ /día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	306.60	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	3.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$			0.51	[1/día]	
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$			9.99	[m ²]	
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$			16.14	[m ²]	
Área de humedal (Ah)			16.14	[m ²]	
Longitud de humedal (Lh)			6.00	[m ²]	
Volumen de humedal (Vh)			14.40	[m ³]	
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$			17.61	[días]	

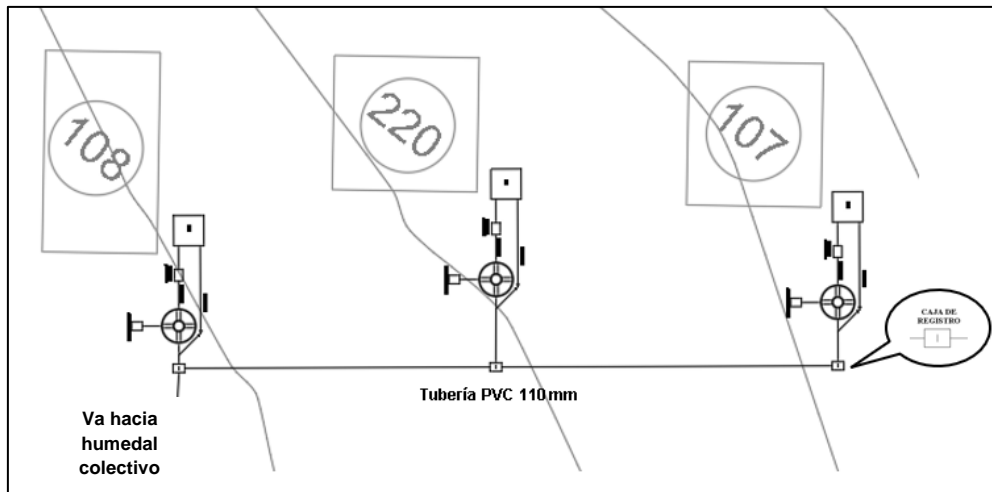
La densidad poblacional de los anexos Los Cocos, Michino y Vista Hermosa es similar, por lo que se construirá un humedal de 3 metros de ancho, 6 metros de longitud y 0.80 metros de profundidad.

5.4.3 Diseño de sistema multifamiliar para tres viviendas

El sistema de alcantarillado multifamiliar para tres viviendas en el anexo Las Nonas se muestra en la Figura 59 y el diseño del humedal se resume en la Tabla 91.

Figura 59

Sistema de alcantarillado multifamiliar para 3 viviendas en Anexo Las Nonas

**Tabla 91**

Diseño de humedal para 3 viviendas en Morroponcito y anexos

Diseño de Humedal – Morroponcito y anexos					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (Its/hab/viv)		
Morroponcito y anexos	3	5.11	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.014	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m ² /día]
Caudal Descargado (Q):	1.23	[m ³ /día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	459.90	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	4.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$		0.51	[1/día]		
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$		14.98	[m ²]		
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$		24.21	[m ²]		
Área de humedal (Ah)		24.21	[m ²]		
Longitud de humedal (Lh)		7.00	[m ²]		
Volumen de humedal (Vh)		22.40	[m ³]		

Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$	18.26	[días]
---------------------------------	-------	--------

5.4.4 Diseño de sistema multifamiliar para cinco viviendas

El sistema de alcantarillado multifamiliar para cinco viviendas en el anexo Los Cocos se muestra en la Figura 60 y el diseño del humedal se resume en la Tabla 92.

Figura 60

Sistema de alcantarillado para cinco viviendas en Anexo Los Cocos

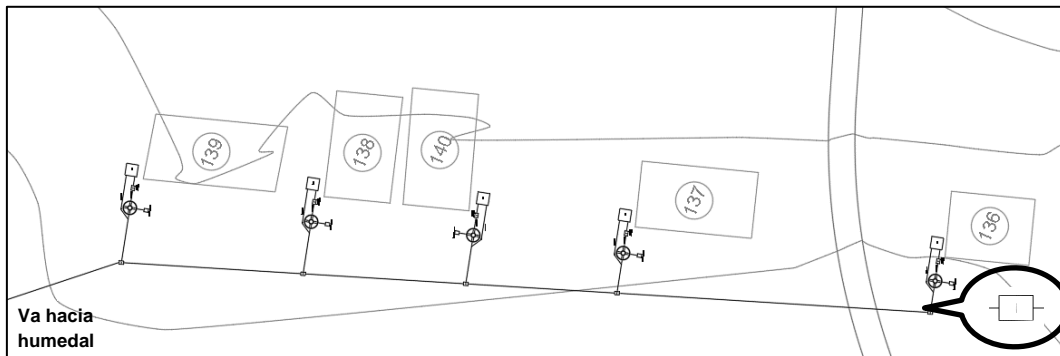


Tabla 92

Diseño de humedal para cinco viviendas en Anexo Los Cocos

Diseño de Humedal – Anexo Los Cocos					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas		Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)	
Anexo Los Cocos	5		5.15	100.00	
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.024	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m2/día]
Caudal Descargado (Q):	2.05	[m3/día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m3]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	772.50	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m3]	Ancho de humedal:	4.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$			0.51	[1/día]	
Área de sedimentación:		$As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$	25.17	[m2]	
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$			40.66	[m2]	
Área de humedal (Ah)			40.66	[m2]	

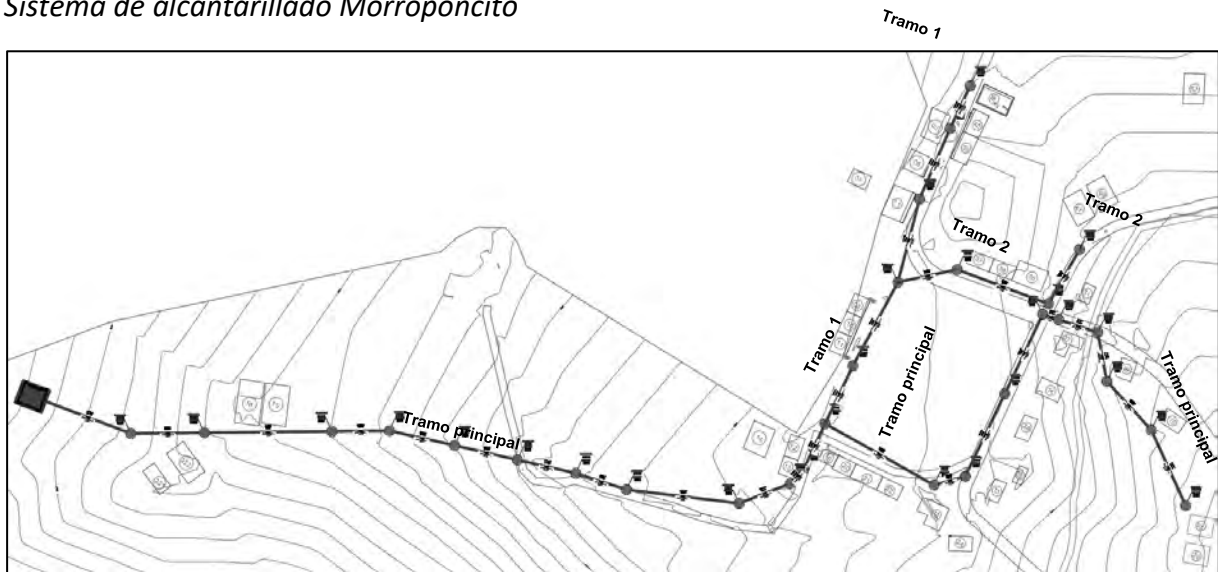
Longitud de humedal (Lh)	11.00	[m ²]
Volumen de humedal (Vh)	35.20	[m ³]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$	17.09	[días]

5.4.5 Diseño de sistema convencional - tanque séptico – humedal

La red de alcantarillado de Huayaquil se muestra en la Figura 61. La infraestructura empleada son tuberías de PVC de 160 mm de diámetro y 29 buzonetos de 1.00 m de altura y 0.60 m de diámetro. El sistema abastece un total de 34 viviendas.

Figura 61

Sistema de alcantarillado Morroponcito



En las siguientes tablas se resumen el metrado de las tuberías y las buzonetos de la red de Morroponcito.

Tabla 93

Buzonetos de la red de alcantarillado de Morroponcito

Cuadro de buzonetos			
Nombre	Diámetro	Altura (m)	Coordenadas
Buzoneta 1	0.60 m	0.80 m	9418193.440 - 748299.791
Buzoneta 2	0.60 m	0.80 m	9418210.442 - 748270.830
Buzoneta 3	0.60 m	0.80 m	9418216.204 - 748244.777
Buzoneta 4	0.60 m	0.80 m	9418230.260 - 748230.380
Buzoneta 5	0.60 m	0.80 m	9418225.399 - 748214.493
Buzoneta 6	0.60 m	0.80 m	9418223.407 - 748207.980
Buzoneta 7	0.60 m	0.80 m	9418188.368 - 748213.896

Cuadro de buzones			
Nombre	Diámetro	Altura (m)	Coordenadas
Buzoneta 8	0.60 m	0.80 m	9418151.837 - 748220.063
Buzoneta 9	0.60 m	0.80 m	9418141.646 - 748211.741
Buzoneta 10	0.60 m	1.00 m	9418136.566 - 748161.401
Buzoneta 11	0.60 m	0.80 m	9418116.586 - 748164.917
Buzoneta 12	0.60 m	0.80 m	9418108.615 - 748163.856
Buzoneta 13	0.60 m	0.80 m	9418090.146 - 748151.501
Buzoneta 14	0.60 m	0.80 m	9418068.455 - 748111.051
Buzoneta 15	0.60 m	0.80 m	9418062.106 - 748090.426
Buzoneta 16	0.60 m	0.80 m	9418052.914 - 748068.006
Buzoneta 17	0.60 m	0.80 m	9418043.032 - 748043.900
Buzoneta 18	0.60 m	0.80 m	9418032.776 - 748018.884
Buzoneta 19	0.60 m	0.80 m	9418019.190 - 748000.016
Buzoneta 20	0.60 m	0.80 m	9417989.021 - 747958.118
Buzoneta 21	0.60 m	0.80 m	9417971.627 - 747933.961
Buzoneta 22	0.60 m	0.80 m	9418282.186 - 748130.766
Buzoneta 23	0.60 m	0.80 m	9418263.382 - 748134.024
Buzoneta 24	0.60 m	1.00 m	9418232.853 - 748140.358
Buzoneta 25	0.60 m	0.80 m	9418200.316 - 748152.570
Buzoneta 26	0.60 m	0.80 m	9418162.166 - 748157.141
Buzoneta 27	0.60 m	0.80 m	9418253.460 - 748205.035
Buzoneta 28	0.60 m	0.80 m	9418228.258 - 748207.412
Buzoneta 29	0.60 m	0.80 m	9418218.272 - 748169.249

Tabla 94*Metrado de tuberías de la red de alcantarillado Morroponcito*

Cuadro de tuberías			
Nombre	Diámetro	Longitud (m)	Pendiente
Tub. 1	160 mm	33.742	9.76 %
Tub. 2	160 mm	26.738	6.47 %
Tub. 3	160 mm	20.340	14.79 %
Tub. 4	160 mm	17.096	24.26 %

Cuadro de tuberías			
Nombre	Diámetro	Longitud (m)	Pendiente
Tub. 5	160 mm	6.830	7.63 %
Tub. 6	160 mm	35.581	5.13 %
Tub. 7	160 mm	37.060	2.57 %
Tub. 8	160 mm	13.211	9.05 %
Tub. 9	160 mm	50.660	5.09 %
Tub. 10	160 mm	20.313	5.10 %
Tub. 11	160 mm	8.047	3.73 %
Tub. 12	160 mm	22.247	4.86 %
Tub. 13	160 mm	45.929	3.60 %
Tub. 14	160 mm	21.658	8.50 %
Tub. 15	160 mm	24.491	14.69 %
Tub. 16	160 mm	26.334	14.75 %
Tub. 17	160 mm	27.320	14.50 %
Tub. 18	160 mm	23.363	9.86 %
Tub. 19	160 mm	51.796	8.03 %
Tub. 20	160 mm	30.208	17.27 %
Tub. 21	160 mm	37.459	14.64 %
Tub. 22	160 mm	19.084	0.37 %
Tub. 23	160 mm	31.181	0.61 %
Tub. 24	160 mm	34.754	0.41 %
Tub. 25	160 mm	38.432	2.12 %
Tub. 26	160 mm	25.981	4.71 %
Tub. 27	160 mm	25.322	2.52 %
Tub. 28	160 mm	39.606	8.97 %
Tub. 29	160 mm	24.534	4.63 %

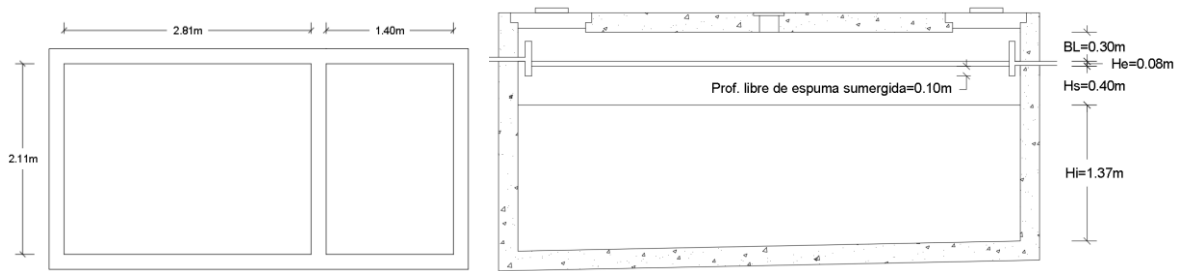
El diseño del tanque séptico para el tratamiento primario de las 38 viviendas de la localidad de Huayaquil se ha realizado en la siguiente

Tabla 95, basándose en los criterios de diseño recomendados por la norma IS.020 Tanques Sépticos.

Tabla 95*Diseño de tanque séptico de Morroponcito*

Dimensionamiento de biodigestor - Morroponcito					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Morroponcito	67	342	5.10		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual:	173.55	[hab]	Dotación de agua (D):	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento (%):	0.00	[%]	Coeficiente de retorno (C):	80.0	[%]
Periodo de diseño (años):	10.00	[años]	Período de limpieza (N):	1.0	[años]
Población de diseño (P):	173.55	[hab]	Contribución unitaria de aguas residuales (q):	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
Tiempo de retención (PR): $1.5 - 0.3 \log(P.q)$	0.26	[días]	Profundidad máxima de espuma sumergida (He): $0.7/A$	0.08	[m]
V. de sedimentación (Vs): $10^{-3}(P.q.PR)$	3.57	[m ³]	Profundidad libre de lodo (Ho): $0.82-0.26A \geq 0.30$	0.30	[m]
V. de digestión y almacenamiento de lodos (Vd): $10^{-3}(ta.P.N.)$	12.15	[m ³]	Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos (Hd): Vd/A	1.37	[m]
Volumen de natas (Vn):	0.70	[m ³]	Prof. de sedimentación (Hs): Vs/A	0.40	[m]
Volumen útil (Vut): $Vs+Vd+Vn$	16.42	[m ³]	Prof. de espacio libre mínimo: $0.1+Ho$	0.40	[m]
Altura efectiva asumida (He):	1.85	[m]	Prof. de espacio libre (Hi): máx. entre $0.1+Ho$ o Hs	0.40	[m]
Ancho (B): $(A/2)^{0.5}$	2.11	[m]	Largo (L): $2B$	4.22	[m]

El tanque séptico constará de dos compartimentos para mayor eficiencia en la remoción de los sólidos. El primer compartimento será 2/3 L y, el segundo, 1/3 L. En la Figura 62 se ha representado las dimensiones del tanque séptico, calculadas en la Tabla 95.

Figura 62*Tanque séptico de Morroponcito*

En la siguiente Tabla 96 se ha realizado el cálculo del caudal de diseño de alcantarillado, para su posterior verificación del funcionamiento hidráulico de la red convencional.

Tabla 96*Caudales de diseño para red de alcantarillado Morroponcito*

Datos de dimensionamiento				
Densidad poblacional	5.10	hab/viv	Dotación de agua (D)	100 lts/hab/día
Viviendas	34	viv	Coefficiente de retorno (C)	80 %
Población de diseño (P)	174	hab	Caudal de infiltración (qi)	0.5 l/s/km
Longitud de tubería (L)	819.32	m	Buzones (B)	29 und
Cálculo de caudal de diseño				
Caudal máximo horario (Qmh): $k_2(P.D.)$	0.403		l/s	
Caudal de alcantarillado (Qalc): $C \times Qmh$	0.322		l/s	
Caudal de infiltración por tubería (Qi): $q_i \times L$	0.410		l/s	
Caudal de infiltración por buzones (Qb): $50 \times B/86400$	0.017		l/s	
Caudal de diseño: $Qalc+Qi+Qb$	0.749 < 1.5		∴ Considerar 1.5 l/s	

En la Tabla 97 se verifica el cumplimiento de los requisitos de velocidad máxima, mínima tensión tractiva media para la autolimpieza y la altura de la lámina de agua para el tubo parcialmente lleno; definidos por la norma OS. 070 Redes de Aguas Residuales.

Tabla 97*Diseño de red de alcantarillado Morroponcito*

TRAMO		COTA A FONDO DE TUBO		LONGITUD	PENDIENTE	CAUDAL DE DISEÑO	D (mm)	Tubo lleno			Relaciones hidráulicas				Tubo parcialmente lleno		
		INICIO	FINAL					Q (l/s)	V (m/s)	T (kg/m ²)	q/Q	v/V	t/T	d/D	v (m/s)	t (m/s)	d (mm)
1	2	999.831	996.552	33.742	9.76	1.50	160	56.51	2.81	99.16	0.0265	0.460	0.312	0.124	1.29	30.90	19.86
2	3	996.552	994.824	26.738	6.47	1.50	160	46.01	2.29	65.74	0.0326	0.489	0.342	0.137	1.12	22.49	21.96
3	4	994.824	991.848	20.34	14.79	1.50	160	69.57	3.46	150.27	0.0216	0.431	0.283	0.112	1.49	42.59	17.96
4	5	991.848	987.818	17.096	24.26	1.50	160	89.10	4.43	246.48	0.0168	0.400	0.253	0.100	1.77	62.38	15.93
5	6	987.818	987.298	6.83	7.63	1.50	160	49.97	2.49	77.52	0.0300	0.477	0.330	0.132	1.19	25.55	21.09
6	7	987.298	985.476	35.581	5.13	1.50	160	40.97	2.04	52.12	0.0366	0.507	0.361	0.145	1.03	18.80	23.25
7	8	985.476	984.524	37.06	2.57	1.50	160	29.00	1.44	26.11	0.0517	0.562	0.422	0.172	0.81	11.01	27.57
8	9	984.524	983.333	13.211	9.05	1.50	160	54.42	2.71	91.95	0.0276	0.465	0.317	0.126	1.26	29.15	20.23
9	10	983.333	980.76	50.66	5.09	1.50	160	40.81	2.03	51.71	0.0368	0.507	0.361	0.146	1.03	18.69	23.29
10	11	980.76	979.721	20.313	5.10	1.50	160	40.85	2.03	51.82	0.0367	0.507	0.361	0.145	1.03	18.72	23.28
11	12	979.721	979.426	8.047	3.73	1.50	160	34.94	1.74	37.90	0.0429	0.532	0.388	0.157	0.92	14.69	25.14
12	13	979.426	978.345	22.247	4.86	1.50	160	39.88	1.98	49.38	0.0376	0.511	0.365	0.147	1.01	18.03	23.56
13	14	978.345	976.693	45.929	3.60	1.50	160	34.32	1.71	36.58	0.0437	0.535	0.391	0.159	0.91	14.30	25.36
14	15	976.693	1013.3	21.658	8.50	1.50	160	52.74	2.62	86.36	0.0284	0.469	0.322	0.128	1.23	27.77	20.54
15	16	974.859	971.297	24.491	14.69	1.50	160	69.33	3.45	149.25	0.0216	0.432	0.284	0.112	1.49	42.36	17.99

16	17	971.297	967.455	26.334	14.75	1.50	160	69.47	3.46	149.86	0.0216	0.432	0.284	0.112	1.49	42.50	17.97
17	18	967.455	963.535	27.32	14.50	1.50	160	68.88	3.43	147.32	0.0218	0.433	0.285	0.113	1.48	41.94	18.04
18	19	963.535	961.242	23.363	9.86	1.50	160	56.80	2.83	100.18	0.0264	0.459	0.311	0.124	1.30	31.14	19.81
19	20	961.242	1029.515	51.796	8.03	1.50	160	51.26	2.55	81.58	0.0293	0.473	0.326	0.130	1.21	26.58	20.83
20	21	957.095	951.955	30.208	17.27	1.50	160	75.17	3.74	175.46	0.0200	0.421	0.274	0.108	1.58	48.00	17.30
21	Humedal	951.955	946.53	37.459	14.64	1.50	160	69.21	3.44	148.74	0.0217	0.432	0.284	0.113	1.49	42.25	18.00
22	23	983.2	1027.779	19.084	0.37	1.50	160	11.00	0.55	3.76	0.1363	0.749	0.648	0.281	0.41	2.44	45.00
23	24	982.939	983.13	31.181	0.61	1.50	160	14.13	0.70	6.20	0.1062	0.696	0.581	0.25	0.49	3.60	39.58
24	25	983.13	982.793	34.754	0.41	1.50	160	11.58	0.58	4.17	0.1295	0.738	0.634	0.27	0.43	2.64	43.82
25	26	982.793	981.977	38.432	2.12	1.50	160	26.34	1.31	21.54	0.0570	0.579	0.440	0.18	0.76	9.49	28.92
26	10	981.977	980.76	25.981	4.71	1.50	160	39.26	1.95	47.85	0.0382	0.513	0.368	0.15	1.00	17.60	23.74
27	28	988.101	1019.478	25.322	2.52	1.50	160	28.72	1.43	25.60	0.0522	0.564	0.424	0.17	0.81	10.85	27.70
28	29	987.458	983.919	39.606	8.97	1.50	160	54.18	2.69	91.14	0.0277	0.466	0.318	0.13	1.25	28.95	20.28
29	25	983.919	982.793	24.534	4.63	1.50	160	38.92	1.94	47.04	0.0385	0.515	0.369	0.15	1.00	17.37	23.84

Por tal motivo, en todos los tramos se cumple con la tensión tractiva mínima de $\sigma = 1 Pa$, así como la relación $d/D < 0.75$.

Al final, se realiza diseño del humedal artificial para el caserío de Morroponcito, resumido en la Tabla 98.

Tabla 98*Diseño de humedal Morroponcito*

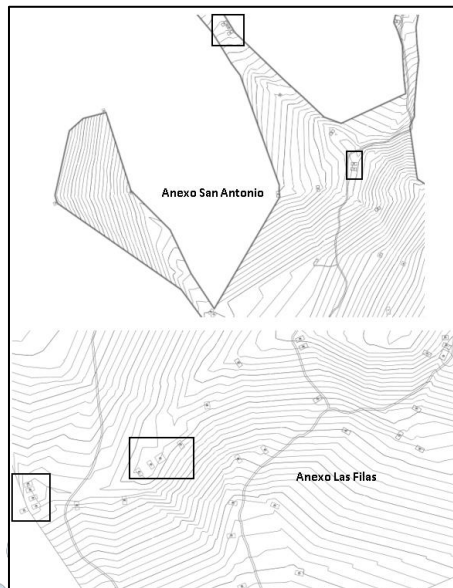
Diseño de Humedal – Morroponcito					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)		Dotación (lts/hab/viv)	
Huayaquil	34	5.11		100.00	
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q): $38 \times 5.14 \times 100 \times 0.80/86400$	0.161	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m ² /día]
Caudal Descargado (Q): $Q \times 86.4$	13.90	[m ³ /día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica: $Q \times Co$	5212.20	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce): según ECA para aguas de riego	15.00	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	10.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678 \times (1.06)^{(T-20)}$			0.51		[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q \times (\ln Co - \ln Ce) / (Kt \times y \times n)$			169.82		[m ²]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$			274.33		[m ²]
Área de humedal (Ah): máx. entre As y Aco			274.33		[m ²]
Longitud de humedal (Lh)			28		[m ²]
Volumen de humedal (Vh)			224.00		[m ³]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$			16.12		[días]

5.5 Sistema de alcantarillado Anexos Las Filas y San Antonio

Las viviendas están bastante dispersas de unas a otras, por lo que solo se aplicarán sistemas familiares –tanque séptico mejorado– humedal. Solo se ha encontrado viviendas agrupadas de dos o de cuatro personas, para las cuales se aplicarán sistemas multifamiliares.

Figura 63

Distribución de viviendas en Anexo Las Filas y San Antonio



5.5.1 Diseño de sistema familiar UBS- tanque séptico mejorado – humedal

En la Tabla 99 se resume el cálculo del volumen del biodigestor requerido para cada vivienda en Las Filas y San Antonio.

Tabla 99

Diseño de biodigestor unifamiliar Las Filas y San Antonio

Dimensionamiento de biodigestor – Las Filas y San Antonio					
Población actual					
Caserío	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Las Filas y San Antonio	62	314	5.06		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	5.06	[hab/viv]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coeficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Período de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	5.06	[hab/viv]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): D*C	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
PR: $1.5 - 0.3 \log(P.q)$		0.7 > 0.25 ----- OK			[días]
Vs: $10^{-3}(P.q.PR)$		290.79			[lts]

Vd: 10^{-3} (ta.P.N.)	354.52	[lts]
Vut: Vs+Vd	645.31	[lts]
Nota: Se utiliza biodigestor de 700 litros por ser un volumen comercial		

En la Tabla 100 se ha realizado el dimensionamiento humedal requerido para el tratamiento de una vivienda.

Tabla 100

Diseño de humedal unifamiliar en Las Filas y San Antonio

Diseño de Humedal - Las Filas y San Antonio					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Las Filas y San Antonio	1	5.06	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.005	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m2/día]
Caudal Descargado (Q):	0.40	[m3/día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m3]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	151.80	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m3]	Ancho de humedal:	2.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$			0.51	[1/día]	
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$			4.95	[m2]	
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$			7.99	[m2]	
Área de humedal (Ah)			7.99	[m2]	
Longitud de humedal (Lh)			4.00	[m2]	
Volumen de humedal (Vh)			6.40	[m3]	
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$			15.81	[días]	

5.5.2 Diseño de sistema multifamiliar de dos viviendas

En la siguiente Tabla 101, se resume el cálculo del volumen del biodigestor requerido para dos viviendas en Las Filas y San Antonio.

Tabla 101*Diseño de biodigestor para dos viviendas en Las Filas y San Antonio*

Dimensionamiento de biodigestor – Las Filas y San Antonio (2 viviendas)					
Población actual					
Caserío	Cantidad de viviendas	Población	Densidad Poblacional (hab/viv)		
Las Filas y San Antonio	62	314	5.06		
Datos básicos de dimensionamiento					
Población actual	10.13	[hab]	Dotación de agua (D)	100.0	[lts/hab/día]
Tasa de crecimiento	0.00	[%]	Coeficiente de retorno (C)	80.0	[%]
Periodo de diseño	10.00	[años]	Periodo de limpieza (N)	1.0	[años]
Población de diseño (P)	10.13	[hab]	Contribución unitaria de aguas residuales (q): D*C	80.0	[lts/hab/día]
Dimensionamiento del tanque séptico					
PR: $1.5 - 0.3 \log(P.q)$		0.6 > 0.25		OK	[días]
Vs: $10^{-3}(P.q.PR)$		508.40			[lts]
Vd: $10^{-3}(ta.P.N.)$		709.03			[lts]
Vut: Vs+Vd		1217.43			[lts]
Nota: Se utiliza biodigestor de 1300 litros por ser un volumen comercial					

Finalmente, en la Tabla 102 se ha realizado el dimensionamiento del humedal requerido para el tratamiento de dos viviendas.

Tabla 102*Diseño de humedal para dos viviendas en Las Filas y San Antonio*

Diseño de Humedal - Las Filas y San Antonio					
Información de diseño					
Caserío	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)		
Las Filas y San Antonio	2	5.06	100.00		
Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.009	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m2/día]
Caudal Descargado (Q):	0.81	[m3/día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m3]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]

Carga Orgánica:	303.60	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m3]	Ancho de humedal:	3.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$	0.51			[1/día]	
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*y*n)$	9.89			[m2]	
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$	15.98			[m2]	
Área de humedal (Ah)	15.98			[m2]	
Longitud de humedal (Lh)	6.00			[m2]	
Volumen de humedal (Vh)	14.40			[m3]	
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$	17.79			[días]	

5.5.3 Diseño de sistema multifamiliar para cuatro viviendas

El sistema de alcantarillado multifamiliar para cuatro viviendas en el anexo Las Filas y San Antonio se muestra en la Figura 64, y el diseño del humedal colectivo se resume en la Tabla 103.

Figura 64

Sistema de alcantarillado para cuatro viviendas en Las Filas y San Antonio

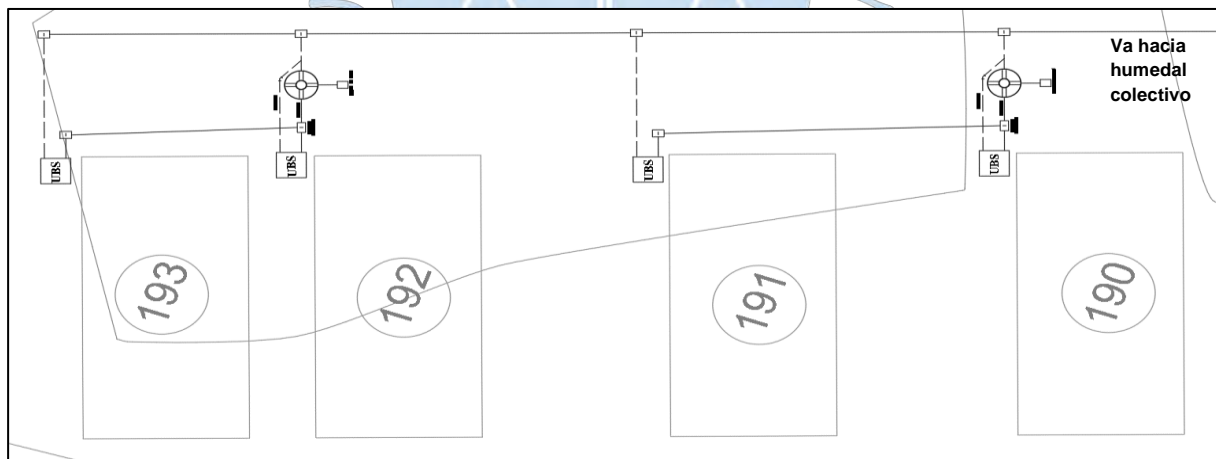
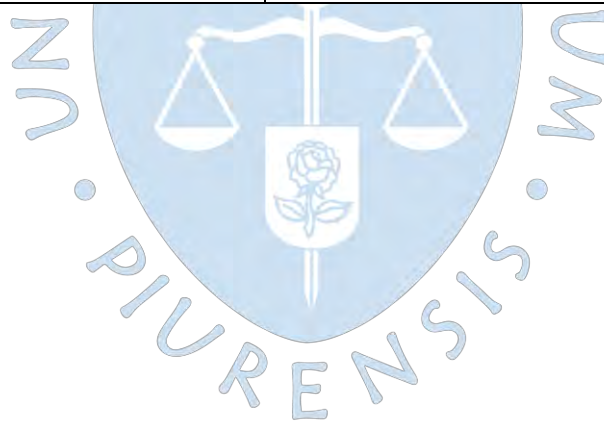


Tabla 103

Diseño de humedal para cuatro viviendas en Las Filas y San Antonio

Diseño de Humedal - Las Filas y San Antonio			
Información de diseño			
Caseo	Cantidad de viviendas	Densidad Poblacional (hab/viv)	Dotación (lts/hab/viv)
Las Filas y San Antonio	4	5.06	100.00

Datos básicos de dimensionamiento					
Caudal Unitario (Q):	0.019	[lts/seg]	Carga Superficial:	19.0	[gr/m ² /día]
Caudal Descargado (Q):	1.62	[m ³ /día]	Temperatura prom. mes más frío:	15.0	[°C]
DBO Entrada (Co):	375.00	[gr/m ³]	Profundidad de humedal (y):	0.8	[m]
Carga Orgánica:	607.2	[gr/día]	Porosidad (n):	0.65	
DBO Salida (Ce):	15.00	[gr/m ³]	Ancho de humedal:	4.0	[m]
Diseño					
Variación de temperatura: $Kt=0.678*(1.06)^{(T-20)}$	0.51				[1/día]
Área de sedimentación: $As=Q*(LnCo-LnCe)/(Kt*\gamma*n)$	19.78				[m ²]
Área superficial: $Aco = \text{Carga orgánica} / \text{Carga Superficial}$	31.96				[m ²]
Área de humedal (Ah)	31.96				[m ²]
Longitud de humedal (Lh)	8.00				[m ²]
Volumen de humedal (Vh)	25.60				[m ³]
Periodo de retención: $Pr=Vh/Q$	15.81				[días]



Conclusiones

El presente trabajo de investigación denominado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LAS LOCALIDADES DE OZURCO, HUAYAQUIL Y MORROPONCITO”** tiene la finalidad de beneficiar directamente a 1,563 habitantes de las localidades de Ozurco, Morroponcito, Huayaquil y anexos: Las Nonas, Los Cocos, Vista Hermosa, Mi Chino, Las Filas y San Antonio, del distrito de Huarango, provincia de San Ignacio y departamento de Cajamarca; dotando de infraestructura adecuada a 305 viviendas para brindar los servicios de distribución de agua potable de calidad y distribución de las aguas residuales para su tratamiento respectivo.

En el presente trabajo de investigación se ha diseñado una PTAP de filtración lenta con capacidad de caudal de 2.38 l/s, la cual consta de 02 unidades de prefiltros de grava, compuesta de 03 cámaras de 0.99mx4.34m, 1.23mx4.34m y 1.64mx4.34m y 02 unidades de filtros lentos de 6.2mx4.6m; garantizando así agua apta para consumo humano mediante un sistema de fácil y bajo costo de operación y mantenimiento. Se ha proyectado en total 9,281.89 m de tubería para conducir el agua desde la Captación hasta la PTAP, y de esta hacia las 03 Cámaras de Distribución de Caudales y los 04 Reservorios proyectados, para finalmente distribuir el agua almacenada y clorada en los reservorios, por gravedad, hacia las viviendas mediante 4,030.35 m de redes de distribución en la localidad de Ozurco, 2,367 m en la localidad de Huayaquil y anexos, 7,652.78 m en la localidad de Morroponcito y anexos, y 6,131.44 m en Las Filas y San Antonio. En todo el sistema se ha proyectado un total de 40 Cámaras Rompe Presión para controlar las presiones máximas en las tuberías de las líneas de conducción y distribución.

Se ha evidenciado que en las localidades de Ozurco, Huayaquil, Morroponcito y anexos, no cuentan con un sistema de alcantarillado y que, actualmente, utilizan letrinas de hoyo seco instaladas por los pobladores, que se encuentran en pésimas condiciones. Por lo tanto, en el presente proyecto se ha diseñado lo siguiente:

- Para la localidad de Ozurco, un sistema de alcantarillado convencional – tanque séptico – humedal colectivo compuesto por 965.0 m de tuberías de PVC de 160 mm de diámetro y 30 buzonetas de 1.00 metro de altura y 0.60 metros de diámetro para la distribución del agua hacia la planta de tratamiento de agua residual proyectada, compuesta de un tanque séptico de dos compartimentos de 5.10m de largo, 2.55m de ancho y 1.85 m altura útil para el tratamiento primario y un humedal de 12 m de ancho, 34 m de longitud y 0.80 m de altura útil para el tratamiento secundario del agua hasta una DBO de salida de 15.00 gr/m³
- Para la localidad de Huayaquil, un sistema de alcantarillado convencional – tanque séptico – humedal colectivo compuesto por 1,112.01 m de tuberías de PVC de 160mm de diámetro y 30 buzonetas de 1.00 metro de altura y 0.60 metros de

diámetro para la distribución del agua hacia la planta de tratamiento de agua residual proyectada, compuesta de un tanque séptico de dos compartimentos de 4.40 m de largo, 2.20 m de ancho y 1.90 m altura útil para el tratamiento primario y un humedal de 10 m de ancho, 31 m de longitud y 0.80 m de altura útil para el tratamiento secundario del agua hasta una DBO de salida de 15.00 gr/m³.

- Para la localidad de Morroponcito y anexos, un sistema de alcantarillado convencional – tanque séptico – humedal colectivo compuesto por 819.32 m de tuberías de PVC de 160 mm de diámetro y 29 buzonetos de 1.00 metro de altura y 0.60 metros de diámetro para la distribución del agua hacia la planta de tratamiento de agua residual proyectada, compuesta de un tanque séptico de dos compartimentos de 4.22m de largo, 2.11m de ancho y 1.85 m altura útil para el tratamiento primario y un humedal de 10 m de ancho, 28 m de longitud y 0.80 m de altura útil para el tratamiento secundario del agua hasta una DBO de salida de 15.00 gr/m³.
- Para las viviendas que están alejadas de los sistemas convencionales – tanque séptico – humedal colectivo proyectados en cada localidad, se ha proyectado la instalación de biodigestores de 700 litros, 1300 litros y 5000 litros para realizar el tratamiento primario de grupos de 01 vivienda, 02 viviendas y 05 viviendas respectivamente, así como también humedales de 5m x 2m x 0.8m, 6m x 3m x 0.8m, 7m x 4m x 0.8m, 11m x 4m x 0.8m y 15m x 5m x 0.8m para realizar el tratamiento secundario a grupos colectivos de 01 vivienda, 02 viviendas, 03 viviendas, 05 viviendas y 07 viviendas respectivamente. En este caso, la tubería de distribución del agua residual es de PVC de 110mm de diámetro, debido a que el tratamiento primario del biodigestor se realiza en la salida de cada vivienda o cada grupo colectivo de viviendas, cuyo efluente se le ha removido el 80 % de los sólidos según la eficiencia del biodigestor.

Recomendaciones

Alcanzar a los representantes de cada localidad, los manuales de operación y mantenimiento y programas de limpieza y mantenimiento de las redes, con la finalidad de capacitar a personal de la zona para realizar los procedimientos requeridos para la operación de todo el sistema de agua y alcantarillado: puesta en marcha y las operaciones normales y de rutina, así como el procedimiento para el mantenimiento rutinario de los sistemas: lavado y limpieza de las unidades de tratamiento de agua potable, así como la limpieza de lodos de los biodigestores y los tanques sépticos proyectados.

Gestionar con la Municipalidad distrital de Huarango o la Municipalidad provincial de San Ignacio, la implementación de una continua asistencia técnica y capacitación del personal operario de los sistemas proyectados, con la finalidad de que desarrollen sus labores con mayor eficiencia, capacidad técnica y asegurar una prestación del servicio eficiente y sostenible.

Implementar la metodología para la fijación del valor de la cuota familiar por la prestación de los servicios de saneamiento, que permita como mínimo, cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable y alcantarillado, así como la reposición de equipos y rehabilitaciones menores. La cuota familiar deberá ser actualizada anualmente, respetando y aplicando el valor resultante. Además, establecer el proceso de recaudación a través de las notificaciones a los asociados sobre el número de cuotas atrasadas la aplicación de corte del servicio por incumplimiento del pago.

Implementar equipos de medición de turbiedad, pH, color y cloro residual libre, y el monitoreo de coliformes totales y coliformes termo tolerantes, un equipo comparador de loro con sus respectivos reactivos DOD1 para la medición de cloro residual libre, y un medidor de presión (manómetro) digital o mecánico para las redes de distribución, con la finalidad de tener un monitoreo y control de calidad del agua potable

Aprovechar el agua efluente de los humedales colectivos proyectados en las localidades de Ozurco, Huayaquil y Morroponcito, para el riego de las zonas de cultivos, implementando estructuras de recaudación o canales de riego, garantizando un desarrollo eficiente y sostenible en la actividad agrícola.

Referencias

- Arboleda, J. (2000). Teoría y práctica de la purificación del agua (3ª ed., Vol. 2). NOMOS S.A.
- Barrantes, E., & Cartín, M. (2017). Eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, San Ramón, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 9(1), 193-197. <https://doi.org/https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n1/1659-4266-cinn-9-01-00193.pdf>
- Carvalho, A., & Casas, L. (2022). Compostaje y biodigestores como solución al problema de los residuos orgánicos en el medio rural. *Ciencia Latina, Revista Multidisciplinar*, 990-1013. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2641
- Centero, E., & Murillo, A. (2019). Tipología de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales ordinarias instaladas en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 97-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.15359/rca.53-2.5>
- CEPIS/OPS. (2005). Filtración lenta como proceso de desinfección. (CEPIS/OPS, Ed.) Lima. <http://www.elaguapotable.com/FILTRACION%20COMO%20PROCESO%20DE%20DESINFECCION.pdf>
- CEPIS/OPS. (2005). Guía para el diseño de tanque séptico, tanque imhoff y laguna de estabilización. Lima: CEPIS/OPS.
- CEPIS/OPS. (2005). Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores. Lima: CEPIS/OPS.
- CEPIS/OPS. (2005). Guías para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas. Lima: CEPIS/OPS.
- Comisión Nacional del Agua. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado Sanitario*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- CONAGUA. (2021). *Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento*. México: Sudirección General de Agua Potable. <https://bit.ly/3zd1gax>
- Fair, G. Geyer, J. & Okun, D (2001). *Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales*. Editorial Limusa.
- Ferrer, J., Seco, A., & Robles, Á. (2018). *Tratamientos biológicos de aguas residuales*. Sevilla: Universidad Politécnica de Valencia. <https://bit.ly/3TFyvLp>
- García, V. (2018). *Manual de Biogás. Conceptos básicos. Beneficios de su producción y la aplicación de sus subproductos*. Buenos Aires: Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático. https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_de_Biogas01.pdf

- Herrero, M. (2019). Biodigestores Tubulares: Guía de diseño y manual de instalación. Ecuador: Redbiolac. https://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/handle/RD_IKIAM/351
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2014). Sistemas de humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua. Jiutepec, Mor. : Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 189 p. : il.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2020). NTP 399.002:2015 Tubos de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (pvc-u) para la conducción de fluidos a presión. Requisitos y métodos de ensayo (4ª Edición)
- López, D., Jaramillo, E., & Ramirez, A. (2020). Sistema de alcantarillado y aguas residuales en Huayaquil. Holopraxis. Revista de Ciencia y Tecnología, 4(1), 82-94. <https://bit.ly/3Ds4aL5>
- Lucho-Constantino et al. *Diseño de fosas sépticas rectangulares mediante el uso de la herramienta FOSEP*. Rev. Mex. Ing. Quím [online]. 2015, vol.14, n.3, pp.757-765. ISSN 1665-2738.
- Manzollillo, B. (2020). Uso de Tecnologías Limpias para el tratamiento de aguas residuales urbanas. Revista TEKHNÉ, 23(3), 11-20. <https://doi.org/https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/4660>
- Méndez Novelo, R., Gijón Yescas, A., Quintal Franco, C. & Osorio Rodríguez, H. (2007) *Determinación de la tasa de acumulación de lodos en fosas sépticas de la ciudad de Mérida, Yucatán*. Ingeniería 11-3 (2007) 55-64
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2011). Curso de Formulación y Evaluación en PIP del sector Saneamiento. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac/Aspectos_Tecnicos_Saneamiento.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018) *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. (RM-192). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/275920-192-2018-vivienda>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018) *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. (RM-192). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/275920-192-2018-vivienda>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria. Lima: Normas Legales. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). NORMA Ce.020. Estabilización de Suelos. Lima: Ministerio de Construcción y Saneamiento.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *Captación y conducción de agua para consumo humano* (OS.010). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). Plantas de tratamiento de agua para consumo humano (OS. 020). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). Redes de aguas residuales (OS.070). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Servicios y Obras Públicas (2004). Reglamentos técnicos de diseño para sistemas de agua potable (NB 689).
<http://www.anesapa.org/data/files/NB689AguaPotableREGLAMvol01.pdf>
- Molina, M., Martines, J., Sisca, N., Ebiana, M., & Caminau, S. (2013). La energía: Características y contextos. Argentina: Instituto Nacional de formación docente. <https://bit.ly/3W8HS8y>
- Moura, V., Henrique, C., & Maria, P. (2019). Construção de um biodigestor na escola: um estudo de caso fundamentado numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). *Quím. nova esc*, 41(4), 351-359. https://doi.org/http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc41_4/QNESC_41-4_revista_baixa.pdf#page=35
- Ordinola, E. (2019). Diseño de la planta de tratamiento de agua potable para tres centros poblados del distrito de Ignacio Escudero (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.
- Ramallo, R. (2021). Tratamiento de aguas residuales. España: Reverté. <https://bit.ly/3stpSbh>
- RAMSAR. (2015). Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: Una recopilación de análisis recientes. Ramsar: Ramsar. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn7s.pdf>
- Rollano, M. (2021). Tratamiento de aguas residuales en Bolivia. *Redieluz*, 11(1), 5-6. <https://doi.org/https://bit.ly/3sxZQ6w>
- ROTOPLAST. (Abril de 2021). Rotoplast.com.pe. Ficha técnica. Biodigestor Autolimpiable: <https://bit.ly/3f2CjHR>
- Saltos, A., Rojas, J., Villa, P., & Tobar, G. (2018). Evaluación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial de La Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Huayaquil. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3(1),

16-27.

<https://doi.org/https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/586/401>

SIAPA. (21 de Octubre de 2022). Sistema Intermunicipal de los servicios de Agua. https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf

UN WATER. (2017). Aguas residuales. El recurso desaprovechado. París: Organización de las naciones unidas para la educacion, la ciencia y la cultura. <https://bit.ly/3SnT9i9>

Villanueva, C., Kogevinas, M. & Grimalt, J. (2001). Cloración del agua potable y efectos sobre la salud: revisión de estudios epidemiológicos. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025775301720003>

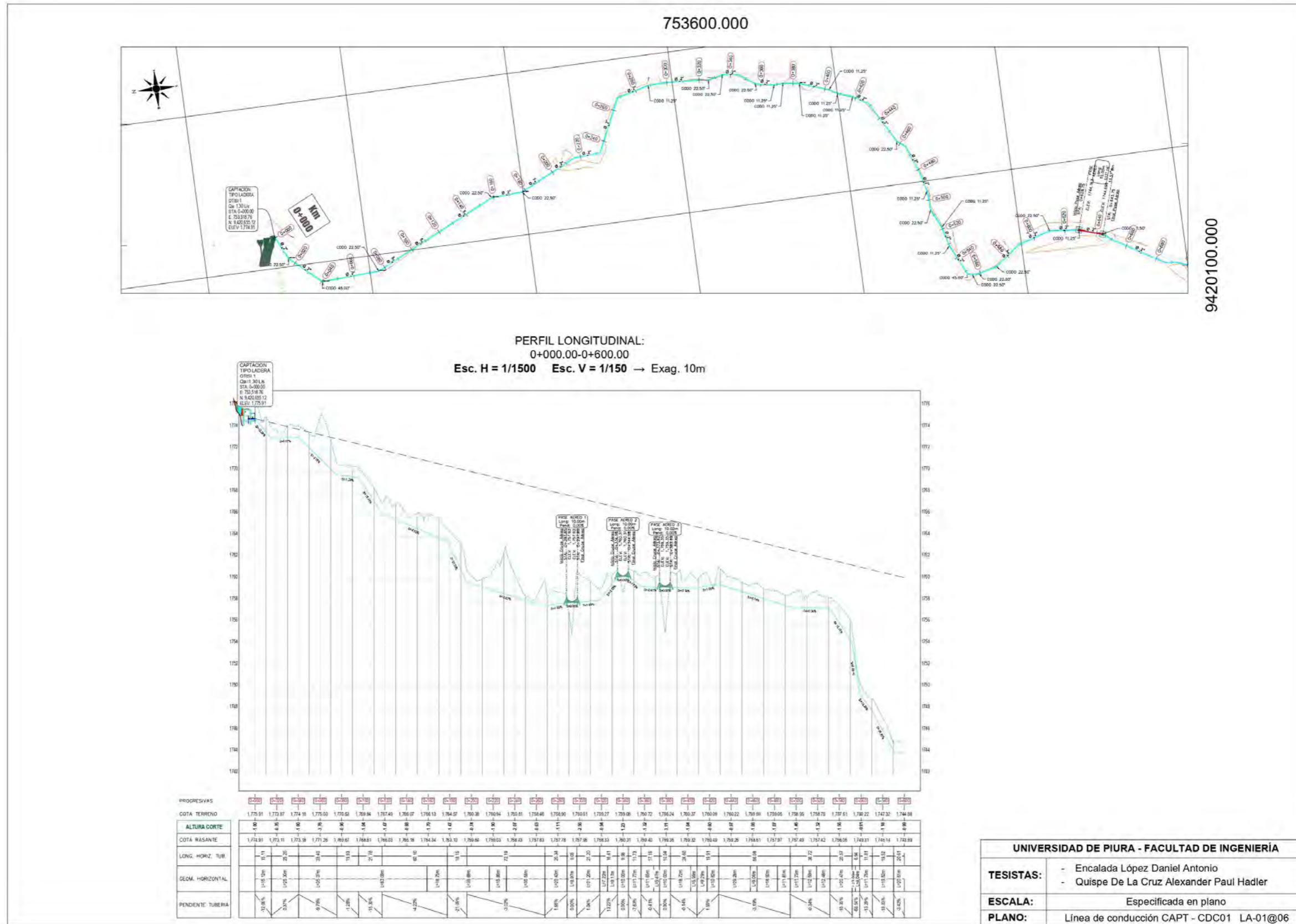
Zurita F, Belmont MA, De Anda J, White JR (2014). Seeking a way to promote the use of constructed wetlands for domestic wastewater treatment in developing countries. *Water Sci Technol.* 2011;63(4):654-9. doi: 10.2166/wst.2011.229. PMID: 21330710.



Planos

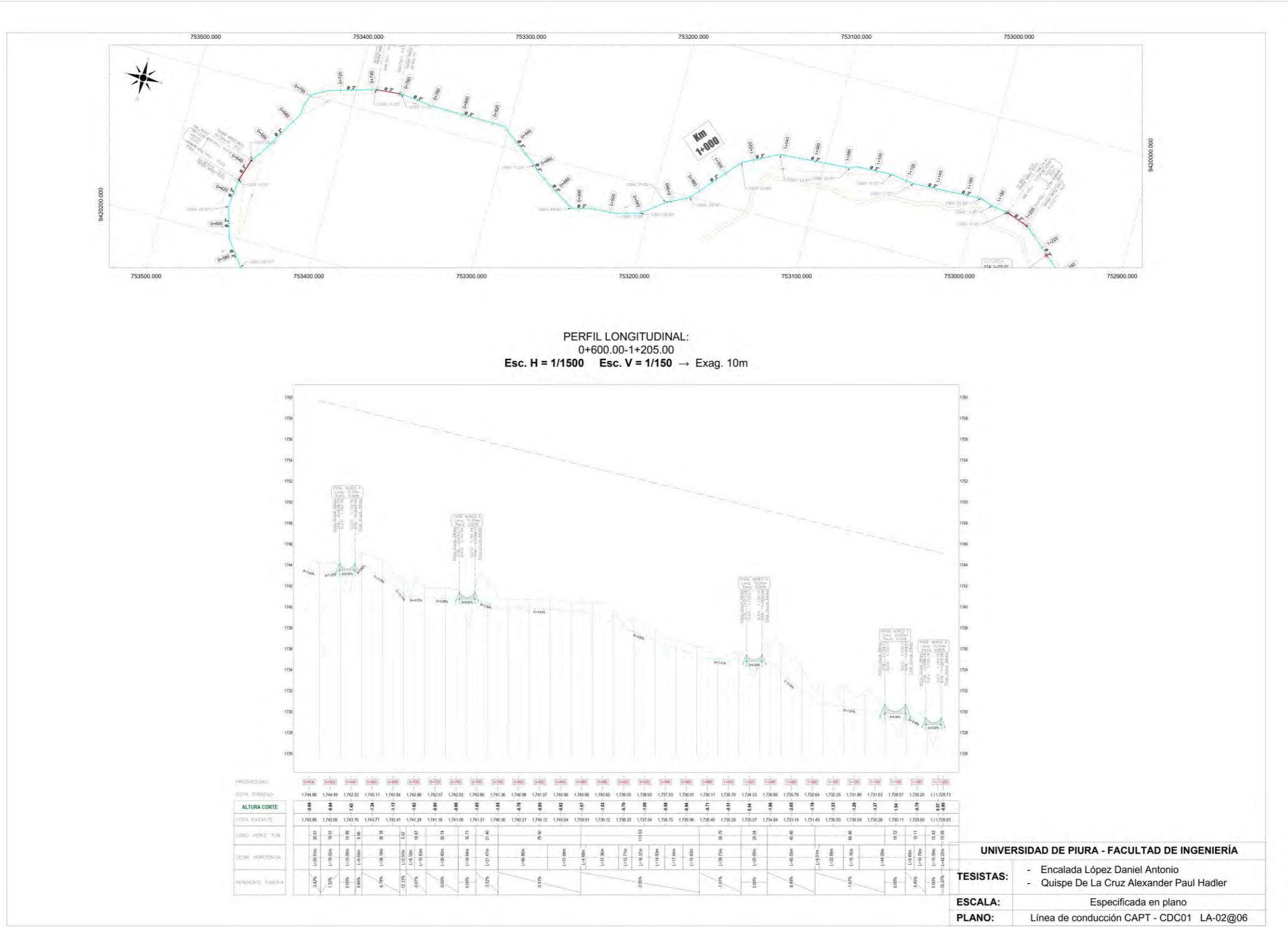


Plano A.1 Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 0+000.00-0+600.00

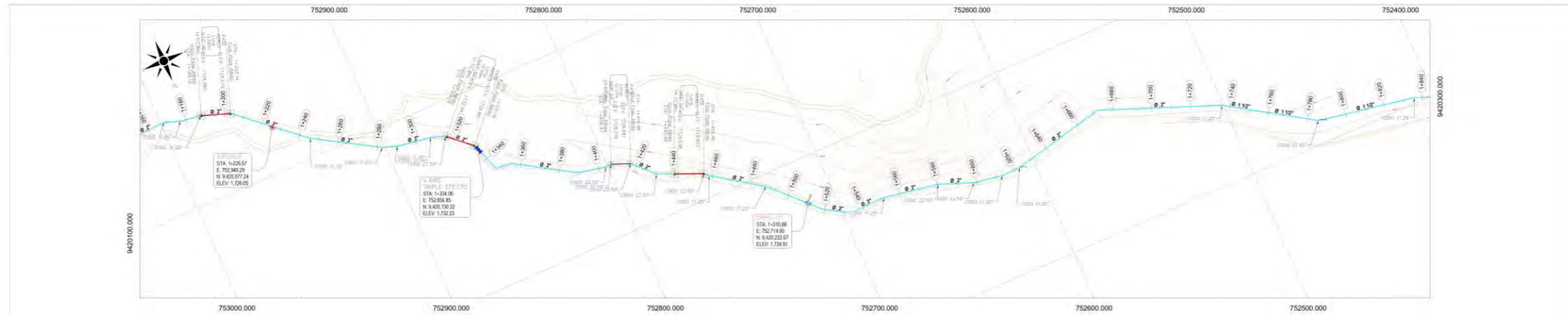


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERIA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducción CAPT – CDC01 LA-01@06

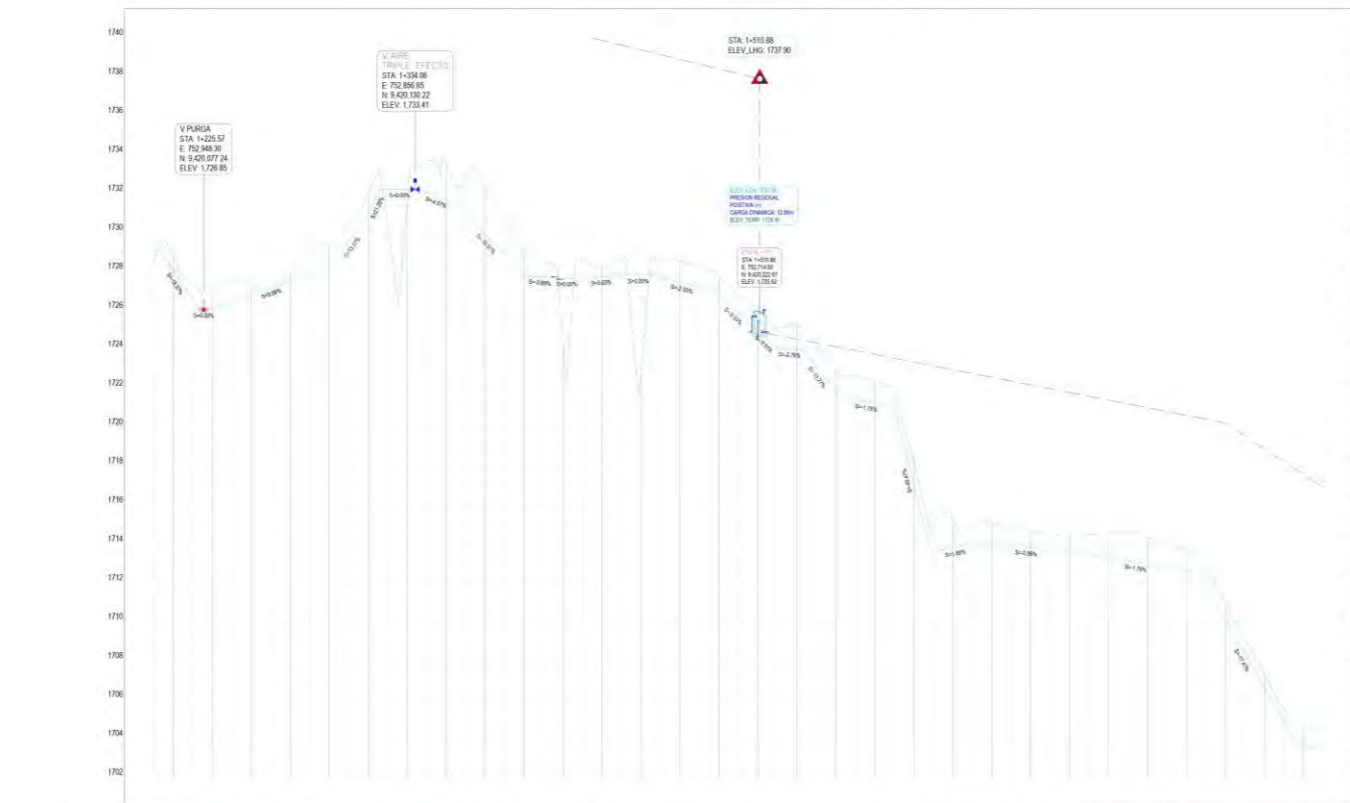
Plano A.2 Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 0+600.00-1+205.00



Plano A.3 Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 1+200.00-1+800.00



PERFIL LONGITUDINAL:
1+200.00-1+800.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m



PROGRESIVAS:	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460	1+480	1+500	1+520	1+540	1+560	1+580	1+600	1+620	1+640	1+660	1+680	1+700	1+720	1+740	1+760	1+780	1+800
ALTA CORTE	1728.48	1727.33	1727.43	1728.89	1729.62	1730.33	1730.43	1733.64	1732.62	1730.94	1728.58	1728.62	1728.55	1728.25	1728.87	1725.11	1724.18	1722.63	1722.07	1714.92	1714.88	1714.89	1714.54	1714.51	1714.65	1714.04	1712.81	1709.13	1705.54	1704.51	
COTA (TERRENO)	0.57	-0.81	-0.85	0.25	-2.81	-0.79	1.25	-1.26	-1.35	-2.19	-0.89	-0.96	-0.81	-0.85	-0.86	-0.82	-0.84	-1.21	-1.01	-1.25	-0.88	-0.87	-0.85	-0.89	-1.48	-1.24	-0.87	-0.78	-0.66	-1.19	
COTA RASANTE	1729.06	1728.52	1728.48	1727.20	1727.91	1729.54	1732.23	1732.09	1730.97	1728.84	1727.72	1727.88	1727.81	1727.70	1727.19	1725.86	1724.08	1723.13	1721.42	1721.07	1713.83	1714.00	1713.82	1713.74	1713.51	1713.15	1712.80	1711.85	1708.37	1704.88	1703.32
LONG. HORIZ. TUB.	15.43	19.39	3.00	62.43		7.68		20.86	18.77	34.38	17.24	10.07	24.84	13.58	32.40	23.07	8.31	14.45	18.23	28.39	18.42	24.38	49.52		63.58	63.53					
GEOM. HORIZONTAL	Lv15.30m	Lv17.40m	Lv17.40m	Lv17.40m	Lv17.40m	Lv17.40m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m	Lv15.00m
PENDIENTE TUBERIA	0.00%	13.17%	0.00%	3.00%	0.00%	13.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

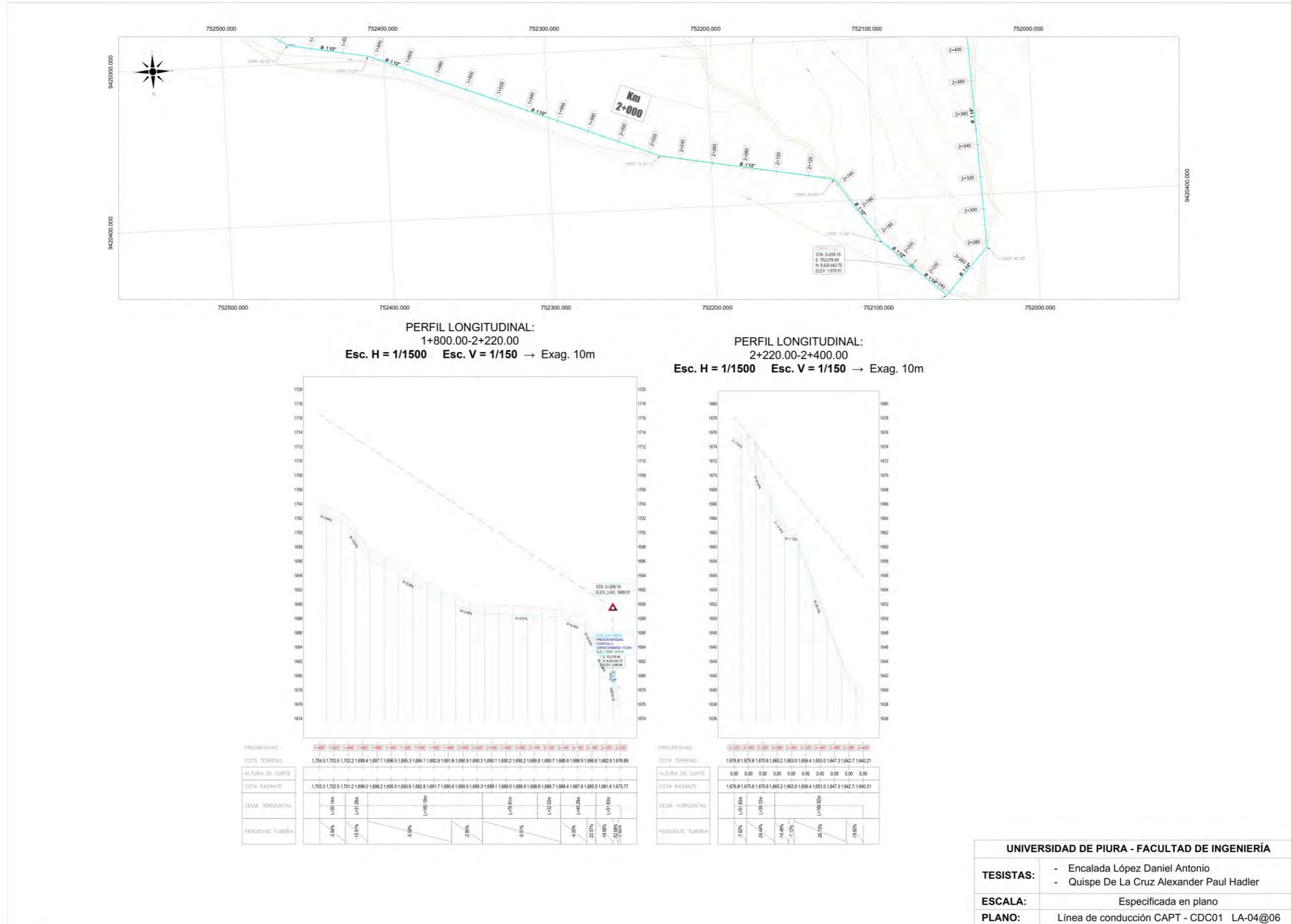
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

ESCALA: Especificada en plano

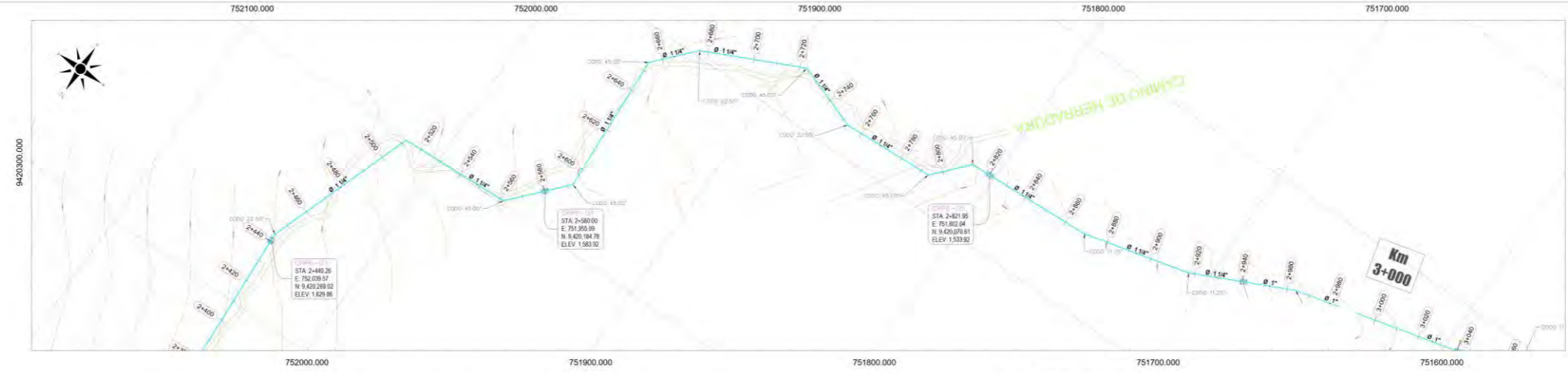
PLANO: Línea de conducción CAPT - CDC01 LA-03@06

Plano A.4 Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 1+800.00-2+400.00



UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducción CAPT - CDC01 LA-04@06

Plano A.5 Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 2+400.00-3+000.00



PERFIL LONGITUDINAL:
2+400.00-2+442.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m

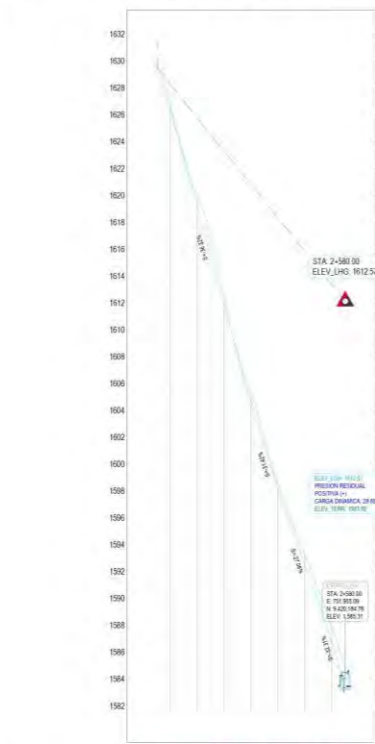
PERFIL LONGITUDINAL:
2+440.00-2+580.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m

PERFIL LONGITUDINAL:
2+580.00-2+822.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m

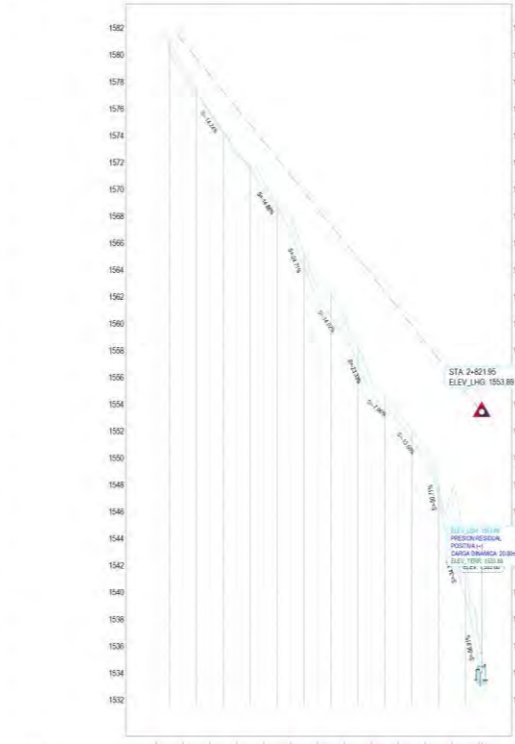
PERFIL LONGITUDINAL:
2+820.00-2+942.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m



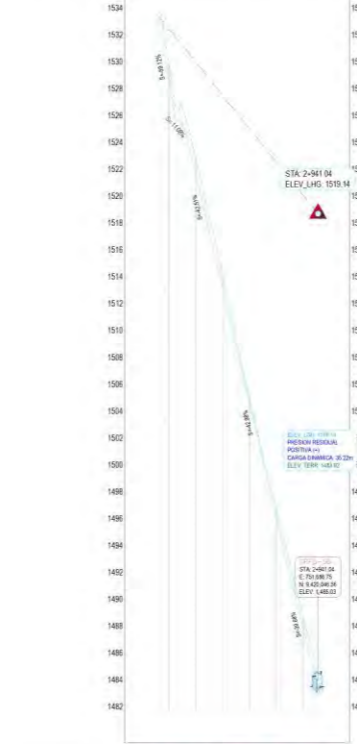
PROGRESIVAS	2+400 2+440 2+442
COTA TERRENO	1.640 2.163 3.8 1.830 4.9
ALTURA DE CORTE	2.37 1.96 0.97
COTA RASANTE	1.637 8 1.633 8 1.629 52
LONG. HORIZ. TUB.	67.23
PENDIENTE TUBERIA	-10.86%



PROGRESIVAS	2+440 2+460 2+480 2+500 2+520 2+540 2+560 2+580
COTA TERRENO	1.635 9 1.623 3 1.617 5 1.608 5 1.602 3 1.596 2 1.591 1 1.585 31
ALTURA DE CORTE	1.04 0.18 1.62 0.51 0.50 0.89 1.39
COTA RASANTE	1.629 9 1.623 2 1.615 9 1.608 6 1.601 7 1.595 7 1.590 2 1.583 92
LONG. HORIZ. TUB.	67.03 89.20 27.73 26.50 18.22 12.29
PENDIENTE TUBERIA	-10.86% -9.32% 31.42% -37.06% -32.31% -38.87%

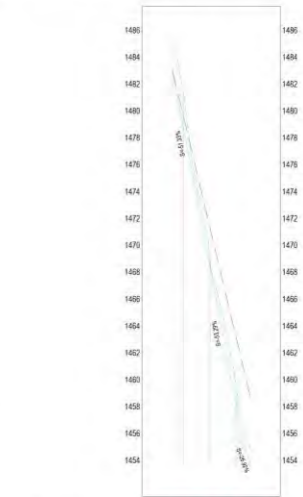


PROGRESIVAS	2+580 2+600 2+620 2+640 2+660 2+680 2+700 2+720 2+740 2+760 2+780 2+800 2+820
COTA TERRENO	1.585 3 1.570 4 1.576 1 1.572 1 1.571 0 1.568 5 1.563 4 1.560 9 1.556 0 1.553 9 1.551 1 1.548 1 1.535 96
ALTURA DE CORTE	1.30 0.40 0.56 1.41 1.04 1.33 0.85 0.82 0.79 4.71 1.67
COTA RASANTE	1.583 9 1.570 0 1.576 1 1.573 3 1.570 4 1.567 1 1.562 3 1.559 5 1.556 1 1.553 0 1.550 3 1.545 4 1.533 89
LONG. HORIZ. TUB.	19.27 12.23 61.68 22.37 21.66 24.96 17.88 12.31 32.76 10.58 12.86
PENDIENTE TUBERIA	-10.31% -10.31% -14.24% -14.88% -24.71% -21.66 -14.02% -23.33% -7.96% -13.58% -26.71% -24.34% -22.86%



PROGRESIVAS	2+820 2+840 2+860 2+880 2+900 2+920 2+940
COTA TERRENO	1.536 8 1.527 1 1.519 0 1.509 8 1.501 1 1.493 1 1.485 07
ALTURA DE CORTE	1.98 1.40 1.15 0.61 0.41 0.29 11.64
COTA RASANTE	1.535 0 1.525 7 1.517 9 1.509 3 1.500 7 1.492 2 1.483 43
LONG. HORIZ. TUB.	6.66 12.89 7.36 27.21 47.73 23.91 22.86
PENDIENTE TUBERIA	-10.86% -11.05% -11.05% -11.05% -11.05% -11.05% -11.05%

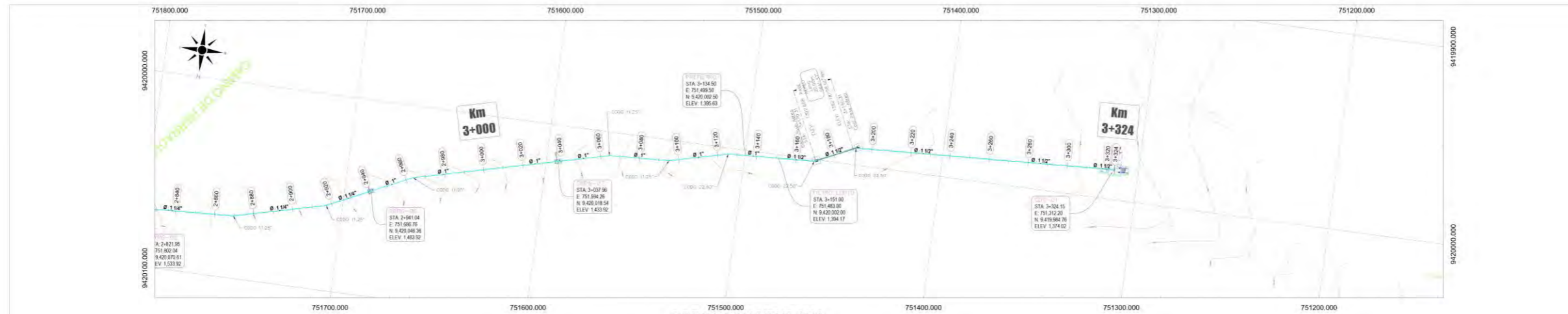
PERFIL LONGITUDINAL:
2+942.00-3+000.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	2+942 2+980 2+990 3+000
COTA TERRENO	1.485 1 1.474 8 1.465 0 1.455 37
ALTURA DE CORTE	1.64 0.88 1.45 1.10
COTA RASANTE	1.483 1 1.474 1 1.463 8 1.454 27
LONG. HORIZ. TUB.	22.66 31.29 7.51
PENDIENTE TUBERIA	-51.25% -51.25% -36.82%

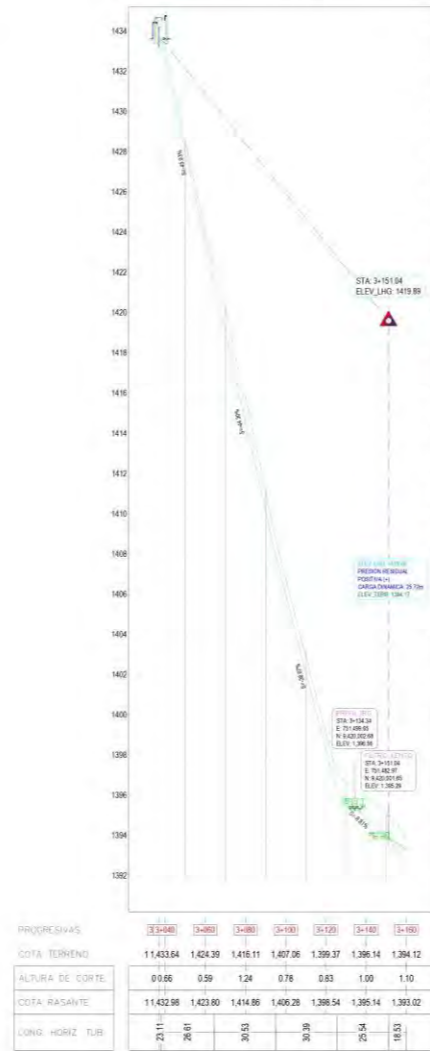
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducción CAPT - CDC01 LA-05@06

Plano A.6 Planta y perfil de Línea de conducción CAPT – CDC01 PROG. 3+000.00-3+328.00



PERFIL LONGITUDINAL:
3+037.00-3+160.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m

PERFIL LONGITUDINAL:
3+000.00-3+038.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m



PERFIL LONGITUDINAL:
3+140.00-3+328.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m



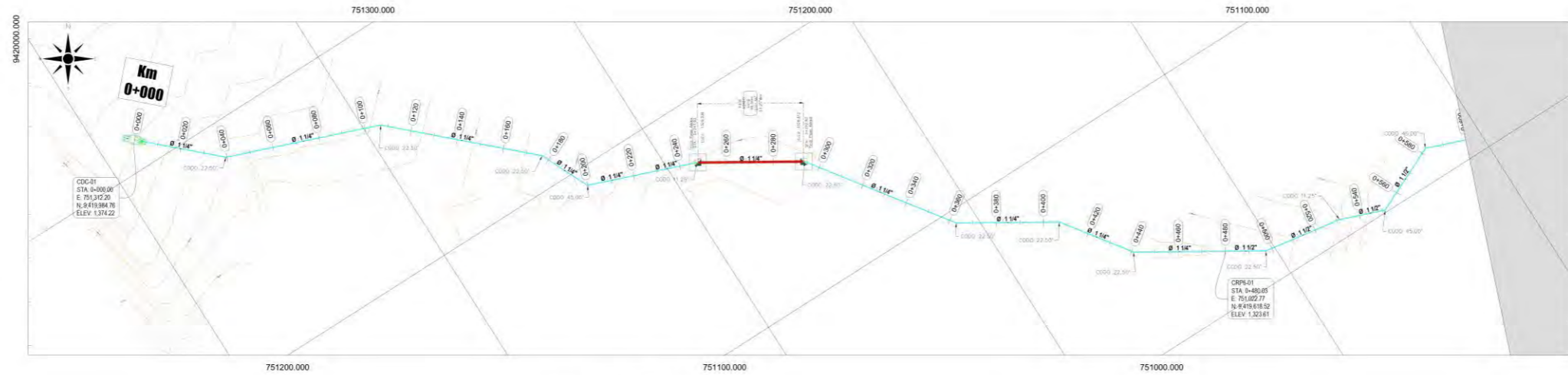
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

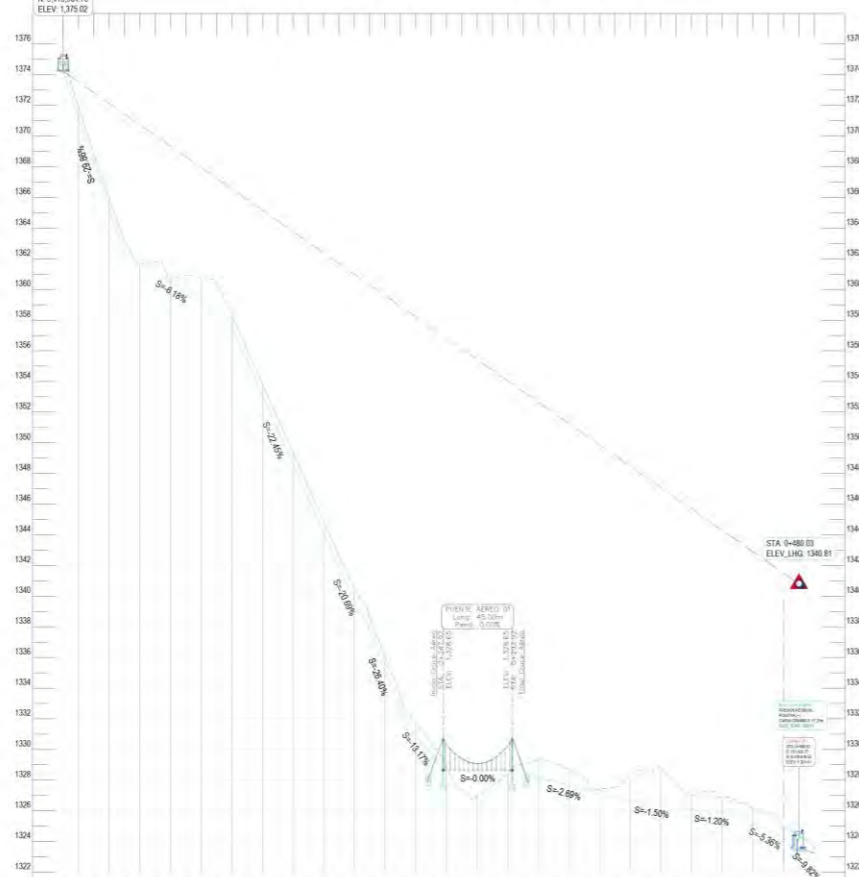
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Línea de conducción CAPT - CDC01 LA-06@06

Plano B.1 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG 0+000.00-0+600.00

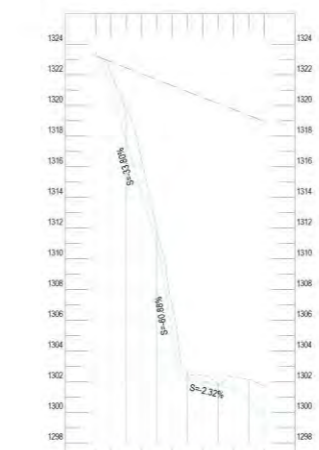


PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+490.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+490																
COTA TERRENO	1375.02	1368.78	1363.12	1361.78	1360.93	1360.42	1359.08	1351.60	1347.11	1342.66	1338.54	1333.48	1330.40	1327.31	1327.63	1329.05	1329.09	1328.10	1327.54	1328.61	1327.82	1327.27	1326.62	1325.87	1325.33	1323.53	
ALTURA DE COYTE	0.80	0.54	0.76	0.85	1.04	1.77	0.79	0.79	0.79	0.78	0.78	1.02	0.77	0.58	1.16	0.70	0.68	2.09	1.60	1.31	0.80	1.19	0.68	0.90			
COTA RASANTE	1374.22	1368.25	1362.36	1361.13	1359.89	1358.66	1355.29	1350.80	1346.31	1341.88	1337.73	1332.45	1329.64	1328.65	1328.65	1328.47	1327.93	1327.39	1326.86	1326.52	1326.22	1325.96	1325.72	1324.69	1323.13	1322.63	
LONG. HORIZ. TUB		39.63		67.29		89.99		22.96	21.53	26.08	45.89		69.49		44.01		33.98		39.18		17.40						
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA		41.36		67.42		71.74		23.44	22.26	26.31	45.89		69.51		44.02		33.99		39.24		17.48						
GEOM. HORIZONTAL		L=39.61m		L=67.23m		L=70.06m		L=22.93m	L=47.61m		L=45.87m		L=69.56m		L=44.00m		L=34.05m		L=36.40m								

PERFIL LONGITUDINAL:
0+490.00-0+600.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+490	0+500	0+540	0+560	0+580	0+600	
COTA TERRENO	1321.32	1320.81	1316.47	1306.83	1302.40	1302.26	1301.69
ALTURA DE COYTE	0.80	1.05	2.19	1.63	0.43	0.75	1.82
COTA RASANTE	1321.32	1321.03	1314.27	1305.19	1301.96	1301.51	1299.87
LONG. HORIZ. TUB		17.40	34.01	13.26	37.93	52.20	
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA		17.48	35.90	15.53	37.94	52.41	
GEOM. HORIZONTAL		L=46.40m	L=34.03m	L=19.73m	L=31.42m	L=52.28m	

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

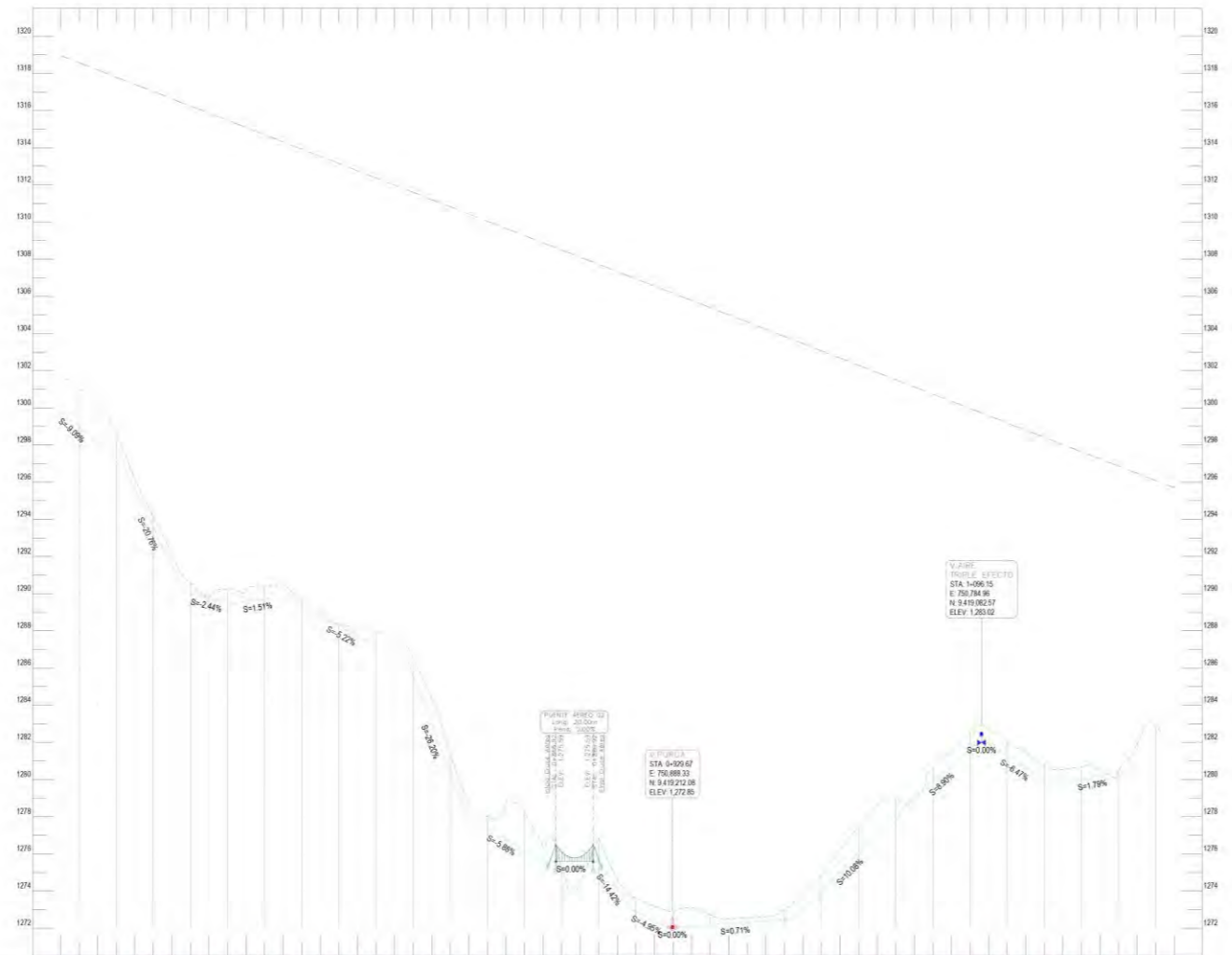
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Línea de conducción 02 CDC 01- CDC 02 LA-01@05

Plano B.2 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG 0+600.00-1+200.007



PERFIL LONGITUDINAL:
0+600.00-1+200.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200
COTA TERRENO	1,301.69	1,300.28	1,296.17	1,292.15	1,289.78	1,290.22	1,290.58	1,288.99	1,288.14	1,287.73	1,284.46	1,278.75	1,279.72	1,276.43	1,274.49	1,274.56	1,273.16	1,273.08	1,272.51	1,272.63	1,274.04	1,276.18	1,276.62	1,278.98	1,281.58	1,282.73	1,281.53	1,280.55	1,280.53	1,281.91	1,282.02
ALTURA DE CORTE	1.82	2.23	0.53	0.66	0.02	0.65	0.76	0.21	0.41	1.04	1.51	0.79	1.94	0.82	0.45	0.77	0.97	0.26	0.23	0.96	1.11	1.53	0.50	0.81	0.84	0.55	0.72	0.35	1.42	1.45	
COTA RASANTE	1,299.87	1,298.06	1,295.64	1,291.48	1,289.75	1,289.58	1,289.82	1,288.78	1,287.73	1,286.69	1,282.95	1,277.96	1,276.78	1,275.61	1,275.59	1,274.11	1,272.41	1,272.11	1,272.25	1,272.39	1,273.08	1,275.07	1,277.08	1,278.99	1,280.77	1,281.90	1,280.80	1,279.83	1,280.18	1,280.49	1,280.57
LONG. HORZ. TUB	52.20	31.95	25.41	26.95		68.03		31.81		41.50		29.48		17.79	19.61	5.00	62.29							43.36	5.00	35.10		42.96		56.34	
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	52.41	32.63	25.42	26.95		68.13		32.68		41.57		29.48		17.38	19.63	5.00	62.29							43.53	5.00	35.17		43.97		56.34	
DEGM. HORIZONTAL	L=32.28m	L=31.99m	L=25.42m	L=27.00m		L=67.90m		L=38.35m		L=18.09m	L=18.79m		L=29.52m		L=33.67m	L=19.37m	L=51.74m							L=55.73m	L=53.10m	L=30.24m		L=42.93m		L=33.79m	

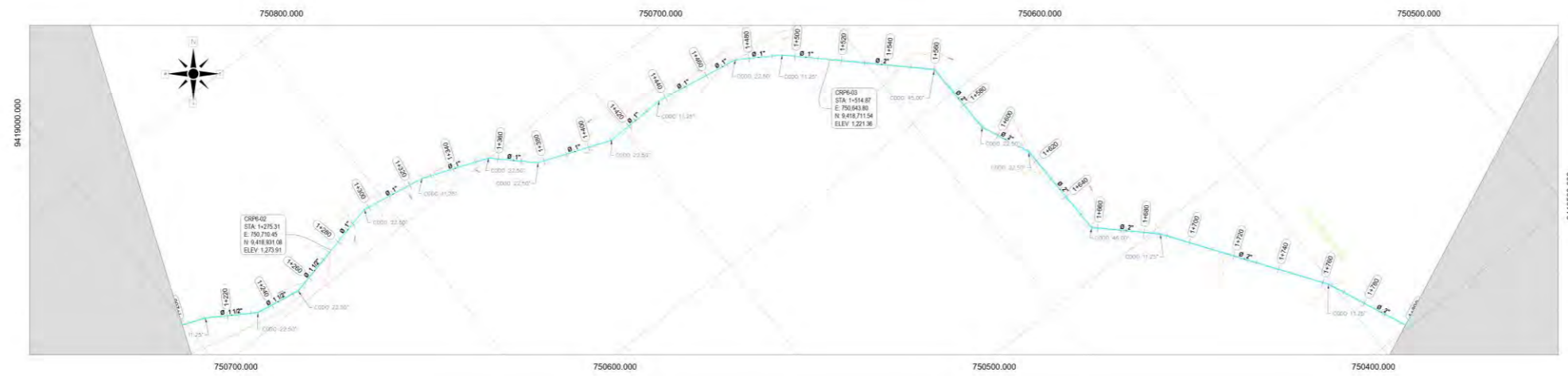
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

ESCALA: Especificada en plano

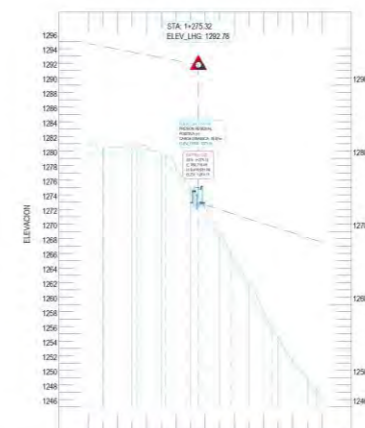
PLANO: Línea de conducción 02 CDC 01- CDC 02 LA-02@05

Plano B.3 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG 1+200.00-1+800.00

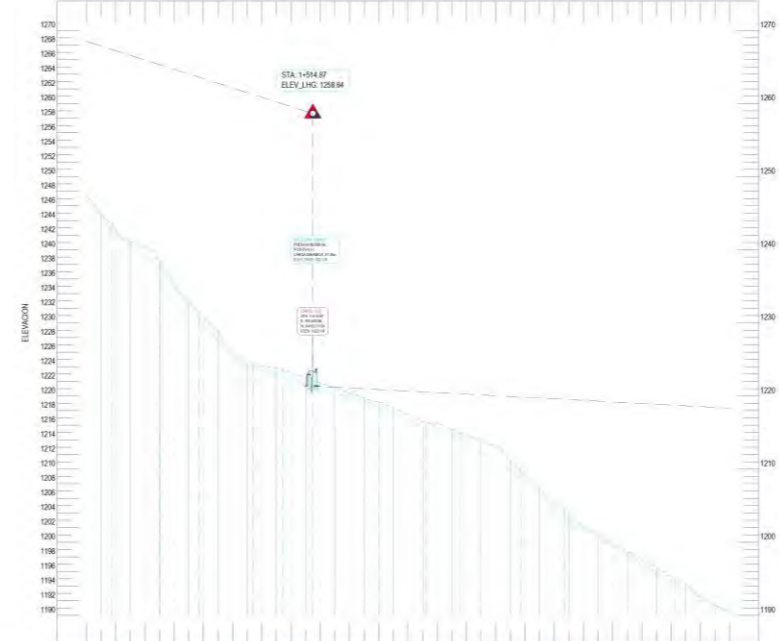


PERFIL LONGITUDINAL:
1+360.00-1+800.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/200 → Exag. 5m

PERFIL LONGITUDINAL:
1+200.00-1+360.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/200 → Exag. 5m



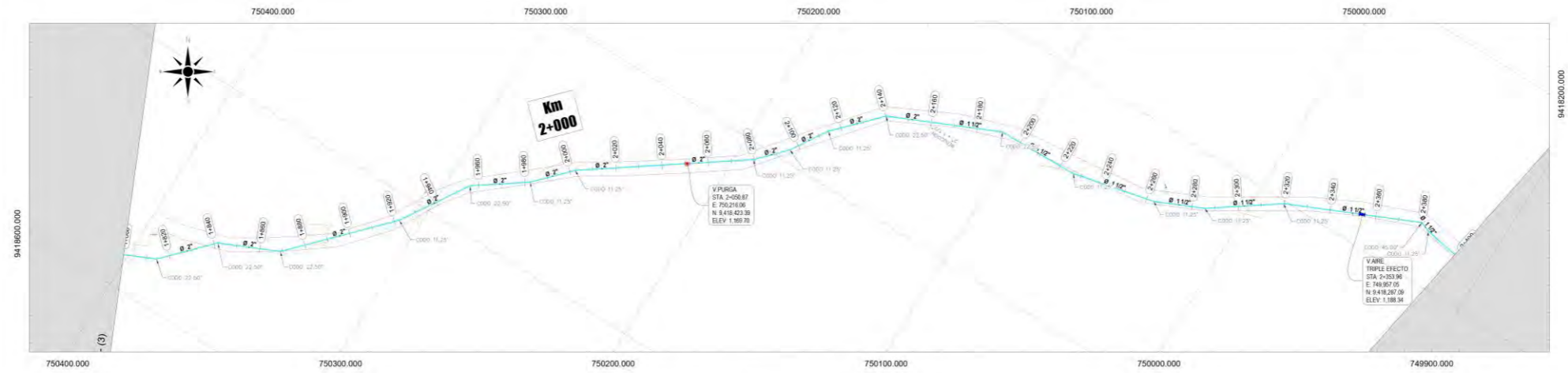
PROGRESIVAS	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360
COTA TERRENO	1282.02	1281.54	1281.26	1279.64	1273.30	1266.31	1259.00	1250.29	1247.40
ALTURA DE CORTE	1.45	0.90	1.01	0.99	0.87	0.83	0.82	0.25	0.59
COTA RASANTE	1280.57	1280.64	1280.24	1277.66	1272.32	1265.48	1258.17	1250.14	1246.81
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	56.34	19.73	22.54	22.60	28.10	30.02	21.38		
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	0.36%	-6.40%	24.45%	-33.93%	-36.54%	31.13	21.94		
GEOM. HORIZONTAL	L=33.7	L=22.56	L=19.58	L=22.57	L=22.56	L=29.08	L=30.0	L=21.38	



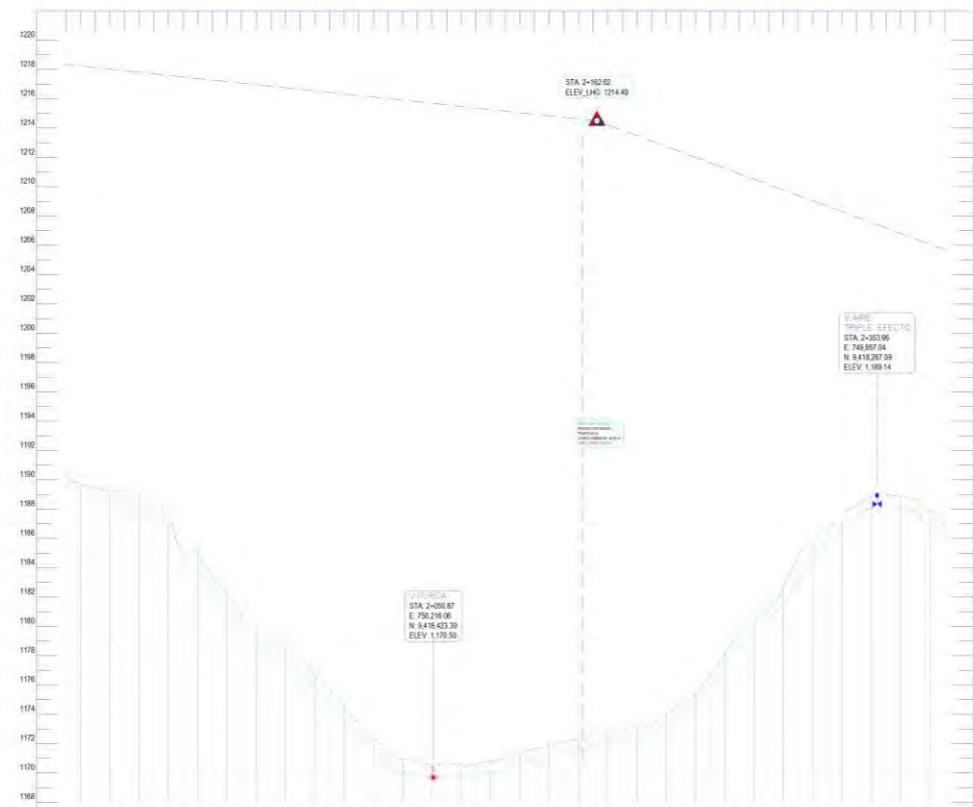
PROGRESIVAS	1+360	1+400	1+440	1+480	1+520	1+560	1+600	1+640	1+680	1+720	1+760	1+800
COTA TERRENO	1247.40	1242.69	1240.34	1235.37	1230.82	1226.16	1224.09	1223.20	1221.80	1220.40	1219.27	1217.44
ALTURA DE CORTE	0.58	0.38	1.21	0.36	0.68	0.91	0.53	0.98	0.77	0.64	0.78	0.72
COTA RASANTE	1246.81	1242.32	1239.13	1235.01	1229.94	1225.25	1222.22	1221.04	1219.76	1218.48	1216.72	1215.15
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	21.36	33.01	26.55	24.85	32.60	20.46	45.44	31.97	22.81	42.40	29.64	75.29
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	21.94	33.43	27.41	25.52	32.68	20.49	45.53	32.10	22.86	42.73	30.10	75.86
GEOM. HORIZONTAL	L=21.40	L=33.00	L=26.58	L=37.17	L=20.31	L=20.44	L=45.34	L=32.08	L=22.79	L=42.17	L=29.83	L=75.35

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducción 02 CDC 01- CDC 02 LA-03@05

Plano B.4 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG 1+800.00-2+400.00



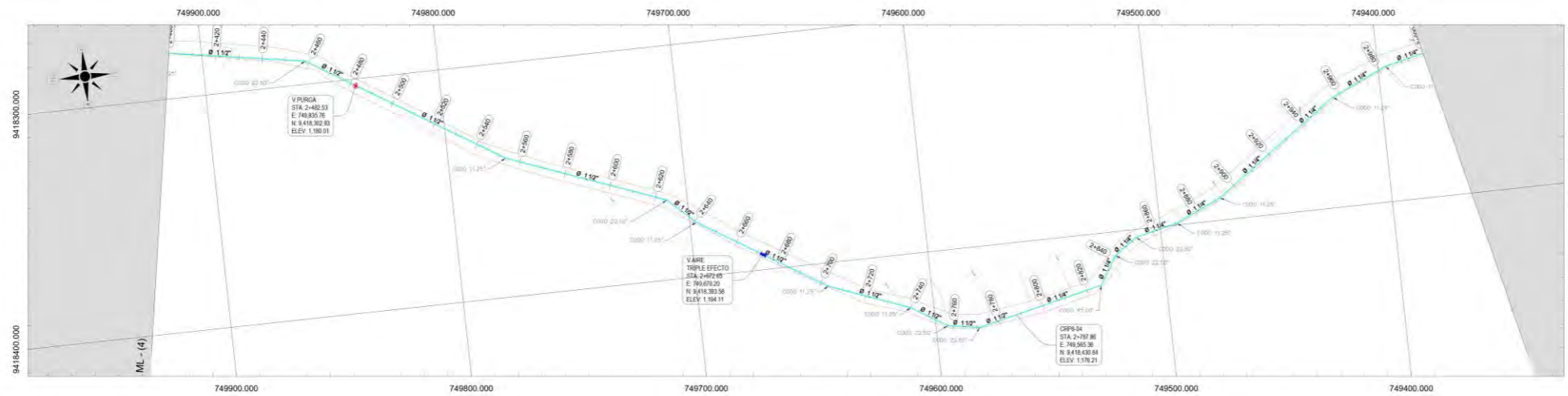
PERFIL LONGITUDINAL:
1+800.00-2+400.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



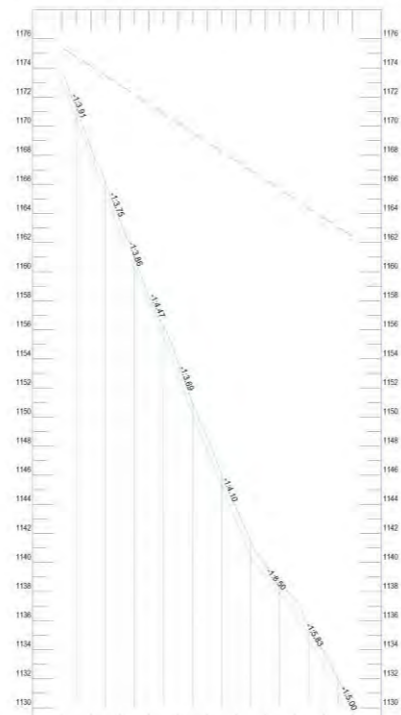
PROGRESIVAS	1+800	1+820	1+840	1+860	1+880	1+900	1+920	1+940	1+960	1+980	2+000	2+020	2+040	2+060	2+080	2+100	2+120	2+140	2+160	2+180	2+200	2+220	2+240	2+260	2+280	2+300	2+320	2+340	2+360	2+380	2+400
COSTA TERRENO	1190.4	1189.5	1189.3	1189.5	1189.2	1189.5	1189.8	1179.2	1177.7	1175.7	1173.4	1171.5	1170.8	1170.7	1170.6	1171.0	1171.6	1172.1	1172.6	1173.0	1173.3	1174.7	1176.7	1179.5	1181.2	1184.7	1188.6	1188.3	1189.0	1188.7	1187.0
ALTURA DE CORTE	0.10	0.71	0.86	1.26	0.83	0.74	0.76	0.66	0.96	0.85	0.95	0.96	0.92	0.80	0.73	0.77	0.78	0.80	0.87	0.54	0.73	0.64	0.95	0.78	1.08	0.81	0.90	0.74	0.61	0.56	
COSTA RASANTE	1190.3	1188.7	1188.4	1187.2	1185.6	1180.0	1178.5	1176.9	1174.7	1172.5	1170.6	1169.9	1169.7	1169.8	1170.2	1170.9	1171.3	1171.8	1172.1	1172.6	1173.0	1174.0	1176.0	1178.8	1180.5	1183.0	1185.8	1187.4	1188.3	1187.9	1186.4
LONG. HORIZ. TUB.	51.96	27.40	27.31	53.17	33.94	46.19	23.28	22.81	5.98	26.16	16.23	18.58	48.25	28.25	35.88	30.81	22.24	34.18	31.78	5.30	23.74	78.15									
LONG. PIVOTACION Y PENDIENTE TUBERIA	52.14	27.61	27.36	53.62	34.03	46.46	23.38	22.81	5.98	26.16	16.23	18.59	48.27	28.25	35.64	37.11	22.33	34.52	31.88	5.00	23.74	78.36									
GEOM. HORIZONTAL	L=51.82	L=27.43m	L=27.30m	L=53.19m	L=33.97m	L=26.07m	L=20.18m	L=17.22m	L=19.31	L=18.46m	L=25.85m	L=22.80m	L=28.31m	L=35.59m	L=36.74m	L=32.29m	L=34.18m	L=40.45m	L=41.73	59m											

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducción 02 CDC 01- CDC 02 LA-04@05

Plano B.5 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG 2+800.00-3+031.37



PERFIL LONGITUDINAL:
2+800.00-3+000.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



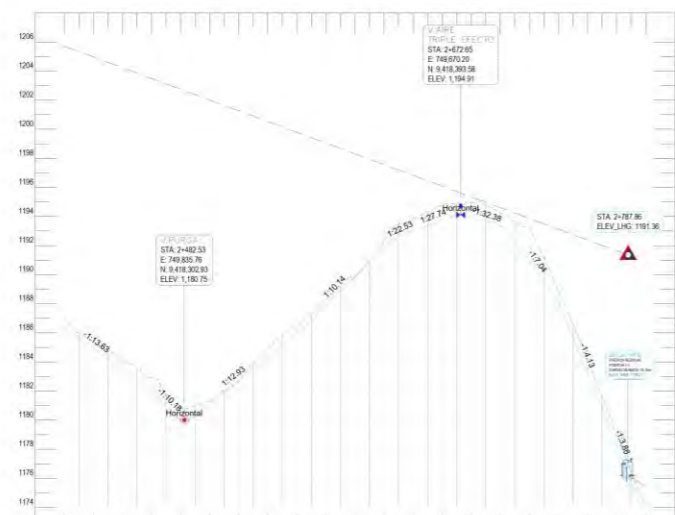
PROGRESIVAS	[2+800]	[2+820]	[2+840]	[2+860]	[2+880]	[2+900]	[2+920]	[2+940]	[2+960]	[2+980]	[3+000]	
COTA TERRENO	1173.9	1168.5	1163.3	1158.8	1154.8	1151.4	1147.7	1143.7	1139.9	1137.5	1133.8	1129.9
ALTIMA DE CORTE	0.78	0.53	0.80	0.47	0.90	0.92	0.86	1.00	0.75	0.78		
COTA RASANTE	1173.1	1168.0	1162.7	1157.6	1152.9	1147.7	1142.8	1138.0	1133.1	1128.2	1123.2	1118.2
LONG. HORIZ. TUB	-38.61	-14.03	11.70	-18.56	-21.25	-38.21	-25.50	-38.21	-29.96			
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	39.85	143	12.01	19.04	22.01	24.42%	40.36	25.67	26.39	21.40	17.19%	25.90%
DESM. HORIZONTAL	L=38.55	L=14	L=11.11	L=18.52	L=21.25	L=38.21	L=25.50	L=38.21	L=29.96			

PERFIL LONGITUDINAL:
3+000.00-3+031.37
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	[3+000]	[3+031.37]
COTA TERRENO	1129.9	1121.1258
ALTIMA DE CORTE	0.78	0.74
COTA RASANTE	1129.2	1121.1248
LONG. HORIZ. TUB	201	14.78
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	21	18.8
DESM. HORIZONTAL	L=201	L=14.78

PERFIL LONGITUDINAL:
2+400.00-2+800.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	[2+400]	[2+420]	[2+440]	[2+460]	[2+480]	[2+500]	[2+520]	[2+540]	[2+560]	[2+580]	[2+600]	[2+620]	[2+640]	[2+660]	[2+680]	[2+700]	[2+720]	[2+740]	[2+760]	[2+780]	[2+800]
COTA TERRENO	1197.0	1185.4	1184.2	1182.9	1180.8	1181.3	1182.7	1184.9	1186.5	1188.3	1189.9	1192.4	1193.8	1194.8	1194.9	1194.3	1193.2	1188.3	1184.2	1179.0	1173.9
ALTIMA DE CORTE	0.56	0.44	0.69	0.94	0.84	0.17	0.81	0.60	0.26	0.50	0.80	1.05	0.99	0.91	2.29	0.79	1.00	0.78	0.78		
COTA RASANTE	1186.4	1184.9	1183.5	1182.0	1180.0	1181.2	1182.7	1184.3	1185.9	1187.9	1189.9	1191.9	1193.0	1193.7	1194.0	1193.3	1190.9	1188.1	1183.2	1178.2	1173.1
LONG. HORIZ. TUB	78.15		21.69	5.00		68.51		71.54		15.92	29.24	5.00	28.55		36.28	31.50	16.46	38.81			
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	79.38		21.71	5.00		69.72		71.89		15.83	29.26	5.00	28.57		36.64	32.42	17.9	39.85			
DESM. HORIZONTAL	L=73.56m		L=95.30m		L=71.42m		L=15.77m		L=42.78m		L=36.22m	L=17.71	L=13.11	L=16	L=38.55m						

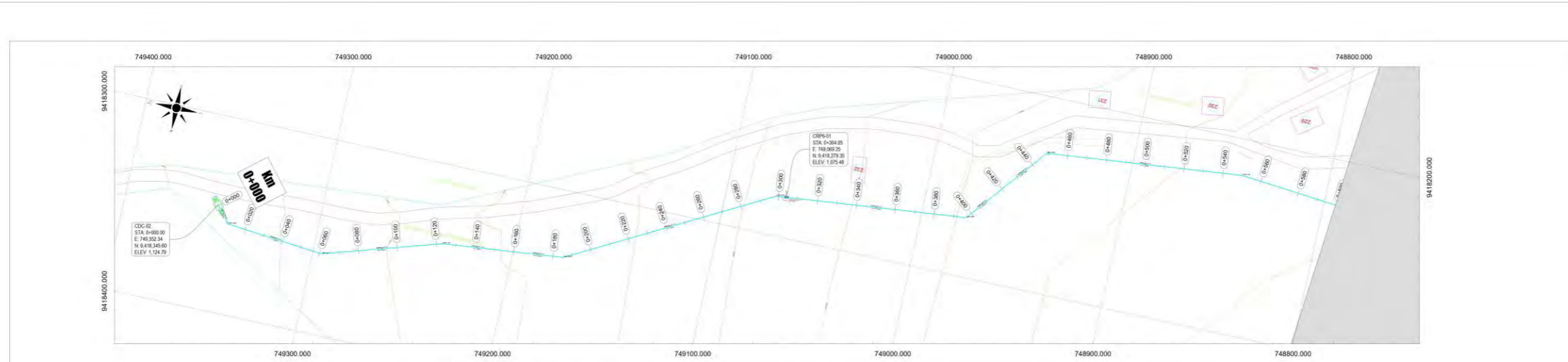
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

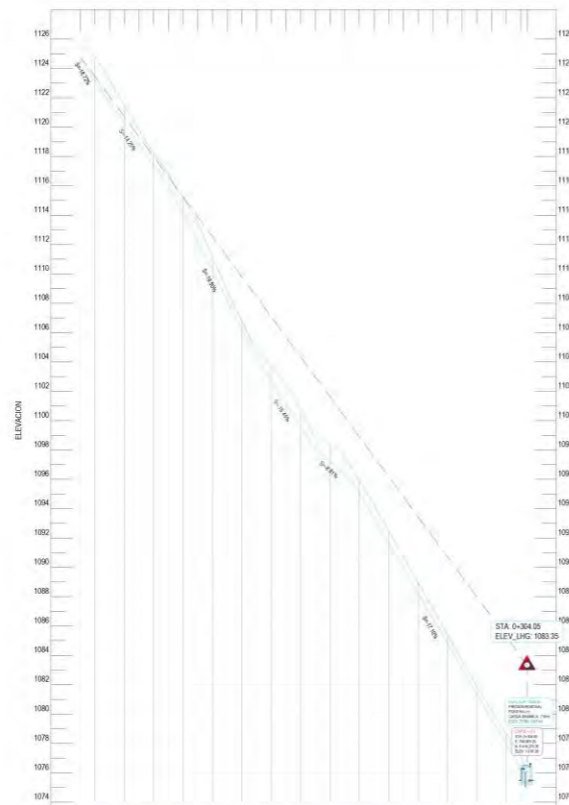
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Línea de conducción 02 CDC 01- CDC 02 LA-05@05

Plano C.1 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 03 CDC 02 - CDC 03 PROG 0+000.00-0+600.00

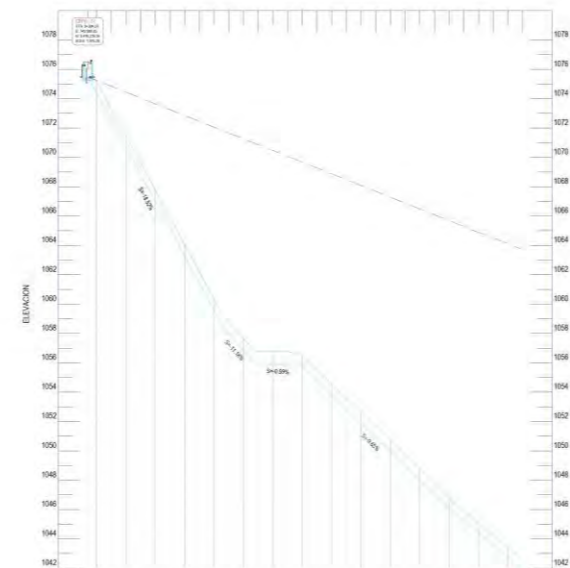


PERFIL LONGITUDINAL: 0+000.00-0+304.05
Esc. H = 1/2000 Esc. V = 1/200 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+000	0+20	0+40	0+60	0+80	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+304
COTA TERRENO	1.125.591	1.223.161	1.119.791	1.116.811	1.113.481	1.108.881	1.104.931	1.102.451	1.098.911	1.097.561	1.094.231	1.090.701	1.087.181	1.083.651	1.080.271	1.076.28
ALTURA DE CORTE	0.80	1.49	0.97	0.84	1.36	0.65	0.81	1.33	0.83	1.24	0.88	0.78	0.67	0.67	0.60	0.80
COTA BASANTE	1.124.791	1.221.671	1.118.821	1.115.971	1.112.131	1.108.231	1.104.331	1.101.111	1.098.081	1.096.321	1.093.351	1.089.931	1.086.511	1.083.081	1.079.661	1.075.48
LONG. HORIZ. TUB.	10.90	50.15	62.02	36.07	26.24	113.42	97.74									
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	11.05	50.66	63.18	36.49	26.34	115.07	99.40									
GEOM. HORIZONTAL	L=10.90m	L=50.15m	L=62.01m	L=42.31m	L=42.31m	L=113.42m	L=97.74m									

PERFIL LONGITUDINAL: 0+304.00-0+600.00
Esc. H = 1/2000 Esc. V = 1/200 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+304	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600
COTA TERRENO	1.076.1	1.073.32	1.069.62	1.065.91	1.062.21	1.058.76	1.056.76	1.055.52	1.053.61	1.051.75	1.049.80	1.047.84	1.045.89	1.044.23	1.042.57	
ALTURA DE CORTE	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.83	0.77	0.80	0.86	0.84	0.81	0.66	0.66	0.66	
COTA BASANTE	1.075.1	1.072.52	1.068.82	1.065.11	1.061.41	1.057.96	1.055.95	1.055.83	1.054.75	1.052.82	1.050.89	1.048.96	1.047.03	1.045.23	1.043.57	1.041.91
LONG. HORIZ. TUB.	97.74	21.30	31.52	100.70	120.32											
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	99.40	21.43	31.52	101.17	120.73											
GEOM. HORIZONTAL	L=97.74m	L=52.82m	L=100.70m	L=120.31m												

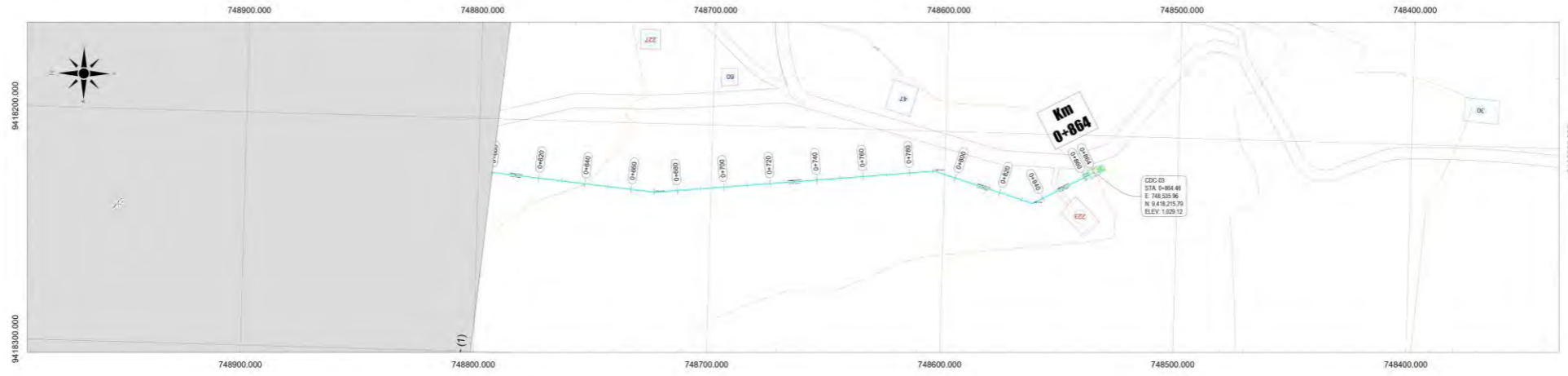
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

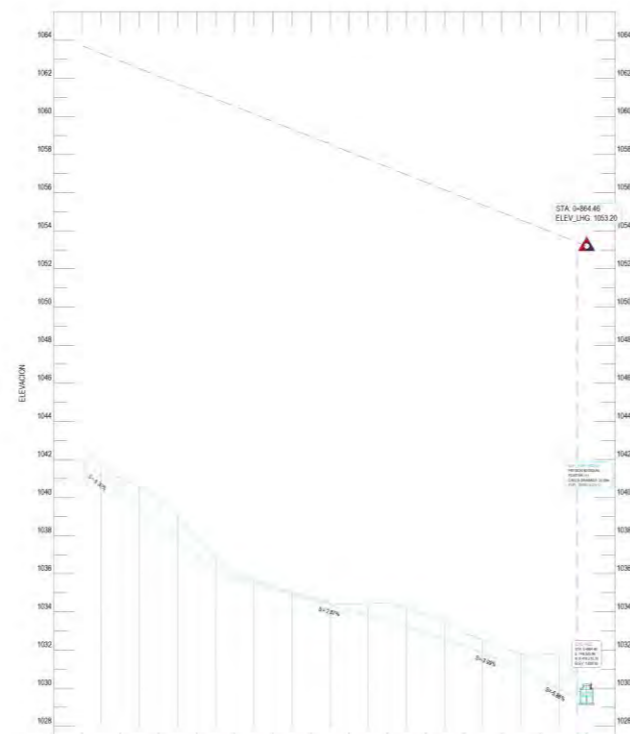
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Línea de conducción 03 CDC 02- CDC 03 LA-01@02

Plano C.2 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 02 CDC 01 - CDC 02 PROG 0+600.00-0+864.46



PERFIL LONGITUDINAL: 0+600.00-0+864.46
Esc. H = 1/2000 Esc. V = 1/200 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+864.46
COTA TERRENO	1,042.67	1,041.03	1,040.61	1,037.97	1,036.01	1,035.35	1,034.72	1,034.41	1,034.48	1,033.86	1,032.88	1,032.18	1,031.75	1,11,029.92
ALTURA DE CORTE	0.66	0.77	1.41	1.03	0.22	0.43	0.08	0.34	0.88	0.94	0.64	0.73	1.20	1.080
COTA RASANTE	1,041.81	1,040.25	1,038.58	1,036.93	1,035.79	1,035.22	1,034.65	1,034.07	1,033.50	1,032.92	1,032.24	1,031.44	1,030.55	1,11,029.12
LÓNG. HORIZ. TUB		120.32					120.20				44.43		28.47	
LÓNG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERÍA		120.73					120.25				44.46		29.52	
		-8.30%					-2.87%				-3.95%		-5.80%	
GEOM. HORIZONTAL		L=120.31m			L=120.21m			L=44.42m			L=28.46m			

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS:

- Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

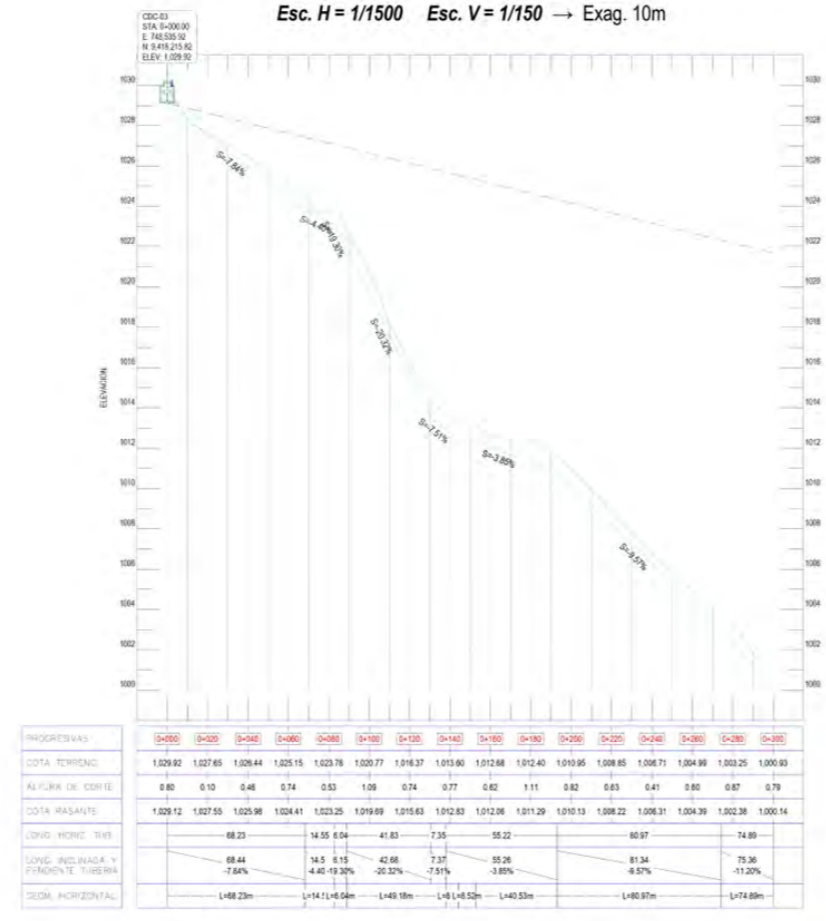
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Línea de conducción 03 CDC 02- CDC 03 LA-02@02

Plano D.1 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas PROG 0+000.00-0+300.00

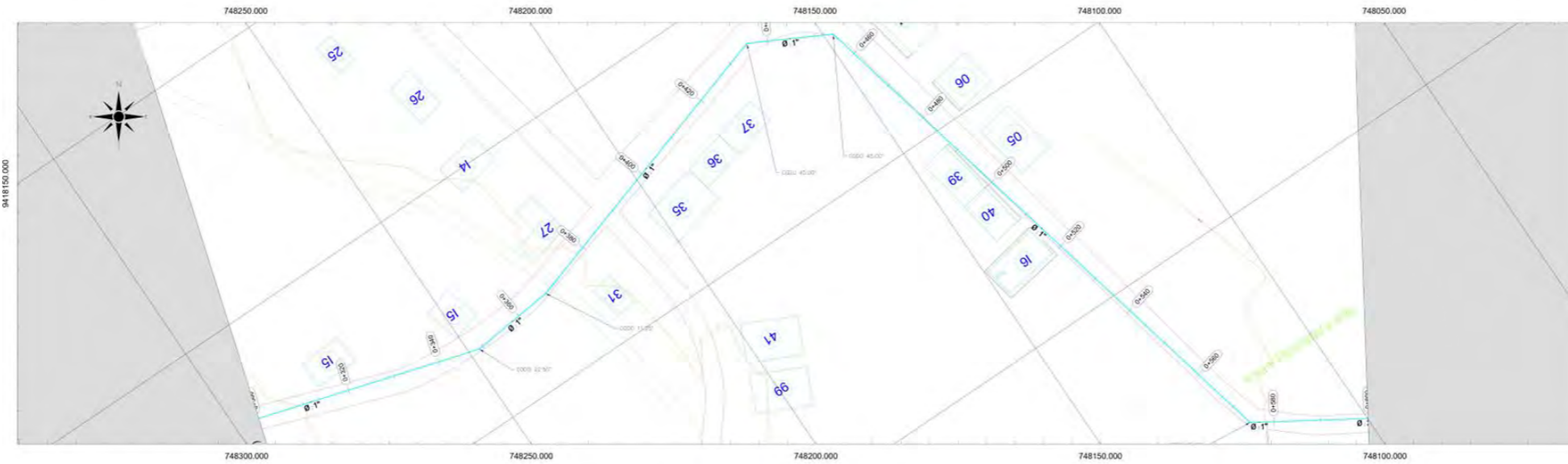


PERFIL LONGITUDINAL: 0+000.00-0+300.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m

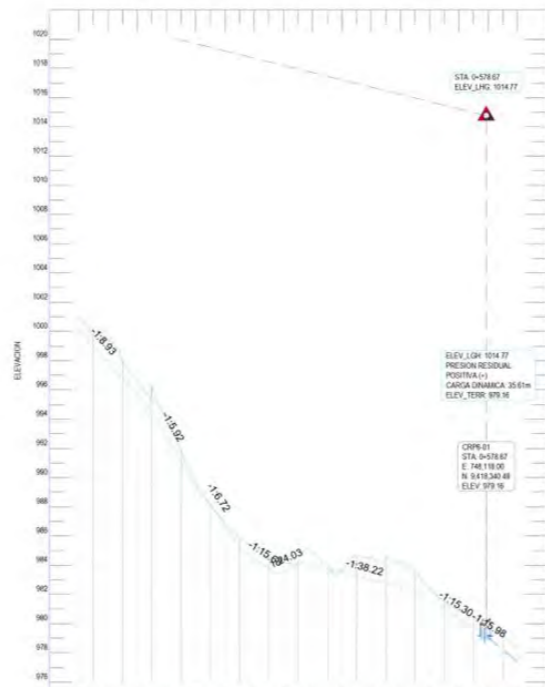


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducc. 04 CDC 03-Res. las filas LA-01@07

Plano D.2 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservorio Las Filas PROG 0+300.00-0+600.00



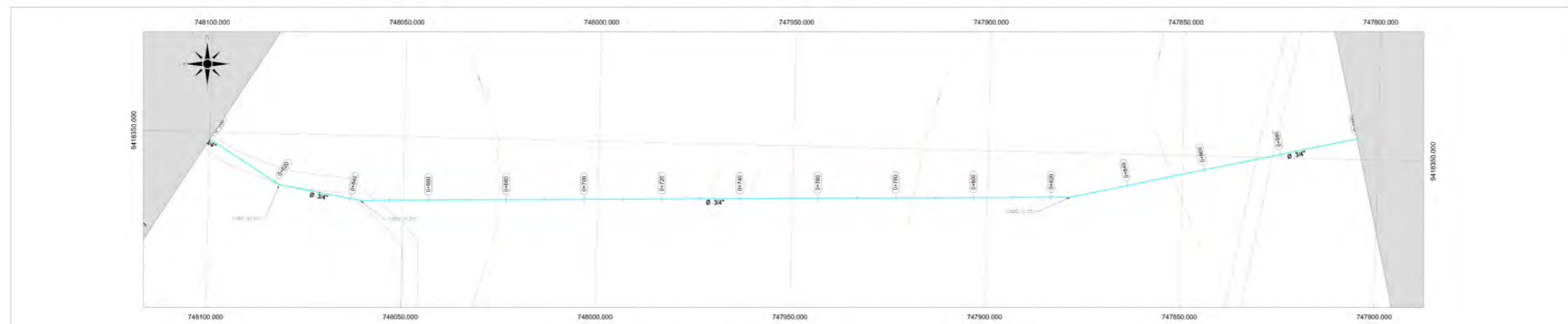
PERFIL LONGITUDINAL: 0+300.00-0+600.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m



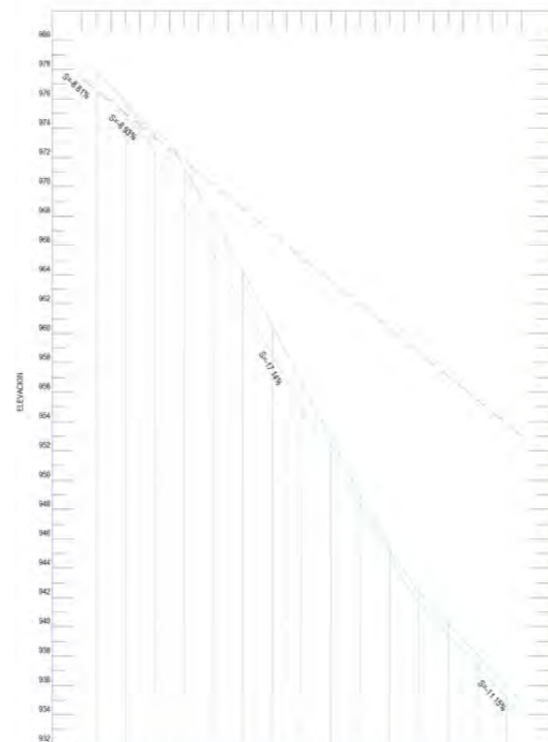
PROGRESIVAS	0+300	0+310	0+320	0+330	0+340	0+350	0+360	0+370	0+380	0+390	0+400	0+410	0+420	0+430	0+440	0+450	0+460	0+470	0+480	0+490	0+500	0+510	0+520	0+530	0+540	0+550	0+560	0+570	0+580	0+590	0+600		
COTA TERRENO	1000.95	999.41	996.64	994.13	990.51	986.30	985.20	984.19	984.87	983.50	984.61	984.22	982.41	980.88	979.88	979.41																	
ALTIMETRIA DE CORTE	0.79	1.50	0.98	1.33	0.20	0.78	0.58	0.83	0.37	1.62	1.75	0.74	0.40	0.83	1.13																		
COTA RASANTE	1000.14	997.90	995.66	992.90	989.67	986.70	984.42	983.61	984.04	983.51	982.99	982.47	981.66	980.27	979.04	977.28																	
LONG. HORIZ. TUB.	74.89	18.36	44.33	23.79	18.43				79.21				41.75	8.72	42.66																		
LONG. INCLINADA Y FUNDENTE TUBERIA	75.36	18.02	44.82	23.84	18.45				79.24				41.84	8.77	43.83																		
GEOM. HORIZONTAL	L=74.89m	L=18.37m	L=44.33m	L=23.79m	L=18.43m				L=79.21m				L=41.75m	L=8.72m	L=42.66m																		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducc. 04 CDC 03-Res. las filas LA-02@07

Plano D.3 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservorio Las Filas PROG 0+600.00-0+900.00



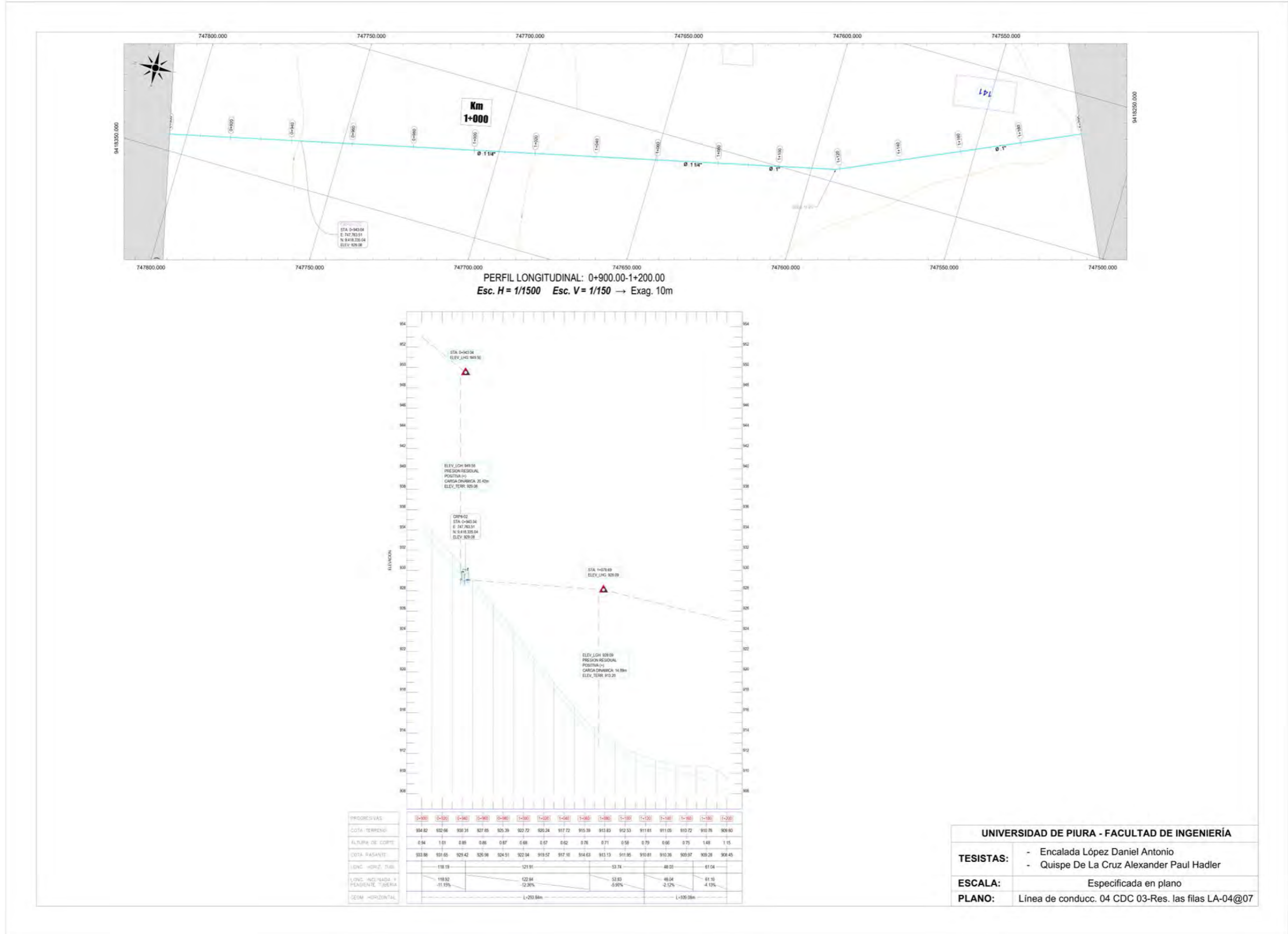
PERFIL LONGITUDINAL: 0+600.00-0+900.00
Esc. H = 1/2000 Esc. V = 1/200 → Exag. 10m



PROYECTIVAS	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900
COTA TERRESTRE	976.41	976.67	974.48	973.13	969.57	966.06	962.40	958.62	954.74	950.90	947.08	943.17	941.25	939.11	936.98	934.82
ALPURA DE SOPORTE	1.13	1.36	0.74	2.62	2.49	2.41	2.17	1.82	1.37	0.95	0.56	0.64	0.69	0.77	0.87	0.94
COTA PROYECTADA	977.28	975.52	973.74	970.51	967.08	963.85	960.23	956.80	953.37	949.94	946.51	943.09	940.57	938.34	936.11	933.89
LENG. HORIZ. "UB	-42.06		-21.12				162.30								-118.19	
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TANGENTE	42.03		21.21				160.95								118.02	
	4.81%		-9.93%				-17.54%								-11.15%	
SEDM. HORIZONTAL	L=46.37m		L=21.0m				L=182.40m								L=293.86m	

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducc. 04 CDC 03-Res. las filas LA-03@07

Plano D.4 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas PROG 0+900.00-1+200.00



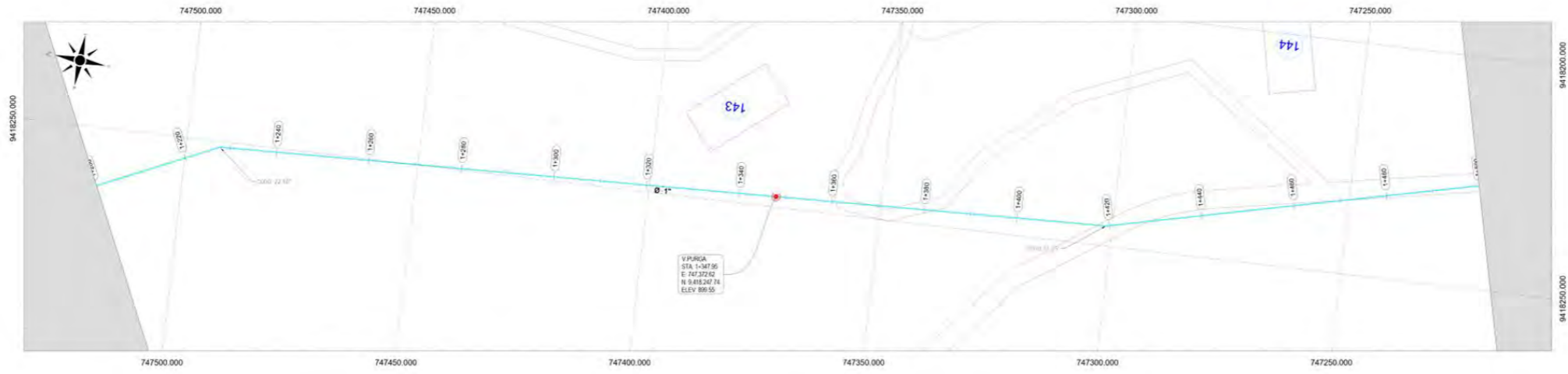
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
 - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

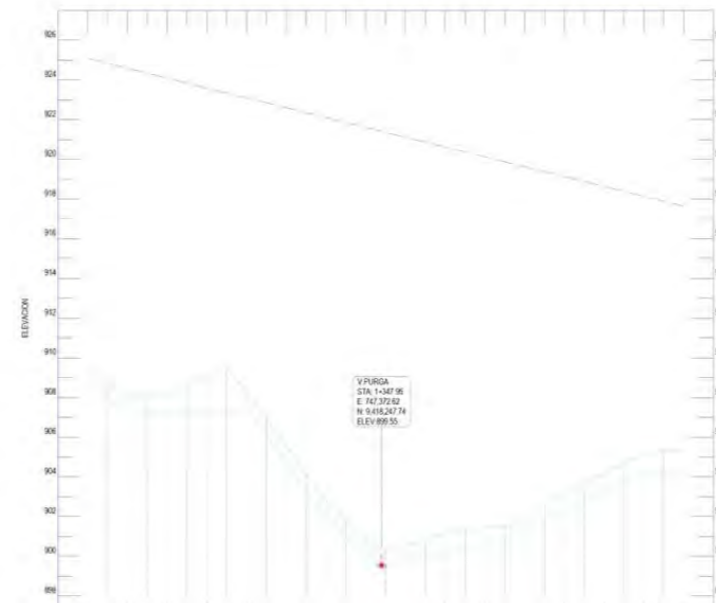
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Línea de conducc. 04 CDC 03-Res. las filas LA-04@07

Plano D.5 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas PROG 1+200.00-1+500.00



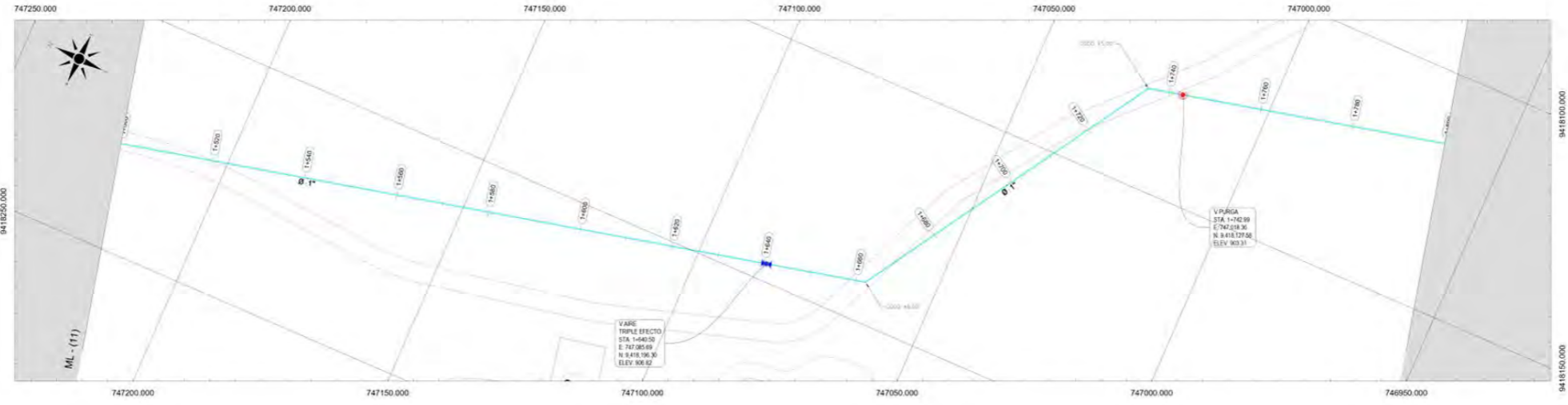
PERFIL LONGITUDINAL: 1+200.00-1+500.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m



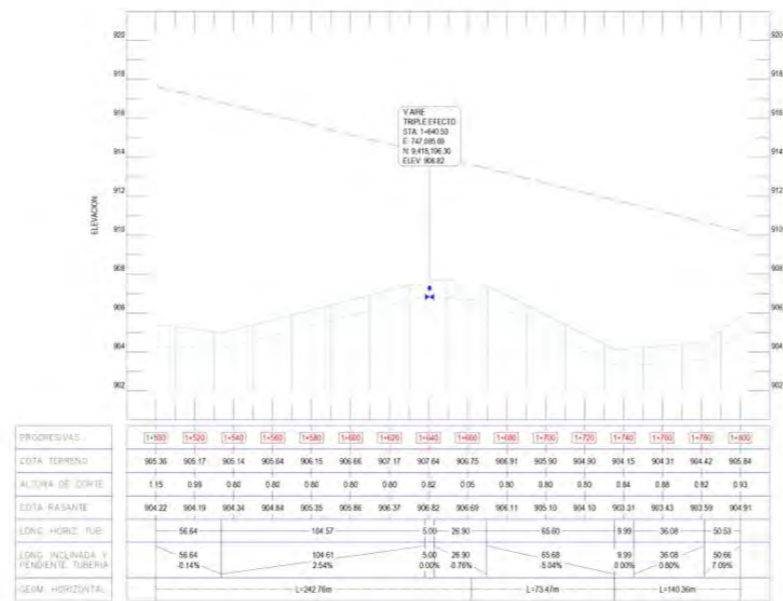
PROGRESIVAS	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460	1+480	1+500
COTA TERRENO	909.60	908.24	908.07	909.03	908.24	905.56	902.82	900.96	900.58	901.19	901.44	901.91	903.10	904.18	905.11	905.36
ALTURA DE CORTO	1.15	0.62	0.80	1.81	1.07	0.85	0.79	0.88	0.84	1.00	0.81	0.81	0.90	0.86	0.87	1.15
COTA RASANTE	908.45	907.82	907.27	907.22	907.17	904.71	902.03	900.08	899.76	900.19	900.63	901.10	902.21	903.32	904.24	904.22
LONG. HORIZ. TUB.	61.04	54.38		36.07	27.23	5.00		88.83			57.51				56.64	
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE T. TUBERÍA	61.10	54.38		36.41	27.38	5.00		88.85			57.60				56.64	
	-4.13%	-0.25%		-13.77%	-9.75%	0.00%		2.19%			5.55%				-0.14%	
CEDM. HORIZONTAL	L=100.00m		L=191.51m					L=242.76m								

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducc. 04 CDC 03-Res. las filas LA-05@07

Plano D.6 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas PROG 1+500.00-1+800.00

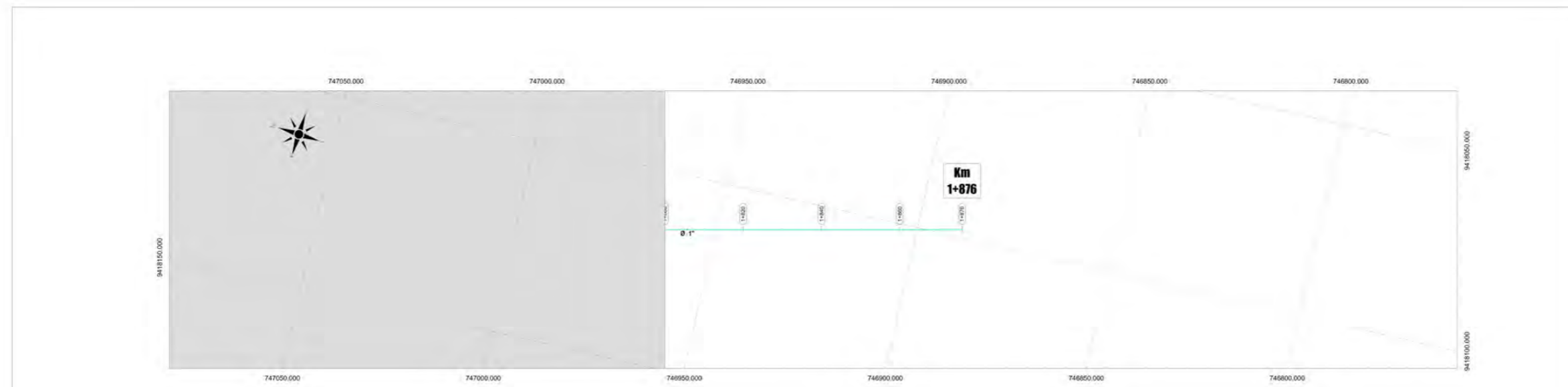


PERFIL LONGITUDINAL: 1+500.00-1+800.00
Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m

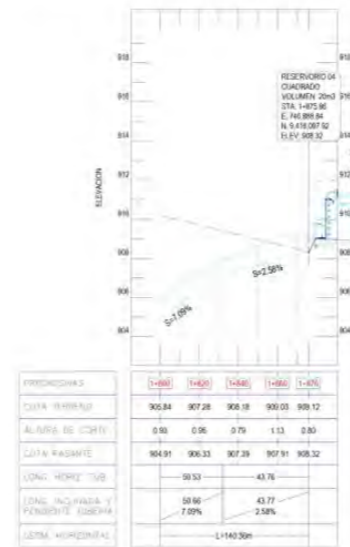


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducc. 04 CDC 03-Res. las filas LA-06@07

Plano D.7 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 04 CDC 03 - Reservoirio Las Filas PROG 1+800.00-1+875.00

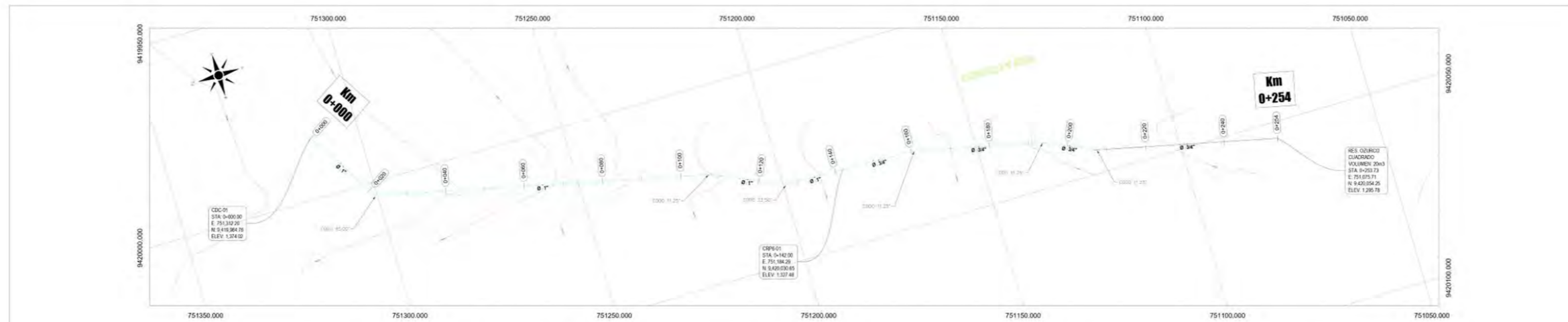


PERFIL LONGITUDINAL: 1+800.00-1+875.86
 Esc. H = 1/1500 Esc. V = 1/150 → Exag. 10m

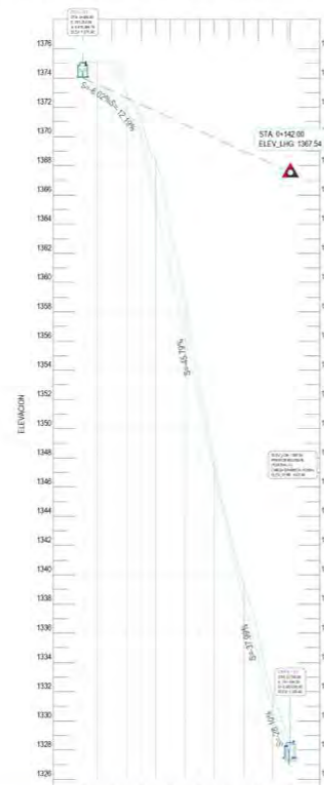


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conducc. 04 CDC 03-Res. las filas LA-07@07

Plano E.1 Planta y perfil longitudinal Línea de conducción 05 CDC 01 - Reservorio Ozurco PROG 0+000.00-0+253.73

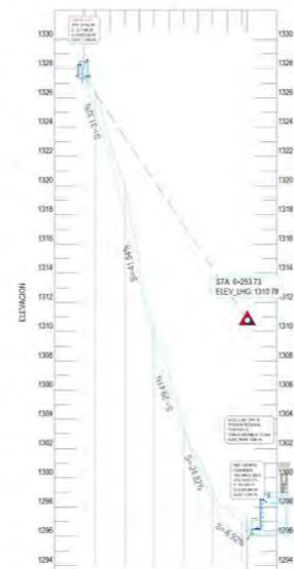


PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+142.00
Esc. H = 1/2000 Esc. V = 1/200 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+000	0+030	0+060	0+090	0+120	0+150	0+180	0+210	0+240	0+254
COTA TERRENO	1.375 02	1.375 08	1.371 15	1.363 39	1.353 01	1.342 15	1.330 94	1.320 48		
ALTIMETRIA DE CORTE	1.00	2.27	1.16	2.56	1.34	0.64	1.59	11.00		
COTA RASANTE	1.374 02	1.372 81	1.369 99	1.366 83	1.351 67	1.342 51	1.334 36	1.327 48		
LONG. HORIZ. TUB.		22.11	16.34		68.71		19.87	14.18	83	
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA		22.15	16.46		75.57		21.25	1.19	78	
GEOM. HORIZONTAL		L=22.11m	L=16.34m		L=19.87m	L=33.85m				

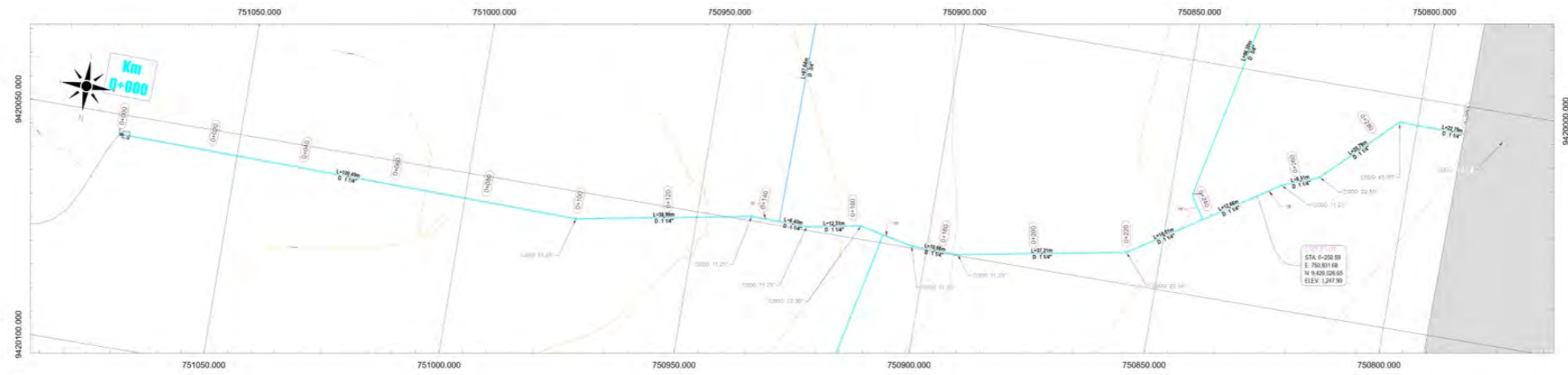
PERFIL LONGITUDINAL:
0+142.00-0+253.73
Esc. H = 1/2000 Esc. V = 1/200 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+142	0+180	0+200	0+220	0+240	0+254
COTA TERRENO	1.325 4	1.327 84	1.314 70	1.307 42	1.301 48	1.295 78
ALTIMETRIA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COTA RASANTE	1.327 4	1.321 84	1.313 62	1.306 08	1.300 77	1.295 78
LONG. HORIZ. TUB.	14.18	83	32.82	13.86	27.32	18.96
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	15.19	74	35.54	14.45	28.14	18.96
GEOM. HORIZONTAL		L=33.85m	L=32.82m	L=13.86m		L=18.96m

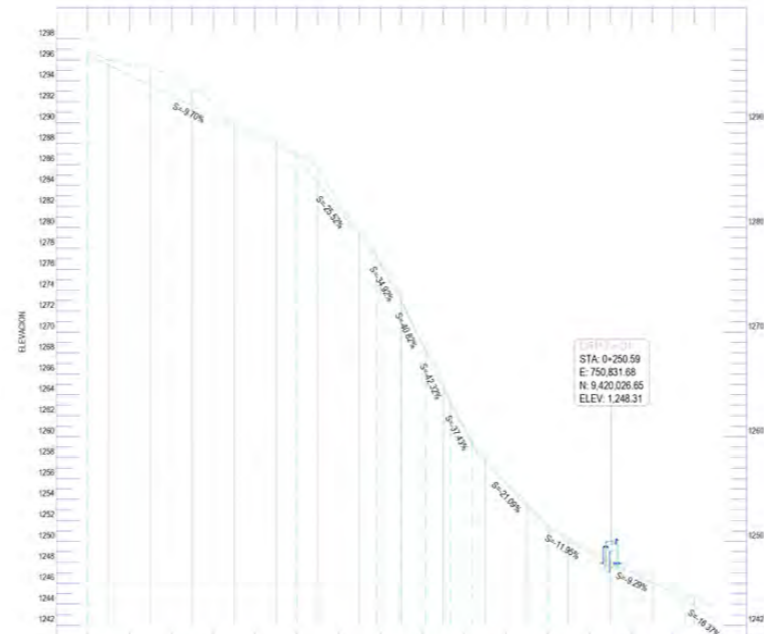
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Línea de conduc.05 CDC 01- Reserv. Ozurco LA-01@01

Plano F.1 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 0+000.00-0+300.00



PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION OZURCO
0+000.00-0+300.00

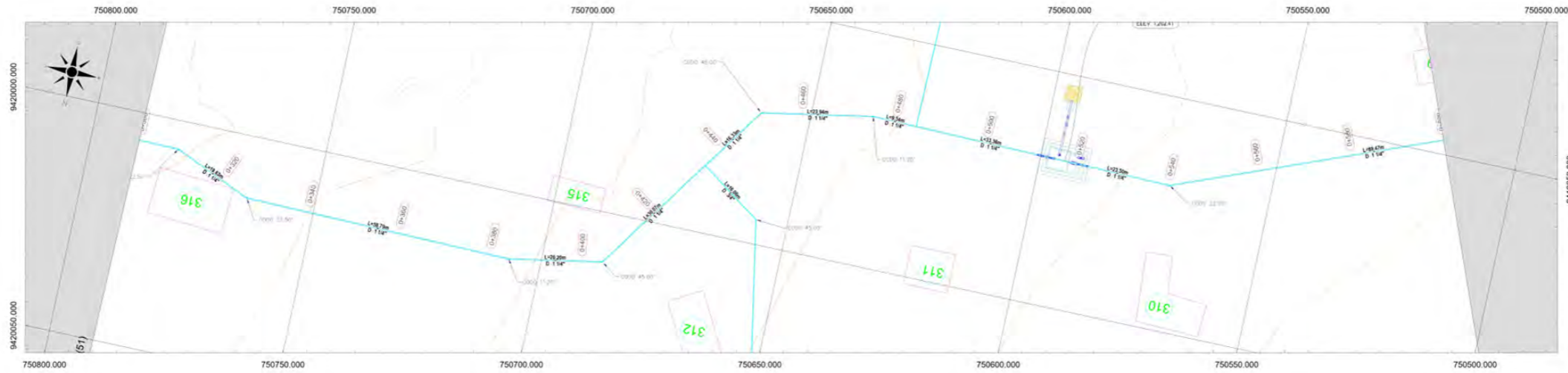
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/200 → Exag. 5m



PROGRESIVAS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300
COTA TERRENO	1,296.78	1,295.51	1,294.53	1,291.82	1,289.30	1,287.07	1,282.38	1,276.75	1,268.90	1,260.98	1,251.52	1,249.21	1,247.45	1,245.86	1,243.76	
ALTURA DE CORTE	0.00	0.97	1.53	1.17	0.58	0.30	0.71	0.37	0.10	0.29	0.33	0.30	0.33	0.42	0.70	1.46
COTA RASANTE	1,296.48	1,294.54	1,292.00	1,290.66	1,288.72	1,286.78	1,281.67	1,276.38	1,268.80	1,260.69	1,255.44	1,251.22	1,248.88	1,247.02	1,245.16	1,242.30
LONG. HORIZ. (M)	100.00				37.99	12.01	11.70	11.70	12.84	33.70	17.05		47.88	22.78		
LONG. INCLINADA (M)	100.47				39.20	12.72	12.70	13.71	34.45	18.08		48.08	23.08			
PENDIENTE (PORCIENTO)	-4.70%				-25.52%	-34.92%	0.82	-42.32%	-37.43%	-21.09%		-11.99%	-0.29%	-16.37%		

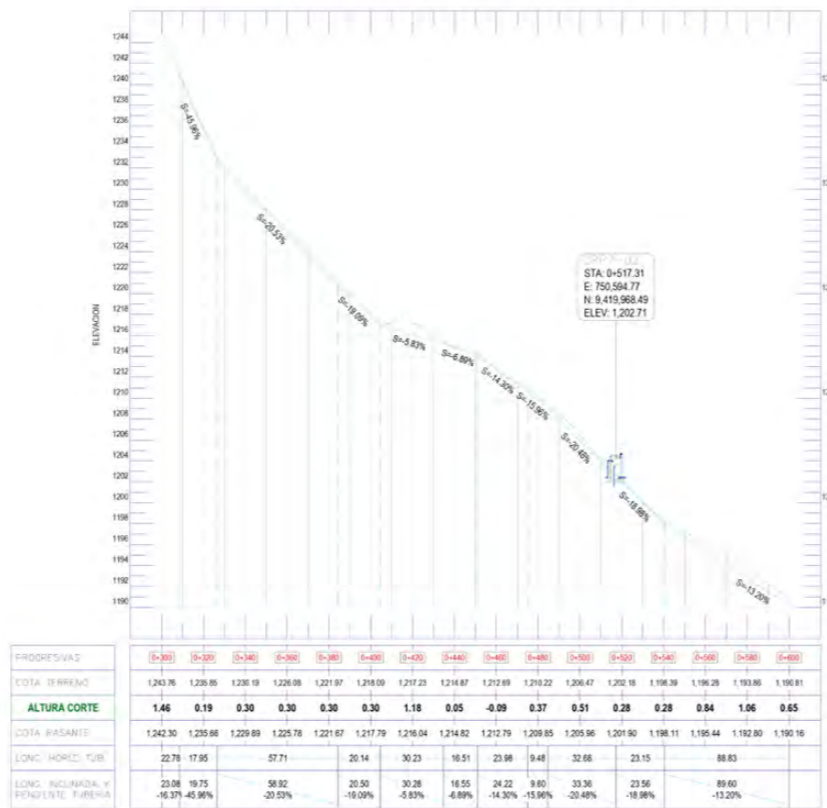
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	RED DE DISTRIBUCION OZURCO LA-01@07

Plano F.2 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 0+300.00-0+600.00



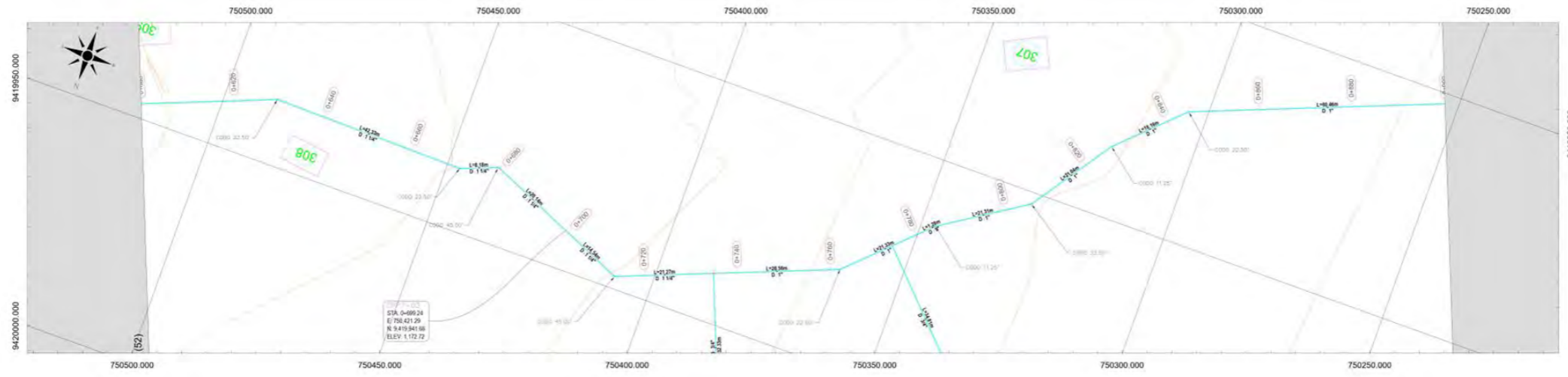
PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION OZURCO
0+300.00-0+600.00

Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/200 → Exag. 5m



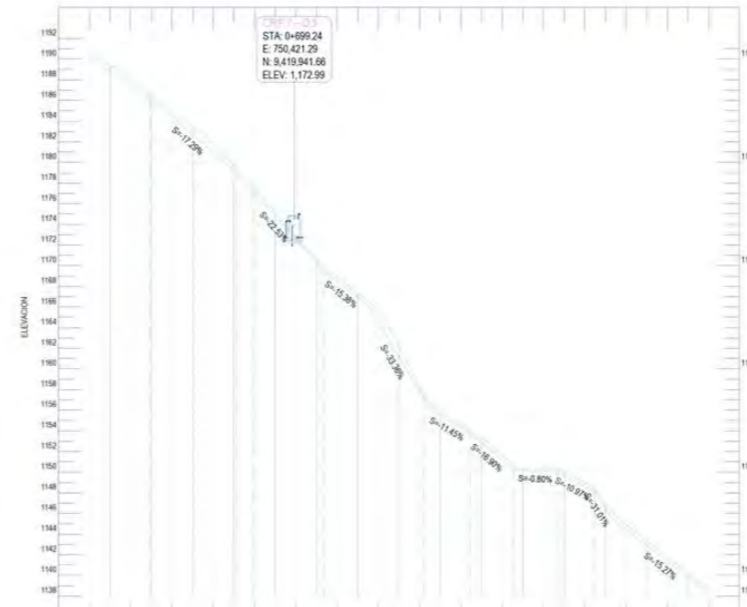
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	RED DE DISTRIBUCION OZURCO LA-02@07

Plano F.3 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 0+600.00-0+900.00



PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION OZURCO
0+600.00-0+900.00

Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/200 → Exag. 5m



PROGRESIVAS	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900
COTA TERRENO	1,190.81	1,188.14	1,184.36	1,181.77	1,177.58	1,172.81	1,168.02	1,163.02	1,158.24	1,154.64	1,151.62	1,148.47	1,145.96	1,143.80	1,141.80	1,138.68
ALTURA DE CORTE	0.66	0.42	0.52	0.79	0.53	0.26	0.32	1.11	0.41	0.32	0.44	0.36	0.38	0.52	0.42	0.31
COTA RASANTE	1,190.16	1,187.52	1,184.44	1,180.98	1,177.06	1,172.55	1,168.50	1,164.50	1,157.83	1,154.32	1,151.18	1,150.12	1,148.81	1,144.44	1,141.38	1,138.33
LONG. HORIZ. TUB.	88.83	41.84		42.51	21.24	30.71	18.91	21.11	21.16	18.16	8.46		51.22			
LONG. INCLINADA + PENDIENTE TUBERIA	89.60	42.46		43.58	21.49	32.38	19.03	21.41	21.16	18.27	8.86		51.81			
SEDM. HORIZONTAL	-13.20%	-17.20%		-22.03%	-15.36%	-33.36%	-11.45%	-16.90%	-0.90%	-10.97%	-31.01%		-15.27%			

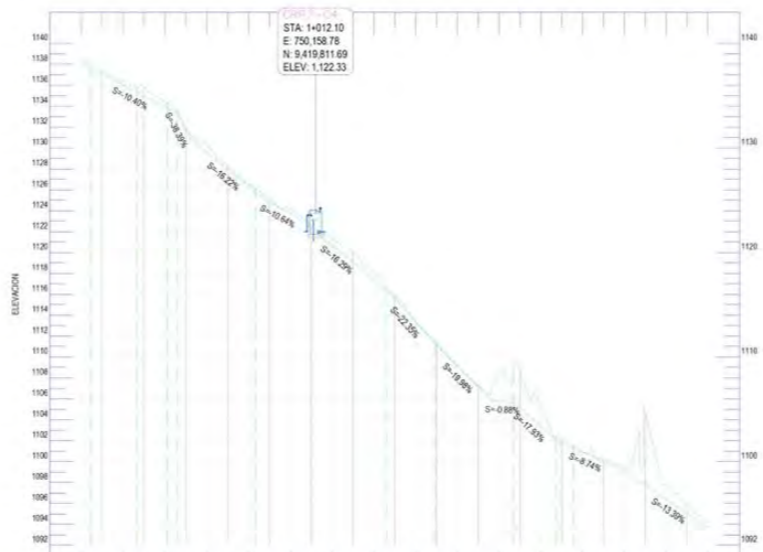
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	RED DE DISTRIBUCION OZURCO LA-03@07

Plano F.4 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 0+900.00-1+200.00



PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION OZURCO
0+900.00-1+200.00

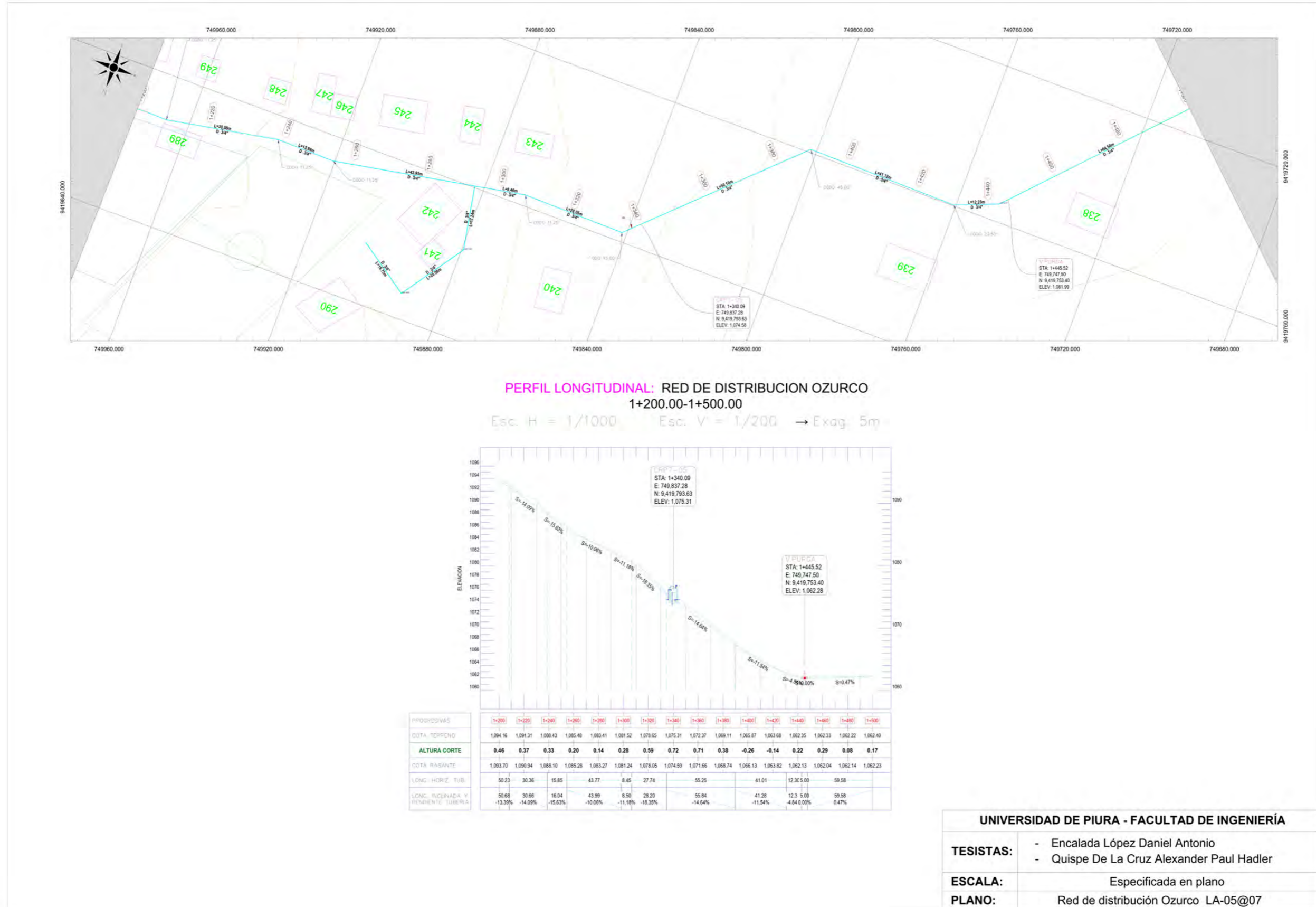
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/200 → Exag. 5m



PROGRESIVAS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200					
COTA TERRENO	1,138.65	1,136.51	1,134.46	1,132.28	1,129.58	1,124.20	1,121.31	1,117.99	1,113.45	1,109.14	1,104.43	1,100.43	1,099.97	1,099.53	1,097.63	1,094.16
ALTURA DE CORTE	0.31	0.48	0.51	0.67	0.22	0.44	0.82	0.56	0.11	0.01	2.67	2.89	0.67	0.47	1.25	0.46
COTA BASANTE	1,138.33	1,136.03	1,133.95	1,129.60	1,126.36	1,123.76	1,120.70	1,117.44	1,113.34	1,109.13	1,105.77	1,103.32	1,100.89	1,099.06	1,096.38	1,093.70
LONG. HORIZ. TUB.	51.22	41.29	6.52	36.05	14.97	42.71	23.14	27.35	10.00	20.69	30.72	50.23				
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	51.81	41.51	6.98	36.52	15.05	43.28	23.71	27.89	10.30	21.02	30.84	50.68				
	-15.27%	-10.40%	-38.38%	-16.22%	-10.64%	-16.29%	-22.35%	-19.98%	-0.88%	-17.53%	-8.74%	-13.35%				

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	RED DE DISTRIBUCION OZURCO LA-04@07

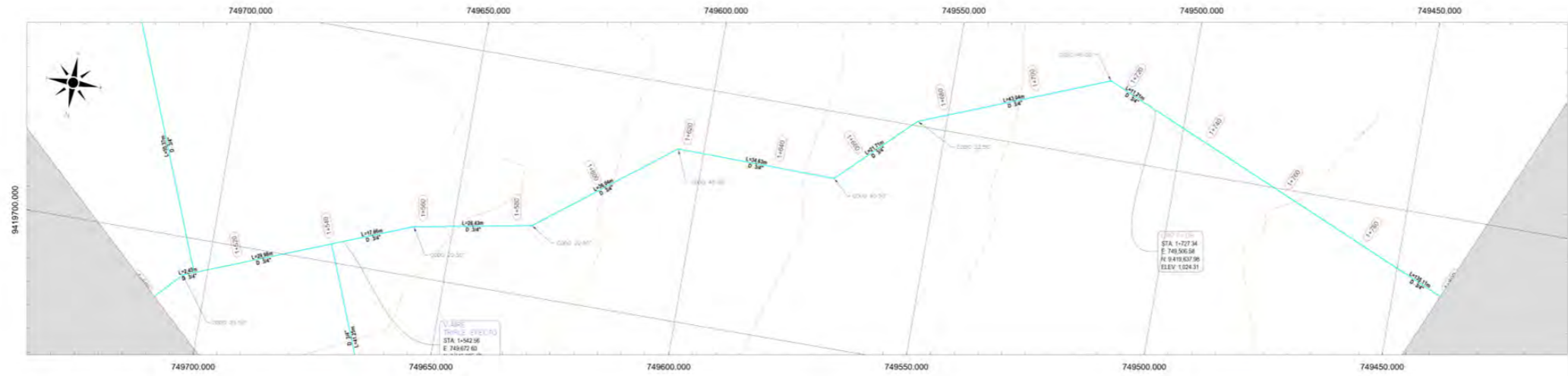
Plano F.5 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 1+200.00-1+500.00



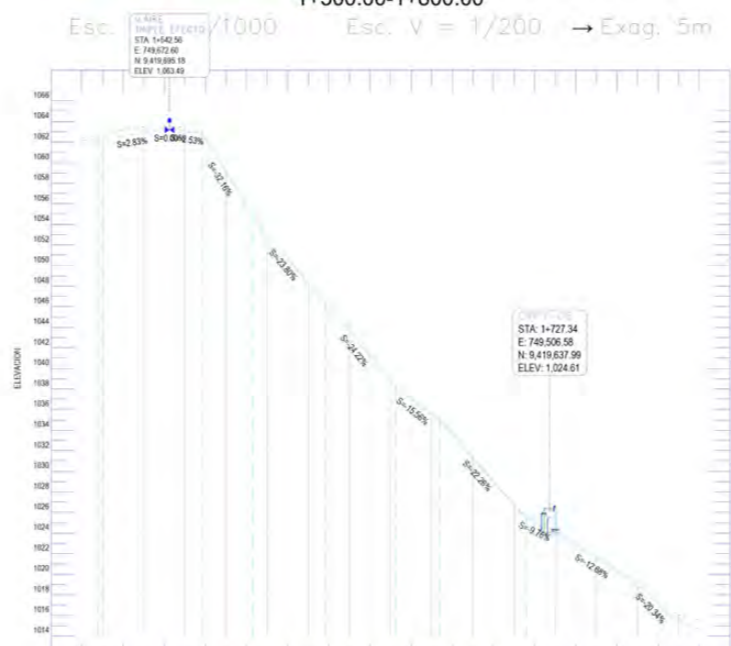
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Ozurco LA-05@07

Plano F.6 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 1+500.00-1+800.00



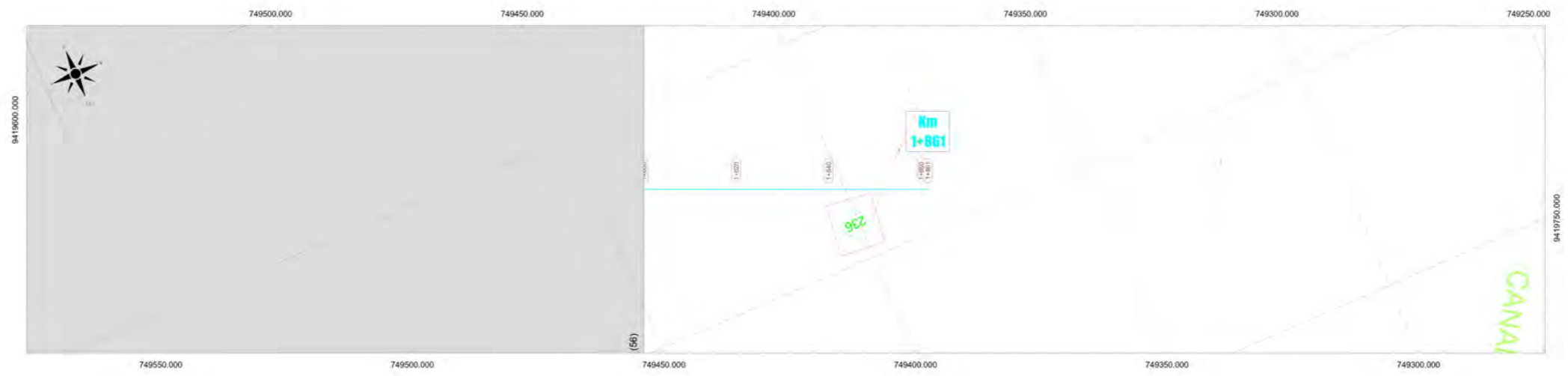
PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION OZURCO
1+500.00-1+800.00



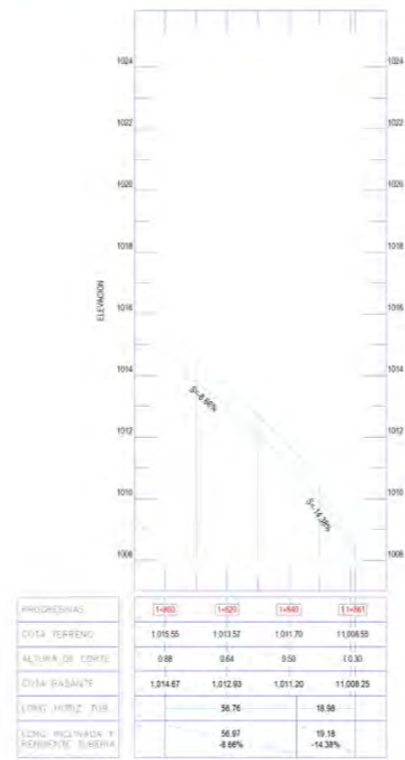
PROGRESIVAS	[+500]	[+450]	[+400]	[+350]	[+300]	[+250]	[+200]	[+150]	[+100]	[+50]	[+00]	[+50]	[+100]	[+150]	[+200]	[+250]	[+300]	[+350]	[+400]
COTA TERRENO	1.062.40	1.063.20	1.063.49	1.062.91	1.056.67	1.050.91	1.046.27	1.041.56	1.037.14	1.033.77	1.030.63	1.026.35	1.022.98	1.020.46	1.017.83	1.015.55			
ALTURA CORTE	0.17	0.58	0.30	0.30	0.30	-0.44	0.29	0.45	0.19	0.33	0.04	0.32	0.28	0.30	0.76	0.88			
COTA RASANTE	1.062.23	1.062.82	1.063.18	1.062.20	1.055.77	1.050.75	1.045.98	1.041.13	1.036.96	1.033.43	1.029.98	1.025.02	1.022.70	1.020.17	1.017.07	1.014.67			
LINE. HORIZ. TUB.	59.58	32.46	5.00	12.89	25.24	35.22	33.98	21.61	42.17	11.27	45.35	13.06	56.76						
LINE. POLIGONAL Y FITTINGS TUBERIA	59.58	32.47	5.0	12.90	25.51	36.20	34.96	21.67	43.20	11.33	45.71	13.32	56.87						
	0.47%	2.83%	0.00	-2.53%	-32.16%	-23.80%	-24.22%	-15.56%	-22.26%	-9.78%	-12.08%	-20.34%	-8.66%						

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	RED DE DISTRIBUCION OZURCO LA-06@07

Plano F.7 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Ozurco PROG 1+800.00-1+861.00

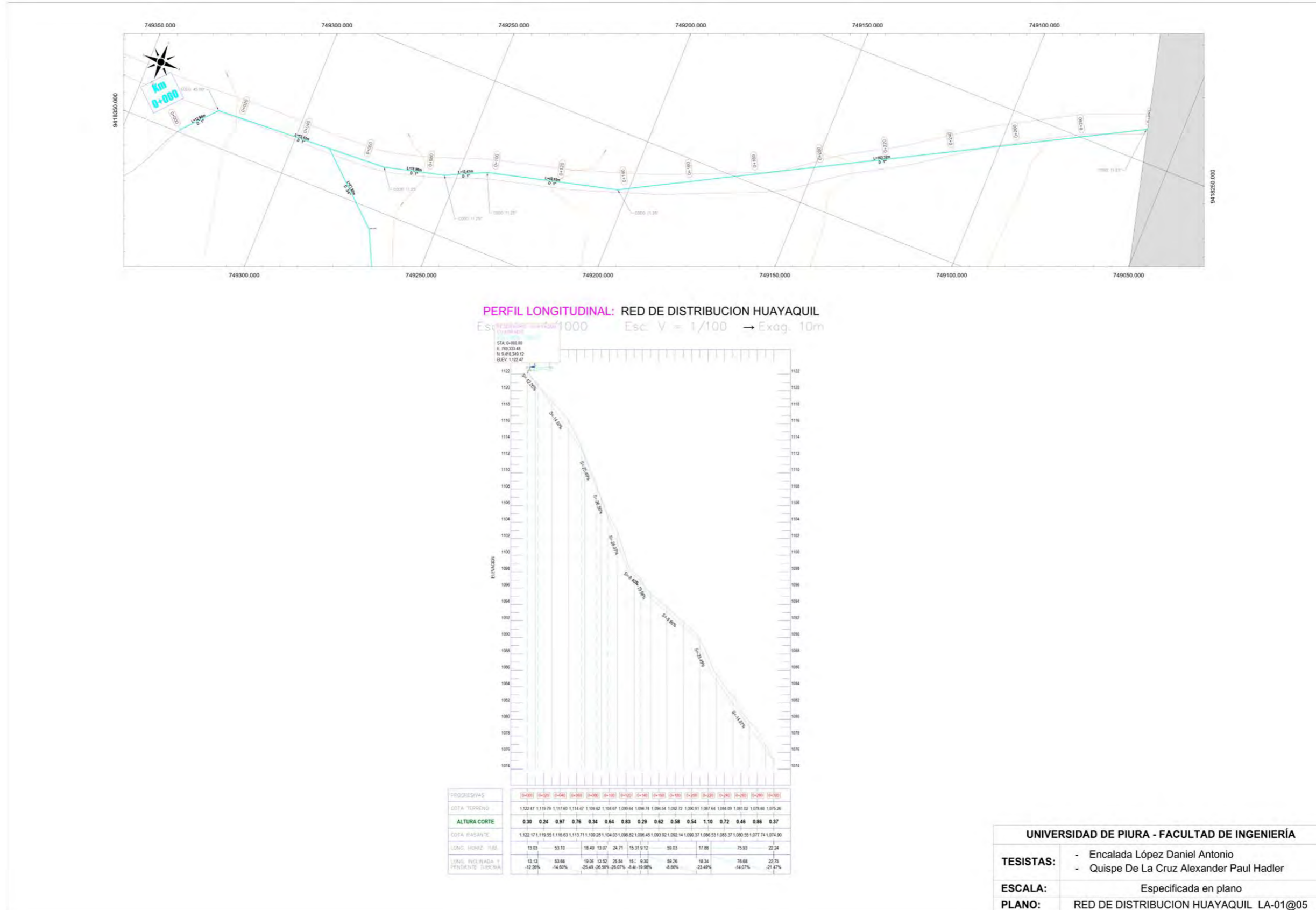


PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION OZURCO
 Esc. H = 1/1,000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



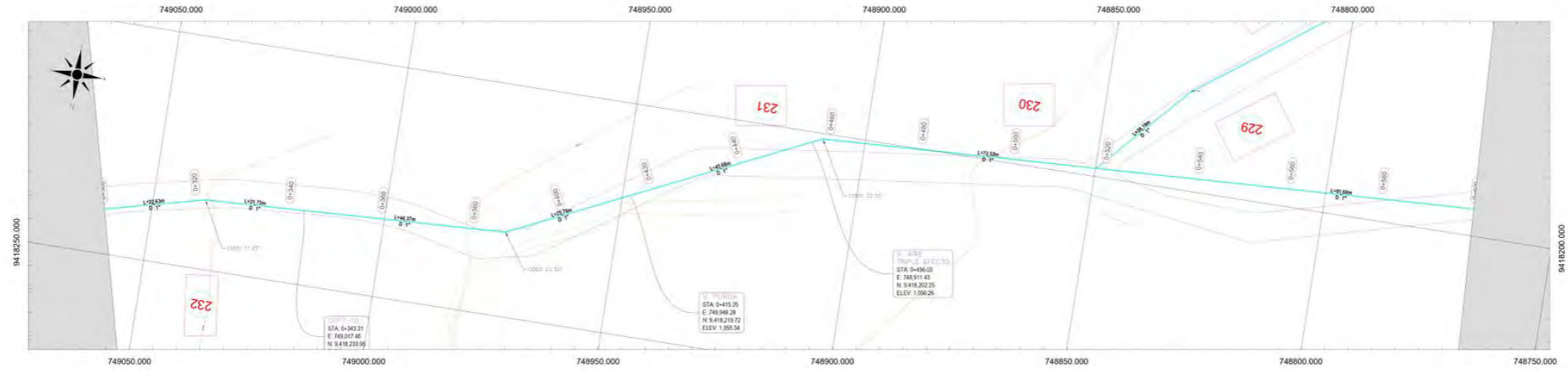
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	RED DE DISTRIBUCION OZURCO LA-07@07

Plano G.1 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 0+000.00-0+300.00

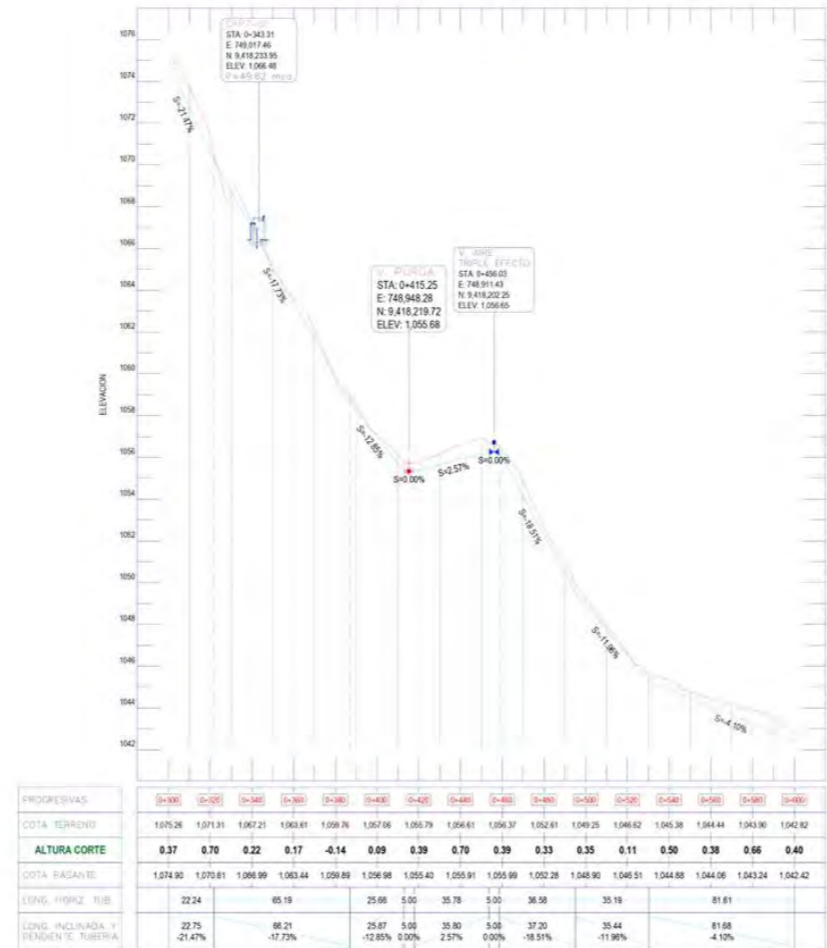


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	RED DE DISTRIBUCION HUAYAQUIL LA-01@05

Plano G.2 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 0+300.00-0+600.00



PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION HUAYAQUIL
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

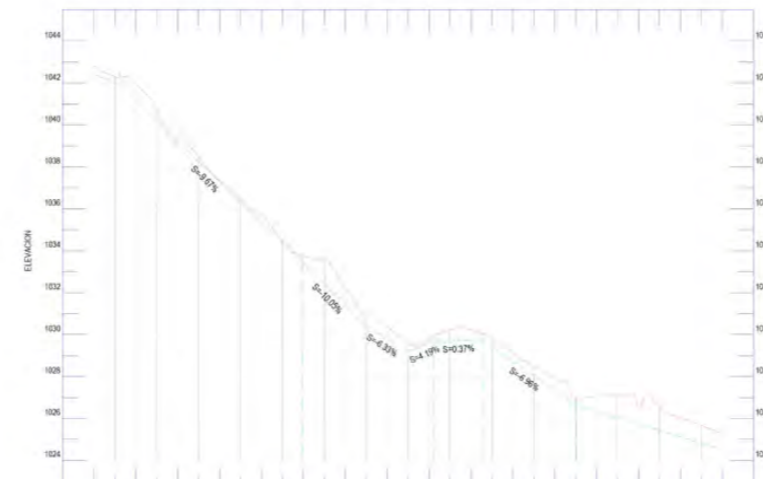


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Huayaquil LA-02@05

Plano G.3 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 0+600.00-0+900.00



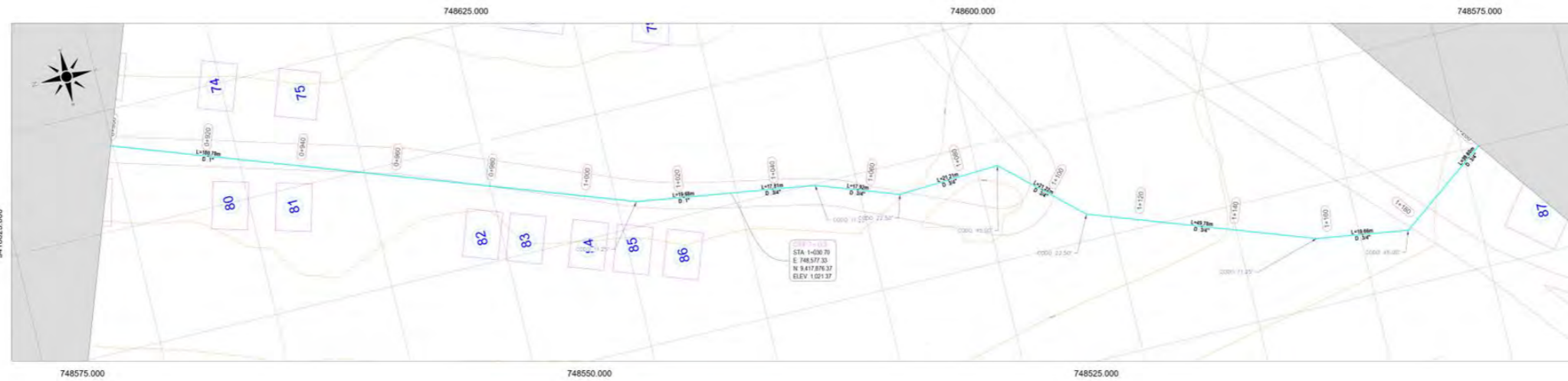
PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION HUAYAQUIL
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



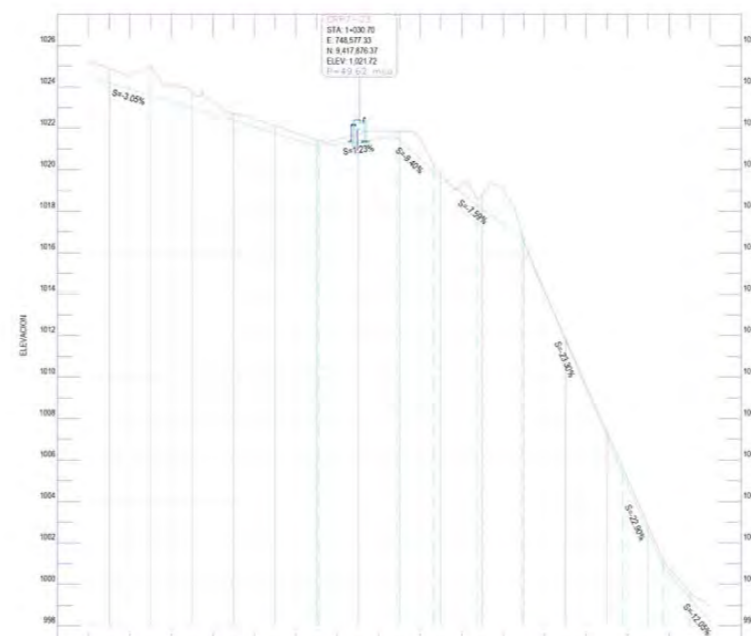
PROGRESIVAS	0+000	0+200	0+400	0+600	0+800	0+900
COTA TERRENO	1.042.82	1.041.95	1.039.43	1.037.34	1.035.71	1.033.76
ALTURA CORTE	0.40	0.79	0.21	0.05	0.35	0.35
COTA RASANTE	1.042.42	1.041.15	1.039.22	1.037.29	1.035.35	1.033.42
LONG. HORIZ. TUB	81.81	87.45	29.81	21.24	12.11	23.02
LONG. INCLINADA Y RENDIENTE TUBERIA	81.80	87.86	29.78	21.29	12.12	23.02
	-4.10%	-9.67%	-10.00%	-6.33%	4.10%	0.37%

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Huayaquil LA-03@05

Plano G.4 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 0+900.00-1+200.00



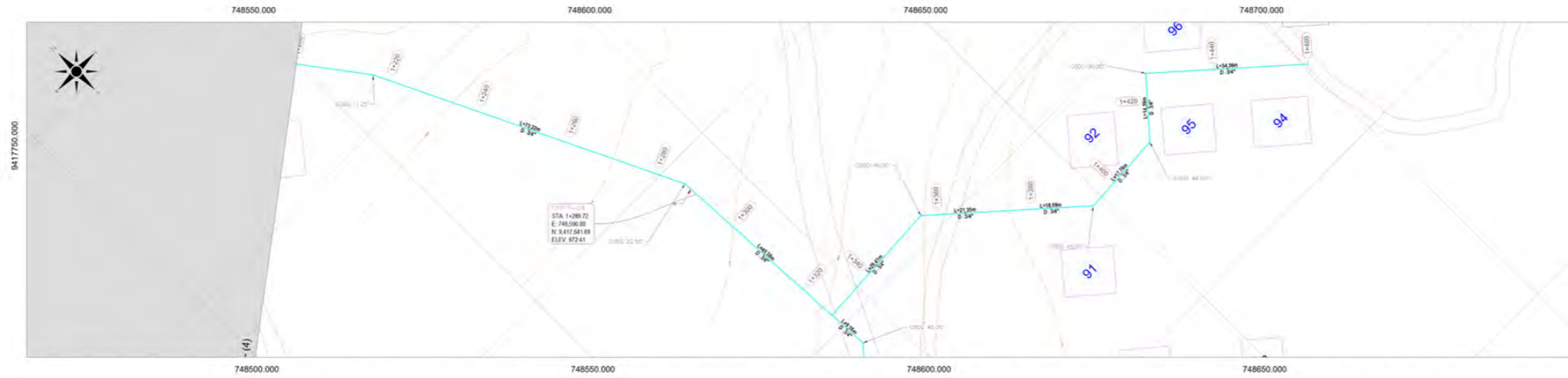
PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION HUAYAQUIL
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



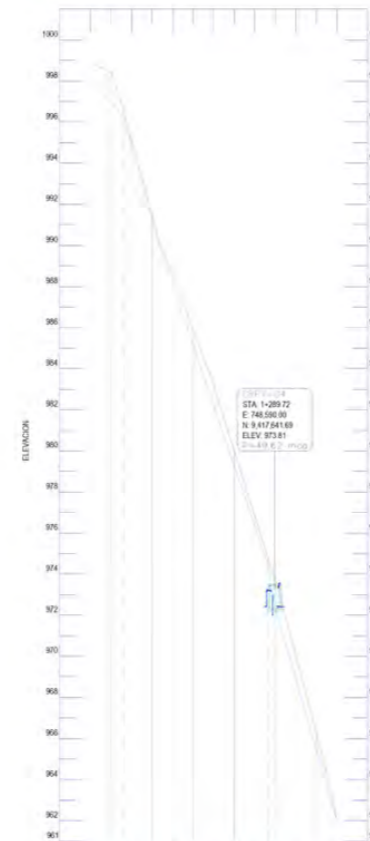
PROGRESIVAS	0+900	0+950	0+990	0+990	0+990	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200
COTA TERRENO	1025.25	1024.52	1024.36	1023.27	1022.48	1021.78	1021.48	1021.89	1021.46	1019.32	1019.01	1014.10	1009.82	1005.12	1000.78	998.97
ALTURA CORTE	0.75	0.62	0.77	0.59	0.41	0.32	0.22	0.40	0.95	0.45	1.65	-0.02	0.15	0.30	0.21	0.81
COTA MASANTE	1024.51	1023.90	1023.25	1022.66	1022.07	1021.46	1021.24	1021.48	1020.51	1018.86	1017.36	1014.13	1009.47	1004.82	1000.57	998.16
LONG. HORIZ. TUB.			180.81			37.57	17.94		42.82		48.55	19.32	39.48			
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA			180.89			37.58	18.02		42.74		49.85	19.82	39.78			
			-3.05%			1.23%	-0.40%		-7.59%		-23.30%	-22.90%	-12.05%			

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Huayaquil LA-04@05

Plano G.5 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Huayaquil PROG 1+200.00-1+460.00

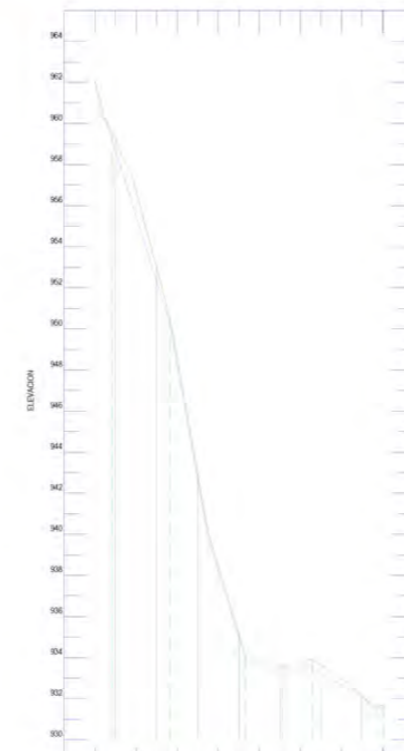


PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION HUAYAQUIL
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exog. 10m



PROGRESIVAS	1+200	1+250	1+300	1+350	1+400	1+450
COTA TERRENO	998.97	995.16	985.52	963.26	978.83	972.04
ALTURA CORTE	0.81	0.30	0.45	0.99	0.47	1.16
COTA RASANTE	998.16	994.88	988.07	962.21	976.36	968.89
LONG. HORZ. TUB.	39.48	16.95	53.07	3.26	38.48	
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	39.78	16.04	55.29	3.85	40.68	
	-12.05%	-36.43%	-29.28%	-42.92%	-34.28%	

PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION HUAYAQUIL
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exog. 10m



PROGRESIVAS	1+300	1+340	1+380	1+420	1+460
COTA TERRENO	962.30	956.70	948.56	938.46	934.63
ALTURA CORTE	-0.03	1.22	0.30	0.28	0.35
COTA RASANTE	962.03	955.48	948.26	938.18	933.70
LONG. HORZ. TUB.	26.48	28.27	18.71	17.91	14.63
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	40.68	29.88	21.47	18.91	18.00
	-34.28%	-31.74%	-56.25%	-32.15%	-3.65%

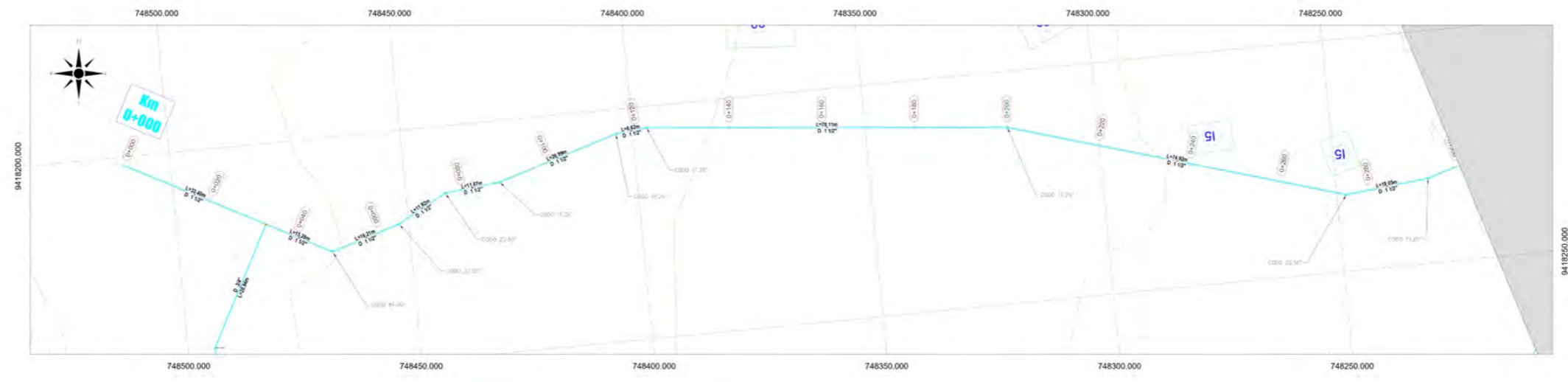
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
 - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

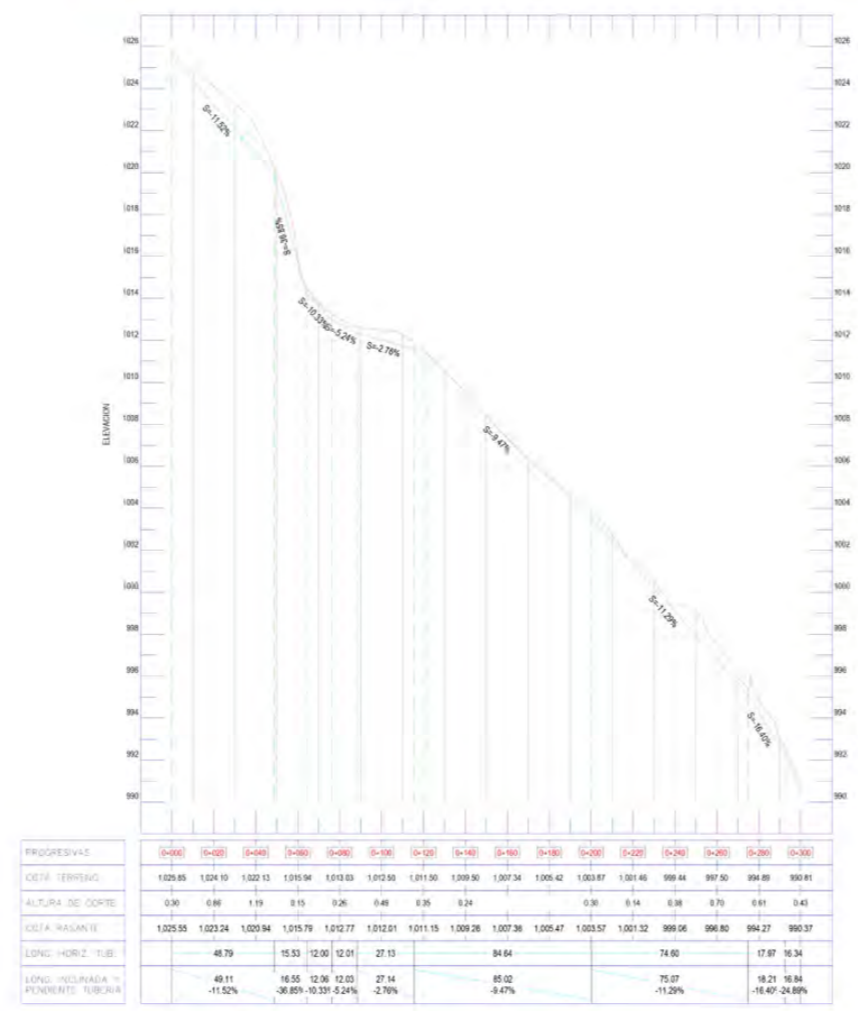
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Red de distribución Huayaquil LA-05@05

Plano H.1 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 0+000.00-0+300.00

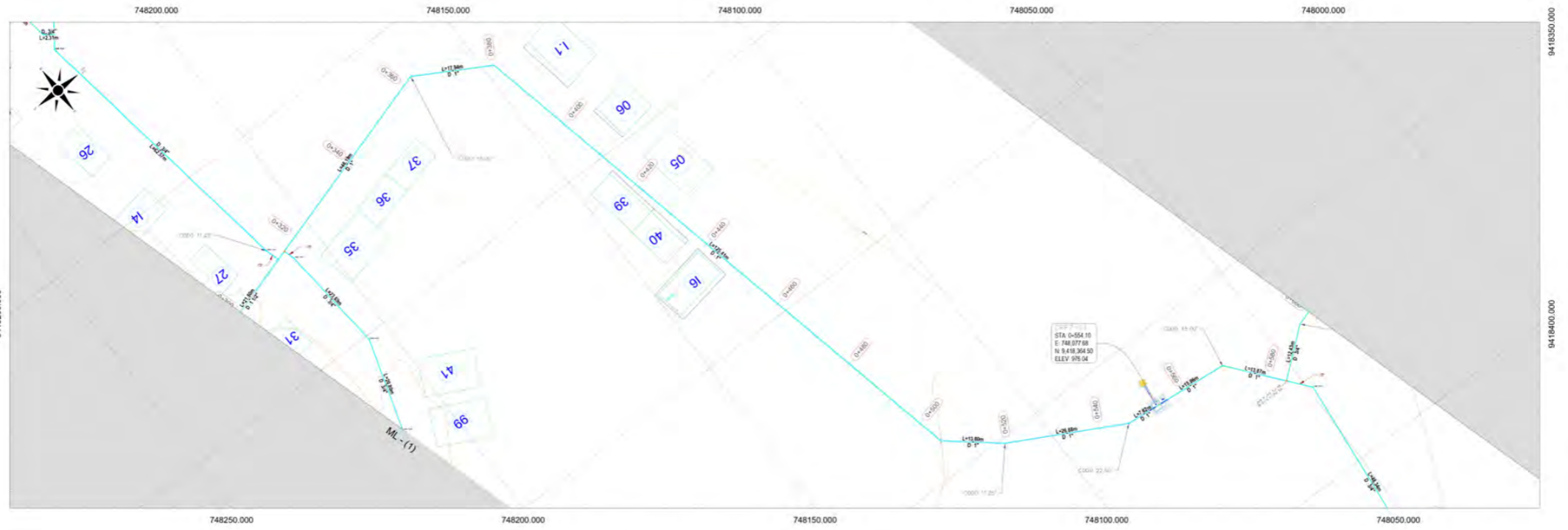


PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION MORROPONCITO Y ANEXO
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag 10m

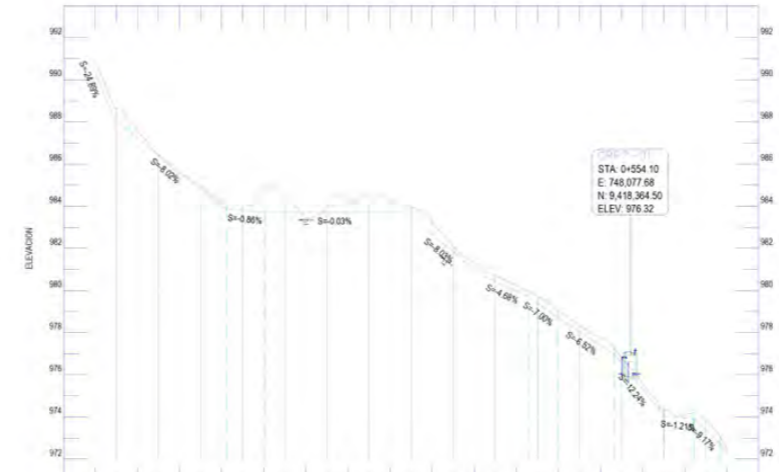


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Morroponcito LA-01@07

Plano H.2 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 0+300.00-0+600.00



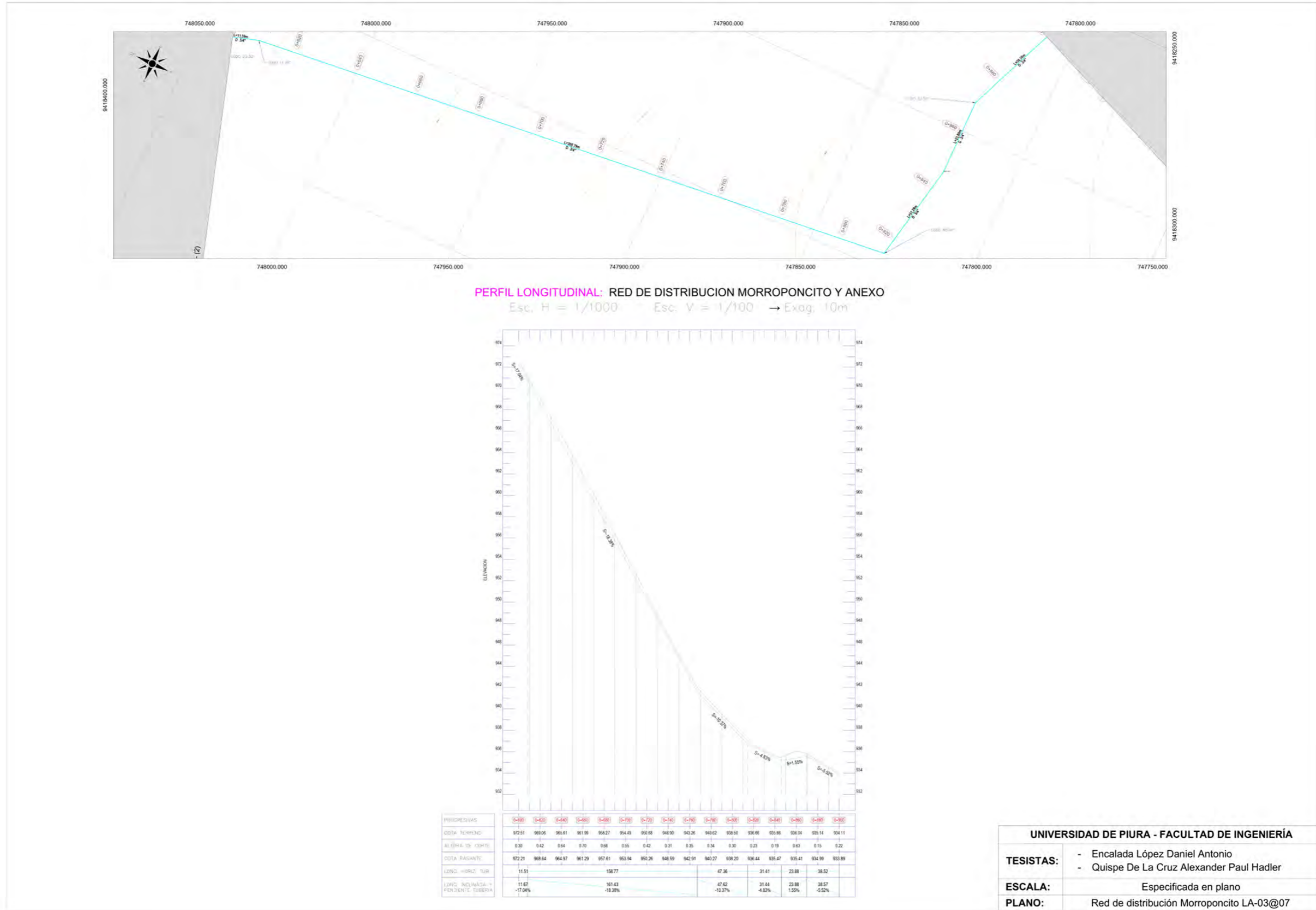
PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION MORROPONCITO Y ANEXO
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS:	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600
COTA TERRENO:	993.81	987.58	985.56	984.29	984.06	983.40	984.56	984.28	983.29	981.28	980.25	979.08	977.75	975.60	974.10	972.51
ALTURA DE CORTE:	0.43	0.53	0.25	1.26	0.87	0.80	0.65	0.25	0.29	0.31	0.36	0.28	0.14	0.30		
COTA RASANTE:	990.37	987.25	985.84	984.04	983.70	983.60	983.69	983.68	982.84	981.03	979.96	978.70	977.39	975.32	973.96	972.21
LONG. HORIZ. TUB.	18.34	53.31	18.07		66.62			37.02	21.70	13.82	26.93	23.83	14.13	12.51	11.51	
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	18.84	53.89	18.07		66.62			37.14	21.73	13.85	26.98	23.81	14.13	12.11	11.67	
	-34.86%	-4.02%	-0.86%		-0.03%			-8.03%	-4.66%	-7.00%	-4.52%	-12.24%	-12.11%	-6.17	-0.94%	

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Morroponcito LA 02@07

Plano H.3 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 0+600.00-0+900.00



UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
 - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

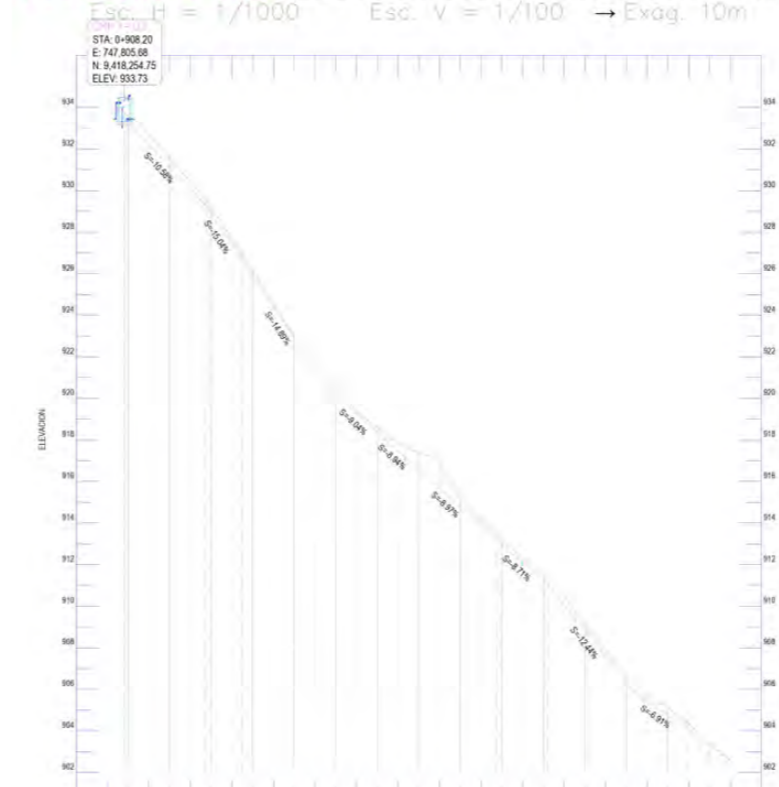
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Red de distribución Morroponcito LA-03@07

Plano H.4 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 0+900.00-1+200.00



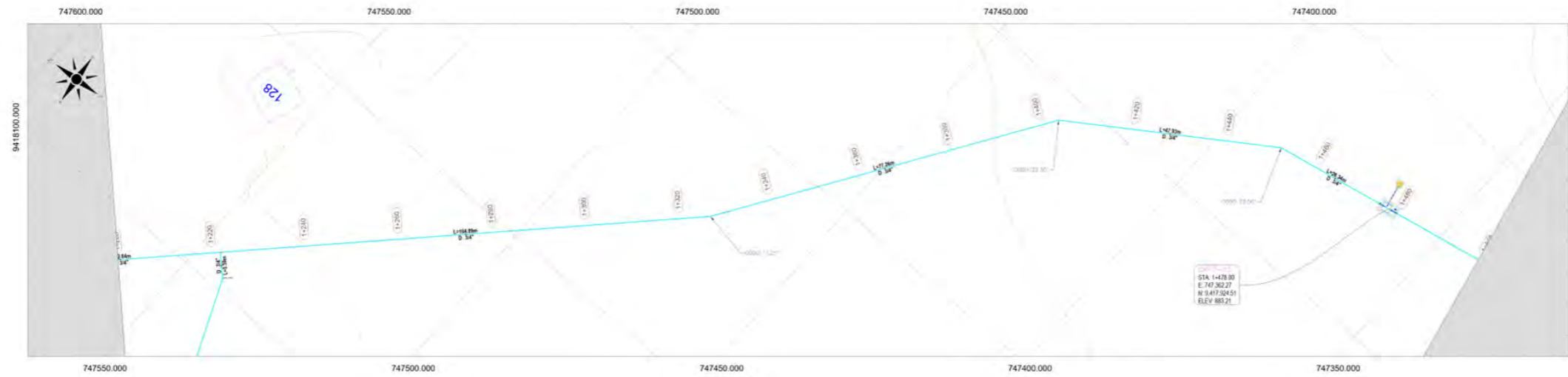
PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION MORROPONCITO Y ANEXO



PROGRESIVAS:	0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+500	0+550	0+600	0+650	0+700	0+750	0+800	0+850	0+900	0+950	1+000	1+050	1+100	1+150	1+200	
COTA FERRENO	934.11	932.68	930.42	927.67	924.57	921.67	919.44	917.96	917.90	914.16	912.35	910.46	907.80	906.82	904.35	902.99										
ALTURA DE CORTE	0.22	0.56	0.35	0.29	0.17	0.26	0.18	0.44	1.34	0.30	0.25	0.40	0.33	0.37	0.28	0.03										
COTA BASANTE	933.89	932.18	930.07	927.38	924.40	921.42	919.20	917.45	915.66	913.86	912.10	910.08	907.58	905.45	904.08	902.55										
LONG. HORIZ. TUB	38.52	38.96	17.57		41.28		30.13	7.19	44.02		24.68		41.39		25.83	42.96										
LONG. VOLUMEN Y PENDIENTE TUBERIA	38.57	38.25	17.77		41.71		30.20	7.22	44.19		24.76		41.71		25.89	43.09										
	-5.52%	-10.58%	-15.04%		-14.89%		-0.04%	-0.94%	-8.97%		-8.71%		-12.44%		4.91%	-7.56%										

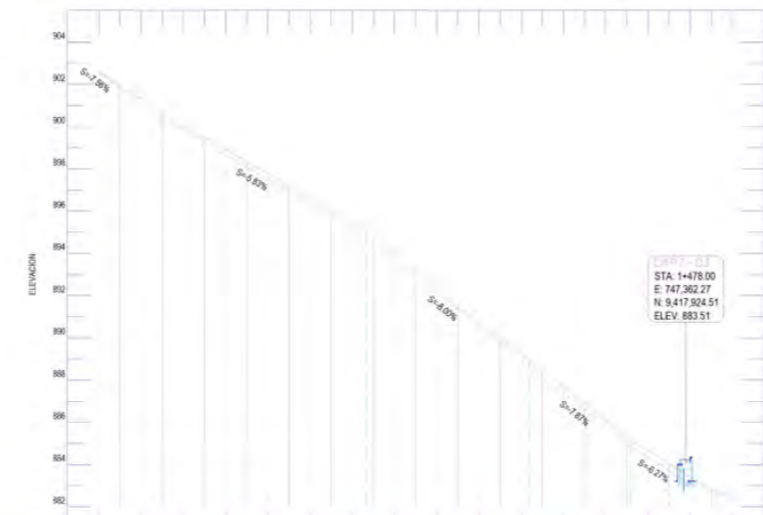
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Morroponcito LA 04@07

Plano H.5 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 1+200.00-1+500.00



PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION MORROPONCITO Y ANEXO

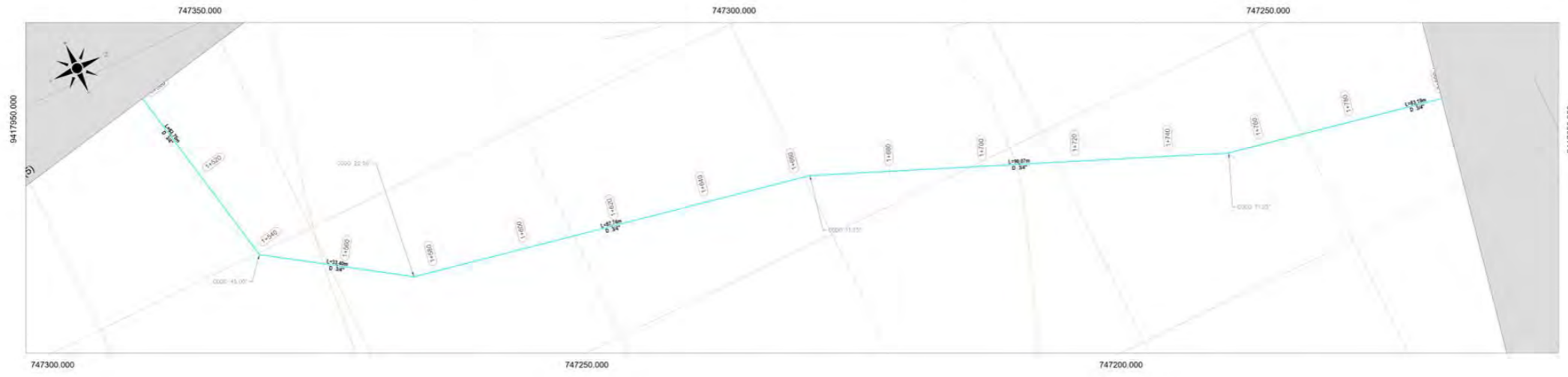
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



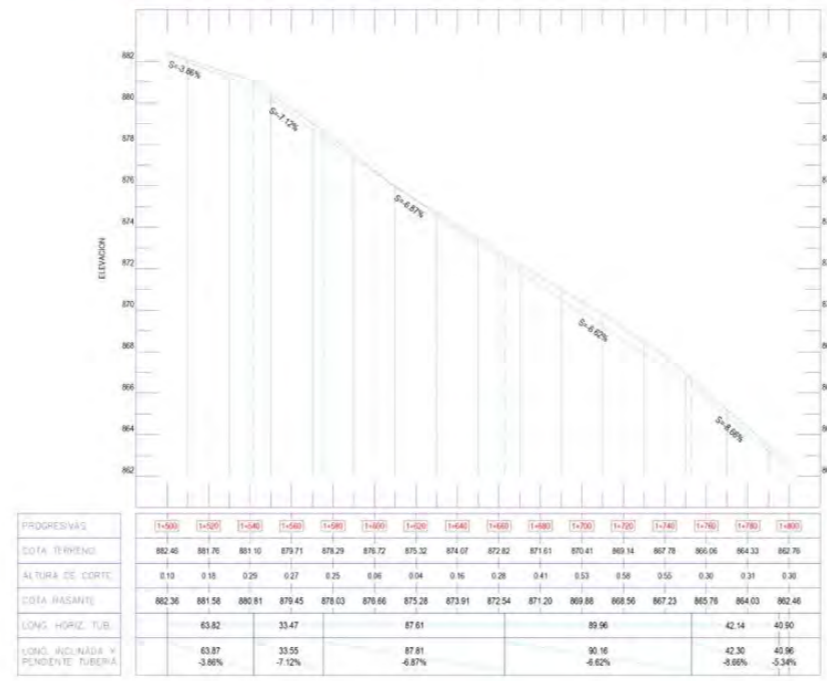
PROGRESIVAS	1+200	1+225	1+250	1+275	1+300	1+325	1+350	1+375	1+400	1+425	1+450	1+475	1+500
COTA TERRENO	902.59	901.32	899.99	898.92	897.76	896.62	895.47	894.04	892.33	890.75	889.22	887.68	886.46
ALTURA DE CORTE	0.03	0.28	0.15	0.24	0.25	0.27	0.29	0.32	0.35	0.22	0.26	0.33	0.25
COTA BASANTE	902.55	901.04	899.84	898.68	897.51	896.34	895.18	893.73	892.13	890.53	888.93	887.35	886.13
LONG. HORZ. (m)	42.96		104.78					77.04		47.87		26.32	63.82
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE (%)	43.00		104.94					77.29		48.62		26.38	63.87
PENDIENTE (%)	-7.96%		-5.83%					-8.00%		-7.87%		-6.27%	-3.86%

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Morroponcito LA 05@07

Plano H.6 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 1+500.00-1+800.00

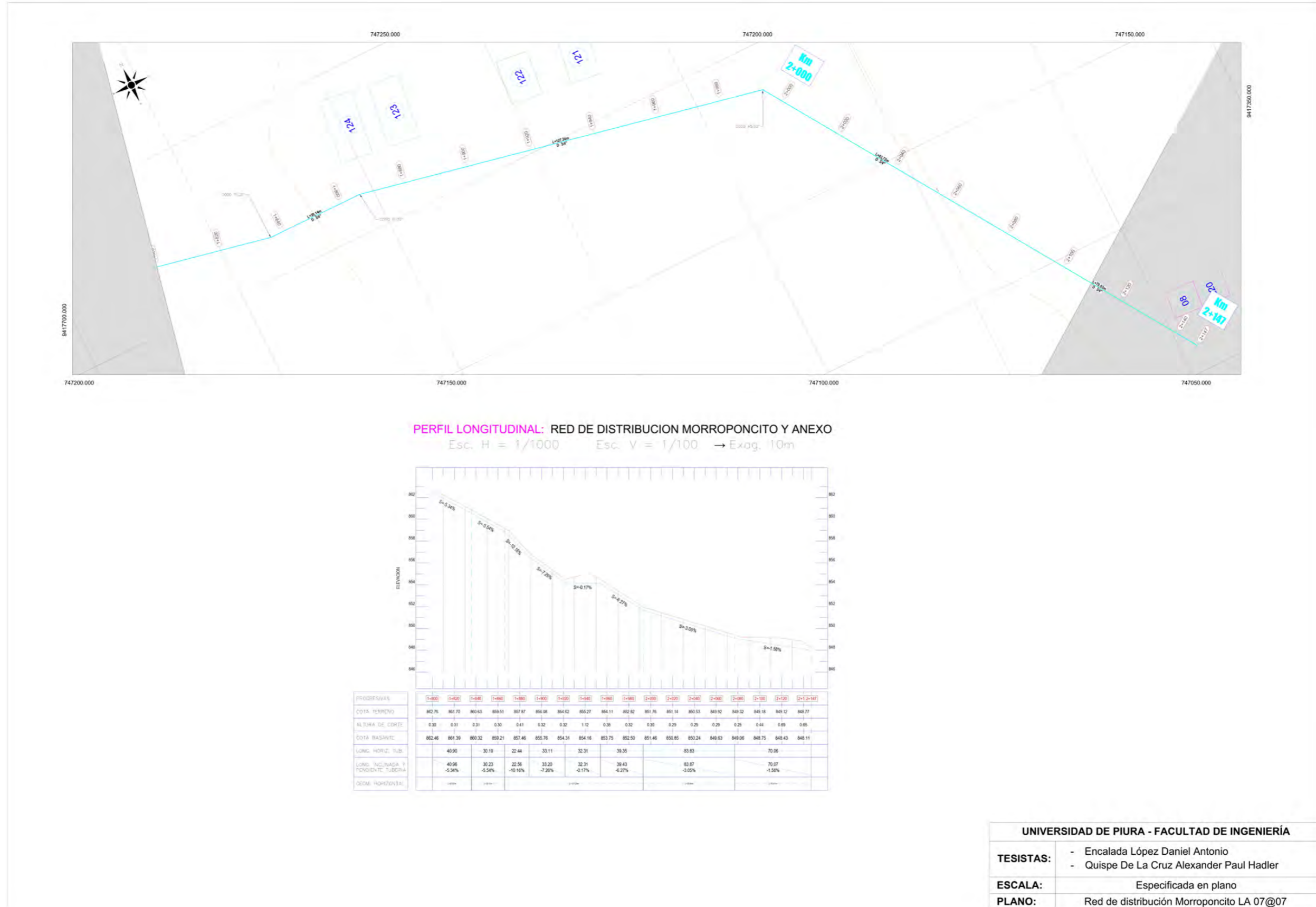


PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION MORROPONCITO Y ANEXO
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de distribución Morroponcito LA-06@07

Plano H.7 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito PROG 1+800.00-2+147.00



UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
 - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

ESCALA: Especificada en plano

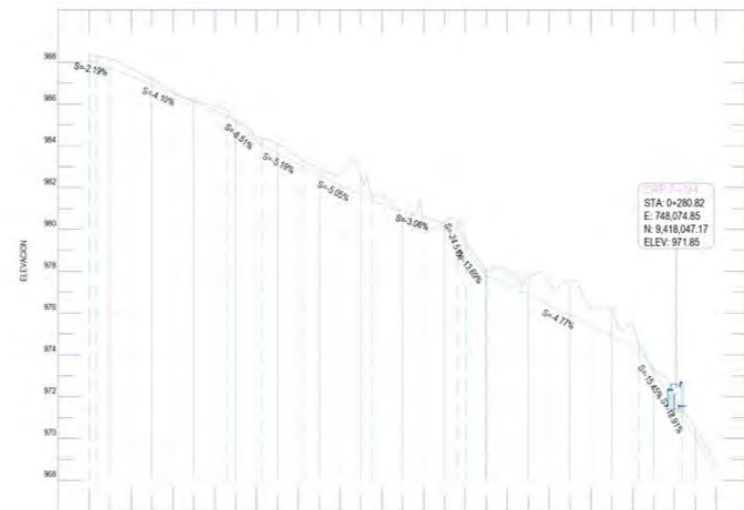
PLANO: Red de distribución Morroponcito LA 07@07

Plano I.1 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG 0+000.00-0+300.00



PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 2

Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



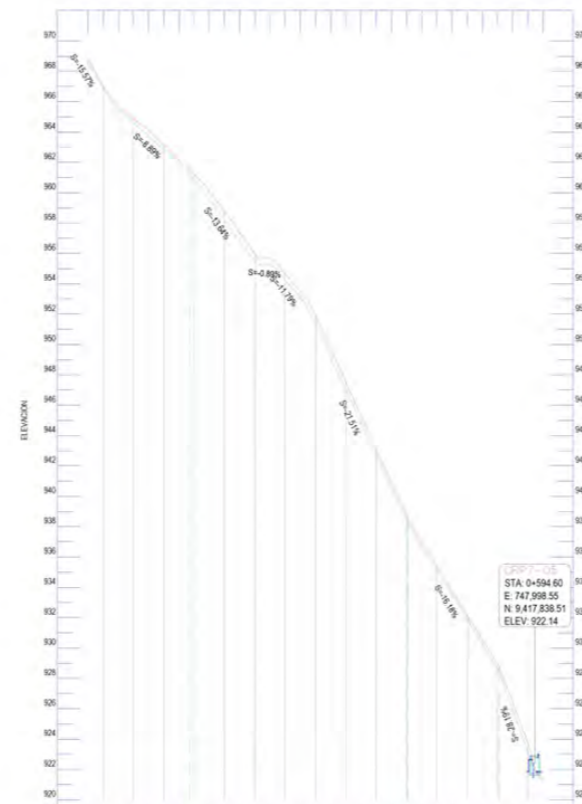
PROGRESIVAS	(0+00)	(0+20)	(0+40)	(0+60)	(0+80)	(0+100)	(0+120)	(0+140)	(0+160)	(0+180)	(0+200)	(0+220)	(0+240)	(0+260)	(0+300)
COTA TERRENO	968.33	967.72	966.56	965.92	964.38	963.45	962.68	961.95	960.39	959.46	958.95	957.65	956.29	954.47	952.05
ALTURA DE CORTE	0.30	0.39	0.07	0.23	0.14	0.33	0.57	0.46	0.30	0.48	1.29	0.89	1.01	0.38	0.31
COTA PASANTE	968.09	967.33	966.51	965.69	964.25	963.12	962.11	961.20	960.59	959.16	957.32	956.36	955.41	954.45	951.67
LONG. HORIZ. TUB.	3.20	62.67	16.61	19.69	32.93	41.08	42.904	73.48	17.89	2.95	34.15				
LONG. INTEGRADA Y RENDIENTE TUBERIA	3.20	62.73	16.67	19.72	32.96	41.10	4 9.12	73.56	18.1	3.0	34.58				
GEOM. HORIZONTAL	-2.19%	-4.10%	-8.51%	-5.10%	-5.05%	-3.06%	-24.13.69%	-4.77%	-15.41- 19.9</td <td>-15.57%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	-15.57%					

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito Ramal 02 LA 01@06

Plano I.2 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG 0+300.00-0+600.00



PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 2
 Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	(0+300)	(0+320)	(0+340)	(0+360)	(0+380)	(0+400)	(0+420)	(0+440)	(0+460)	(0+480)	(0+500)	(0+520)	(0+540)	(0+560)	(0+600)
DOTA TERRENO	968.77	965.73	964.10	962.12	960.05	957.38	955.67	953.46	949.69	945.31	940.90	937.00	933.78	930.56	926.42
ALTIURA DE CORTE	0.31	0.25	0.39	0.19	0.56	0.57	0.58	0.49	0.54	0.47	0.36	0.27	0.28	0.29	0.45
DOTA RASANTE	968.46	965.49	965.71	961.93	959.54	956.83	955.18	953.06	949.15	944.85	940.54	936.73	933.50	930.26	925.97
LONG. HORIZ. TUB.	34.16	49.24		44.27	10.72	21.88		68.68		60.43		23.44	156.06		
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	34.58	49.44		44.68	10.72	22.03		68.21		61.22		24.3	156.63		
SEDM. HORIZONTAL	-15.57%	-8.89%		-13.64%	-0.89/-11.79%		-21.51%		-16.18%						

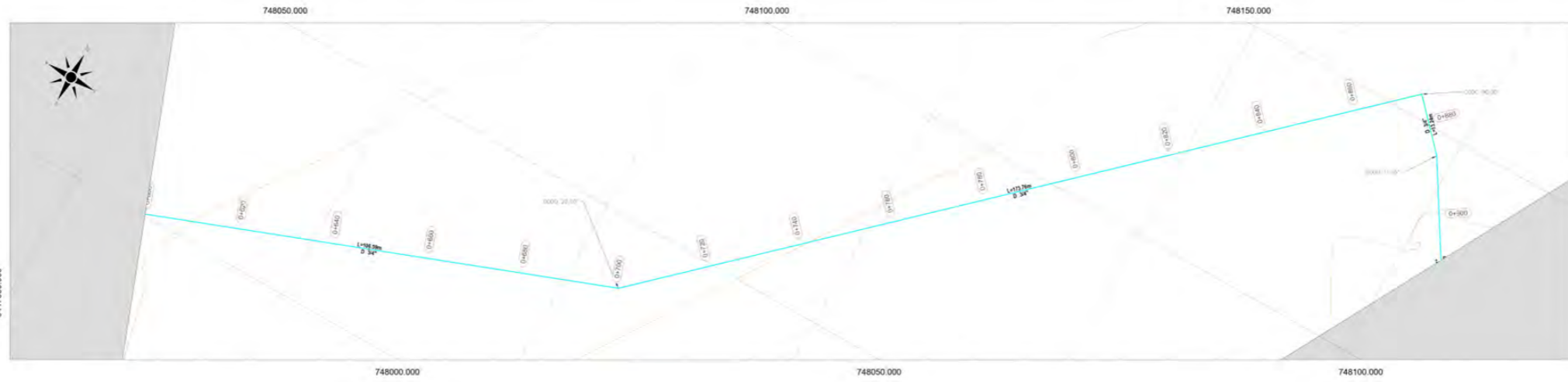
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
 - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

ESCALA: Especificada en plano

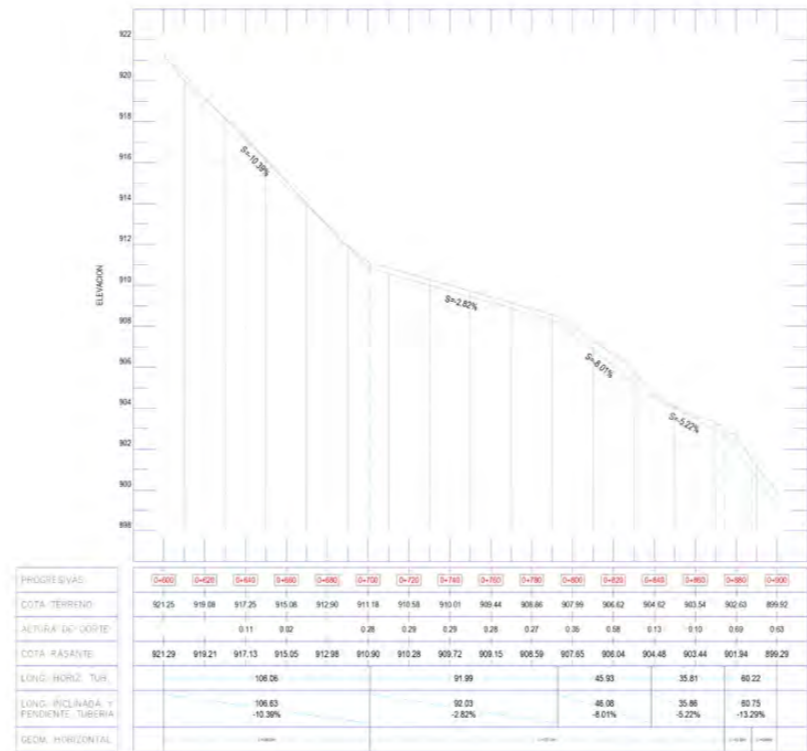
PLANO: R.D Morroponcito Ramal 02 LA 02@07

Plano I.3 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG 0+600.00-0+900.00



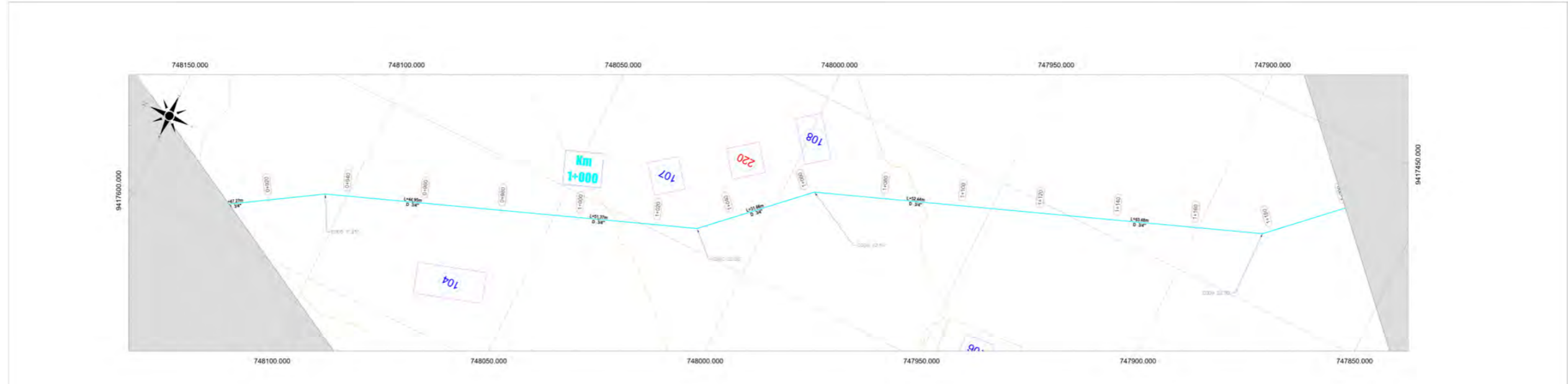
PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 2

Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



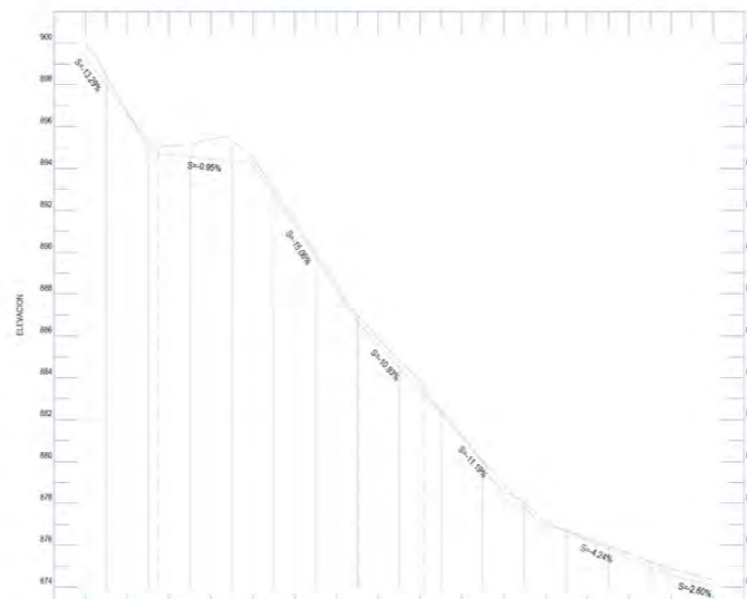
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito Ramal 02 LA 03@07

Plano I.4 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG 0+900.00-1+200.00



PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 2

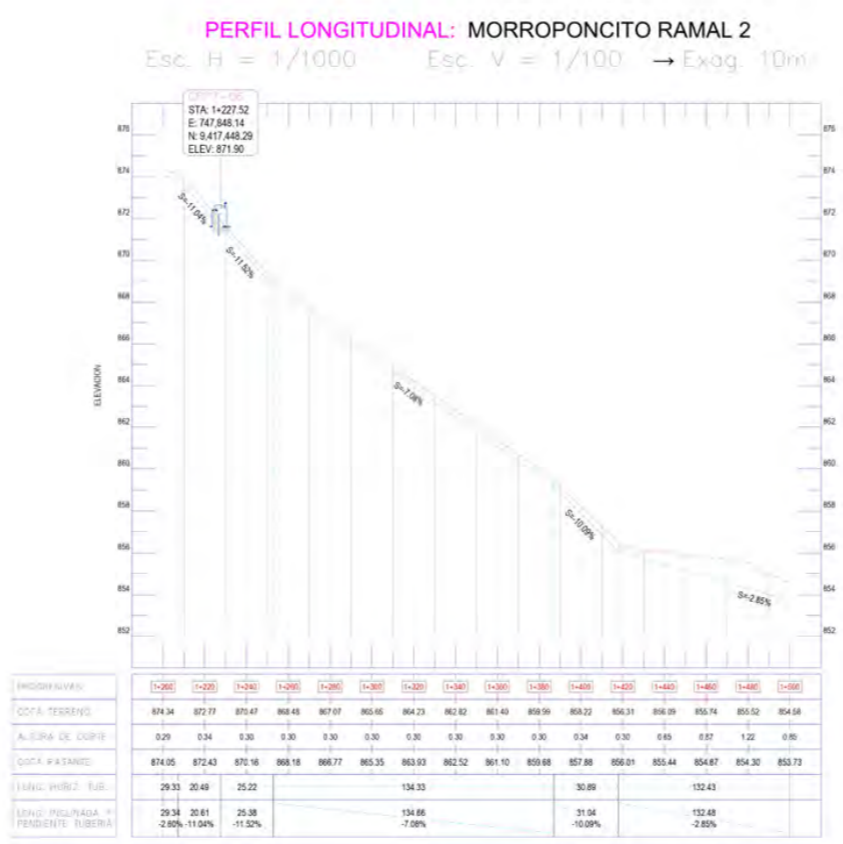
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+900	0+950	0+980	0+985	1+000	1+050	1+060	1+080	1+090	1+100	1+120	1+180	1+190	1+200
NOTA: INVERTIDA	899.92	896.69	895.05	895.43	894.53	891.48	889.43	885.87	883.84	881.18	878.58	877.07	876.32	874.95
ALTURA DE CORTE	0.03	0.06	0.45	0.95	0.29	0.29	0.25	0.31	0.46	0.94	0.00	0.10	0.20	0.29
COTA RASANTE	899.29	896.83	894.64	894.45	894.21	891.20	890.18	885.56	883.38	881.14	878.91	877.07	876.22	874.56
LONG. HORIZ. TUB.	00.22	45.04		50.96		31.55		52.16		63.48		29.33		
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	00.75	45.64		51.44		31.74		52.49		63.52		29.34		
SEGM. HORIZONTAL		-13.29%		-0.95%		-15.00%		-10.00%		-11.19%		-4.24%		-2.80%

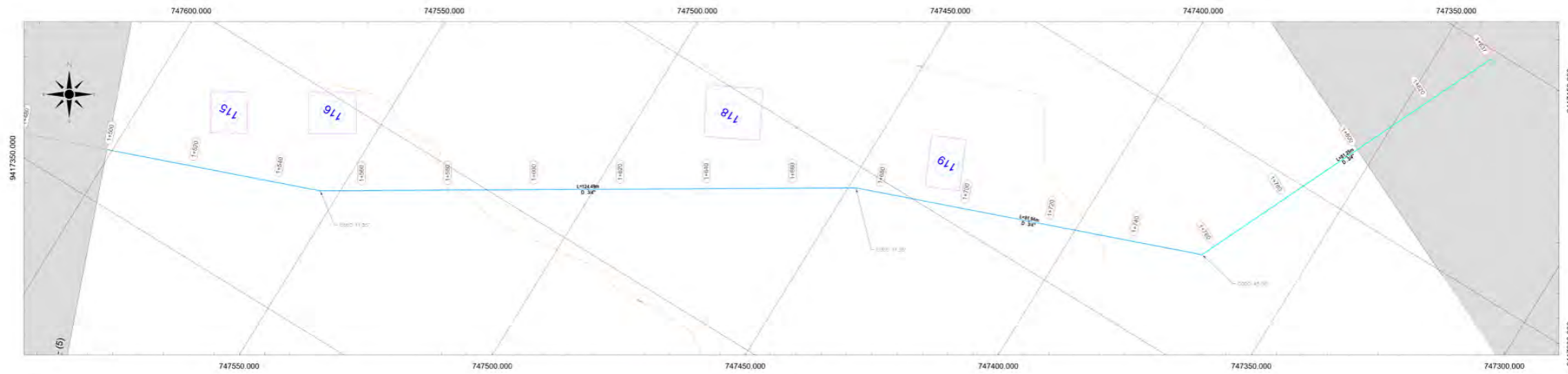
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito Ramal 02 LA 04@06

Plano I.5 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG 1+200.00-1+500.00



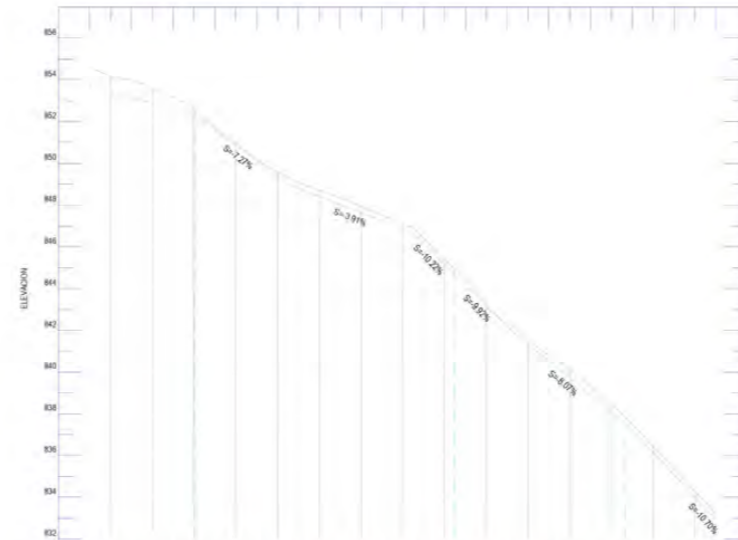
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito Ramal 02 LA 05@06

Plano I.6 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 02 PROG 1+500.00-1+837.00



PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 2

Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	1+500	1+520	1+540	1+560	1+580	1+600	1+620	1+640	1+660	1+680	1+700	1+720	1+740	1+760	1+780	1+800
ALTI. TERRENO	854.58	853.98	853.16	851.68	850.19	849.08	848.34	847.52	846.41	844.48	842.31	840.82	839.27	837.61	835.37	833.27
ALTI. DE CORTE	855	852	850	848	846	844	842	840	838	836	834	832	830	828	826	824
COTA PASANTE	853.73	853.16	852.59	851.80	850.15	848.02	847.24	846.19	844.16	842.18	840.53	838.91	837.21	835.07	832.93	
LONG. HORIZ. (m)	132.43		46.24		59.10		18.99		27.27		54.52		80.92			
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE (%)	132.48 -2.85%		46.36 -7.27%		59.15 -3.91%		18.08 -10.22%		27.41 -9.92%		54.70 -8.07%		81.38 -10.70%			
DEDM. HORIZONTAL	L=132.44m				L=124.33m				L=81.79m				L=80.91m			

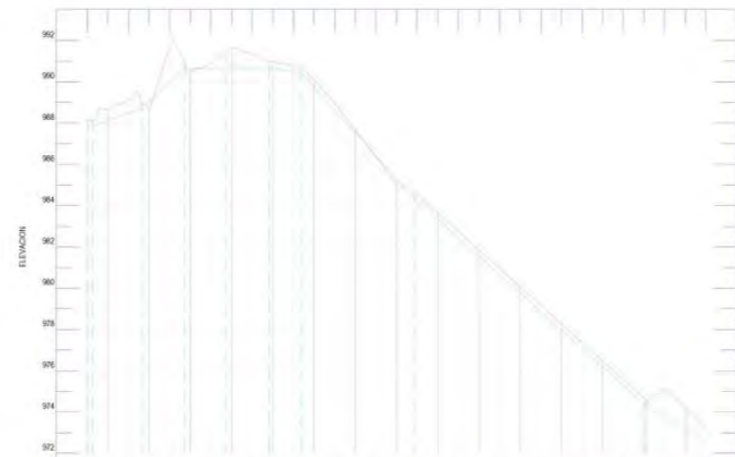
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito Ramal 02 LA 06@06

Plano J.1 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 03 PROG 0+000.00-0+300.00



PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 3

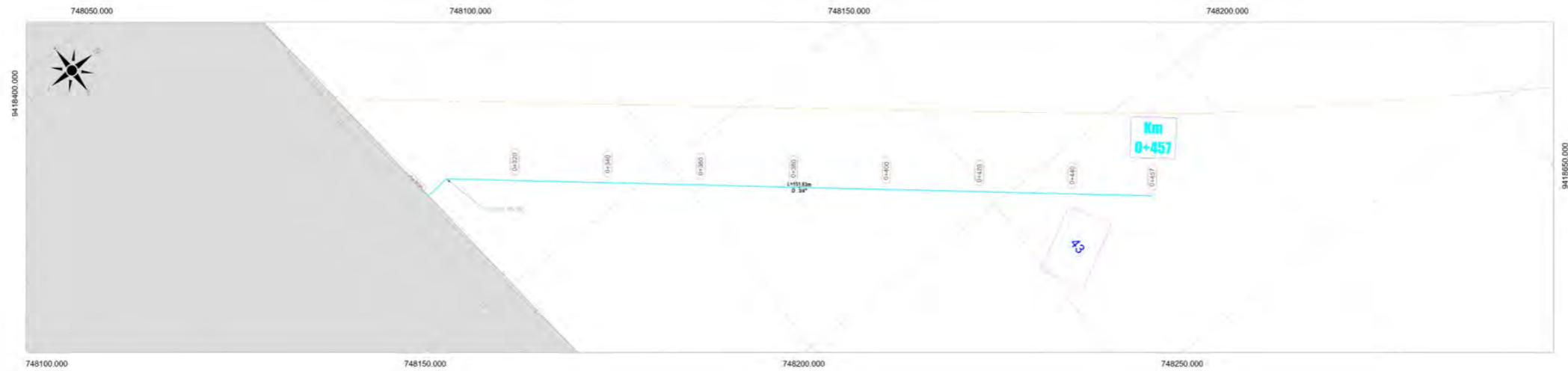
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300
DOTA TERRENO	988.12	989.16	991.67	990.94	991.32	990.78	988.97
ALURA DE CORTE	0.30	0.69	1.71	0.29	0.63	0.30	0.34
DOTA RASANTE	987.82	988.47	989.97	990.65	990.69	990.48	988.63
LONG. HORIZ. TUB.	2.56	23.75	20.78	19.86	21.28	15.71	54.68
LONG. INCLINADA = PENDIENTE TUBERIA	2.96	23.76	20.87	19.86	21.28	15.72	55.02
DEGM. HORIZONTAL	L=2.56L=23.75m	L=20.79m	L=19.85m	L=21.29m	L=15.71m	L=54.68m	L=112.57m

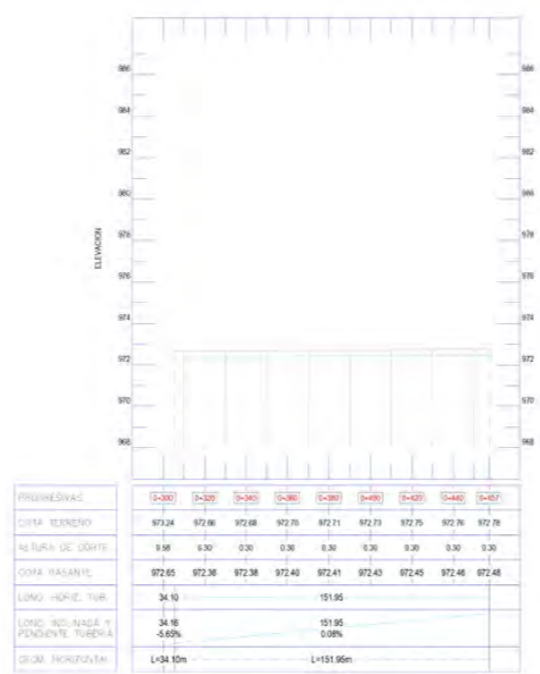
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito Ramal 03 LA 01@02

Plano J.2 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 03 PROG 0+300.00-0+457.00



PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 3

Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

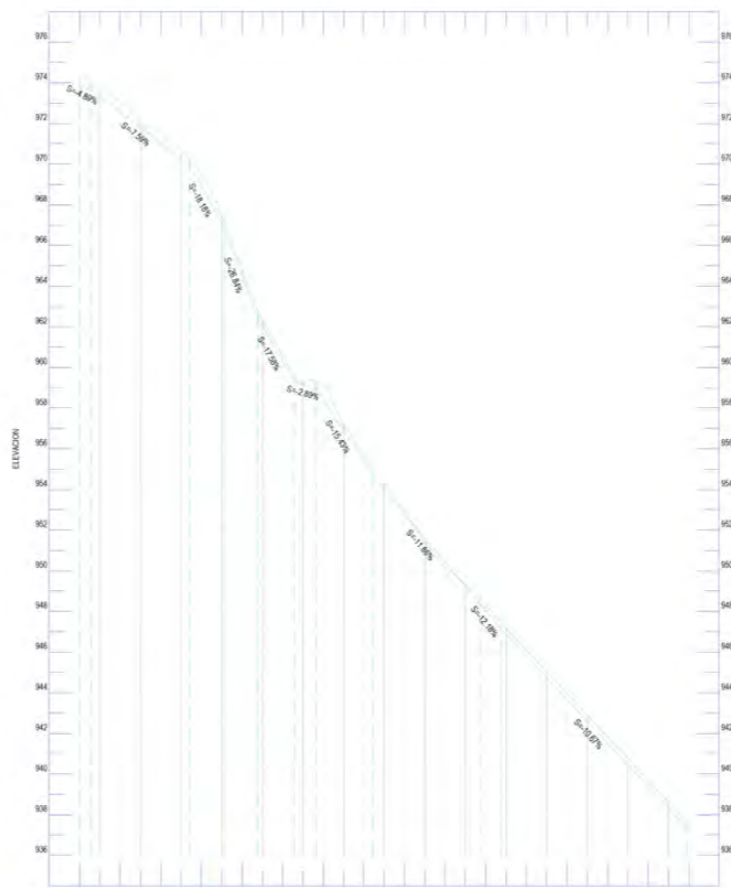


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito RAMAL 03 LA 02@02

Plano K.1 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 04 PROG 0+000.00-0+300.00



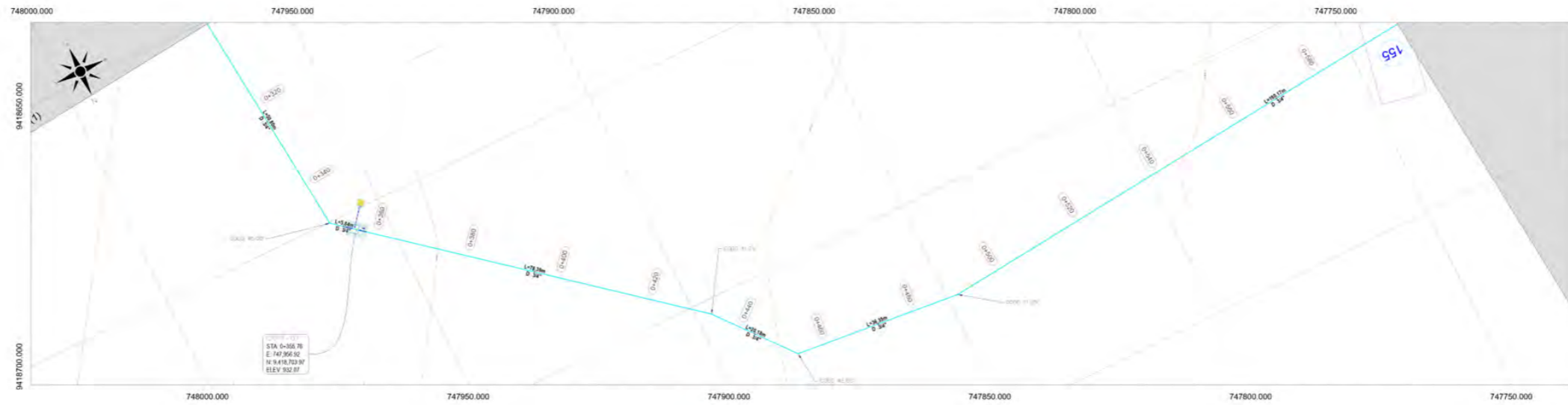
PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 4
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300
COTA TERRENO	974.21	973.87	971.43	969.53	964.82	960.69	959.14	955.64	952.86	950.22	948.35	946.10	943.87	941.83	939.79	937.58
ALTURA DE CORTE	0.52	0.46	0.42	0.30	0.30	0.71	0.30	0.05		0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
COTA RASANTE	972.55	971.03	969.91	964.52	960.30	958.43	955.34	952.81	950.43	948.05	945.80	943.67	941.53	939.40	937.28	
LONG. HORIZ. TUB.	5.79	48.44	16.93	16.38	16.14	10.88	28.04	52.73	50.55		91.31		50.77			
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	5.88	48.58	17.21	16.86	16.42	10.88	28.37	53.10	50.82		91.83		50.88			
GEOM. HORIZONTAL	L=5.88m	L=48.44m	L=16.94m	L=16.38m	L=16.14m	L=10.88m	L=28.04m	L=52.72m	L=50.55m		L=91.32m		L=50.77m			

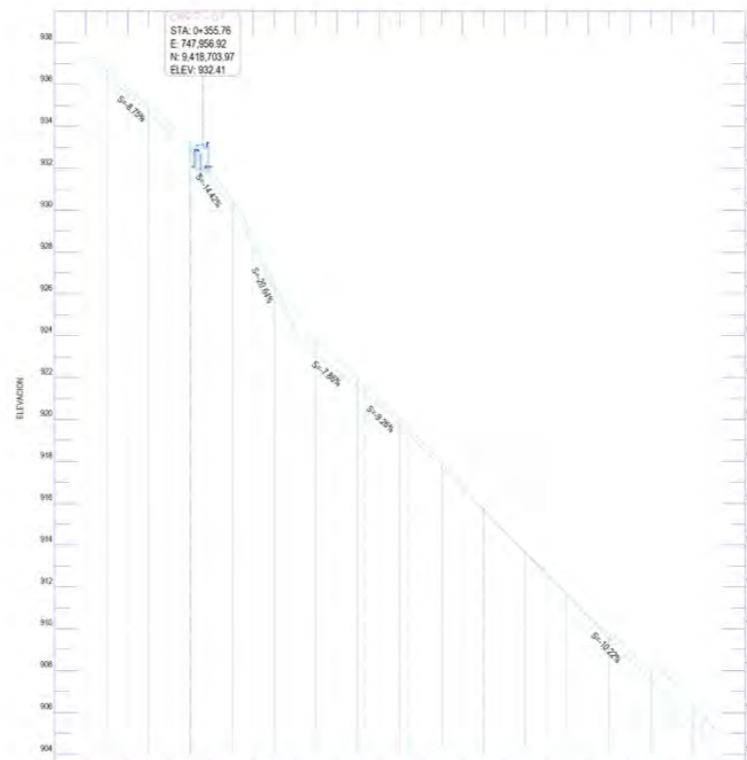
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito RAMAL 04 LA 01@04

Plano K.2 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 04 PROG 0+300.00-0+600.00



PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 4

Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROCESOS	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600
COTA TERRENO	937.58	936.04	934.09	931.83	928.68	924.36	922.93	920.94	918.96	916.81	914.89	912.43	910.58	908.92	907.52	905.27
ALMURA DE CORTE	0.30	0.30	0.30	0.37	0.44	0.28	0.83	0.30	0.26	0.12	0.94	0.63	0.02	0.41	1.85	0.85
COTA RASANTE	937.28	935.53	933.79	931.46	928.22	924.09	922.31	920.64	918.73	916.69	914.64	912.60	910.55	908.51	906.47	904.42
LONG. HORIZ. SUB.	50.77	24.47	27.37	31.73	20.26	195.74										
LONG. INCLINADA Y FUENTE TUBERIA	50.86	24.72	27.85	31.83	20.35	196.78										
GRAD. HORIZONTAL	-8.75%		-14.42%		-20.94%		-7.86%		-9.25%		-10.22%					
LONG. HORIZONTAL	L=150.77m			L=83.58m			L=20.25m		L=36.29m		L=159.45m					

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

ESCALA: Especificada en plano

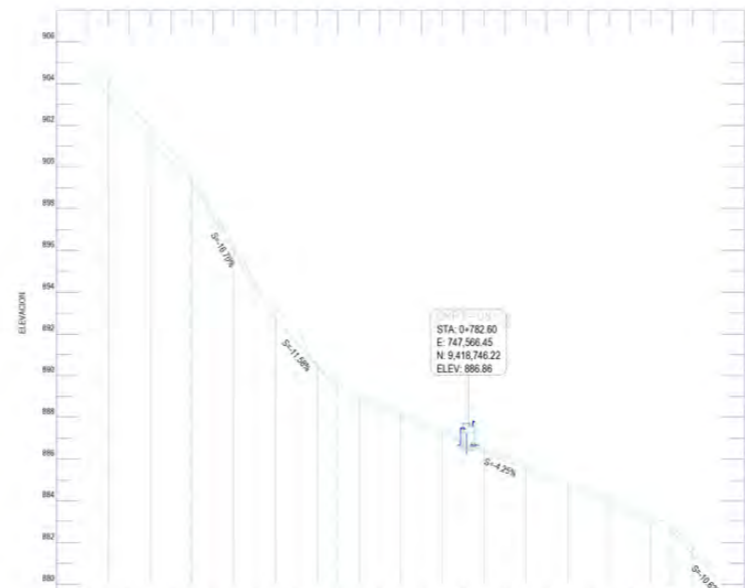
PLANO: R.D Morroponcito RAMAL 04 LA 02@04

Plano K.3 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 04 PROG 0+600.00-0+900.00



PERFIL LONGITUDINAL: MORROPONCITO RAMAL 4

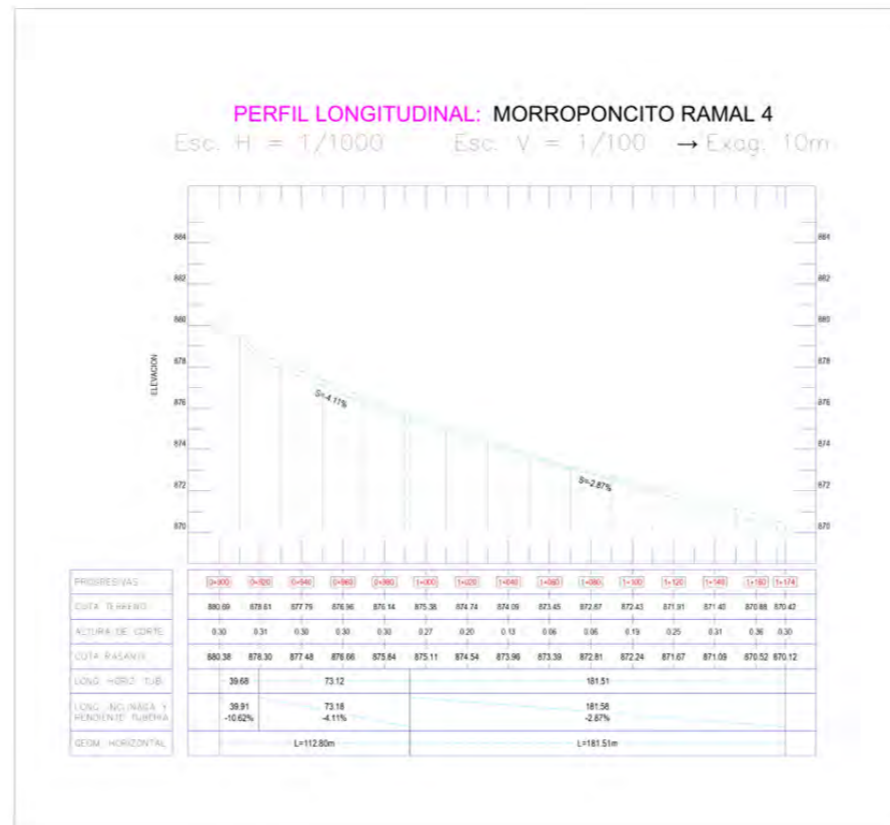
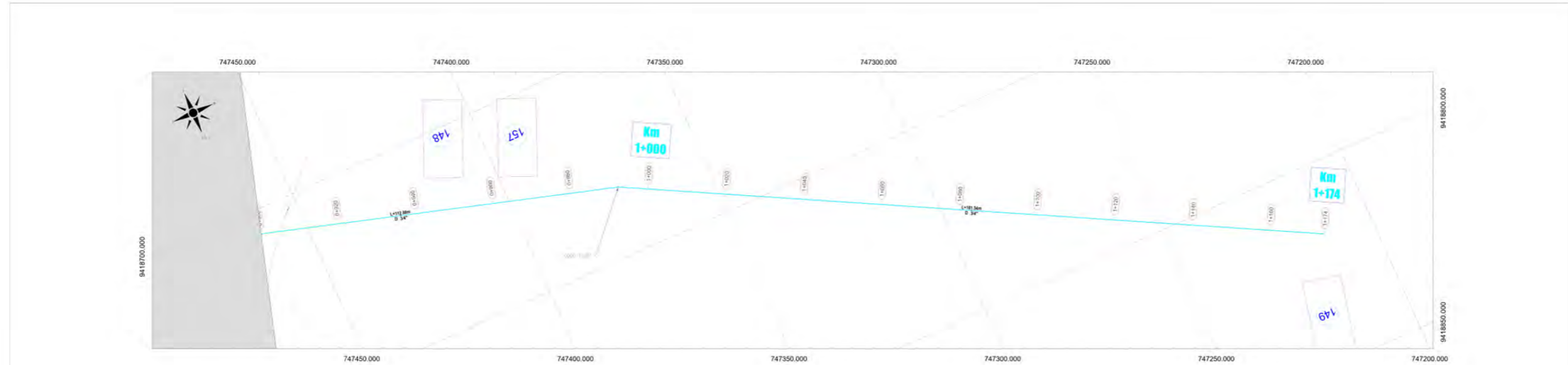
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



PROGRESIVAS:	0+600	0+625	0+650	0+675	0+700	0+725	0+750	0+775	0+800	0+825	0+850	0+875	0+900			
COTA TERRENO:	905.27	903.01	900.75	897.90	894.55	892.65	889.62	888.62	887.79	886.97	886.34	885.31	884.49	883.66	882.81	880.09
ALTURA DE CORRE:	0.85	0.63	0.42	0.30	0.28	1.06	0.28	0.14	0.18	0.18	0.21	0.25	0.25	0.28	0.30	
COTA PASANTE:	904.42	902.38	900.33	897.60	894.28	891.58	889.33	888.48	887.63	886.78	885.93	885.08	884.23	883.38	882.51	880.38
LONG. TUBO, TUB.	185.74		37.66		32.04				160.52				38.88			
LONG. INCLINADA + PENDIENTE TUBERIA:	196.76		38.18		32.25				160.66				39.91			
CEGA HORIZONTAL:	L=159.45m		L=99.71m						L=160.48m				L=112.80m			

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito RAMAL 04 LA 03@04

Plano K.4 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Morroponcito Ramal 04 PROG 0+900.00-1+174.00

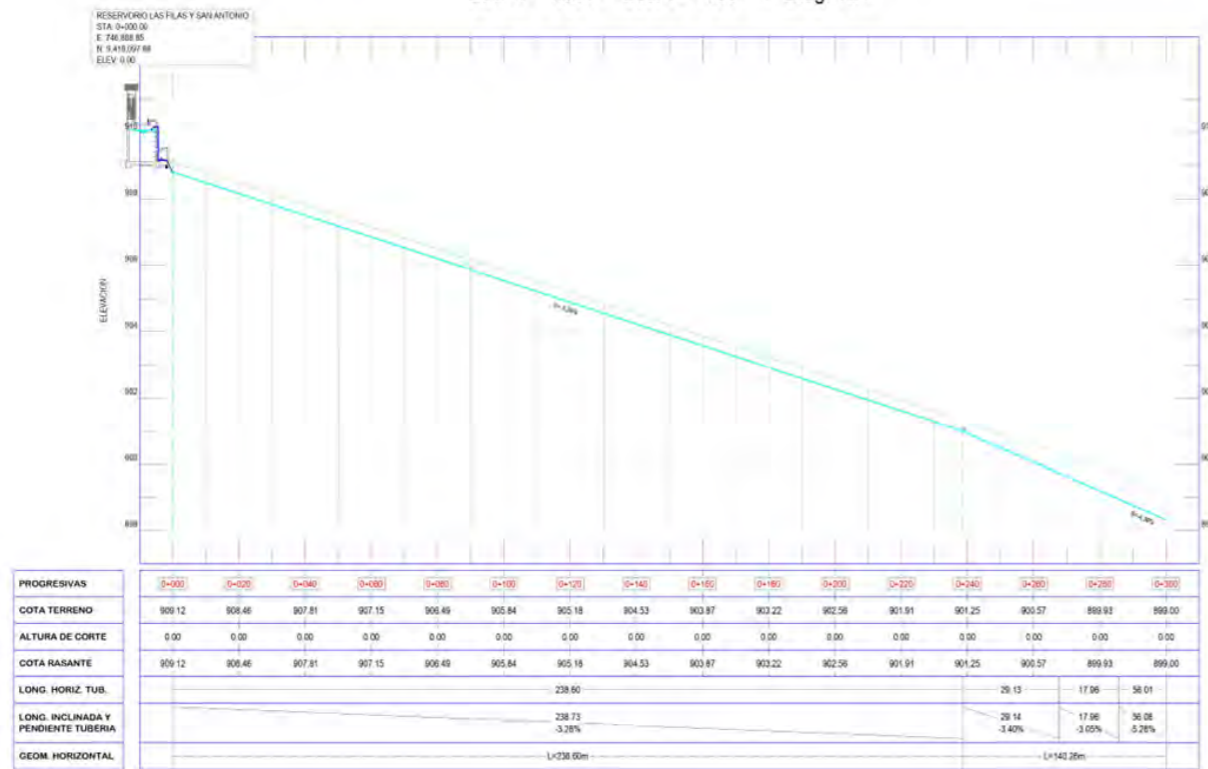


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	R.D Morroponcito RAMAL 04 LA 04@04

Plano L.1 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio PROG 0+000.00-0+300.00

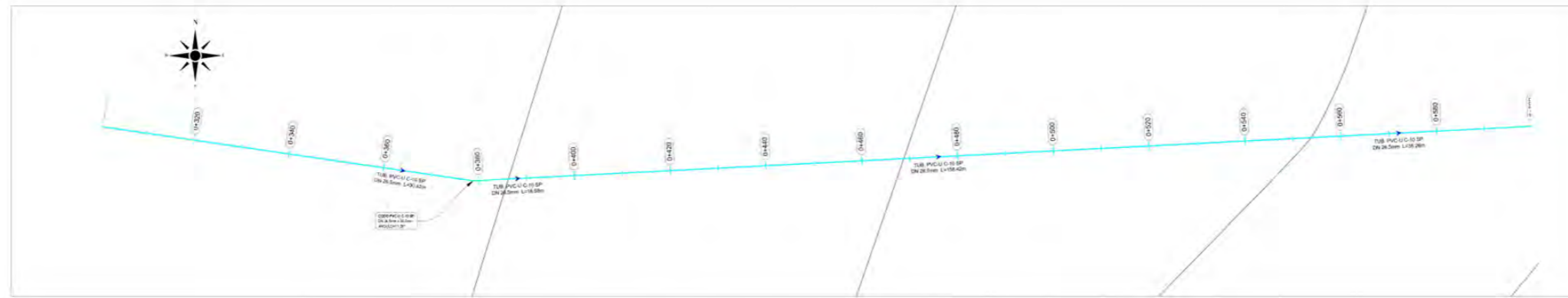


PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION LAS FILAS Y SAN ANTONIO
0+000.00-0+300.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

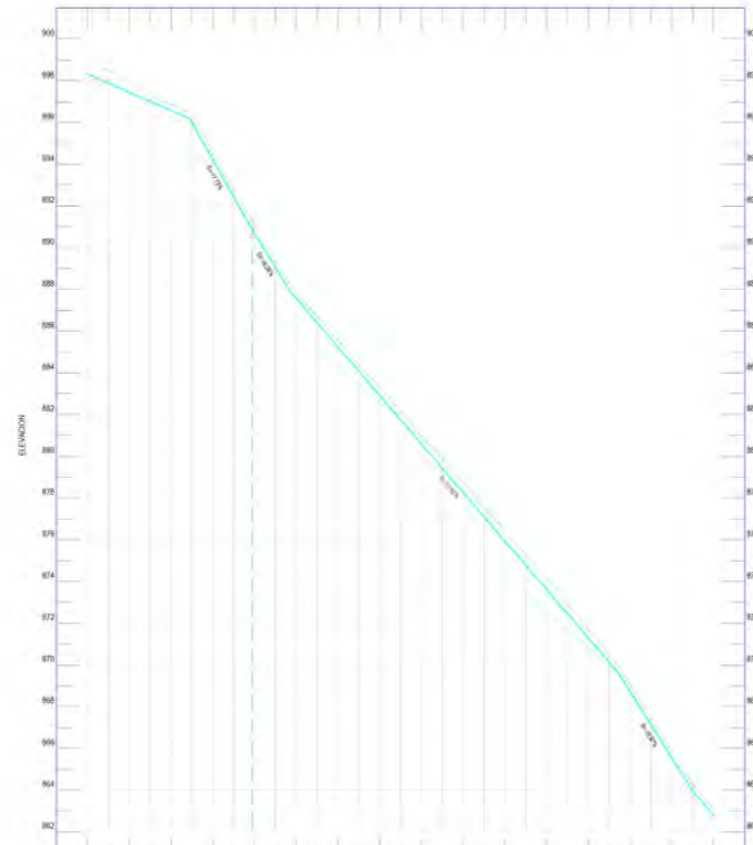


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-01@15

Plano L.2 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio PROG 0+300.00-0+600.00



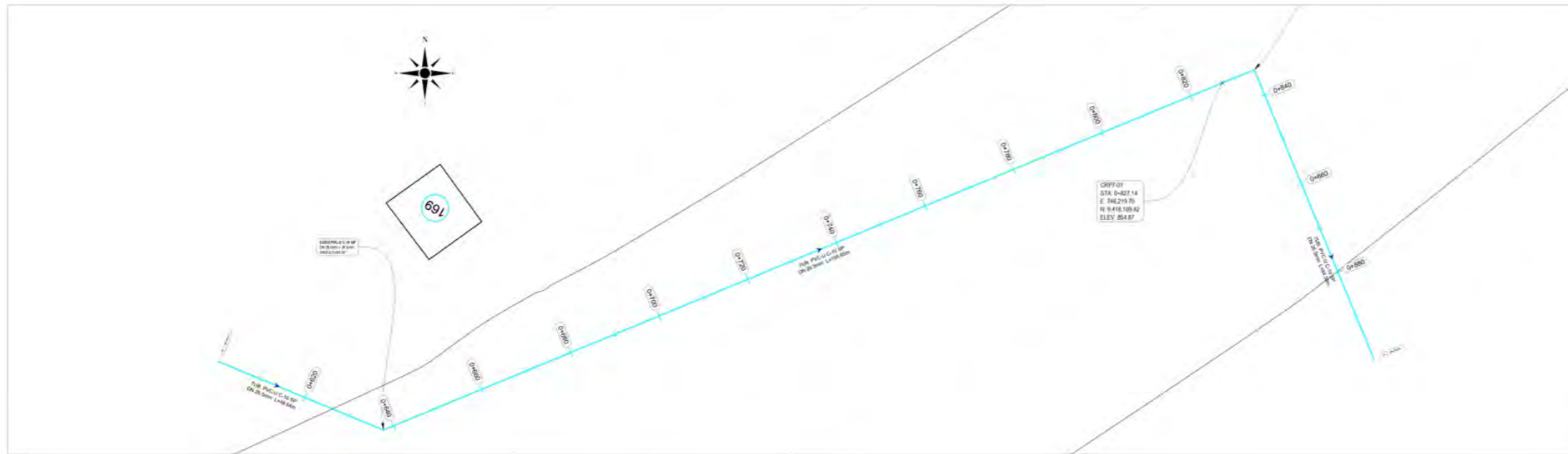
PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION LAS FILAS Y SAN ANTONIO
0+300.00-0+600.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m



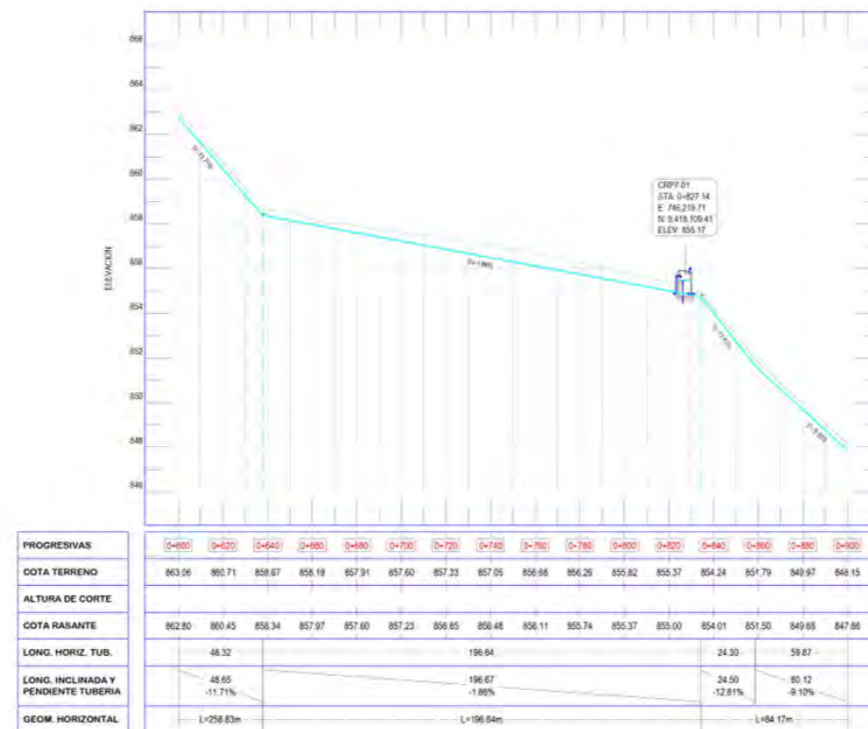
PROGRESIVAS	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600
COTA TERRENO	898.00	897.95	896.89	894.55	891.05	887.87	885.58	883.29	881.00	878.71	876.42	874.13	871.71	869.23	866.94	863.06
ALTURA DE CORTE																
COTA RASANTE	898.32	897.45	896.58	894.22	890.89	887.56	885.24	882.91	880.58	879.27	875.94	873.62	871.29	868.73	865.94	862.80
LONG. HORIZ. TUB.	110.31	29.95	18.33						157.36				34.82	48.32		
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	110.41	30.42	18.58						158.42				35.26	48.65		
GEOM. HORIZONTAL		-4.36%	-17.75%	-18.20%					-11.62%				-15.97%	-11.71%		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-02@15

Plano L.3 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio PROG 0+600.00-0+900.00

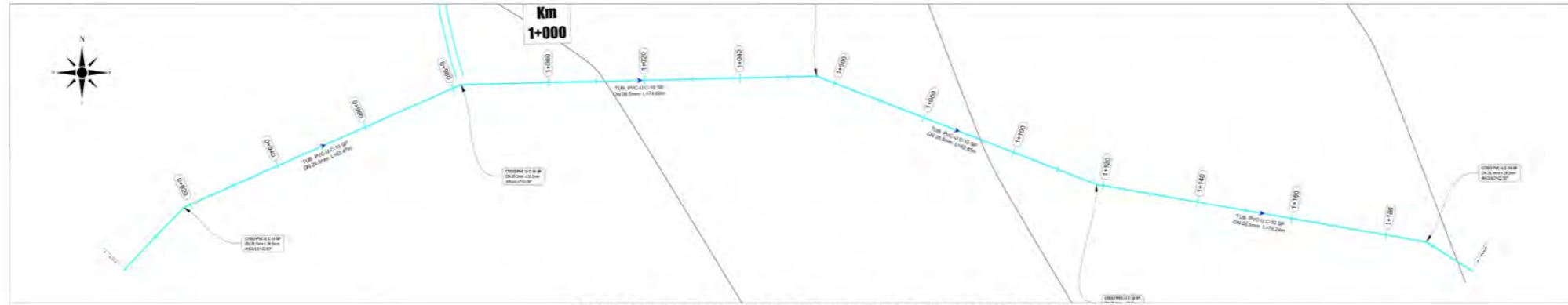


PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION LAS FILAS Y SAN ANTONIO
0+600.00-0+900.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

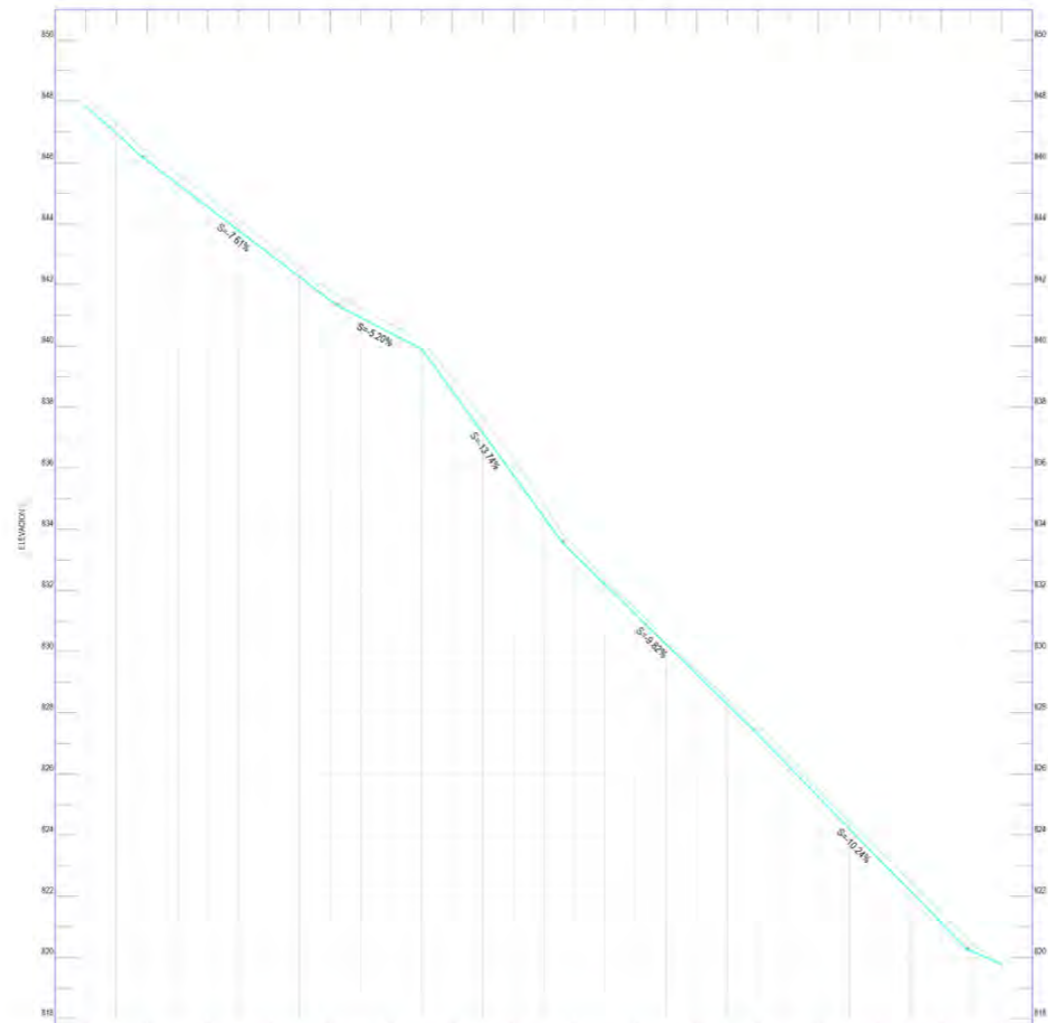


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-03@15

Plano L.4 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio PROG 0+900.00-1+200.00



PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION LAS FILAS Y SAN ANTONIO
0+900.00-1+200.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200
COTA TERRENO	848.15	846.35	844.55	843.34	841.80	840.71	838.91	836.34	833.44	831.24	829.37	827.59	825.54	823.49	821.44	819.76
ALTURA DE CORTE																0.02
COTA RASANTE	847.86	846.26	844.54	843.02	841.49	840.41	838.53	835.78	833.19	831.22	829.26	827.29	825.24	823.19	821.14	819.76
LONG. HORIZ. TUB.	59.87	53.29			28.31		45.93			62.56			69.89			47.38
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	80.12 -8.10%	63.68 -7.61%			28.35 -5.20%		46.36 -13.74%			62.66 -9.82%			70.25 -10.24%			47.42 -4.37%
GEOM. HORIZONTAL	L=84.17m		L=83.25m			L=174.26m			L=142.56m			L=69.89m		L=47.38m		

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

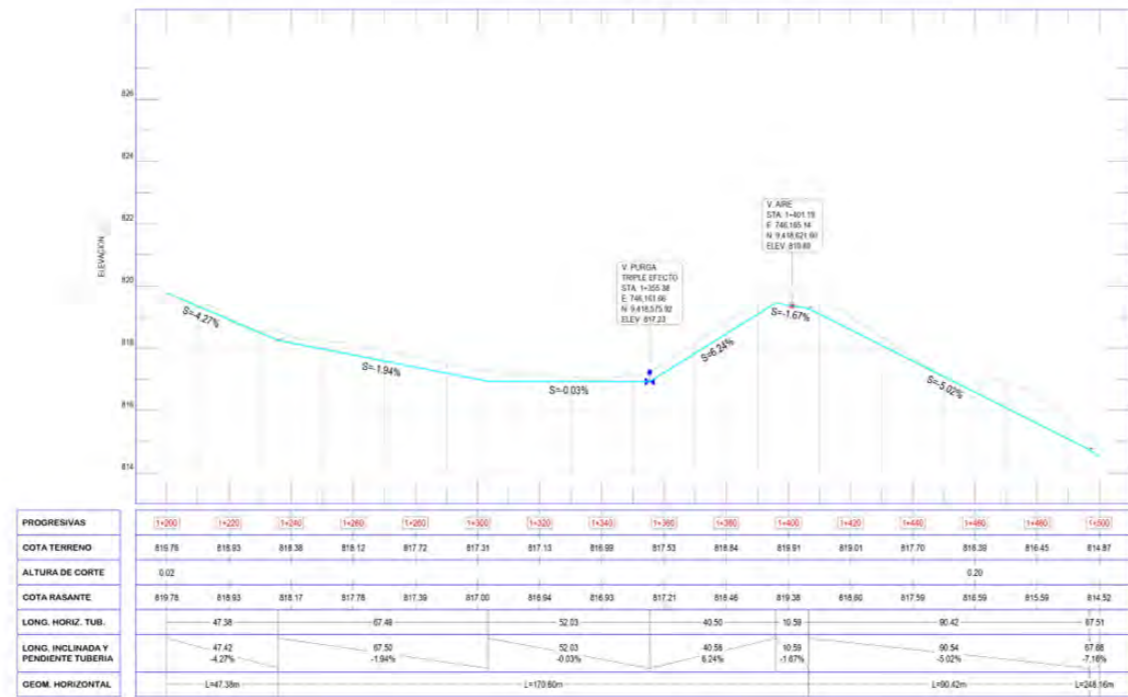
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Red de Distrib. Anexo Las Filas y San Antonio LA-04@15

Plano L.5 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio PROG 1+200.00-1+500.00



PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION LAS FILAS Y SAN ANTONIO
 1+200.00-1+500.00
 Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m



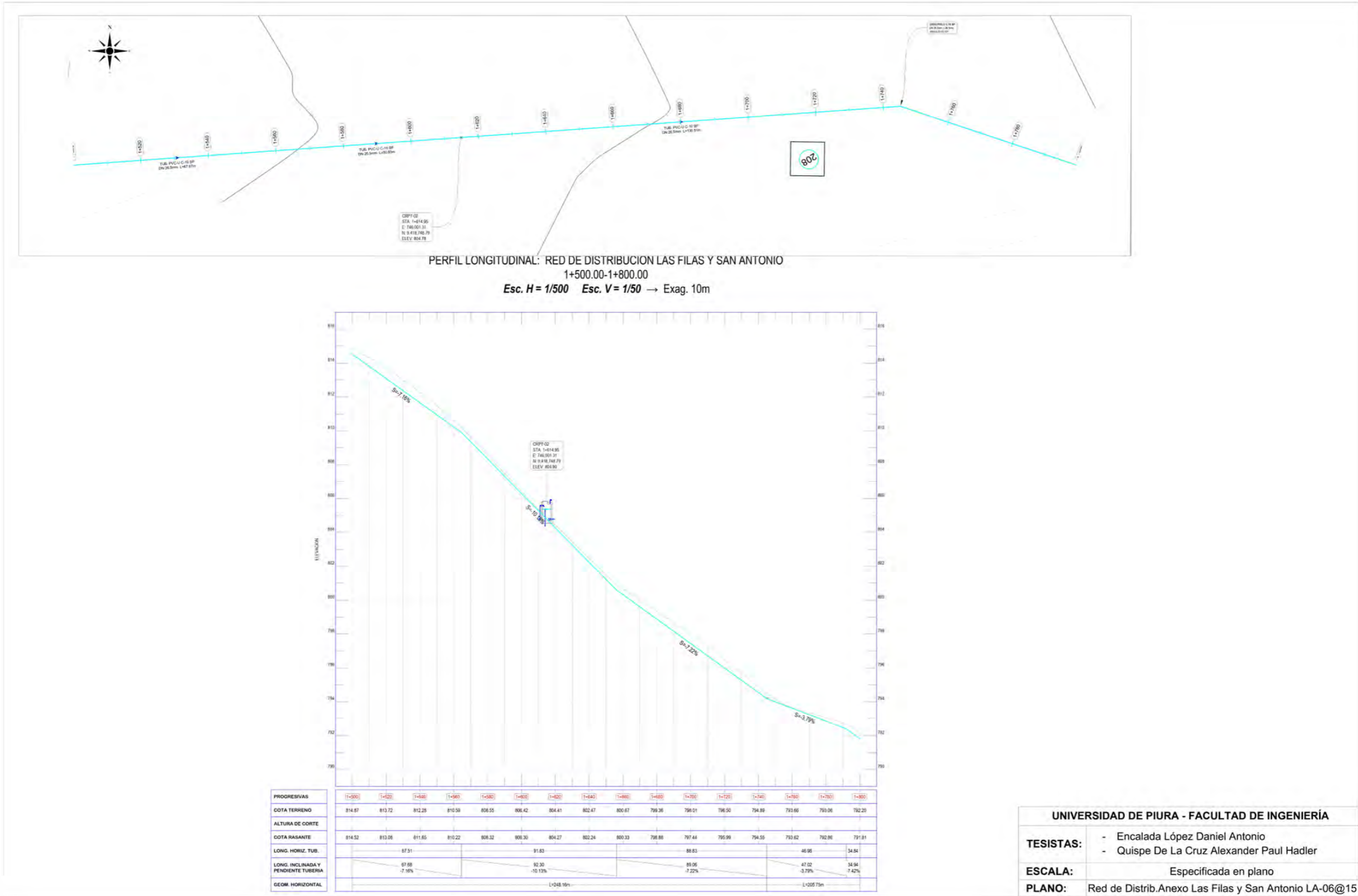
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
 - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-05@15

Plano L.6 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio PROG 1+500.00-1+800.00



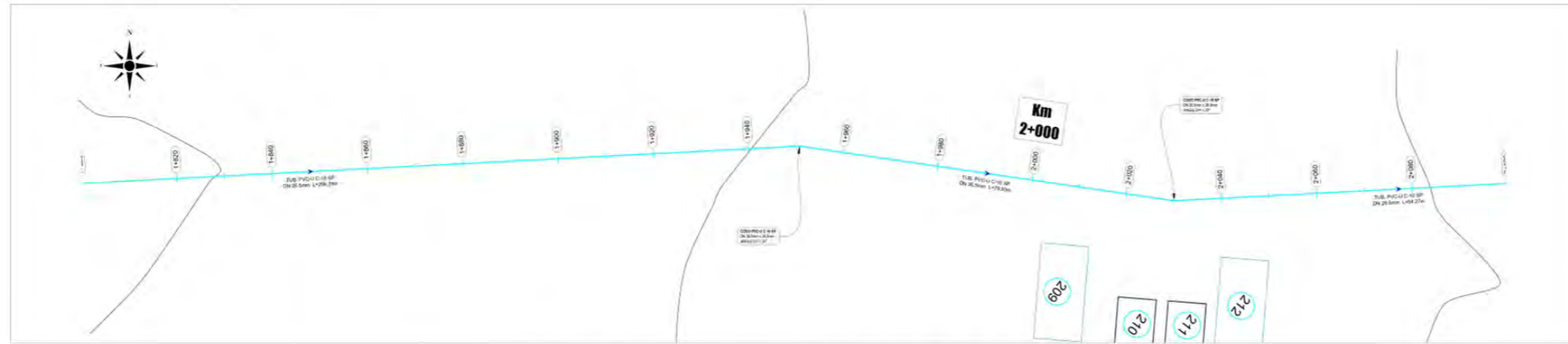
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

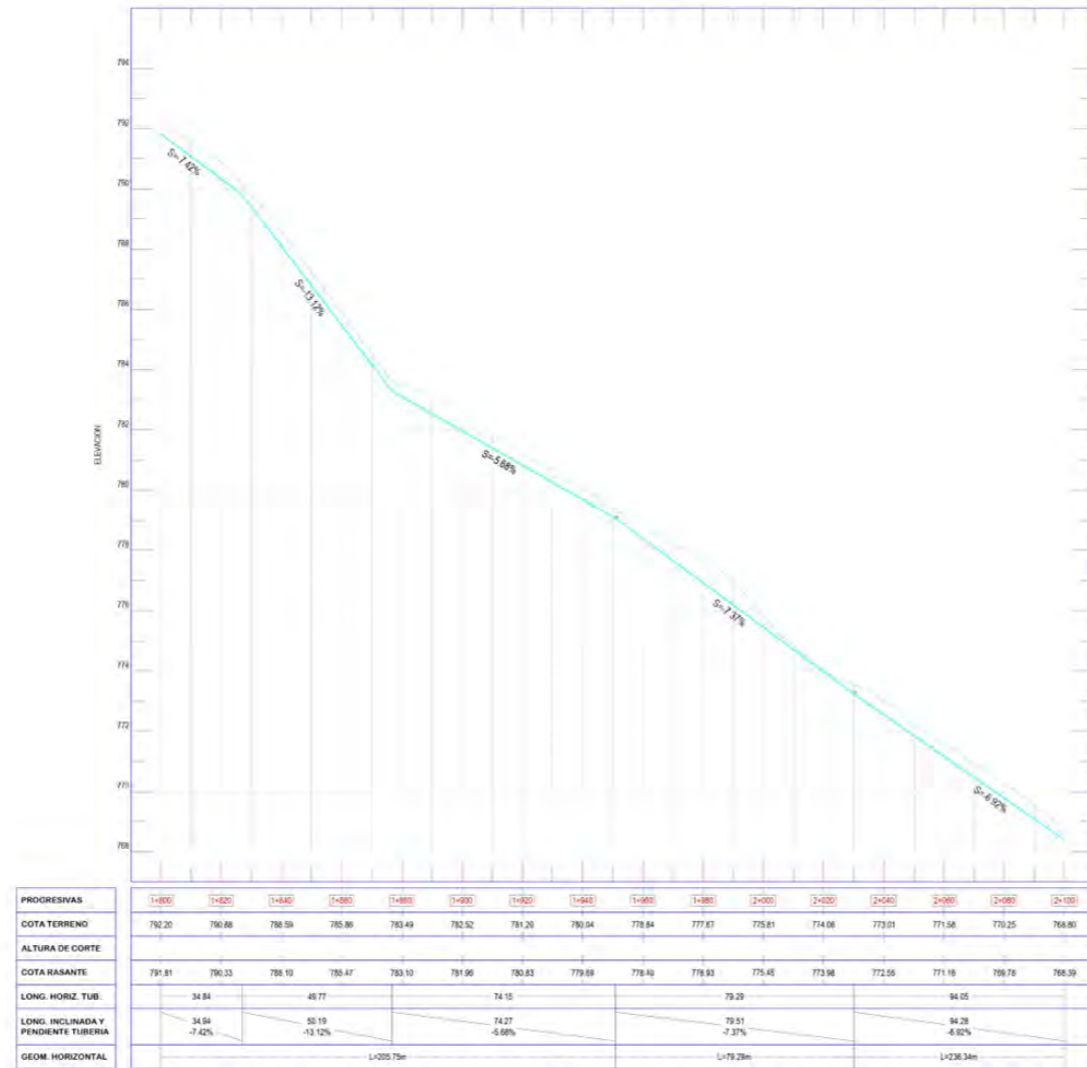
ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Red de Distrib. Anexo Las Filas y San Antonio LA-06@15

Plano L.7 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio PROG 1+800.00-2+100.00



PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION LAS FILAS Y SAN ANTONIO
1+800.00-2+100.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

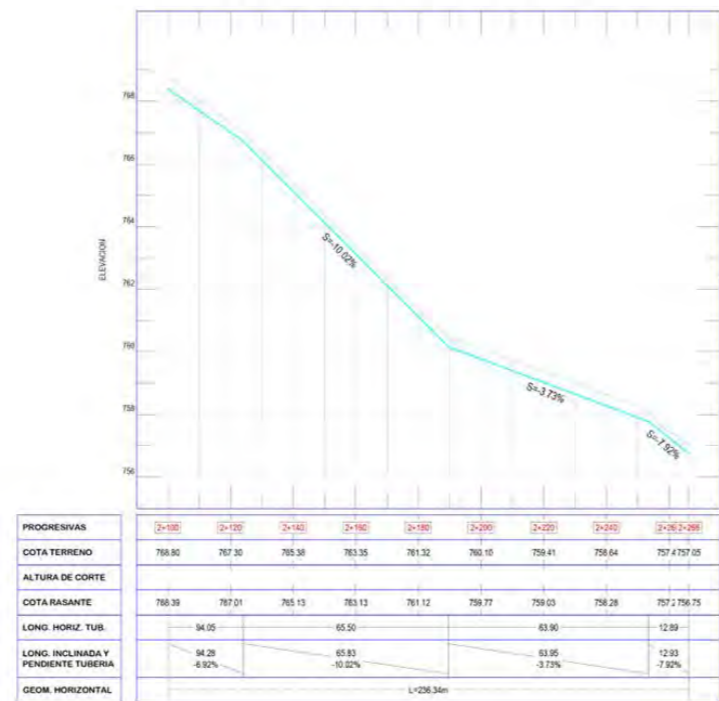


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-07@15

Plano L.8 Planta y perfil Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio PROG 2+100.00-2+266.43

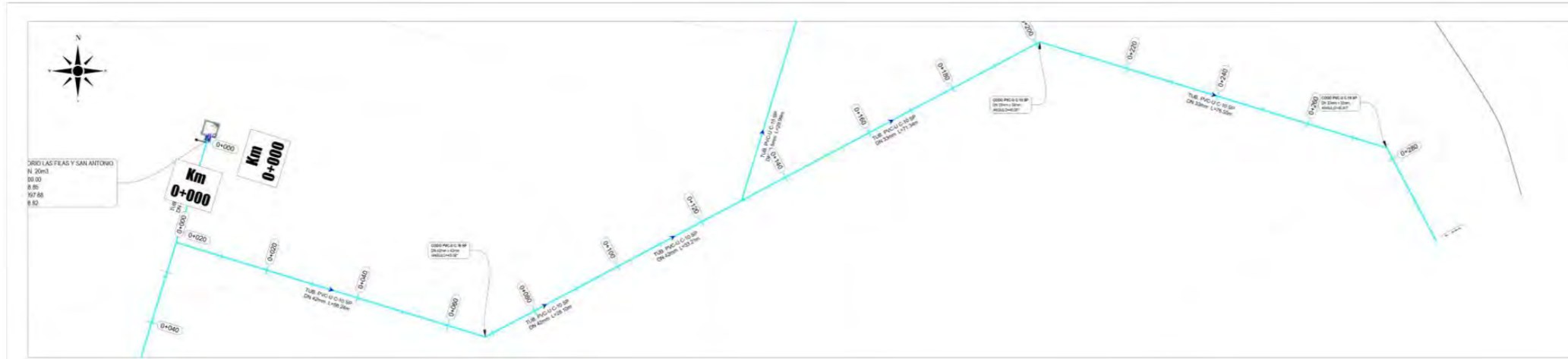


PERFIL LONGITUDINAL: RED DE DISTRIBUCION LAS FILAS Y SAN ANTONIO
2+100.00-2+266.43
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

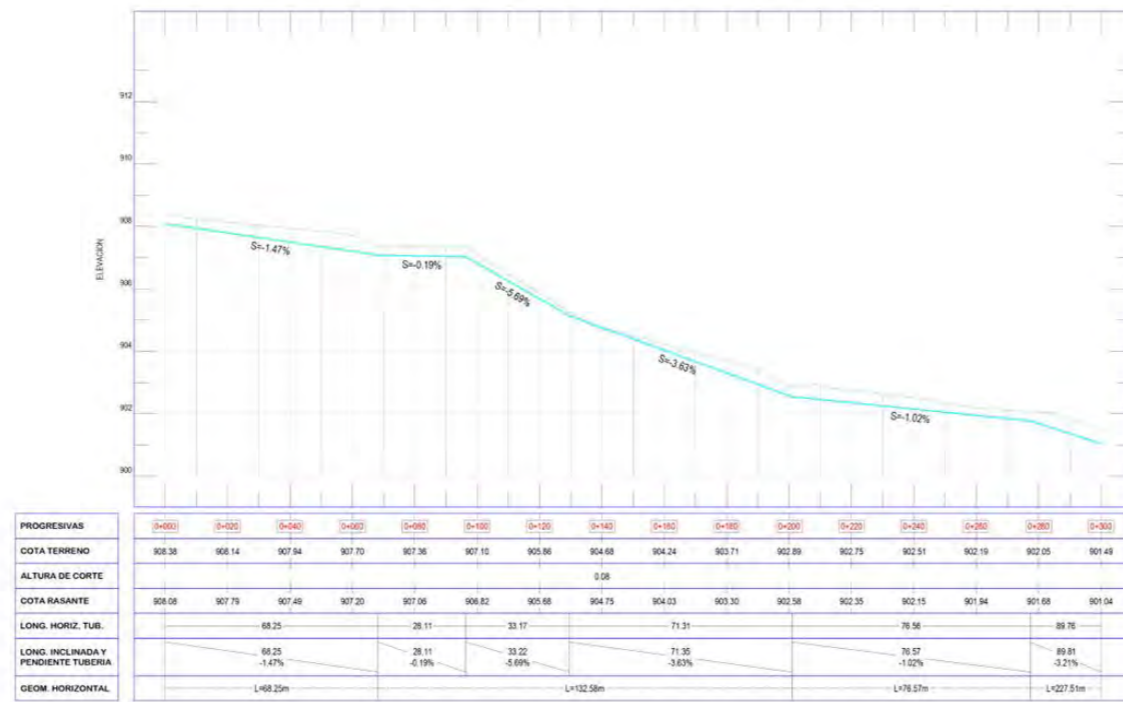


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-08@15

Plano L.9 Planta y perfil Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01 PROG 0+000.00-0+300.00



PERFIL LONGITUDINAL: RAMAL 1
0+000.00-0+300.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

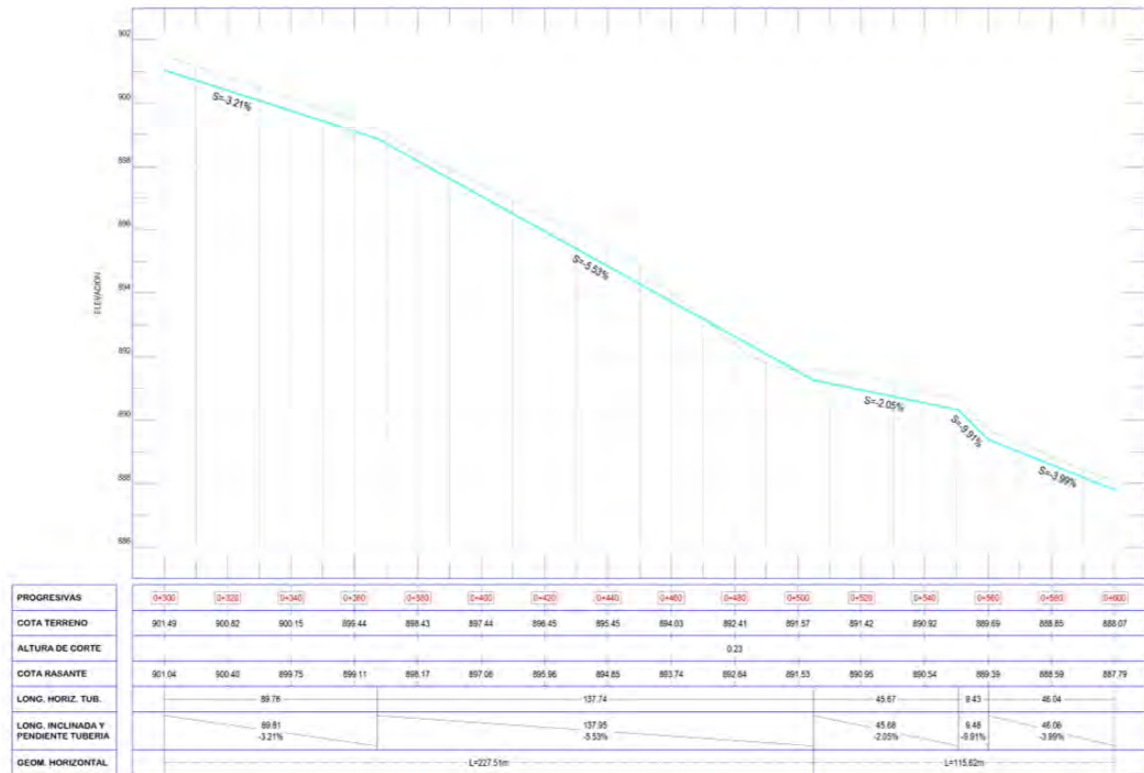


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib. Anexo Las Filas y San Antonio LA-09@15

Plano L.10 Planta y perfil Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01 PROG 0+300.00-0+600.00



PERFIL LONGITUDINAL: RAMAL 1
0+300.00-0+600.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

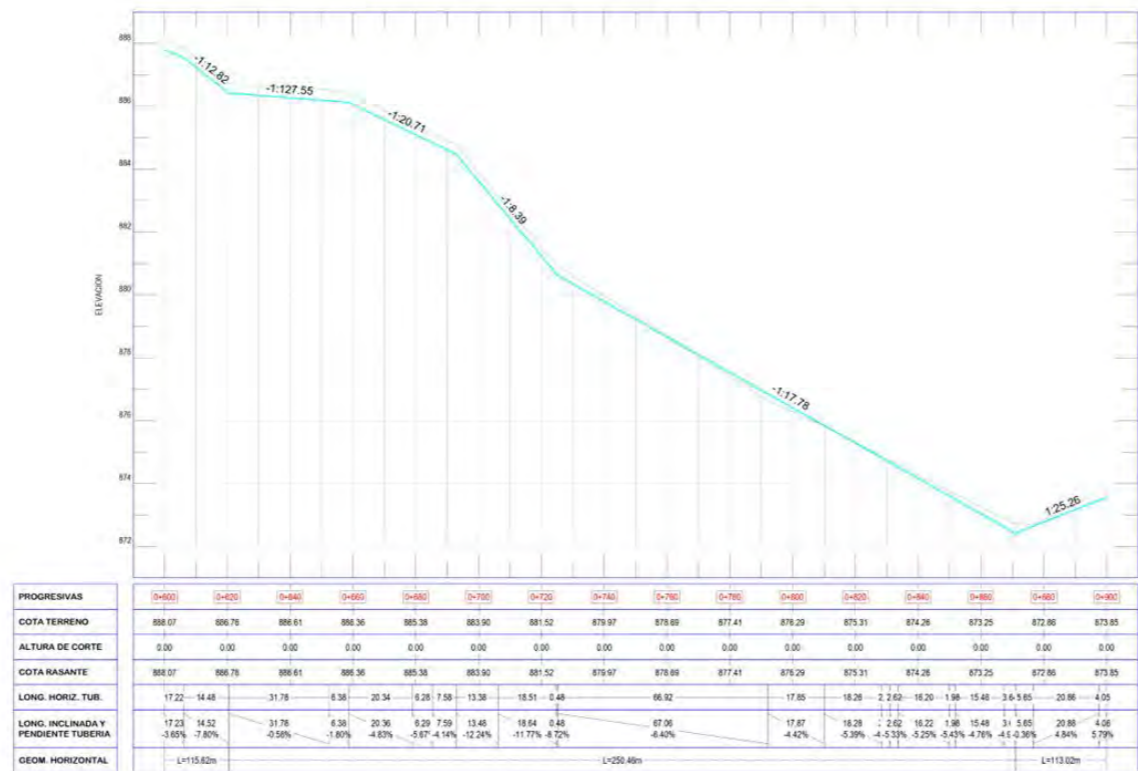


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib. Anexo Las Filas y San Antonio LA-10@15

Plano L.11 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01 PROG 0+600.00-0+900.00



PERFIL LONGITUDINAL: RAMAL 1
0+600.00-0+900.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m



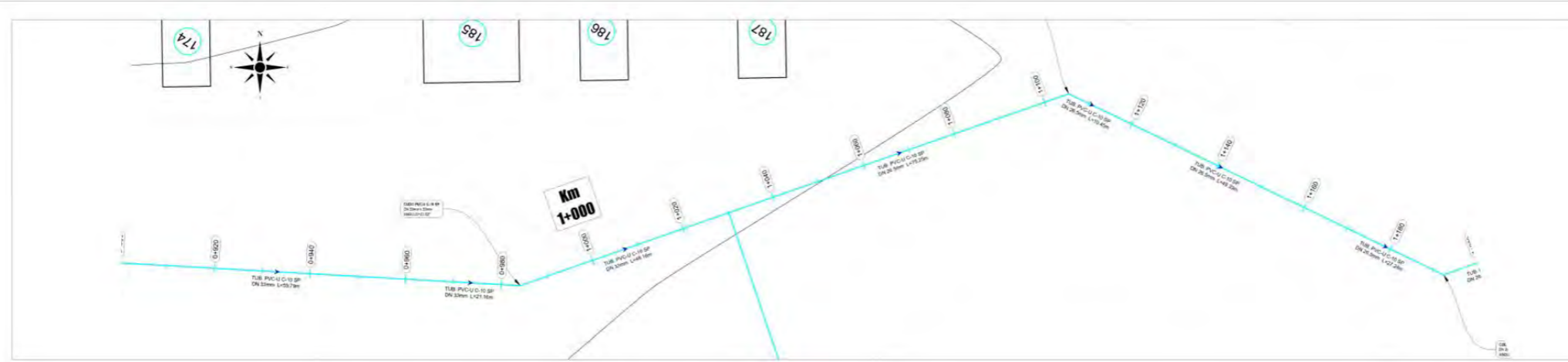
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS: - Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

ESCALA: Especificada en plano

PLANO: Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-11@15

Plano L.12 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01 PROG 0+900.00-1+200.00

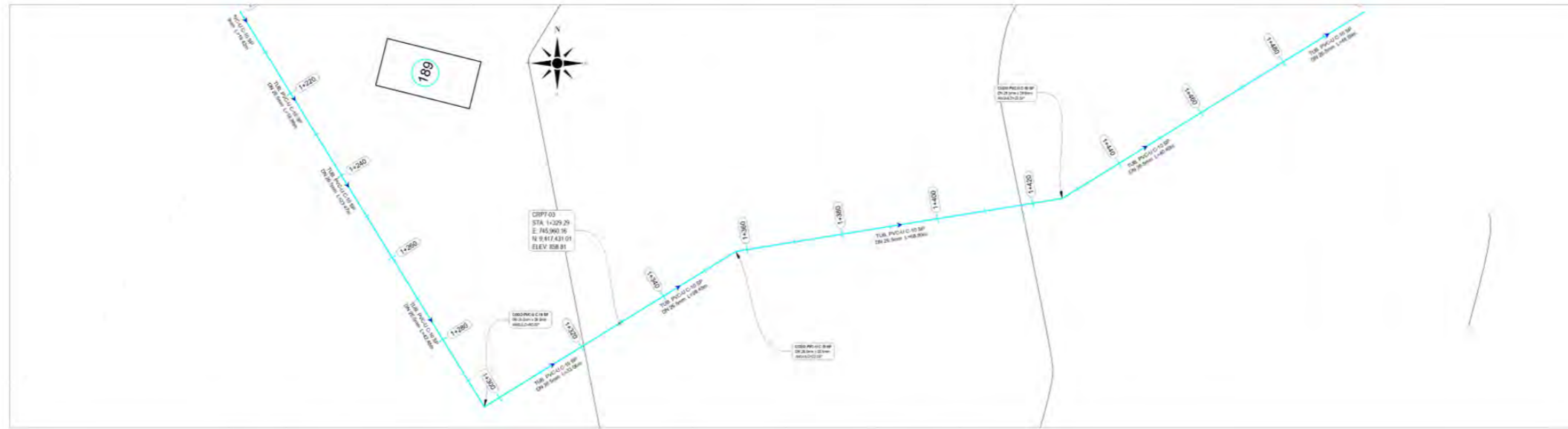


PERFIL LONGITUDINAL: RAMAL 1
0+900.00-1+200.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

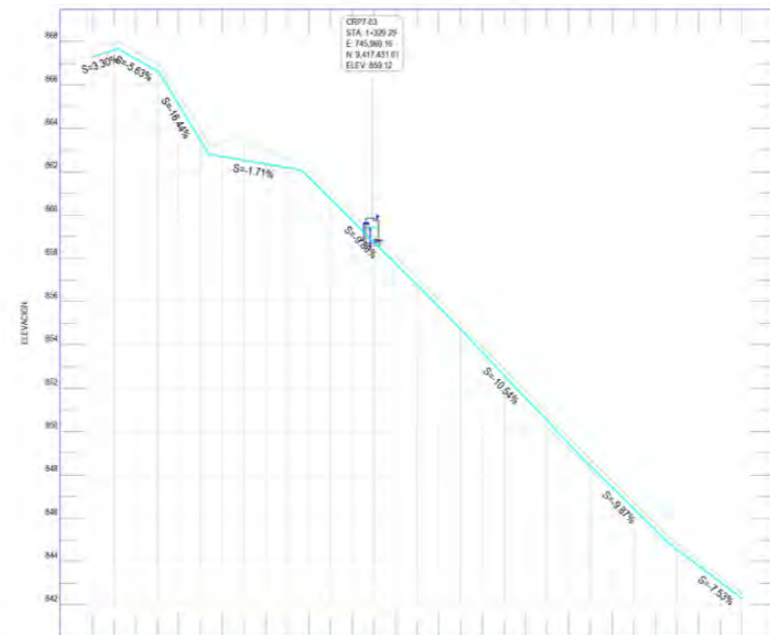


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-12@15

Plano L.13 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01 PROG 1+200.00-1+500.00



PERFIL LONGITUDINAL: RAMAL 1
1+200.00-1+500.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m



PROGRESIVAS	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460	1+480	1+500
COTA TERRENO	867.76	867.56	865.48	863.38	862.99	862.01	860.04	858.07	856.08	853.97	851.86	849.75	847.73	845.76	844.07	842.52
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COTA RASANTE	867.76	867.56	865.48	863.38	862.99	862.01	860.04	858.07	856.08	853.97	851.86	849.75	847.73	845.76	844.07	842.52
LONG. HORIZ. TUB.	8.11	4.4	4.8	2.2	11.27	6.3	5.5	10.31	32.14	81.26	68.53	40.21	42.65			
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERIA	8.11	4.4	4.8	2.2	11.27	6.3	5.5	10.32	32.16	81.57	68.91	40.41	42.78			
	5.81	6.5	-4	-6	-8	-15.4	-13	21.6	4.84%	-3.75%	-8.87%	-10.55%	6.87%	-7.76%		
GEOM. HORIZONTAL	L=103.99m				L=91.28m				L=68.53m				L=68.67m			

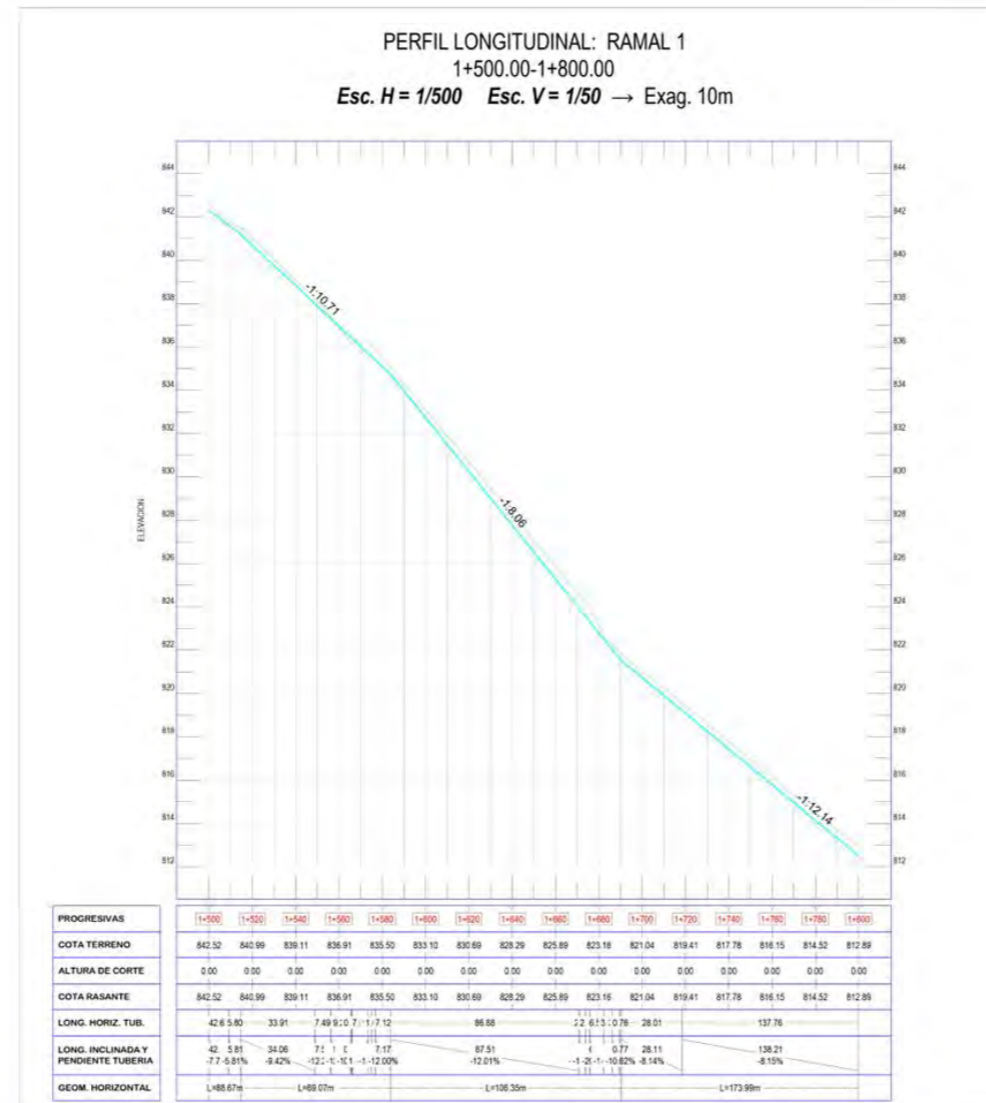
UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA

TESISTAS:
- Encalada López Daniel Antonio
- Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler

ESCALA: Especificada en plano

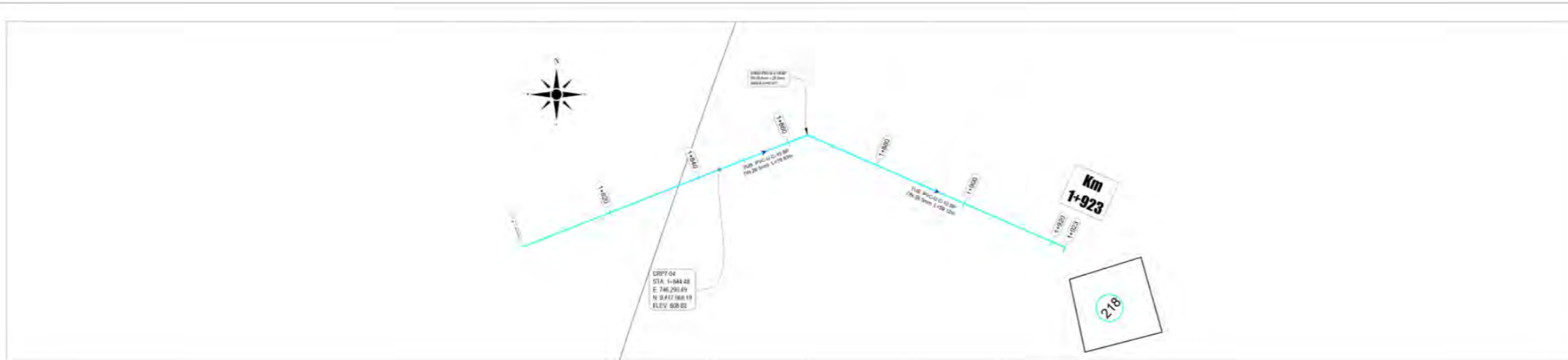
PLANO: Red de Distrib. Anexo Las Filas y San Antonio LA-13@15

Plano L.14 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01 PROG 1+500.00-1+800.00

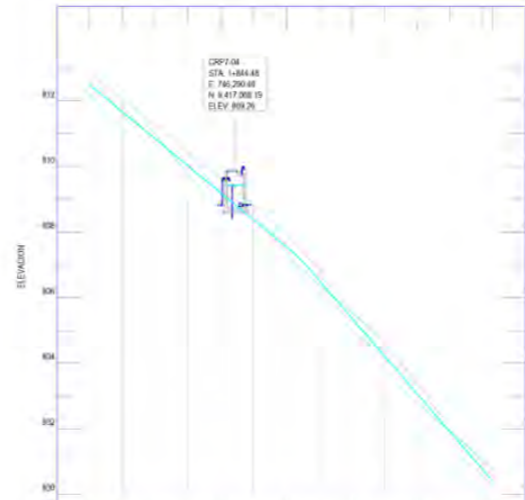


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-14@15

Plano L.15 Planta y perfil longitudinal Red de distribución Anexo Las Filas y San Antonio Ramal 01 PROG 1+800.00-1+922.99



PERFIL LONGITUDINAL: RAMAL 1
1+800.00-1+922.99
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m



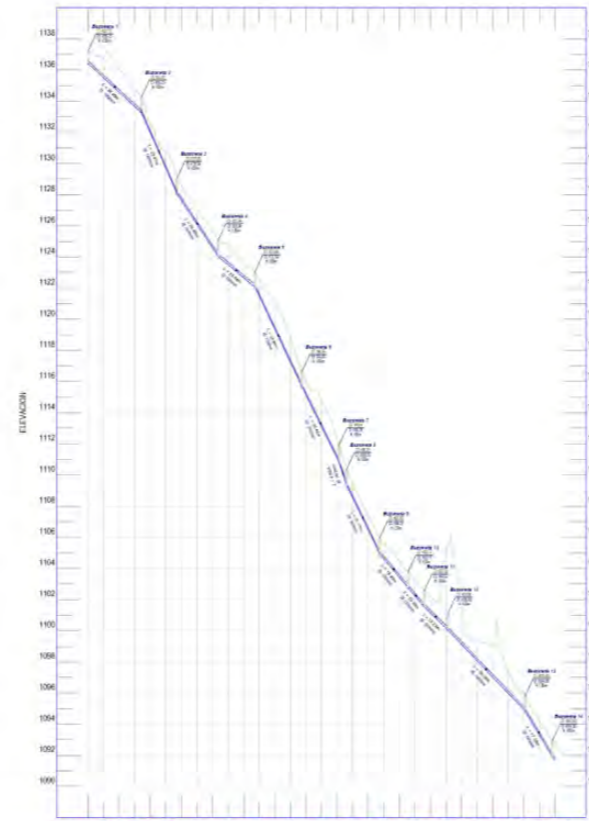
PROGRESIVAS	1+800	1+820	1+845	1+865	1+880	1+900	1+922.99
COTA TERRENO	812.89	811.28	809.83	807.52	805.64	803.35	800.70
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COTA RASANTE	812.89	811.28	809.83	807.52	805.64	803.35	800.70
LONG. HORIZ. TUB.		137.76	0.22	16.39	19.44	18.80	11.10
LONG. INCLINADA Y PENDIENTE TUBERÍA		138.21 -8.15%	6.28 -10.01%	18.52 -11.80%	10.49 -10.27%	18.06 -13.14%	11.18 -9.77%
GEOM. HORIZONTAL		L=173.99m		L=98.73m			

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distrib.Anexo Las Filas y San Antonio LA-15@15

Plano M.1 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Ozurco PROG 0+000.00-0+300.00



PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+300.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m



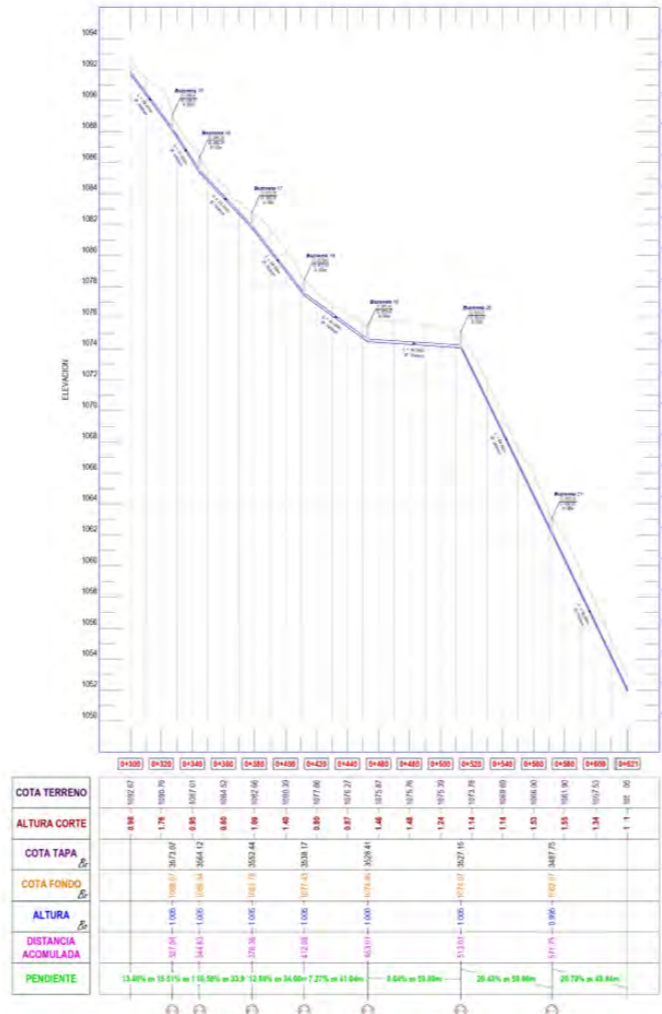
	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300
COTA TERRENO	1037.22	1038.29	1033.36	1028.59	1025.81	1023.59	1021.21	1018.50	1015.37	1011.72	1007.56	1002.89	998.71	994.02	989.81	986.07
ALTURA CORTE	0.00	1.51	0.60	0.00	1.54	0.65	1.00	0.60	0.00	0.60	1.50	0.00	1.50	2.40	2.10	0.00
COTA TAPA	1037.22	1039.80	1033.96	1028.59	1027.35	1024.24	1020.21	1016.10	1011.37	1006.02	1000.06	993.50	986.34	978.57	970.21	961.34
COTA FONDO	1037.22	1039.80	1033.96	1028.59	1027.35	1024.24	1020.21	1016.10	1011.37	1006.02	1000.06	993.50	986.34	978.57	970.21	961.34
ALTURA	0.00	1.51	0.60	0.00	1.54	0.65	1.00	0.60	0.00	0.60	1.50	0.00	1.50	2.40	2.10	0.00
DISTANCIA ACOMULADA	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00
PENDIENTE	8.21% en 24, 22.64% en 13, 18% en 2, 8.28% en 22, 27.22% en 3, 25.22% en 36, 25.68% en 11, 48% en 8, 8.88% en 13, 27.55% en 60, 0% en 13, 1.68% en 29, 0.71%															

UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Ozurco LA-01@04

Plano M.2 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Ozurco PROG 0+300.00-0+621.00



PERFIL LONGITUDINAL:
0+300.00-0+621.00
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

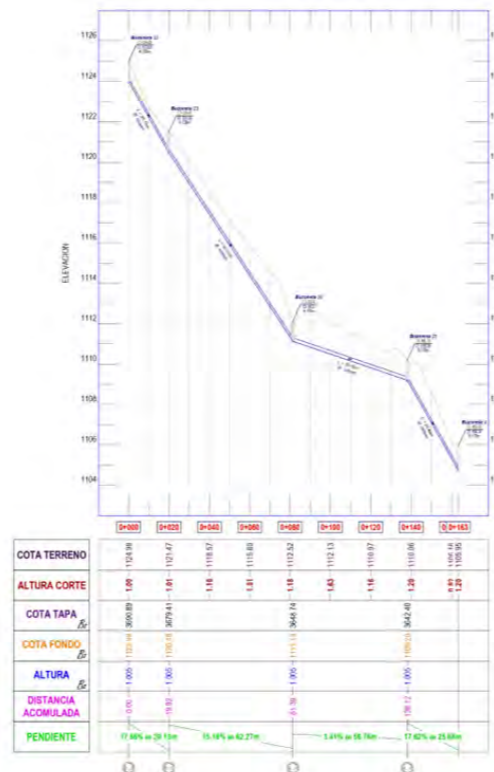


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Ozurco LA-02@04

Plano M.3 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Ozurco Ramal 01 PROG 0+000.00-0+163.41



PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+163.41
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

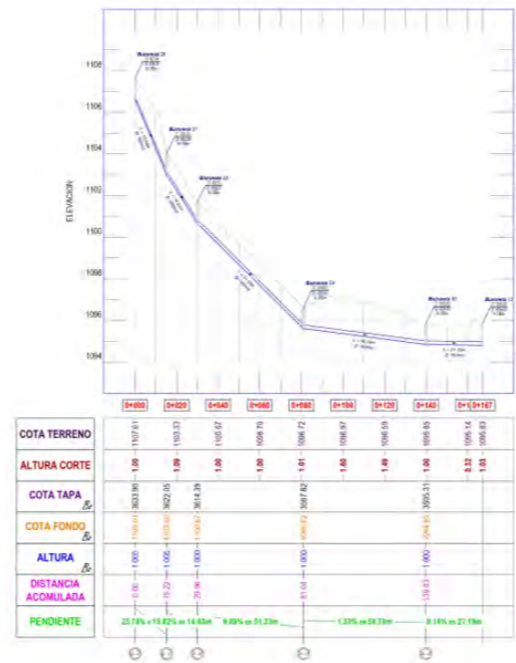


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Ozurco LA-03@04

Plano M.4 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Ozurco Ramal 02 PROG 0+000.00-0+162.02

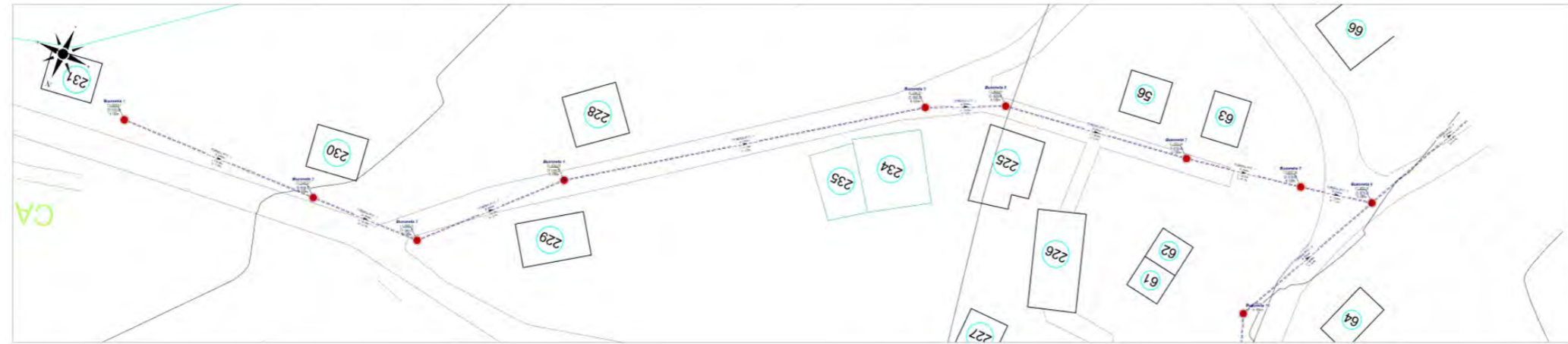


PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+167.02
Esc. H = 1/500 Esc. V = 1/50 → Exag. 10m

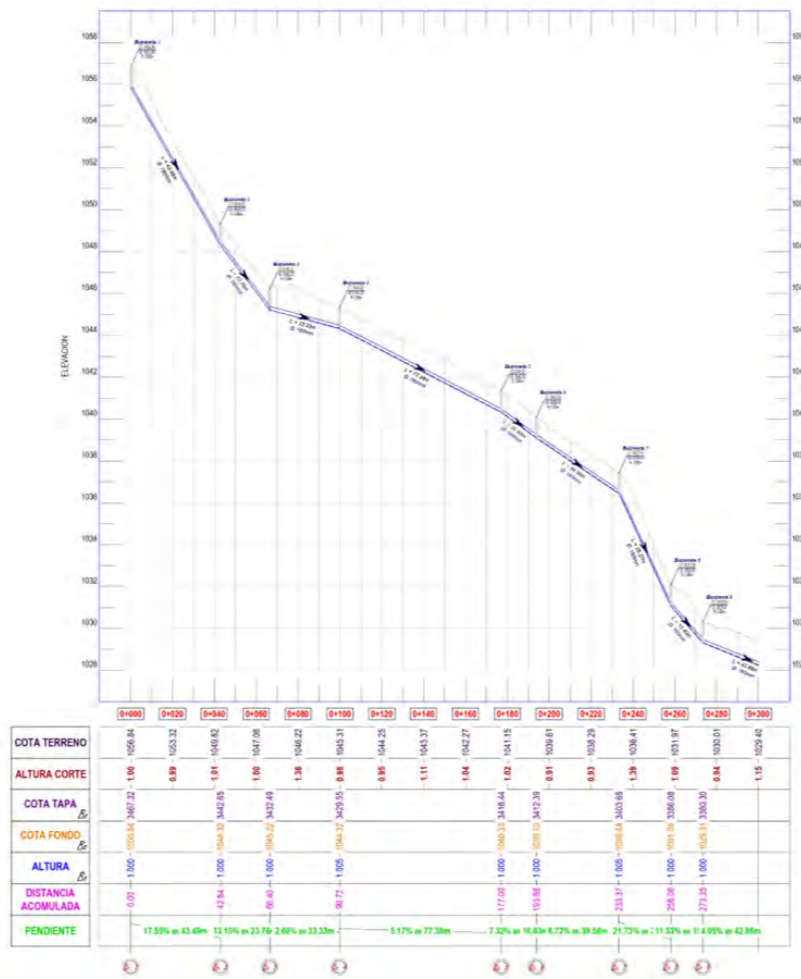


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Ozurco LA-04@04

Plano N.1 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil PROG 0+000.00-0+300.00

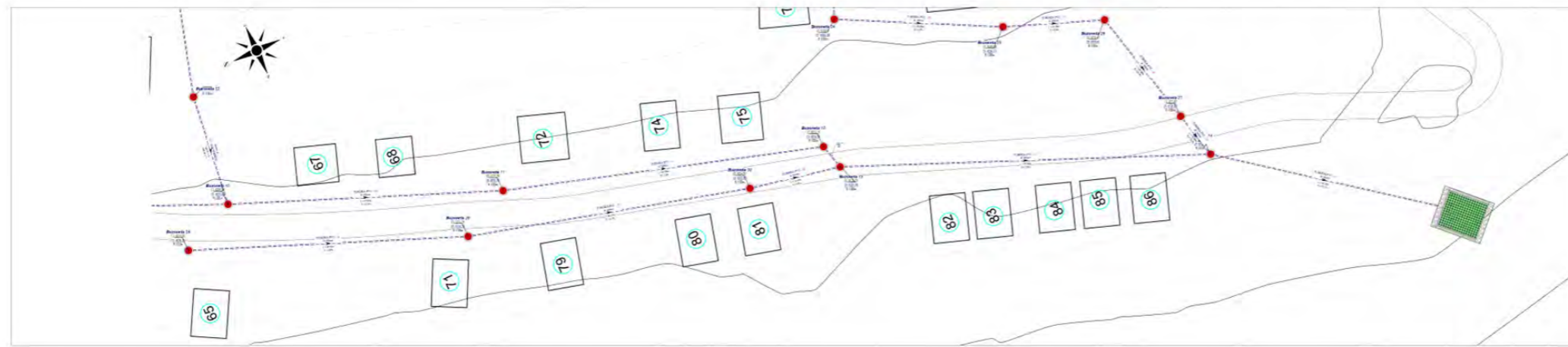


PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+300.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

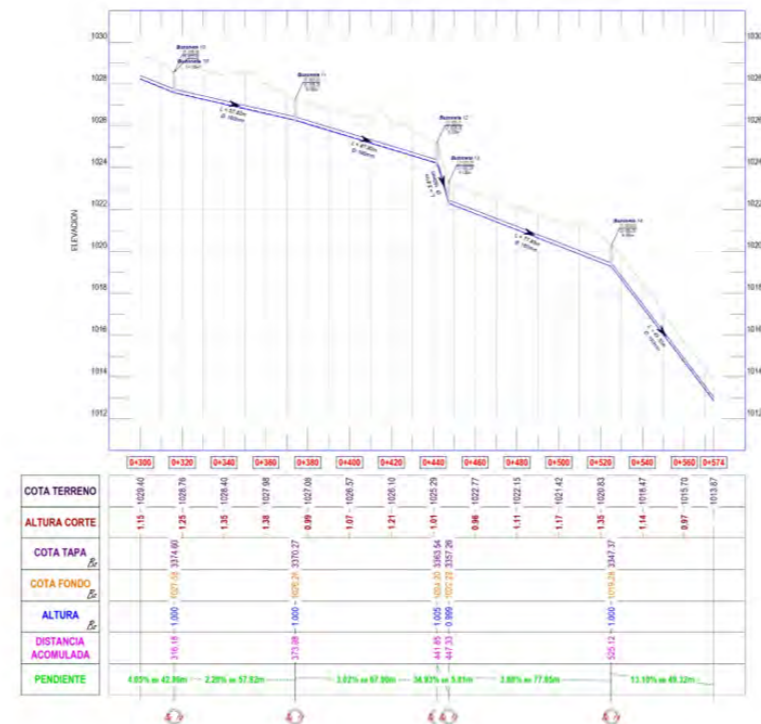


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Huayaquil LA-01@06

Plano N.2 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil PROG 0+300.00-0+600.00

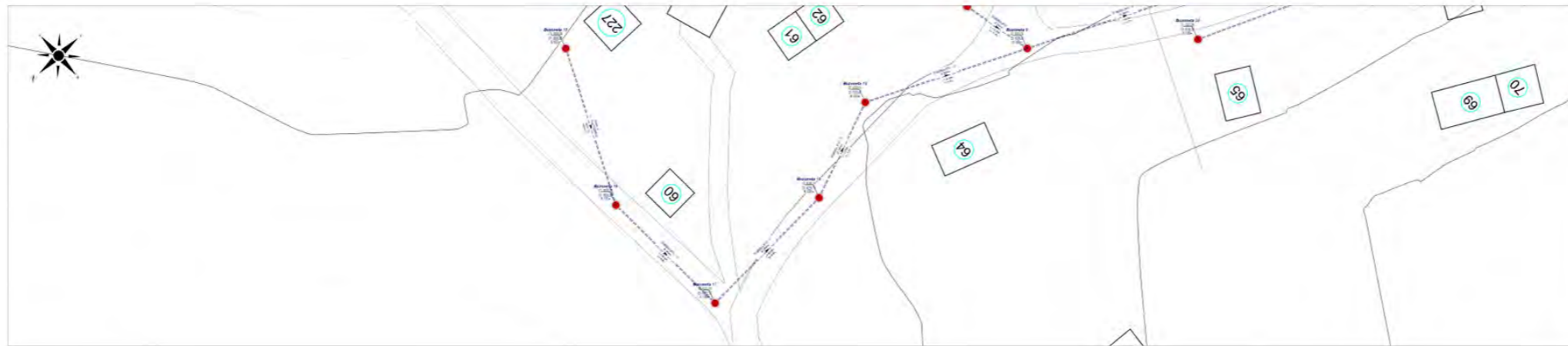


PERFIL LONGITUDINAL:
0+300.00-0+574.02
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

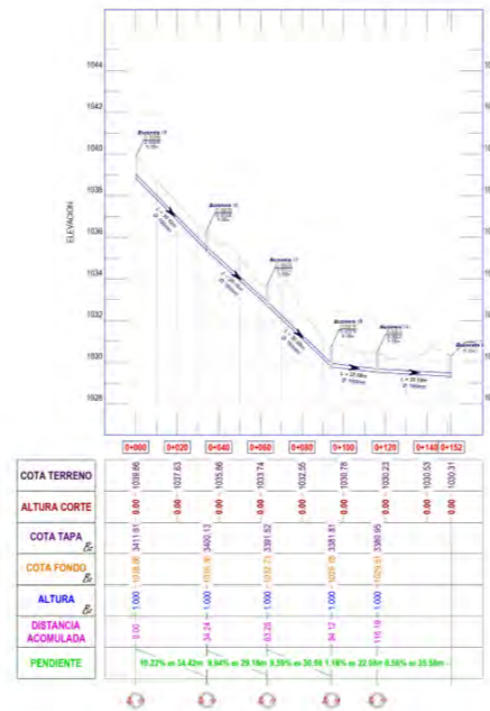


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Huayaquil LA-02@06

Plano N.3 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil Ramal 01 PROG 0+000.00-0+151.77

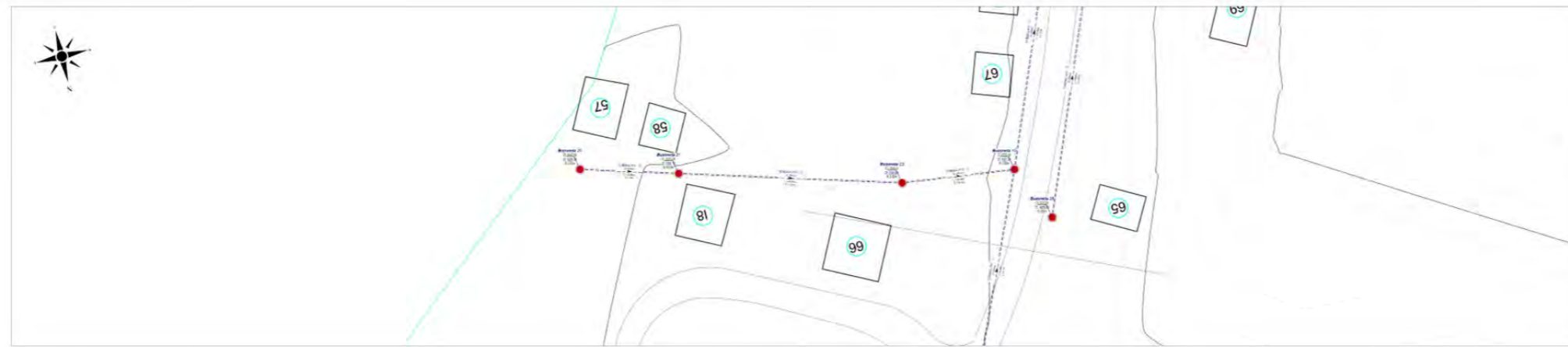


PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+151.77
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

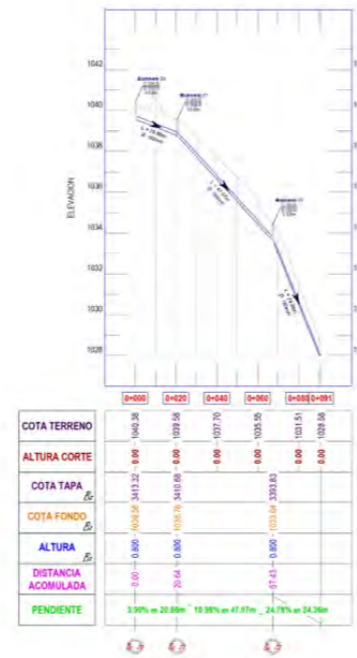


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Huayaquil LA-03@06

Plano N.4 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil Ramal 02 PROG 0+000.00-0+091.08



PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+091.08
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

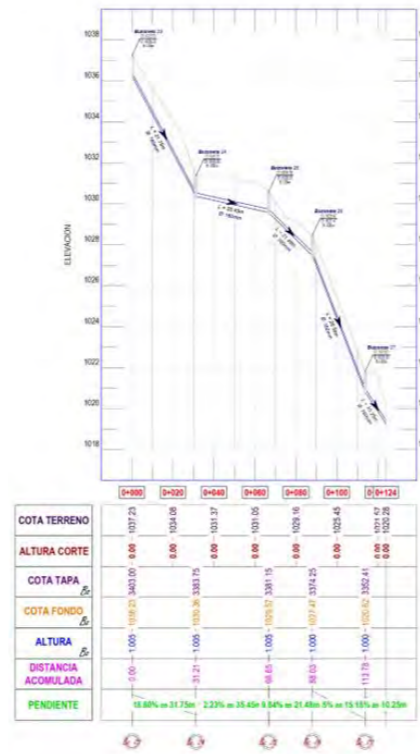


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Huayaquil LA-04@06

Plano N.5 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil Ramal 03 PROG 0+000.00-0+123.91

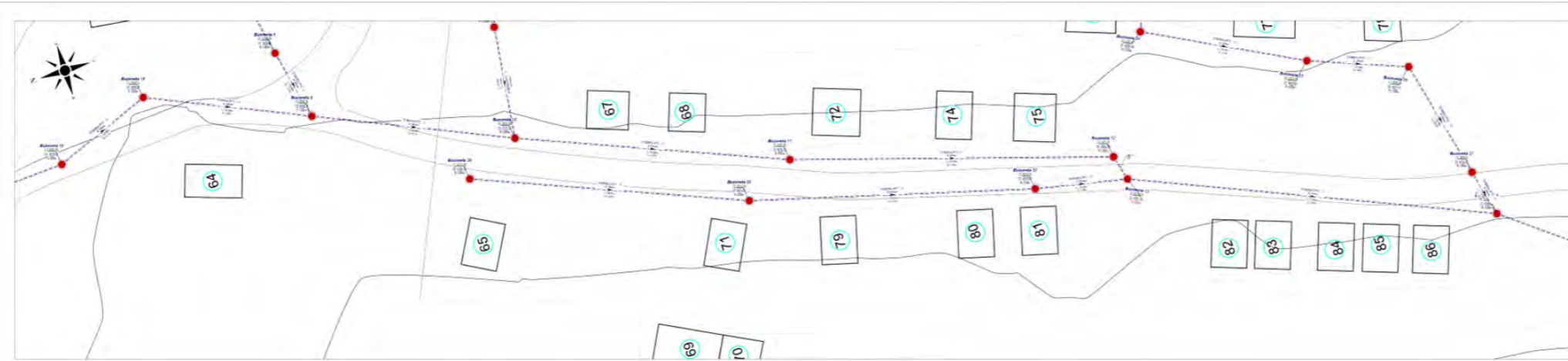


PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+123.91
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

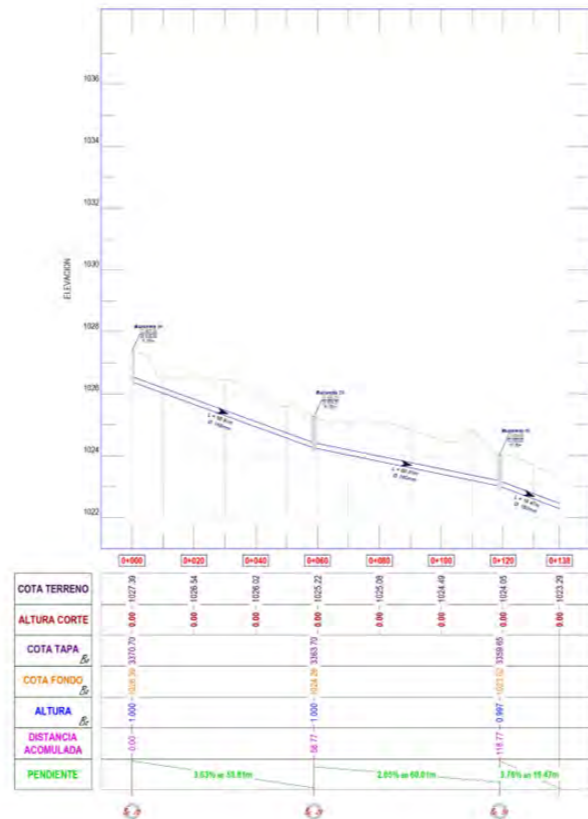


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Huayaquil LA-05@06

Plano N.6 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Huayaquil Ramal 04 PROG 0+000.00-0+138.23

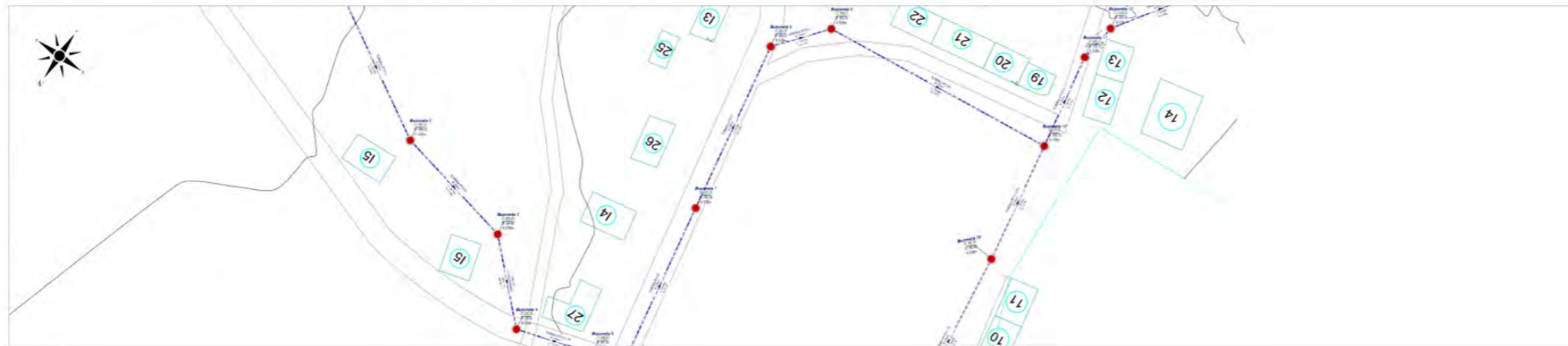


PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+138.23
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

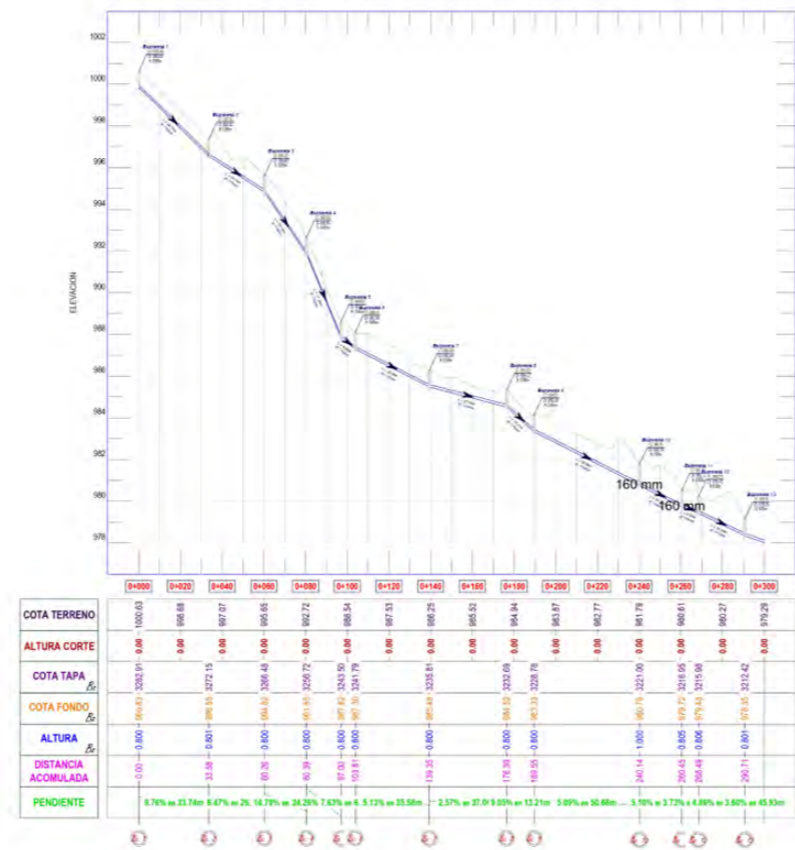


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Huayaquil LA-06@06

Plano O.1 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Morroponcito PROG 0+000.00-0+300.00

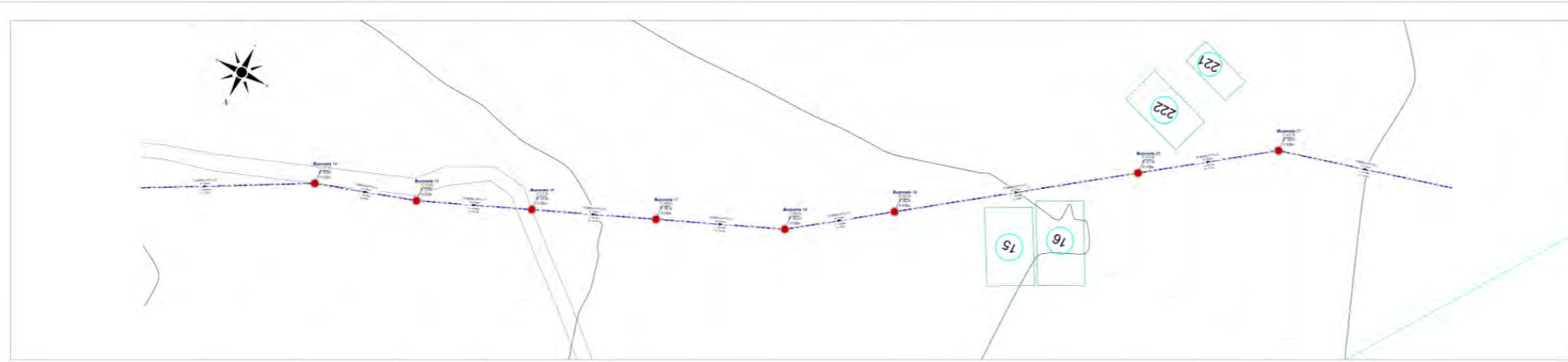


PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+300.00
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

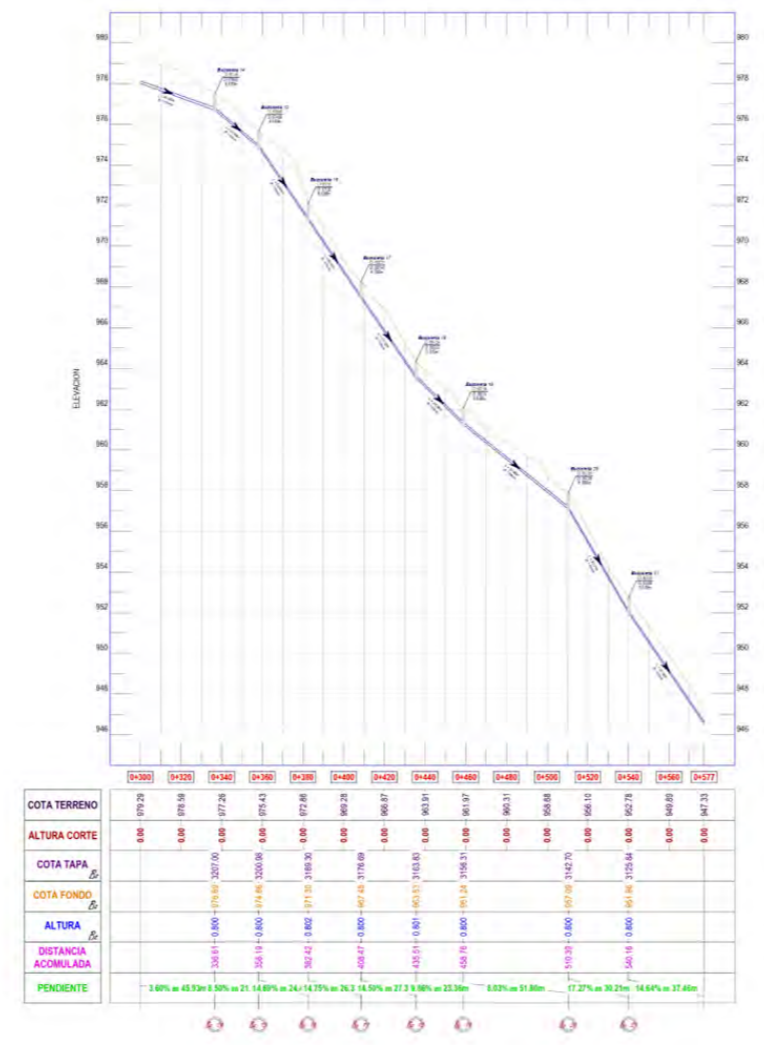


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Morroponcito LA-01@04

Plano O.2 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Morroponcito PROG 0+300.00-0+577.22

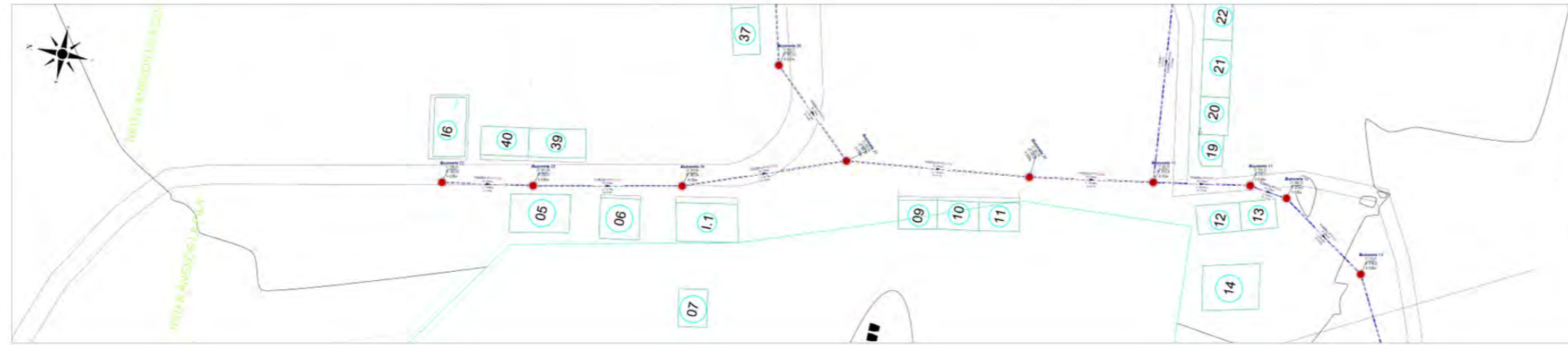


PERFIL LONGITUDINAL:
0+300.00-0+577.22
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

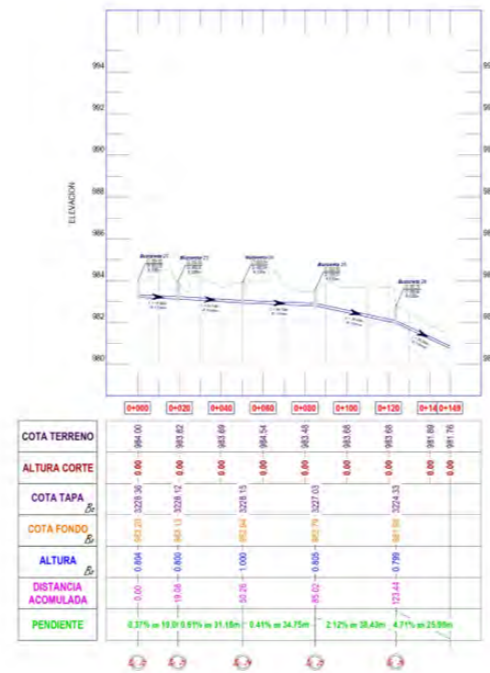


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Morroponcito LA-02@04

Plano O.3 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Morroponcito Ramal 01 PROG 0+000.00-0+149.39



PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+149.39
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m

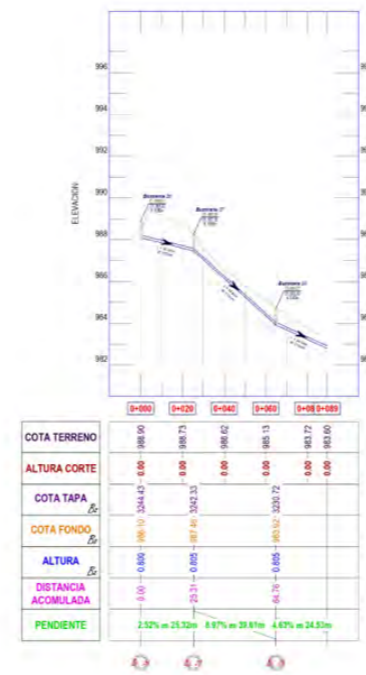


UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Morroponcito LA-03@04

Plano O.4 Planta y perfil longitudinal Red de alcantarillado Morroponcito Ramal 02 PROG 0+000.00-0+089.27



PERFIL LONGITUDINAL:
0+000.00-0+089.27
Esc. H = 1/1000 Esc. V = 1/100 → Exag. 10m



UNIVERSIDAD DE PIURA - FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESISTAS:	- Encalada López Daniel Antonio - Quispe De La Cruz Alexander Paul Hadler
ESCALA:	Especificada en plano
PLANO:	Red de Distribución Morroponcito LA-04@04