



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación de diseños: Sistema de alcantarillado convencional y Sistema de alcantarillado
por vacío, San Pedro De Cajas, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Luis Enrique Barrios Tinoco

ASESOR:

Dra. María Ysabel García Álvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **BARRIOS TINOCO, LUIS ENRIQUE**

Cuyo título es: **"COMPARACIÓN DE DISEÑOS: SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACÍO, SAN PEDRO DE CAJAS, 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 21 de Diciembre de 2018



 Dra. Ing. GARCÍA ALVAREZ MARIA YSABEL
 PRESIDENTE



 Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA ENRIQUE SAUL
 SECRETARIO



 Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a la memoria de mi madre Gloria Tinoco Pucuhuaranga, quien siempre estuvo a mi lado apoyándome y hoy en día me guía desde el cielo. A mi padre Raul Barrios Vicuña por su apoyo incondicional a lo largo de estos años y a mi hermana Carmen por ser junto a mis padres los principales motivos para seguir adelante.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por ser mi guía y estar siempre conmigo.

A mis padres y hermana por su constante apoyo a pesar de las adversidades presentadas desde que inicie esta aventura.

A mis amigos con los que compartí grandes experiencias y anécdotas dentro y fuera de las aulas, sobretudo a mis grandes amigas Nataly y Anali por ser un apoyo constante en esta última etapa.

Agradecer al Mg. Germán Casusol y la Dra. Ysabel García por su guía académica. Asimismo, a todos los docentes que me brindaron de su conocimiento a lo largo de esta carrera en la Universidad Cesar Vallejo-Lima Este.

Declaratoria de autenticidad

Yo Luis Enrique Barrios Tinoco con DNI N° 74735788, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 14 de diciembre de 2018



Luis Enrique Barrios Tinoco

DNI: 74735788

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes mi tesis titulada “Comparación de diseños; Sistema de alcantarillado convencional y Sistema de alcantarillado por vacío, San Pedro de Cajas, 2018”, en el cual tuve como objetivo evaluar la implementación del sistema de alcantarillado por vacío que resulta ser más sostenible en comparación del sistema de alcantarillado convencional; que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo: Introducción se explica la realidad problemática y los antecedentes nacionales e internacionales además se indican el objetivo y la hipótesis de la investigación. En el segundo capítulo: Método, se describe la metodología usada para la presente tesis así también la técnica e instrumentos de recolección de datos. El tercer capítulo: Resultados, se detalla los resultados obtenidos después de la evaluación de los sistemas de alcantarillado a través de una comparación de los diseños y presupuestos elaborados en el programa AUTOCAD 2018 y S10 respectivamente. En el cuarto capítulo se realiza la Discusión los cuales son debatidos con los antecedentes presentados en el primer capítulo. En el capítulo quinto Conclusiones se presentan los hallazgos que se obtuvieron de la investigación en función a los objetivos planteados y confirmado o negando la hipótesis planteada en el primer capítulo. En el sexto capítulo se presentan las referencias las referencias que se encuentran citadas en la tesis en estilo APA Internacional.



Luis Enrique Barrios Tinoco

Índice

PÁGINAS PRELIMINARES	Página
Página del Jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad	iv
Presentación.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	xi
ABSTRAC.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Realidad problemática.....	15
1.2 Trabajos previos	16
1.3 Teorías relacionadas al tema	18
1.4 Formulación del problema	36
1.5 Justificación del estudio	37
1.6 Hipótesis.....	37
1.7 Objetivos	38
II. MÉTODO	39
2.1 Diseño de la investigación.....	40
2.2 Variables, operacionalización	41
2.3 Población y muestra	43
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	43
2.5 Métodos de análisis de datos	44
2.6 Aspectos éticos	45
III. RESULTADOS	46
IV. DISCUSIÓN.....	85
V. CONCLUSIONES.....	86
VI. RECOMENDACIONES	87
VII. REFERENCIAS	88
ANEXOS	92

Índice de tablas

Tabla 1 Diámetro máximo de tuberías -----	27
Tabla 2 Matriz de operacionalización de las variables de la investigación -- ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3 Censo poblacional INEI -----	47
Tabla 4 Dotación -----	49
Tabla 5 Resultados para el diseño de alcantarillado convencional por tramo actual -----	51
Tabla 6 Resultados para el diseño de alcantarillado convencional por tramo para el año 2030 -----	51
Tabla 7 Metrado del sistema de alcantarillado convencional -----	55
Tabla 8 Diámetro máximo de tuberías -----	65
Tabla 9 Metrado del sistema de alcantarillado por vacío-----	67
Tabla 10 Resumen valor referencial de los sistemas de alcantarillado convencional y por vacío-----	75
Tabla 11 Cuadro comparativo entre el sistema de alcantarillado por vacío y convencional --	84
Tabla 12 Matriz de consistencia-----	93

Índice de figuras

Figura 1 Esquema de sistema de transporte de aguas residuales por gravedad	19
Figura 2 Perfil Conexión Domiciliaria de Alcantarillado	21
Figura 3 Cambios de pendiente de terreno en alcantarillado al vacío.....	24
Figura 4 Esquema de funcionamiento de red de vacío.	28
Figura 5 Perfil entre vivienda y cámara de vacío.....	29
Figura 6 Corte cámara de vacío	29
Figura 7 muestra “una cámara pre fabricada de fibra de vidrio, la cual se compone de cuatro partes principales: la cámara inferior (sumidero), la cámara superior (cielo de la válvula), el anillo anti flotación que separa las dos cámaras y la tapa.	30
Figura 8 Red de vacío en forma tipo diente de sierra	31
Figura 9 Distancia máxima en perfil horizontal	34
Figura 10 Distancia entre saltos en contra pendiente.....	34
Figura 11 Pendiente favorable al sentido del flujo.....	35
Figura 12 Ubicación de la Estación de Vacío	36
Figura 13 Barra comparativo de los sistemas de alcantarillado convencional y por vacío.....	75
Figura 14 Barra comparativo de movimiento de tierras y suministros e instalacion de tuberias de los sistemas de alcantarillado convencional y por vacío	76
Figura 15 Barra comparativa de costos para conexión domiciliaria en los sistemas de alcantarillado convencional y por vacío	76
Figura 16 Perfil en alcantarillado por vacío (AIRVAC).....	78
Figura 17 Perfil de alcantarillado convencional (SEDAPAL).....	79
Figura 18 perfil de alcantarillado por vacío.....	81
Figura 19 perfil de alcantarillado convencional.....	82

Figura 20 red de vacío hermético.....	82
Figura 21 tubería para red de vacío.....	83
Figura 22 tubería para red de alcantarillado convencional	83

Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Solicitud de planos de San Pedro de Cajas

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos

Anexo 4: Planos de San Pedro de Cajas

Anexo 5: Plano topográfico de San Pedro de Cajas

Anexo 6: Diseño de alcantarillado convencional

Anexo 7: Perfiles de red de alcantarillado convencional

Anexo 8: Diseño de alcantarillado por vacío

Anexo 9: Perfiles de red de alcantarillado por vacío

Anexo 10: Sustento de metrado de colectores de alcantarillado

Anexo 11: Sustento de metrado de buzones de alcantarillado convencional

Anexo 12: Plano de cámaras de vacío

Anexo 13: Válvula de vacío

Anexo 14: Componentes de una estación de vacío

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo establecer cuál es el sistema de alcantarillado más adecuado entre el sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado por vacío para San Pedro de Cajas, ya que este distrito no presenta una adecuada red de alcantarillado para la población los cuales recurren a realizar sus conexiones de manera artesanal.

Para la recolección de datos se contó con la Guía de diseño de alcantarillado por vacío, el Reglamento Nacional de Edificaciones y se obtuvo los planos e información del distrito brindado por la Municipalidad de San Pedro de Cajas, para poder establecer la topografía de la zona de muestra y determinar un presupuesto referencial de ambos sistemas de alcantarillado empleando el programa Costos y Presupuesto S10.

El método de investigación es cuantitativo, tipo de investigación básico, de nivel de investigación descriptivo, siendo de diseño de investigación no experimental de corte transversal.

La conclusión a la que se llegó en esta investigación es que el sistema de alcantarillado convencional es el más adecuado para el distrito de San Pedro de Cajas por ser más económico y tener una pendiente favorable a su función que es por gravedad en comparación del sistema de alcantarillado por vacío que al no haber una empresa dedicada este sistema en el Perú, eleva considerablemente los precios de importación de las cámaras de vacío.

Palabras clave: Sistema de alcantarillado convencional, Sistema de alcantarillado por vacío, funcionamiento, costos.

Abstract

The objective of this research is to establish the most adequate sewerage system between the conventional sewerage system and the vacuum sewer system for San Pedro de Cajas, since this district does not have an adequate sewerage network for the population. they resort to making their connections in an artisanal way.

For the collection of data, the Design Guide for Sewage by Vacuum, the National Building Regulations, and the plans and information of the district provided by the Municipality of San Pedro de Cajas were obtained, in order to establish the topography of the area of shows and determine a referential budget of both sewer systems using the program Costs and Budget S10.

The research method is quantitative, basic research type, descriptive level of research, being of non-experimental research design of cross section.

The conclusion reached in this investigation is that the conventional sewerage system is the most suitable for the district of San Pedro de Cajas because it is more economical and has a favorable slope to its function, which is by gravity compared to the system of vacuum sewerage system that does not have a dedicated company in Peru, significantly increases the import prices of vacuum chambers.

Keywords: Conventional sewer system, Vacuum sewer system, operation, costs.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El sistema de alcantarillado se origina desde los primeros asentamientos humanos, con el fin principal de drenar las aguas pluviales. Ante los problemas de plagas, infecciones y brotes de enfermedades en el periodo Romano, se optó por construir las primeras redes de alcantarillado, sin embargo, la falta de limpieza de estos canales construidos bajo las ciudades, originó el incremento de enfermedades durante el siglo XIX, por lo que el hombre buscó deshacerse de los residuos sólidos y las aguas residuales de las ciudades.

El sector de saneamiento en el Perú, ha logrado importantes avances durante estos últimos años, sin embargo la mala calidad de los servicios que se ofrecen a la población muestran la deficiencia de los sistemas construidos, así como la falta de personal calificado para las tareas, generando colapsos en temporadas de lluvias, inundaciones como los ocurridos en la parte norte del país durante el fenómeno del niño, donde se pudo observar el colapso de las redes de alcantarillado en los diferentes poblados afectados, provocando daños materiales en las viviendas, emanaciones de enfermedades así como los olores propios de las aguas servidas.

El Distrito de San Pedro de Cajas, en la provincia de Tarma, se encuentra ubicado a 4012 msnm. en la sierra central del Perú. El distrito no cuenta con un adecuado diseño de su red de alcantarillado para todas las viviendas, por lo que los pobladores optan por hacer de manera artesanal las conexiones de sus viviendas, resultando estos factores adversos para el medio ambiente, por la mala disposición final de estas aguas residuales.

En la presente tesis se realizará una comparación técnico y económico, para lo cual se tendrá en consideración fichas técnicas para determinar el funcionamiento y operación de los sistemas de alcantarillado convención y el sistema de alcantarillado al vacío y para la

comparación económica se realizará mediante el programa S10 para determinar los costos y presupuestos en ambos sistemas de alcantarillado.

1.2 Trabajos previos

Las redes de alcantarillado convencional comprenden un sistema de tuberías y obras complementarias las cuales cumplen la labor de evacuar, conducir y recibir las aguas residuales y escurrimientos superficiales producidos por las precipitaciones, las cuales deben ser diseñadas cumpliendo las normas y reglamentos de acuerdo a las necesidades de la población. Sin embargo, presenta muchas limitaciones como el tiempo de conexión, el alto costo en materiales y su costo de operación en la diversa topografía con la que cuenta el país. Ante estos problemas, el sistema de alcantarillado al vacío, se presenta como una solución adecuada ya que se pueden adaptar fácilmente a los tipos de suelos donde el sistema convencional no tiene tanta eficacia, por lo que resulta beneficioso en cuanto a trabajabilidad y economía a largo plazo.

Para el presente proyecto de investigación se obtuvieron trabajos previos relacionados al análisis de los sistemas de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado al vacío que se describen a continuación:

Carbajal (2016) Tuvo como objetivo principal desarrollar un sistema alternativo tecnológico, donde el sistema de alcantarillado al vacío resultó el más óptimo para la conducción de aguas residuales y su aplicación en los procesos de selección, priorización y ejecución de la inversión pública y ofrecer una mejor calidad de vida y desarrollo a la región de Loreto. Asimismo, evaluó la rentabilidad social del sistema de alcantarillado convencional para dinamizar la contribución de la sociedad organizada en la gestión y determinación de una alternativa tecnológica. Teniendo como conclusión que el sistema de alcantarillado por vacío es una alternativa a los sistemas de alcantarillado convencionales, ya que ofrece grandes

garantías en su funcionamiento por tratarse de un sistema controlado. Del mismo modo, el sistema por vacío reduce considerablemente el tiempo de ejecución y costo de mano de obra, además de ser una solución ideal para zonas rocosas, terrenos planos, zonas con contrapendiente, zonas con alto nivel freático, entre otros.

Antón (2015) Tiene como objetivo la comparación y aplicación de sistemas de transporte de aguas servidas por gravedad y al vacío, dando así la diferencia en el acceso a información de las características de los materiales a emplear en ambos sistemas, por lo que se estableció comparaciones que conlleven a aplicar esos sistemas en un mismo lugar dado, así como los reglamentos vigentes para ambos sistemas de alcantarillado, detallar especificaciones técnicas de los procesos constructivos de ambos sistemas. Teniendo por conclusión que el sistema de alcantarillado por vacío puede ser empleado como un sistema alternativo para el transporte de aguas residuales, dado que reduce considerablemente los costos en cuanto a la excavación y relleno de zanjas al tener una profundidad similar al de una red de agua potable al funcionar por presión y no por gravedad. Asimismo, se reduce el tiempo y la mano de obra en el sistema de alcantarillado al vacío, ya que los materiales vienen adaptados para ser ensamblados a diferencia de los buzones de concreto del sistema convencional; de igual manera este sistema minimiza los problemas de obstrucción debido a que trabaja por presión y no por gravedad.

Gallardo (2011) Tuvo como objetivo evaluar la implementación de un sistema de recolección de aguas servidas, siendo el sistema de alcantarillado al vacío un método más sustentable en comparación con el sistema de alcantarillado convencional, se pudo realizar una investigación del funcionamiento del alcantarillado al vacío, y analizar los costos de los sistemas de alcantarillado gravitacional y alcantarillado al vacío. Se pudo concluir que el sistema de alcantarillado al vacío es una alternativa que conlleva a mayores costos de inversión, pero presenta mayores beneficios respecto al sistema gravitacional como la eliminación de

olores, problemas de exudación por aguas pluviales, adaptable a terrenos rocosos, suelos inestables, suelos llanos al ser este un sistema que funciona por presión y no por gravedad como si lo hacen los sistemas convencionales.

Monroy (2014) Tuvo como objetivo identificar los problemas usuales en los sistemas de alcantarillado convencional siendo factores determinantes a largo plazo, dado que no se han estado haciendo el adecuado mantenimiento, y el deterioro de los materiales fabricados con cemento Portland deteriorados por el ataque del Ácido Sulfúrico Biogénico (ASB). Se pudo concluir que los sistemas de alcantarillado convencionales se enfrentan a problemas como el incremento acelerado de la población, mayores precipitaciones, falta de mantenimiento y revisión de las líneas, provocando así daños severos a la infraestructura de los sistemas de alcantarillado, como la corrosión del sistema de conducción, obstrucciones, el llenado rápido de las líneas de alcantarillado generando así constantes rehabilitaciones constantes a los sistemas de alcantarillado convencionales.

1.3 Teorías relacionadas al tema

Es necesario conocer los términos relacionados a las variables estudiadas, por lo que, es necesarios realizar una breve descripción de algunas teorías relacionadas.

1.3.1 Sistema de alcantarillado convencional

Anton (2015) “Se denomina redes de alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías usadas para la recolección y transporte de las aguas residuales y/o pluviales de una población según sea el diseño y las disposiciones locales” (p. 27).

Lopez Cualla (2000) indica que: “El sistema de alcantarillado es una serie de tuberías y obras complementarias, empleadas para captar y evacuar las aguas residuales y la esorrentía exterior originada por la lluvia” (p.265).

Abel Bellido (2005) “Los sistemas de alcantarillado convencionales es el sistema más popular para la recolección y conducción de las aguas residuales. Está constituido por redes colectoras que son construidas, generalmente, en la parte central de calles y avenidas e instaladas en pendiente, permitiendo que se establezca un flujo por gravedad desde las viviendas hasta la planta de tratamiento” (Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado. Pág. 6)

Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas compuestos en su gran mayoría por conductos de sección circular, las cuales funcionan a presión atmosférica mediante el uso de la fuerza de gravedad. En la Figura 1.1 Se muestra el esquema de sistema de transporte de aguas residuales por gravedad.

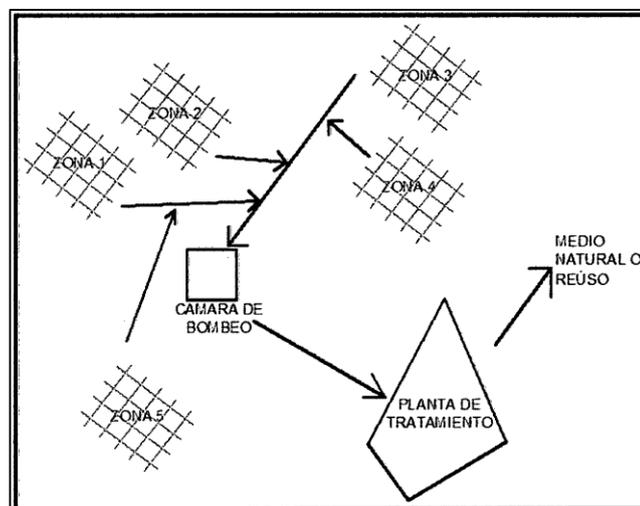


Figura 1 Esquema de sistema de transporte de aguas residuales por gravedad (Fuente: Anton, 2015)

Consideraciones en el sistema de alcantarillado por gravedad

La Norma Técnica Peruana OS. 070 Redes de Aguas Residuales (2015) señala requisitos mínimos a los cuales deben estar sujetos todo proyecto y obra de infraestructura sanitaria. Este establece los siguientes criterios de diseño:

La Norma Técnica Peruana OS. 070 Redes de Aguas Residuales (2015) menciona que “el caudal de contribución será el 80% del caudal de agua potable consumida y para el diseño se considerará el valor del caudal máximo horario (...) los caudales inicial y final serán calculados con 1.5 l/s como valor mínimo para el caudal (...) las cuales deberán cumplir la condición de auto limpieza con la pendiente dada” (p. 4).

La pendiente mínima puede ser determinada por la siguiente expresión:

$$S_o \text{ min} = 0,0055 Q_i^{-0,47} \quad (1.1)$$

Donde:

$S_o \text{ min}$ = Pendiente mínima (m/m)

Q_i = Caudal inicial (L/s)

La Norma Técnica Peruana OS. 070 Redes de Aguas Residuales (2015) menciona que “las tuberías y accesorios a emplear deberán cumplir con la normativa vigente (...) Cuando la velocidad final es mayor a la velocidad crítica, la máxima altura de lámina de agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector y será igual o menor al 75% para el valor máximo para el caudal final, asegurando la ventilación del tramo” (p. 5).

La velocidad crítica se define de con la siguiente expresión:

$$V_C = 6 * \sqrt{g * R_H} \quad (1.2)$$

Donde:

V_C = Velocidad crítica (m/s)

La ubicación de la conexión predial de redes de aguas residuales, deberá ubicarse a una distancia mínima de 1.20 m. del límite izquierdo o derecho del predio. Para otros casos se deberá justificar adecuadamente. El diámetro mínimo de la conexión será de 100mm.

Cámaras de inspección

Son estructuras que permiten la limpieza, inspección, ventilación y mantenimiento del sistema de alcantarillado. Generalmente se emplean en la intersección de varias tuberías y en todos los cambios de dirección, pendiente y diámetro de tubería.

La construcción de los buzones puede ser prefabricados o elaborados en el lugar, lo cual dependerá del análisis económico y material a emplear deberá cumplir con los requisitos de durabilidad, hermeticidad de la estructura y resistencia de los ataques químicos y gases que llevan las aguas servidas.

Tuberías del Sistema de alcantarillado por gravedad

La red está constituida por un conjunto de tuberías por las que son transportadas las aguas servidas captadas a lo largo de la red, siendo el ingreso del agua de manera constante, acumulando caudales que darán lugar a ampliaciones constantes en la sección de los conductos.

La Norma Técnica Peruana OS. 070 Redes de Aguas Residuales (2015) menciona que, “se proyectara una tubería principal en las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos sobre el eje de la vía vehicular de preferencia. Asimismo, en avenida de más de 20 m de ancho se proyectará una tubería principal a cada lado de la calzada” (p. 5).

La mínima distancia entre los planos verticales tangentes de una tubería principal de aguas residuales y una tubería principal de agua será de 2 m, medido horizontalmente. Además,

el ramal colector de aguas residuales deberá ubicarse en las veredas en paralelo frente al lote sobre el eje, o en su defecto a una distancia de 0.50 m contados a partir del límite de propiedad.

El recubrimiento en las tuberías variara según la ubicación en las vías, así como el suelo del lugar. La Norma Técnica Peruana OS. 070 Redes de Aguas Residuales (2015) menciona que:

El recubrimiento sobre las tuberías no será menor a 1.0 m en las vías vehiculares y 0.30 m en las vías peatonales y/o zonas rocosas, sin embargo, cuando se empleen ramales colectores y el suelo sea rocoso, el recubrimiento mínimo a partir de la clave del tubo será de 0.20 m. (p. 5).

1.3.2 Sistema de alcantarillado por vacío

Los sistemas de alcantarillado por vacío tienen como principio de funcionamiento la diferencia de presión entre la atmosférica y la presión negativa en la red colectora.

Gallardo (2011) “Un sistema mecanizado de transporte de aguas residuales, diseñado para ser aplicado en cualquier tipo de terreno, ambiente y condiciones de aplicación” (p. 10)

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013), refiere que “será aplicada el sistema por vacío luego de descartar técnicamente que no sea posible aplicar un sistema de alcantarillado convencional [...] donde el terreno tenga nivel freático alto, terrenos inundables, terrenos rocosos y que presente el 80% de la longitud y cuando presente pendientes negativas” (p. 8-9)

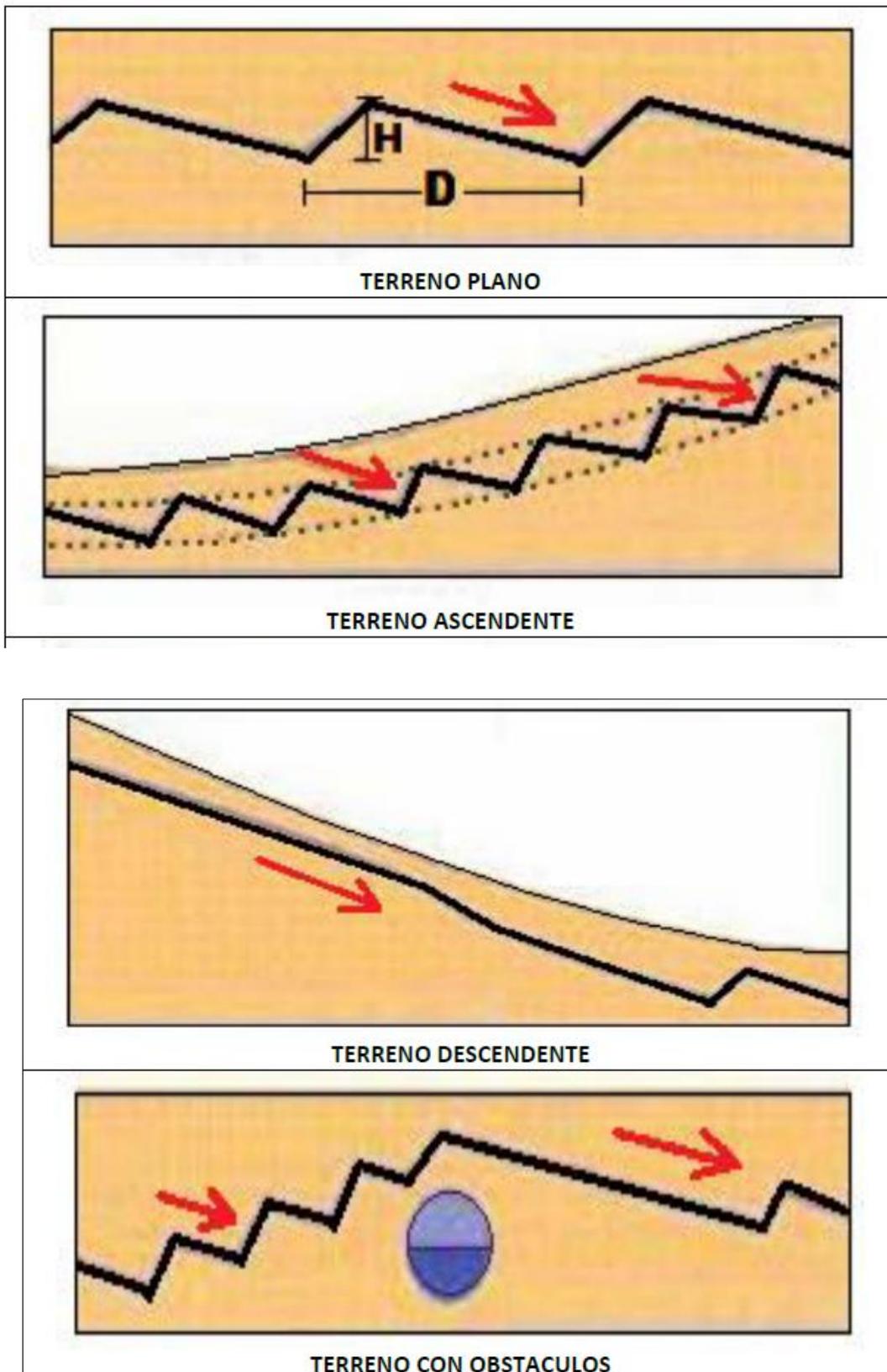


Figura 3 Cambios de pendiente de terreno en alcantarillado al vacío

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013) “Los sistemas de drenaje por vacío son diseñados para operar conforme a los principios de flujo de dos (2) fases: Aire – Líquido. El aire y el líquido son admitidos en distintas proporciones, las mismas pueden ser reguladas ajustando el ciclo de apertura de la válvula”

Perdidas por Fricción

Para las tuberías instaladas con una pendiente en el rango de 0.2% - 2% tendrán pérdidas por fricción los cuales se acumulan a lo largo de la trayectoria del flujo desde la última válvula hasta la estación colectora. Cuando existan pendientes mayores se permite ignorar estas pérdidas.

Las pérdidas por fricción se calculan por la fórmula a continuación:

$$f = 2.75 \times 0.2083 \times (100 / C)^{1.65} \times Q^{1.85} / d^{4.0655} \text{pies} / 100 \text{ pies} \quad \dots 2.1$$

- C = 150 para tubería PVC
- Q = Gasto mínimo en Galones por minuto (GPM)
- d = Diámetro interior de la tubería en pulgadas.

Perdidas Estáticas

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013) menciona que “con el fin de mantener una profundidad mínima, el sistema de drenaje por vacío emplea cambios de nivel empleando cambios con dos codos de 45° y un tramo pequeño de tubería para formar un perfil en forma de diente de sierra” (p.26).

Las pérdidas estáticas son como las pérdidas por fricción, debido al uso de cambios de nivel, las cuales son acumulativas a lo largo del flujo desde la última válvula hacia la estación colectora.

En la tesis elaborada por Antón (2015) se encuentran los siguientes parámetros a considerar:

Pendientes

- a) Se empleará la pendiente del terreno natural si esta es mayor del 0.2%.
- b) En un terreno plano se empleará la pendiente mínima del 0.2%.
- c) Cuando exista contrapendiente se usará el perfil diente de sierra.
- d) Tender 15 m de tubería con una pendiente de 0.2% antes de una serie de cambios de nivel.

Pendientes en cambio de nivel:

- A. Para tuberías de 3” y 4”, el mayor valor que resulte de entre el 0.2% de pendiente, cuando el terreno presente una pendiente natural, o sea el 80% del diámetro interior de la tubería.
- B. Asimismo, para tuberías de 6”, 8” y 10”, se considerará e mayor valor que resulte de las características ya mencionadas anteriormente para tuberías de 3” y 4”.

Cambios De Nivel

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2013) no dice que:

- a) Para las tuberías de 3” o 4” se empleará de preferencia cambios de nivel de 1 pie.
- b) Para tuberías de 6” y mayores, se destinará cambios de nivel de 1.5 pies
- c) Pérdida estática = Altura de cambio de nivel – Diámetro interior de la tubería.
- d) La suma mínima de las pérdidas desde alguna válvula hacia la estación de vacío, será igual a la suma de 13 ft. de pérdida estática con 5 ft. de pérdidas por fricción
- e) se emplearán 5 cambios de nivel como máximo antes de la conexión del ramal a la red principal separados a 6 metros de distancia.

Caudales de diseño mínimos y máximos

Tabla 1

Diámetros máximos de tuberías

Diámetro de la Tubería	GPM	LPS
3"	19.52	1.23
4"	37.84	2.39
6"	104.57	6.60
8"	209.37	13.21
10"	373.72	23.58

Son los diámetros máximos permitidos según la cantidad de galones por minuto (GPM) y litros por segundo (LPS). Fuente: Anton 2015

Consideraciones en la longitud de las líneas colectoras

El MVCS (2013) establecen que Para líneas de servicio se emplearan tuberías de 3" hasta por 300 pies de distancia, y para líneas principales hasta 2,000 pies de tubería de 4" como límites para la longitud continua en tuberías de menor diámetro (p. 27).

Proceso de funcionamiento desde la casa hasta la estación de Vacío

El proceso de funcionamiento de la red de alcantarillado al vacío desde la vivienda hacia la estación de vacío será descrito en la figura 1.3.

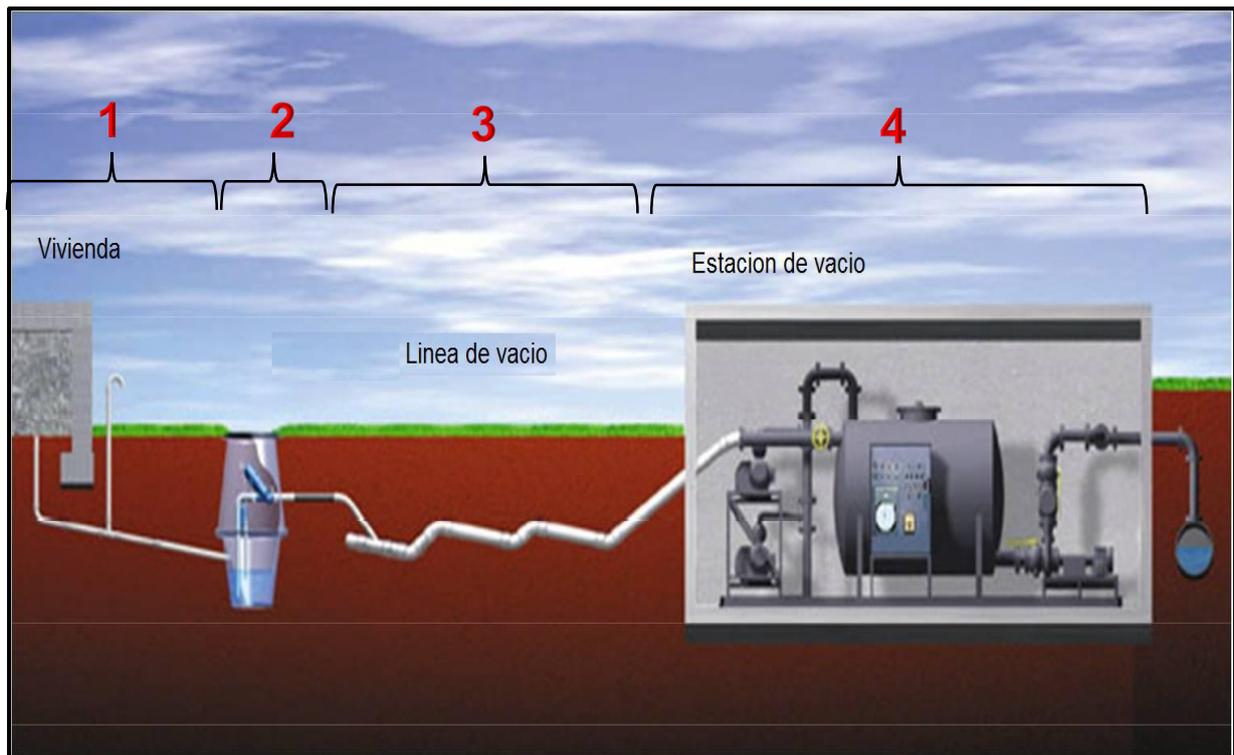


Figura 4 Esquema de funcionamiento de red de vacío.

1. Las aguas residuales son transportadas por gravedad desde el predio hacia la cámara de recolección, este único tramo se emplea el sistema de alcantarillado convencional
2. Las aguas residuales serán almacenadas en la cámara de recolección, el cual cuenta con un sensor que activará el mecanismo cuando la cámara presente 40 litros, donde se permitirá el ingreso del vacío hacia el interior.
3. Las aguas residuales serán transportadas a través de la presión negativa de la red de vacío hacia la estación de vacío.
4. La estación de vacío genera la presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema, recolecta todas las aguas residuales para posteriormente transportarlas hacia el colector o planta de tratamiento existente.

La conexión de los predios hacia un sistema de vacío es similar a cualquier otra conexión convencional, la cual funciona por gravedad a través de una tubería de PVC, del cual no se

requiere un gran diámetro. En la Figura 1.4 muestra el perfil de conexión entre el predio y la cámara de vacío.

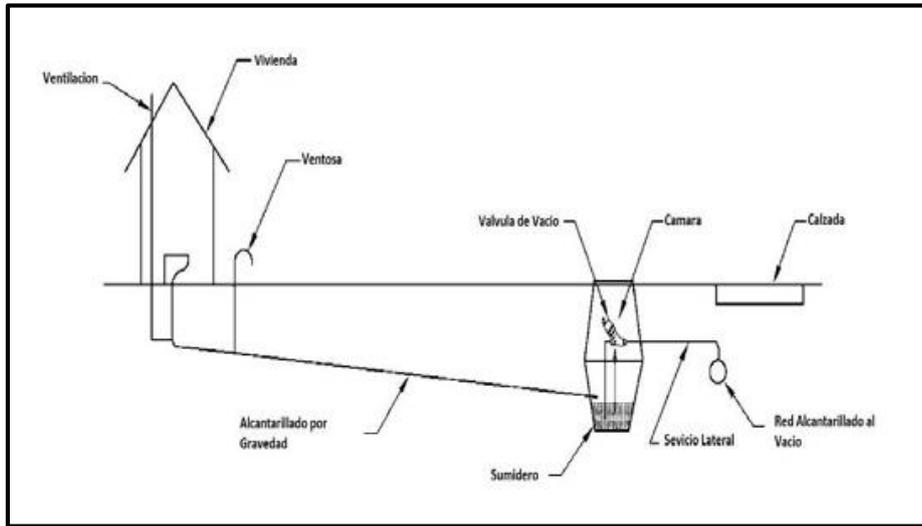


Figura 5 Perfil entre vivienda y cámara de vacío

Gallardo (2011) nos dice que “el vacío creado por las bombas de vacío es transferido a través de la red de vacío hacia la cámara de vacío donde se encuentra la válvula, la cual se encuentra ubicado en el compartimiento superior de la cámara (...) Esta válvula normalmente se encuentra cerrada con la finalidad de sellar la red de vacío, esto asegura que el vacío se encuentre en la red de tuberías” (p. 14). En la Figura 1.5 muestra la ubicación de la válvula en el interior de la cámara de vacío.

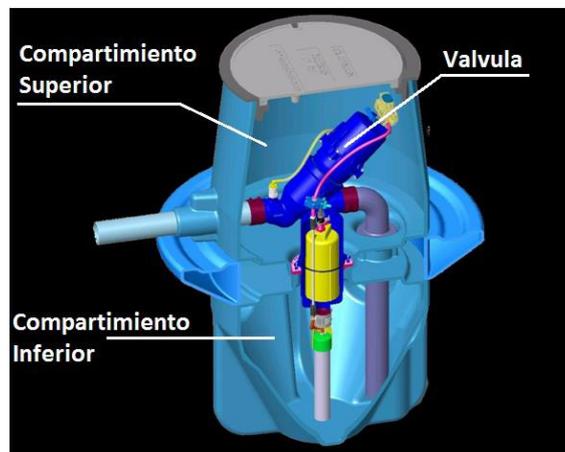


Figura 6 Corte cámara de vacío

Cámara colectora

La cámara deberá ser hermética para prevenir la entrada de aguas superficiales, deberá resistir fuerzas exteriores, así como la presión interior producida por el agua.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013) menciona que “las cámaras colectoras contarán con una capacidad de almacenamiento mínima del 25% del caudal medio diario en caso de fallar en el suministro de energía o emergencia similar (...) deberá ser construida de un material resistente a la corrosión y no sea afectado por el contacto con las aguas residuales, ni ante un eventual sismo” (p.18).

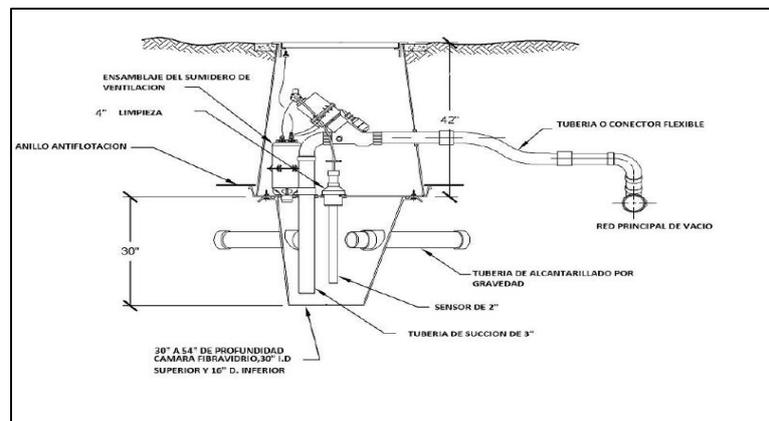


Figura 7 muestra “una cámara pre fabricada de fibra de vidrio, la cual se compone de cuatro partes principales: la cámara inferior (sumidero), la cámara superior (cielo de la válvula), el anillo anti flotación que separa las dos cámaras y la tapa” (AIRVAC).

Red de Vacío

Cada válvula se encuentra conectada a la red de vacío, la cual por una presión diferencial de aire (-50 Kpa a -70 Kpa) succiona el agua residual de la red de vacío. La turbulencia producida desintegra los sólidos y los mezcla con el aire y el líquido formando una espuma aeróbica, la cual mantiene limpia la red evitando obstrucciones.

Las redes de vacío son instaladas con un perfil tipo diente de sierra, con el fin de minimizar excavaciones profundas en el colector. Cuando la línea de vacío excede la cobertura

mínima de 30 cm, se insertan dos codos de 45 grados para restablecer la profundidad de trabajo.

En la Figura 1.8 se muestra la red de vacío en forma tipo diente de sierra.

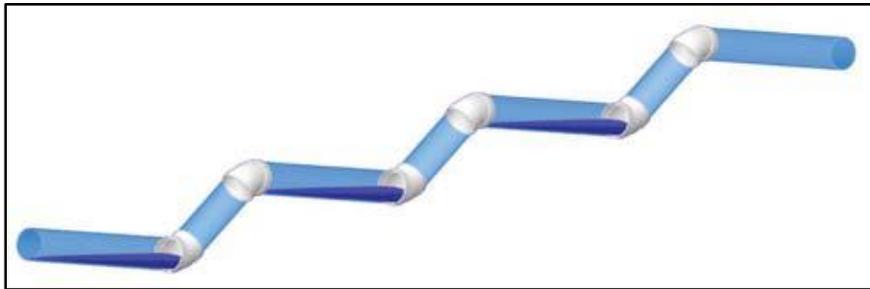


Figura 8 Red de vacío en forma tipo diente de sierra. (Fuente: FLOVAC)

Tuberías de la red principal

“La red de tuberías está conformadas por tubos de PVC PN 10 o tuberías de HSPEE PN10, montadas con un perfil de sierra, lo cual permite la formación de saltos donde el líquido se acumula (ver figura 1.8) (...) y serán transportados progresivamente por aire en dirección del tanque de recolección en la estación de vacío” (Gallardo, 2011, p 28)

“Las tuberías del sistema de alcantarillado por vacío solo necesitan una pendiente mínima de 0.2%, a diferencia del sistema por gravedad el cual necesita pendientes pronunciadas y diámetro más grandes para su funcionamiento adecuado. Asimismo, debido a que el sistema es por vacío, la alta velocidad del aire que ingresa desde la arqueta de recolección permite una rápida evacuación de las aguas residuales la cual mantiene limpia la red” (Rodríguez, 2015).

Consideraciones en la operación del sistema

Una válvula de vacío podrá captar como máximo el flujo de 8 conexiones domiciliarias, la cual es operada y controlada neumáticamente, a través de un nivel o sensor instalado en el sumidero, emitiendo una señal de apertura cuando alcance su máximo límite de 10 galones (40 lts. aprox.)

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013) nos dice que “por lo general esta válvula permanece abierto de 3 a 5 segundos. La red de alcantarillado por vacío absorbe el fluido depositado en el sumidero, y al evacuarse es sometido a la presión atmosférica. La diferencia de presiones existente en la red produce la desintegración de los sólidos, y son evacuados juntos con los líquidos a la estación de vacío” (p.15).

La presión negativa, es generada por la estación de vacío ubicado al final de la red de recolección. Las aguas residuales transportadas hacia el tanque, son posteriormente bombeadas hacia el colector principal para finalmente se conducido hacia la planta de tratamiento.

Es importante contar con un generador eléctrico fijo o móvil en la estación de vacío, para mantener el sistema en operación durante los cortes de energía eléctrica.

Sensor de Nivel

El sensor de nivel emplea tuberías no menores a 45 mm de diámetro interno, el cual activa la válvula de vacío y permite r el ingreso de vacío cuando el sumidero se encuentre en su límite.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013) refiere que “el sensor de nivel se encarga de determinar el nivel que alcanzan las aguas residuales en la cámara colectora. Al subir el nivel del agua, comienza a subir empujando el aire atrapado [...] cuando se alcanza el volumen de activación del aire, se activa el controlador” (p.20).

Controlador de la Válvula de Vacío

“El controlador abre la válvula solo cuando exista un vacío mínimo de 15KPa por debajo de la presión atmosférica y se mantendrá abierto al menos hasta que el volumen de activación haya sido evacuado. Los controladores instalados en las cámaras deben ser capaces de operar sumergidos, para permitir la entrada de aire después de que las aguas residuales hayan sido evacuadas” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013, p.20).

Diseño de las bombas de Impulsión

Las bombas de impulsión deberán funcionar sin obstruirse y trabajar un mínimo de doce veces cada hora. Si existieran sistemas al servicio de más de 20 viviendas deberán contar con bombas de ayuda con la misma capacidad, la cual permitirá retirar una de ellas sin que exista pérdida en sistema durante su mantenimiento.

Diseño Hidroneumático

Cuando no haya caudal y en cada válvula de vacío, el sistema debe alcanzar un vacío mínimo especificado de 25 Kpa. El sistema debe lograr un reencendido automático en caso del fallo eléctrico público.

Perfiles de la red de vacío

El sistema de alcantarillado por vacío presenta entre una de sus principales ventajas la flexibilidad de la tubería para adaptarse al terreno, sea de manera ascendente o descendente sobrellevando los obstáculos que se presentan en el terreno, por lo que nos encontramos tres tipos de perfiles:

1. Perfil horizontal: Terraigua (2015) nos dice emplea este tipo de perfil cuando “la zona se presenta plana sin grandes variaciones de terreno, para este caso las tuberías son instaladas a una profundidad estándar de 1.2 metros a 1.5 metros, con una pequeña pendiente de 0.2%. La instalación de los saltos se debe hacer a una distancia máxima de 150 metros para poder mantener la misma altura inicial” (p. 8). Así como se muestra en la figura 9

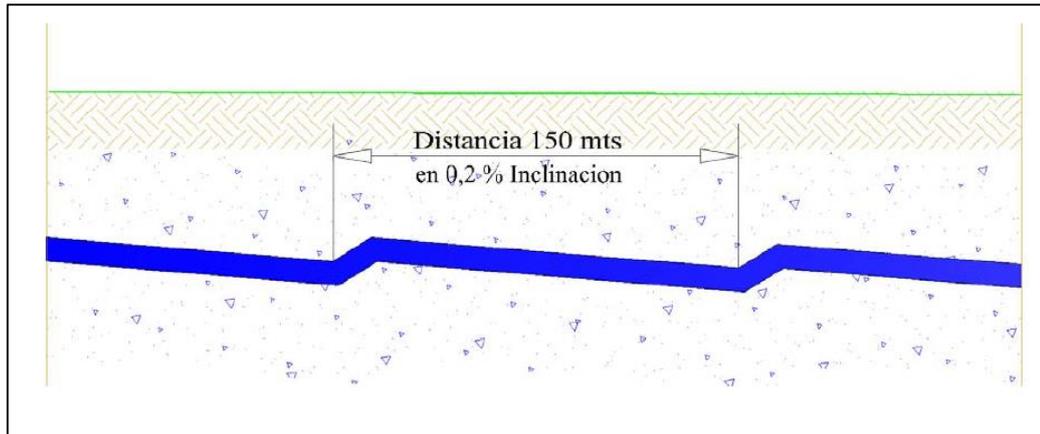


Figura 9 Distancia máxima en perfil horizontal (fuente: Terraigua)

2. Perfil ascendente: Terraigua (2015) “Cuando el perfil del terreno se encuentra en contra pendiente, se mantendrá una pendiente igual o mayor de 0.2% y la distancia entre salto será igual o mayor a los 6 metros” (p. 8). Tal como muestra la figura 10

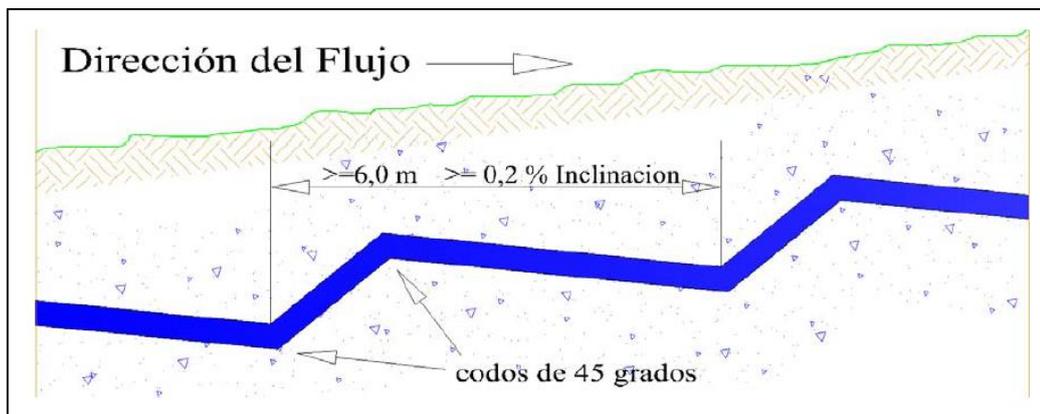


Figura 10 Distancia entre saltos en contra pendiente (Fuente: Terraigua)

3. Perfil descendente: Terraigua (2015) menciona que “se emplea este tipo de perfil cuando se encuentra una pendiente favorable en el mismo sentido del flujo, para el cual no requerirá el uso de saltos y a tubería mantendrá la misma pendiente del terreno” (p. 8). Así como se muestra en la figura 11

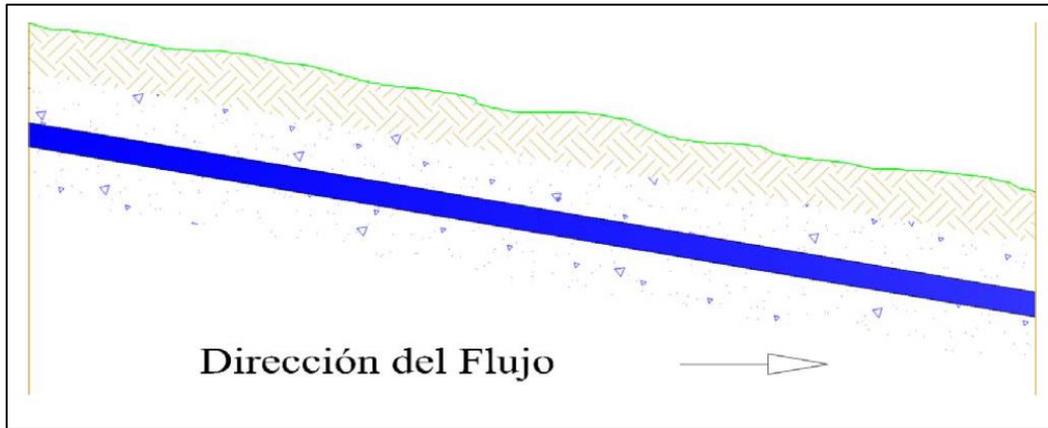


Figura 11 Pendiente favorable al sentido del flujo (Fuente: Terraigua)

Diseño de la estación de Vacío

La estación de vacío se encarga de recibir las aguas residuales obtenidas a través de la presión negativa existente en la red de vacío para su posterior evacuación una vez alcanzado su capacidad.

“El número y la capacidad de los generadores de vacío y bombas de impulsión deben ser escogido para funcionar al máximo caudal del aire y aguas residuales. El volumen mínimo de acumulación del tanque receptor será calculado teniendo en cuenta la frecuencia máxima de puestas en marcha de los generadores de vacío” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013, p. 29)

Para evitar consumos de energía y esfuerzos, es conveniente establecer la estación de vacío en el punto más centrado del área a abastecer. La Figura 1.8 muestra la ubicación de la estación de vacío en un punto centrado.

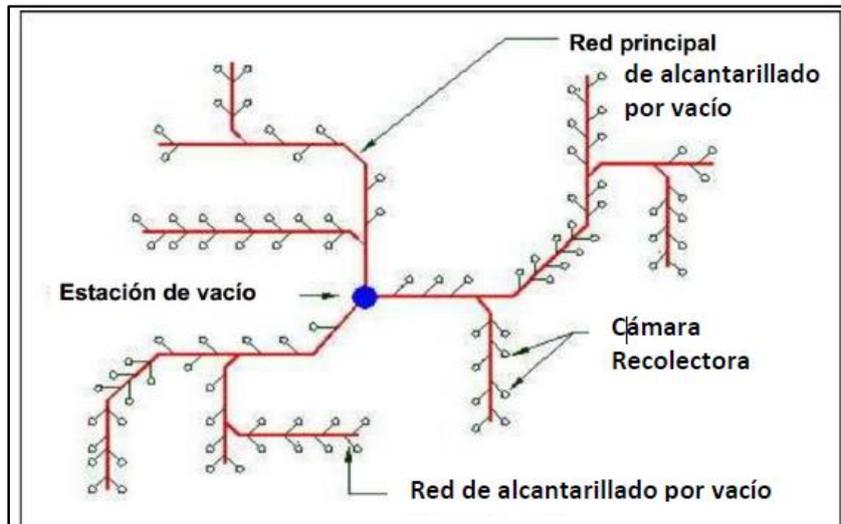


Figura 12 Ubicación de la Estación de Vacío

1.4 Formulación del problema

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó los siguientes problemas de investigación:

1.4.1 Problema general

El problema general de la investigación fue ¿Cuál es el sistema de alcantarillado más sostenible entre el sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado por vacío en San Pedro de Cajas, 2018?

1.4.2 Problemas específicos

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cuál es el funcionamiento del sistema de alcantarillado convencional y del sistema de alcantarillado por vacío?
- ¿De qué modo influye el diseño del sistema de alcantarillado por vacío en comparación del sistema de alcantarillado convencional?

- ¿Cuál es el sistema de alcantarillado más económico entre el sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado por vacío?

1.5 Justificación del estudio

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar el conocimiento existente sobre el sistema de alcantarillado al vacío, como un sistema alternativo al sistema de alcantarillado convencional que comúnmente se viene desarrollando en el país. Para lo cual, mediante un análisis comparativo entre ambos sistemas permitirá conocer el funcionamiento, ventajas y desventajas y poder determinar el mejor sistema a emplear según las características de la zona de aplicación.

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar el sistema de alcantarillado en nuestro país, que se adapte a la gran variedad de suelos y que sea una alternativa práctica y eficiente a emplear. Asimismo, se busca dar solución a problemas como obstrucciones, filtraciones, tiempo de instalación, y calidad de servicio.

El análisis comparativo de los sistemas de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado al vacío, siendo este último un sistema alternativo que busca ser empleado como alternativa de solución en casos donde el sistema convencional no pueda ser aplicado adecuadamente debido a la topografía o tipo de suelo donde se quiera considerar.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

El sistema de alcantarillado por vacío resulta ser más sostenible en comparación del sistema de alcantarillado convencional.

1.6.2 Hipótesis específicas

El sistema de alcantarillado convencional presenta mejor funcionamiento en comparación del sistema de alcantarillado por vacío.

El sistema de alcantarillado por vacío se adapta mejor a la topografía de San Pedro de Cajas.

El costo del sistema de alcantarillado por vacío es mayor al sistema de alcantarillado convencional.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

El objetivo general será evaluar la implementación del sistema de alcantarillado por vacío que resulta ser más sostenible en comparación del sistema de alcantarillado convencional en San Pedro de Cajas, 2018.

1.7.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar el funcionamiento del sistema de alcantarillado convencional y del sistema de alcantarillado al vacío

OE2: Analizar de qué modo influye el diseño del sistema de alcantarillado por vacío en comparación del sistema de alcantarillado convencional.

OE2: Los costos del sistema de alcantarillado por vacío es mayor al sistema de alcantarillado convencional.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

El presente proyecto de investigación que se propone corresponde a:

- **No experimental:** En esta investigación no se manipulará las variables y se seleccionará la zona de estudio.

Como señala Kerlinger (1979). “La investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”. (pág. 116)

2.1.1 Tipo de estudio

Según el objeto de estudio

- **Cuantitativo:** La investigación será real, tangible y medible.

Santosh Gupta dice que “al usar una metodología cuantitativa, normalmente está probando la teoría a través de la prueba de una hipótesis” (pag.104)

Según el nivel de medición y análisis de información

- **Descriptivo:**

La presente investigación se llevará a cabo de forma descriptiva, ya que, se describirá y se definirá la problemática, y posteriormente diseñar y emplear los datos en la comparación de los sistemas de alcantarillado convencional y por vacío.

“Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.” (Danhke, 1989)

“Básicamente consiste en identificar y describir las características de un determinado estudio, para lo cual es necesario precisar la variable de investigación y así poder construir instrumentos que permitan recoger la información pertinente”. (Orosco y Pomasunco, 2014, p.56)

Según el objeto de estudio

- **Transversal:** Ya que en la presente investigación se desea describir las características de las variables.

“Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.” (Metodología de la Investigación. Pág. 247)

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Variables

Las variables a analizar en el presente proyecto de investigación son:

Variable 1: Sistema de alcantarillado convencional

Variable 2: Sistema de alcantarillado al vacío.

2.2.2 Operacionalización de las variables

Aquí se indicará la forma de cómo se procederá a medir las variables, la cual se presenta en el siguiente cuadro.

2.2.3 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2

Matriz de operacionalización de las variables de la investigaci

Tabla 2

TITULO: Comparación de diseño: Sistema de alcantarillado convencional y Sistema de alcantarillado por vacío, San Pedro de Cajas, 2018.					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Sistema de alcantarillado convencional	“Se denomina redes de alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías usadas para la recolección y transporte de las aguas residuales y/o pluviales de una población según sea el diseño y las disposiciones locales” (Anton, 2015)	La variable sistema de alcantarillado convencional, es de naturaleza cuantitativa, que se operacionaliza en 3 dimensiones: funcionamiento, diseño y costos, teniendo sus respectivos dimensiones	- Funcionamiento	Red de tubería Pendientes Ámbito de aplicación	Fichas técnicas
			- Diseño	Pendientes Velocidades Caudales de diseño mínimos y máximos Tuberías	RNE Norma OS 070 y Guía de diseño de alcantarillado por vacío
Sistema de alcantarillado por vacío	“Un sistema mecanizado de transporte de aguas residuales, diseñado para ser aplicado en cualquier tipo de terreno, ambiente y condiciones de aplicación” (Anton, 2015)	La variable sistema de alcantarillado por vacío, es de naturaleza cuantitativa, que se operacionaliza en 3 dimensiones: funcionamiento, diseño y costos teniendo sus respectivos dimensiones	- Costos	Excavación Mano de Obra Tuberías Conexión domiciliaria	Revista Costos

2.3 Población y muestra

Población

La población a considerar para la presente investigación se las redes de alcantarillado del distrito de San Pedro de Cajas

Muestra

“Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” Selltiz, 1976. Metodología de la Investigación (Pág. 262)

Fernando y Baptista (2014) nos dice “La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población”

Para el presente proyecto de evaluación se empleará el muestreo por conveniencia o no probabilístico, dado que no emplearemos formulas estadísticas para determinar la cantidad de la muestra. Por lo tanto, se tomará como muestra las 225 viviendas ubicadas alrededor de la plaza de armas del distrito donde se concentra la mayor cantidad de viviendas y actividad de la población del Distrito de San Pedro de Cajas.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

“Considera que un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente”. (Fernando y Baptista, 2014, p. 201)

Se considerarán las siguientes técnicas para el logro de cada uno de los objetivos específicos.

- **Técnico:**

En la comparación técnica de los sistemas de alcantarillado convencional y alcantarillado al vacío, se emplearán fichas técnicas para determinar el tipo de material a usar. Asimismo, se realizarán las comparaciones de ambos sistemas correspondientes a los equipos que serán empleados.

- **Económico:**

En la comparación económica se realizarán cotizaciones del sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado al vacío, para determinar el sistema adecuado para el distrito de San Pedro de Cajas.

Validez y confiabilidad

“La validez del contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico del contenido de lo que se mide” (Fernando y Baptista, 2014, p. 201)

En el presente proyecto se emplearon temas de investigaciones realizadas por tesis de la Universidad Nacional de Piura, Universidad Austral de Chile, Universidad Científica del Perú, Reglamento Nacional de Edificaciones, Guía de Diseño de Alcantarillado por Vacío del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú, así como artículos técnicos de empresas españolas con amplia trayectoria en la construcción de estos sistemas, por lo cual se consideran válidos y confiables.

2.5 Métodos de análisis de datos

Según Fernando y Baptista (2014) “en las investigaciones cualitativas los datos se expresan de manera inductiva. Hoy en día, el análisis cualitativo tiene por finalidad establecer el propósito

central de las variables a estudiar, los objetivos y las preguntas de la investigación mediante la observación de los datos”.

Los datos económicos a analizar se realizarán mediante el programa S10 para la estimación de costos y presupuestos de los sistemas de alcantarillado convencional y para el sistema de alcantarillado al vacío.

2.6 Aspectos éticos

El investigador se compromete a respetar y aceptar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos alcanzados a partir de los resultados de la comparación técnico y económico del sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado por vacío en San Pedro de Cajas, 2018.

III. RESULTADOS

CALCULO HIDRAULICO PARA SISTEMA DE ALCANTARILLADO

CONVENCIONAL

El distrito de San Pedro de Cajas cuenta con 1650 viviendas según información proporcionada por la Municipalidad de dicho distrito, así mismo según el último censo elaborado por el INEI en el año 2015, cuenta con 5633 habitantes, tal como lo muestra la tabla 3

Tabla 3

Censo poblacional INEI desde el año 2000 hasta el 2015

AÑO	POBLACIÓN
2000	6271
2001	6254
2002	6233
2003	6208
2004	6179
2005	6144
2006	6105
2007	6062
2008	6015
2009	5965
2010	5914
2011	5862
2012	5807
2013	5751
2014	5693
2015	5633

Fuente: Elaboración propia

Teniendo la cantidad de viviendas y la población del distrito de San Pedro de Cajas se puede calcular el Índice de habitantes por vivienda:

Población	Vivienda	Índice de hab/viv
5633	1650	3.41 hab/viv

Para la siguiente red de alcantarillado se tiene como muestra un total de 225 viviendas.

Datos para el cálculo:

Numero de lotes : 225 viviendas

Total de habitantes : 768 habitantes

Coefficiente de manning : 0.01

Consumo por vivienda : 12.3 m³/hab/mes

Diámetro de tubería : 160 mm y 200mm.

Índice de habitantes por vivienda : 3.41 hab / viv.

- Se tomará como referencia para el cálculo la tubería 1

Cota inicial: 4037.27 m.s.n.m

Cota final: 4031.85 m.s.n.m

Longitud de tubería: 90.75 m

Número de viviendas que ocupan directamente la tubería: 13 viviendas

a) Consumo por vivienda

$$12.3 \text{ m}^3/\text{mes} \longrightarrow 12.3 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \left(\frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \right) \left(\frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} \right) = \mathbf{410 \text{ lt/día}}$$

b) Consumo por habitante

Se considerará **120 lts/hab/día** según el Reglamento técnico de proyectos Sedapal

Tabla 4

Dotación

POBLACIÓN	CLIMA	
	FRIO	TEMPLADO/ CÁLIDO
Nivel Socio Económico A	300	250
Nivel Socio Económico B	180	220
Nivel Socio Económico C	150	200
Nivel Socio Económico D	120	150

Dotación (Fuente: Reglamento técnico de proyectos Sedapal)

c) Población acumulada (PA)

Es la sumatoria de habitantes de tramos anteriores:

PA = (Número de viviendas aportantes) (índice de habitantes por vivienda)

PA = (13 viviendas) (3.41 habitantes/vivienda)

PA= 44.33 habitantes.

d) Caudal máximo diario (Qmd)

$$Qmd = \frac{(\text{consumo por habitante})(PA)}{86400}$$

$$Qmd = \frac{(120)(44.33)}{86400}$$

$$Qmd = 0.0616 \text{ lts/seg}$$

e) Caudal máximo horario (Qmh)

$$Qmh = (Qp) (K)$$

$$Qmh = (0.0616 \text{ lts/seg}) (2.5)$$

$$Qmh = 0.154 \text{ lts/seg}$$

f) Caudal de descargue (Qd)

$$Qd = (Qp) (C)$$

$$Qd = (0.154 \text{ lts/seg}) (0.80)$$

$$Qd = 0.0123 \text{ lts/seg}$$

g) Pendiente (S)

$$S = \frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{\text{longitud de tubería}}$$

$$S = \frac{4037.27 - 4031.85}{90.75}$$

$$S = 0.0597$$

h) Radio hidráulico (Rh)

$$Rh = \frac{\text{diametro}}{8}$$

$$Rh = \frac{0.20}{8}$$

$$Rh = 0.025 \text{ m.}$$

i) Velocidad de diseño (V)

$$V = \frac{1}{n} (Rh)^{\frac{2}{3}} * (S)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0.01} (0.025)^{\frac{2}{3}} * (0.0597)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 2.089 \text{ m/s}$$

j) Caudal de diseño (Q)

$$Q = VA = V\pi \frac{(D^2)}{4} * 1000$$

$$Q = (2.089)\pi \frac{(0.20^2)}{4} * 1000$$

$$Q = 65.64 \text{ lts/seg}$$

Tabla 5

Resultados para el diseño de alcantarillado convencional por tramo actual.

BUZÓN	COTA FONDO	TUBERIA	TRAMO	INICIAL	FINAL	LONGITUD (m)	POBLACIÓN	POBLACION ACUMULADA	CAUDAL PROMEDIO (l/s)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (l/s)	Qmh (l/s)	CAUDAL DESCARGUE (l/s)	PENDIENTE	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (l/s)
BZ N° 1	4037.27	TUBERIA-1	1 y 2	4037.27	4031.85	90.75	39.78	39.78	0.060	0.150	1.50	1.20	0.060	0.20	2.09	65.64
BZ N° 2	4031.85	TUBERIA-2	2 y 3	4031.85	4027.35	78.48	18.36	58.14	0.088	0.220	1.50	1.20	0.057	0.20	1.76	55.43
BZ N° 3	4027.35	TUBERIA-3	3 y 4	4027.35	4021.39	94.27	48.96	107.1	0.162	0.405	1.50	1.20	0.063	0.20	1.85	58.20
BZ N° 4	4021.39	TUBERIA-4	4 y 5	4021.39	4017.07	89.85	30.6	137.7	0.208	0.521	1.50	1.20	0.048	0.20	1.62	50.76
BZ N° 5	4017.07	TUBERIA-5	5 y 6	4017.07	4013.45	73.54	33.66	171.36	0.259	0.648	1.50	1.20	0.049	0.20	1.63	51.36
BZ N° 6	4013.45	TUBERIA-6	6 y 7	4013.45	4010.41	85.39	21.42	192.78	0.292	0.729	1.50	1.20	0.036	0.20	1.39	43.68
BZ N° 7	4010.41	TUBERIA-7	8 y 9	4041.81	4032.61	89.85	24.48	217.26	0.329	0.822	1.50	1.20	0.102	0.16	2.36	47.40
BZ N° 8	4041.81	TUBERIA-8	9 y 10	4032.61	4021.00	96.33	36.72	253.98	0.384	0.961	1.50	1.20	0.121	0.16	2.56	51.43
BZ N° 9	4032.61	TUBERIA-9	10 y 11	4021.00	4016.08	79.10	15.3	269.28	0.407	1.019	1.50	1.20	0.062	0.16	1.84	36.95
BZ N° 10	4021.00	TUBERIA-10	11 y 12	4016.08	4015.46	93.54	24.48	293.76	0.444	1.111	1.50	1.20	0.007	0.16	0.60	12.06
BZ N° 11	4016.08	TUBERIA-11	12 y 6	4015.46	4013.45	80.03	27.54	321.3	0.486	1.215	1.50	1.20	0.025	0.16	1.17	23.48
BZ N° 12	4015.46	TUBERIA-12	13 y 14	4027.87	4018.21	101.14	30.6	351.9	0.532	1.331	1.50	1.20	0.096	0.16	2.28	45.78
BZ N° 13	4027.87	TUBERIA-13	14 y 15	4018.21	4014.81	85.80	24.48	376.38	0.569	1.424	1.50	1.20	0.040	0.16	1.47	29.49
BZ N° 14	4018.21	TUBERIA-14	15 y 16	4014.81	4012.19	92.13	21.42	397.8	0.602	1.505	1.50	1.20	0.028	0.16	1.24	24.98
BZ N° 15	4014.81	TUBERIA-15	16 y 7	4037.44	4010.41	66.61	24.48	422.28	0.639	1.597	1.50	1.20	0.406	0.16	4.69	94.37
BZ N° 16	4012.19	TUBERIA-17	17 y 1	4047.92	4037.27	86.35	24.48	446.76	0.676	1.690	1.50	1.20	0.123	0.16	2.59	52.03
BZ N° 17	4047.92	TUBERIA-18	1 y 9	4037.27	4032.61	85.49	33.66	480.42	0.727	1.817	1.50	1.20	0.055	0.16	1.72	34.59
BZ N° 18	4045.75	TUBERIA-19	9 y 13	4032.61	4027.87	87.55	30.6	511.02	0.773	1.933	1.50	1.20	0.054	0.16	1.71	34.47
BZ N° 19	4043.12	TUBERIA-20	18 y 2	4045.75	4031.85	85.68	30.6	541.62	0.819	2.049	1.50	1.20	0.162	0.16	2.97	59.67
BZ N° 20	4040.79	TUBERIA-21	2 y 10	4031.85	4021.00	81.05	33.66	575.28	0.870	2.176	1.50	1.20	0.134	0.16	2.70	54.20
BZ N° 21	4037.44	TUBERIA-22	10 y 14	4021.00	4018.21	81.64	18.36	593.64	0.898	2.245	1.50	1.20	0.034	0.16	1.36	27.39
		TUBERIA-23	19 y 3	4043.12	4027.35	87.13	27.54	621.18	0.940	2.350	2.35	1.88	0.181	0.16	3.13	63.03
		TUBERIA-24	3 y 11	4027.35	4016.08	78.36	18.36	639.54	0.968	2.419	2.42	1.94	0.144	0.16	2.79	56.18
		TUBERIA-25	11 y 15	4016.08	4014.81	82.00	27.54	667.08	1.009	2.523	2.52	2.02	0.015	0.16	0.92	18.44
		TUBERIA-26	20 y 4	4040.79	4021.39	94.32	27.54	694.62	1.051	2.627	2.63	2.10	0.206	0.16	3.34	67.19
		TUBERIA-27	4 y 12	4021.39	4015.46	75.45	15.3	709.92	1.074	2.685	2.69	2.15	0.079	0.16	2.07	41.53
		TUBERIA-28	12 y 16	4015.46	4012.19	85.29	21.42	731.34	1.106	2.766	2.77	2.21	0.038	0.16	1.44	29.01
		TUBERIA-29	21 y 5	4037.44	4017.07	94.57	24.48	755.82	1.144	2.859	2.86	2.29	0.215	0.16	3.42	68.75

CALCULO POBLACIONAL FUTURA

1) MÉTODO ARITMÉTICO

$$Pf = Pa (1 + rt/ 1000)$$

$$r = (\text{población actual} - \text{población inicial}) / (\text{año actual} - \text{año inicial})$$

$$r = (5633 - 6271) / (2015 - 2000)$$

$$r = -42.53$$

$$Pf = 5633 (1 + (-42.53 * 1.5) / 1000)$$

Pf = 5274 habitantes

uso t (25 años) = 1.5

t	P. diseño
1	25 a +
1 a 2	20 a 30
2	10 a 20

2) MÉTODO GEOMÉTRICO

$$\text{POB año } n = \text{POB año } 1 * (1 + r)^{\text{año } n - \text{año } 1}$$

$$r = ((\text{Pob. actual} / \text{Pob. Inicial})^{(1/10)}) - 1$$

$$r = ((5633/6271)^{(1/10)}) - 1$$

$$r = -0.0107$$

$$\text{POB } 2030 = 5633 * (1 - 0.0107)^{(2030 - 2015)}$$

POB 2030 = 4796 habitantes

3) MÉTODO EXPONENCIAL

$$Pf = Pt * e^{(k (af - ai))}$$

$$Kn = \text{año } n - \text{año } p$$

$$Kn = (\text{Ln (POB año } p) - \text{Ln (POB año } n)) / (\text{año } p - \text{año } n)$$

AÑO	POBLACION
2000	6271
2005	6144
2015	5633

Dato: $e = 2.718281828$

$$K1 = 2000 - 2015$$

$$K1 = (\ln 2015 - \ln 2000) / (2015-2000)$$

$$K1 = -0.0072$$

$$K2 = 2000 - 2005$$

$$K2 = (\ln 2005 - \ln 2000) / (2005-2000)$$

$$K2 = -0.004$$

$$K3 = 2005 - 2015$$

$$K3 = (\ln 2015 - \ln 2005) / (2015-2005)$$

$$K3 = -0.009$$

$$K_{\text{promedio}} = (K1+K2+K3) / 3$$

$$K_{\text{promedio}} = (-0.0072 - 0.004 - 0.009) / 3$$

$$K_{\text{promedio}} = -0.0066$$

Reemplazamos en la fórmula de Pf:

$$Pf = 5633 * 2.718281828^{(-0.0066(2015-2000))}$$

$$Pf = 5099 \text{ habitantes}$$

- Por lo tanto, usaremos la población promedio

$$Pf = (5274+4796+5099) / 3$$

$$Pf = 5056 \text{ habitantes en el año 2030}$$

Población	Vivienda	Índice de hab/viv
5056	1650	3.06 hab/viv

Tabla 6

Resultados para el diseño de alcantarillado convencional por tramo para el año 2030.

BUZÓN	COTA FONDO	TUBERIA	TRAMO	INICIAL	FINAL	LONGITUD (m)	POBLACIÓN	POBLACION ACUMULADA	CAUDAL PROMEDIO (l/s)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (l/s)	Qmh (l/s)	CAUDAL DESCARGUE (l/s)	PENDIENTE	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (l/s)
BZ N° 1	4037.27	TUBERIA-1	1 y 2	4037.27	4031.85	90.75	39.78	39.78	0.060	0.150	1.50	1.20	0.060	0.20	1.80	56.57
BZ N° 2	4031.85	TUBERIA-2	2 y 3	4031.85	4027.35	78.48	18.36	58.14	0.088	0.220	1.50	1.20	0.057	0.20	1.76	55.43
BZ N° 3	4027.35	TUBERIA-3	3 y 4	4027.35	4021.39	94.27	48.96	107.1	0.162	0.405	1.50	1.20	0.063	0.20	1.85	58.20
BZ N° 4	4021.39	TUBERIA-4	4 y 5	4021.39	4017.07	89.85	30.6	137.7	0.208	0.521	1.50	1.20	0.048	0.20	1.62	50.76
BZ N° 5	4017.07	TUBERIA-5	5 y 6	4017.07	4013.45	73.54	33.66	171.36	0.259	0.648	1.50	1.20	0.049	0.20	1.63	51.36
BZ N° 6	4013.45	TUBERIA-6	6 y 7	4013.45	4010.41	85.39	21.42	192.78	0.292	0.729	1.50	1.20	0.036	0.20	1.39	43.68
BZ N° 7	4010.41	TUBERIA-7	8 y 9	4041.81	4032.61	89.85	24.48	217.26	0.329	0.822	1.50	1.20	0.102	0.16	2.36	47.40
BZ N° 8	4041.81	TUBERIA-8	9 y 10	4032.61	4021.00	96.33	36.72	253.98	0.384	0.961	1.50	1.20	0.121	0.16	2.56	51.43
BZ N° 9	4032.61	TUBERIA-9	10 y 11	4021.00	4016.08	79.10	15.3	269.28	0.407	1.019	1.50	1.20	0.062	0.16	1.84	36.95
BZ N° 10	4021.00	TUBERIA-10	11 y 12	4016.08	4015.46	93.54	24.48	293.76	0.444	1.111	1.50	1.20	0.007	0.16	0.60	12.06
BZ N° 11	4016.08	TUBERIA-11	12 y 6	4015.46	4013.45	80.03	27.54	321.3	0.486	1.215	1.50	1.20	0.025	0.16	1.17	23.48
BZ N° 12	4015.46	TUBERIA-12	13 y 14	4027.87	4018.21	101.14	30.6	351.9	0.532	1.331	1.50	1.20	0.096	0.16	2.28	45.78
BZ N° 13	4027.87	TUBERIA-13	14 y 15	4018.21	4014.81	85.80	24.48	376.38	0.569	1.424	1.50	1.20	0.040	0.16	1.47	29.49
BZ N° 14	4018.21	TUBERIA-14	15 y 16	4014.81	4012.19	92.13	21.42	397.8	0.602	1.505	1.50	1.20	0.028	0.16	1.24	24.98
BZ N° 15	4014.81	TUBERIA-15	16 y 7	4037.44	4010.41	66.61	24.48	422.28	0.639	1.597	1.50	1.20	0.406	0.16	4.69	94.37
BZ N° 16	4012.19	TUBERIA-17	17 y 1	4047.92	4037.27	86.35	24.48	446.76	0.676	1.690	1.50	1.20	0.123	0.16	2.59	52.03
BZ N° 17	4047.92	TUBERIA-18	1 y 9	4037.27	4032.61	85.49	33.66	480.42	0.727	1.817	1.50	1.20	0.055	0.16	1.72	34.59
BZ N° 18	4045.75	TUBERIA-19	9 y 13	4032.61	4027.87	87.55	30.6	511.02	0.773	1.933	1.50	1.20	0.054	0.16	1.71	34.47
BZ N° 19	4043.12	TUBERIA-20	18 y 2	4045.75	4031.85	85.68	30.6	541.62	0.819	2.049	1.50	1.20	0.162	0.16	2.97	59.67
BZ N° 20	4040.79	TUBERIA-21	2 y 10	4031.85	4021.00	81.05	33.66	575.28	0.870	2.176	1.50	1.20	0.134	0.16	2.70	54.20
BZ N° 21	4037.44	TUBERIA-22	10 y 14	4021.00	4018.21	81.64	18.36	593.64	0.898	2.245	1.50	1.20	0.034	0.16	1.36	27.39
		TUBERIA-23	19 y 3	4043.12	4027.35	87.13	27.54	621.18	0.940	2.350	2.35	1.88	0.181	0.16	3.13	63.03
		TUBERIA-24	3 y 11	4027.35	4016.08	78.36	18.36	639.54	0.968	2.419	2.42	1.94	0.144	0.16	2.79	56.18
		TUBERIA-25	11 y 15	4016.08	4014.81	82.00	27.54	667.08	1.009	2.523	2.52	2.02	0.015	0.16	0.92	18.44
		TUBERIA-26	20 y 4	4040.79	4021.39	94.32	27.54	694.62	1.051	2.627	2.63	2.10	0.206	0.16	3.34	67.19
		TUBERIA-27	4 y 12	4021.39	4015.46	75.45	15.3	709.92	1.074	2.685	2.69	2.15	0.079	0.16	2.07	41.53
		TUBERIA-28	12 y 16	4015.46	4012.19	85.29	21.42	731.34	1.106	2.766	2.77	2.21	0.038	0.16	1.44	29.01
		TUBERIA-29	21 y 5	4037.44	4017.07	94.57	24.48	755.82	1.144	2.859	2.86	2.29	0.215	0.16	3.42	68.75

Para el cálculo de diámetro de tubería se determinará con la siguiente formula:

$$\phi_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{4 * Q_{med\ diario} (m^3/seg)}{\pi * V_{m\acute{a}x}}}$$

Tomando los datos obtenidos en ejemplo anterior de la tubería 1, reemplazamos los datos:

$$\phi_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{4 * (0.0616 * 10^{-3})m^3/seg}{3.14 * 5 m/seg}}$$

$$\phi_{m\acute{a}x} = 0.004 m$$

Por lo que usaremos los ϕ_{min} recomendados por el RNE que son $\phi 200mm$ para redes principales y $\phi 160mm$ para redes secundarias.

- METRADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Tabla 7

Metrado del sistema de alcantarillado convencional

Especificaciones	N° de veces	Und.	MEDIDAS			Parcial	Total
			Largo	Ancho	Altura		
RED DE DESAGUE PRINCIPAL							
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
EXCAV. ZANJA MAQ. P/TUB. T-N H= 1.51 a 2.00m	1.00	m					1546.60
TUBERIA 1 / ENTRE BZ1 - BZ 2	1.00	m	90.75			90.75	
TUBERIA 2 / ENTRE BZ2 - BZ3	1.00	m	78.48			78.48	
TUBERIA 6 / ENTRE BZ6 - BZ 7	1.00	m	85.39			85.39	
TUBERIA 7 / ENTRE BZ8 - BZ9	1.00	m	89.85			89.85	
TUBERIA 8 / ENTRE BZ9 - BZ10	1.00	m	96.33			96.33	
TUBERIA 11 / ENTRE BZ12 - BZ6	1.00	m	80.03			80.03	
TUBERIA 12 / ENTRE BZ13 - BZ14	1.00	m	101.14			101.14	
TUBERIA 13 / ENTRE BZ14 - BZ15	1.00	m	85.80			85.8	
TUBERIA 14 / ENTRE BZ15 - BZ16	1.00	m	92.13			92.13	
TUBERIA 15 / ENTRE BZ16 - BZ7	1.00	m	66.61			66.61	
TUBERIA 17 / ENTRE BZ17 - BZ1	1.00	m	86.25			86.25	
TUBERIA 18 / ENTRE BZ1 - BZ9	1.00	m	85.49			85.49	
TUBERIA 19 / ENTRE BZ9 - BZ13	1.00	m	87.55			87.55	
TUBERIA 20 / ENTRE BZ18 - BZ2	1.00	m	85.68			85.68	
TUBERIA 21 / ENTRE BZ2 - BZ10	1.00	m	81.06			81.06	
TUBERIA 22 / ENTRE BZ10 - BZ14	1.00	m	81.64			81.64	
TUBERIA 23 / ENTRE BZ19 - BZ3	1.00	m	87.13			87.13	
TUBERIA 28 / ENTRE BZ12 - BZ16	1.00	m	85.29			85.29	

EXCAV. ZANJA MAQ. P/TUB. T-N H= 2.01 a 2.50m						670.84
TUBERIA 3 / ENTRE BZ3 - BZ4	1.00	m	94.27			94.27
TUBERIA 29 / ENTRE BZ21 - BZ5	1.00	m	94.58			94.58
TUBERIA 5 / ENTRE BZ5 - BZ6	1.00	m	73.54			73.54
TUBERIA 9 / ENTRE BZ10 - BZ11	1.00	m	79.10			79.1
TUBERIA 10 / ENTRE BZ11 - BZ12	1.00	m	93.54			93.54
TUBERIA 24 / ENTRE BZ3 - BZ11	1.00	m	78.36			78.36
TUBERIA 25 / ENTRE BZ11 - BZ15	1.00	m	82.00			82
TUBERIA 27 / ENTRE BZ4 - BZ12	1.00	m	75.45			75.45
EXCAV. ZANJA MAQ. P/TUB. T-N H= 2.51 a 3.00m						184.17
TUBERIA 4 / ENTRE BZ4 - BZ5	1.00	m	89.85			89.85
TUBERIA 26 / ENTRE BZ20 - BZ4	1.00	m	94.32			94.32
REFINE Y NIVELACION FONDO DE ZANJA PARA TUBERIA						2401.61
TUBERIA 1 / ENTRE BZ1 - BZ 2	1.00	m	90.75			90.75
TUBERIA 2 / ENTRE BZ2 - BZ 3	1.00	m	78.48			78.48
TUBERIA 6 / ENTRE BZ6 - BZ 7	1.00	m	85.39			85.39
TUBERIA 7 / ENTRE BZ8 - BZ9	1.00	m	89.85			89.85
TUBERIA 8 / ENTRE BZ9 - BZ10	1.00	m	96.33			96.33
TUBERIA 11 / ENTRE BZ12 - BZ6	1.00	m	80.03			80.03
TUBERIA 12 / ENTRE BZ13 - BZ14	1.00	m	101.14			101.14
TUBERIA 13 / ENTRE BZ14 - BZ15	1.00	m	85.80			85.8
TUBERIA 14 / ENTRE BZ15 - BZ16	1.00	m	92.13			92.13
TUBERIA 15 / ENTRE BZ16 - BZ7	1.00	m	66.61			66.61
TUBERIA 17 / ENTRE BZ17 - BZ1	1.00	m	86.25			86.25
TUBERIA 18 / ENTRE BZ1 - BZ9	1.00	m	85.49			85.49
TUBERIA 19 / ENTRE BZ9 - BZ13	1.00	m	87.55			87.55
TUBERIA 20 / ENTRE BZ18 - BZ2	1.00	m	85.68			85.68
TUBERIA 21 / ENTRE BZ2 - BZ10	1.00	m	81.06			81.06
TUBERIA 22 / ENTRE BZ10 - BZ14	1.00	m	81.64			81.64
TUBERIA 23 / ENTRE BZ19 - BZ3	1.00	m	87.13			87.13
TUBERIA 28 / ENTRE BZ12 - BZ16	1.00	m	85.29			85.29
TUBERIA 3 / ENTRE BZ3 - BZ4	1.00	m	94.27			94.27
TUBERIA 29 / ENTRE BZ21 - BZ5	1.00	m	94.58			94.58
TUBERIA 5 / ENTRE BZ5 - BZ6	1.00	m	73.54			73.54
TUBERIA 9 / ENTRE BZ10 - BZ11	1.00	m	79.10			79.10
TUBERIA 10 / ENTRE BZ11 - BZ12	1.00	m	93.54			93.54
TUBERIA 24 / ENTRE BZ3 - BZ11	1.00	m	78.36			78.36
TUBERIA 25 / ENTRE BZ11 - BZ15	1.00	m	82.00			82.00
TUBERIA 27 / ENTRE BZ4 - BZ12	1.00	m	75.45			75.45
TUBERIA 4 / ENTRE BZ4 - BZ5	1.00	m	89.85			89.85
TUBERIA 26 / ENTRE BZ20 - BZ4	1.00	m	94.32			94.32
CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30 m						2401.61
ZANJA P/TUB. T-N H= 1.51 a 2.00m	1.00	m	1546.60			1546.6
ZANJA P/TUB. T-N H= 2.01 a 2.50m	1.00	m	670.84			670.84
ZANJA P/TUB. T-N H= 2.51 a 3.00m	1.00	m	184.17			184.17
1er RELLENO DE PROTECCION P/TUB. CON ARENA GRUESA E= 30 cm						2401.61
ZANJA P/TUB. T-N H= 1.51 a 2.00m	1.00	m	1546.60			1546.6
ZANJA P/TUB. T-N H= 2.01 a 2.50m	1.00	m	670.84			670.84
ZANJA P/TUB. T-N H= 2.51 a 3.00m	1.00	m	184.17			184.17
RELLENO COMP. ZANJA P/TUB. T-N H= 1.51 a 2.00m	1.00	m	1546.60			1546.60
RELLENO COMP. ZANJA P/TUB. T-N H= 2.01 a 2.50m	1.00	m	670.84			670.84
RELLENO COMP. ZANJA P/TUB. T-N H= 2.51 a 3.00m	1.00	m	184.17			184.17
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	1.00	m3	1873.26			2247.91
volumen de zanjas		m3	1873.26			
factor esponjamiento	0.20		374.65			2247.91

SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS							
SUM. E INS. TUB. PVC-UF NTP ISO DN 200 mm incluye anillo + 2% de desper.							512.28
TUBERIA 1 / ENTRE BZ1 - BZ 2	1.00	m	90.75			90.75	
TUBERIA 2 / ENTRE BZ2 - BZ3	1.00	m	78.48			78.48	
TUBERIA 3 / ENTRE BZ3 - BZ4	1.00	m	94.27			94.27	
TUBERIA 4 / ENTRE BZ4 - BZ5	1.00	m	89.85			89.85	
TUBERIA 5 / ENTRE BZ5 - BZ6	1.00	m	73.54			73.54	
TUBERIA 6 / ENTRE BZ6 - BZ 7	1.00	m	85.39			85.39	
SUM. E INS. TUB. PVC-UF NTP ISO DN 160 mm incluye anillo + 2% de desper.							1889.33
TUBERIA 7 / ENTRE BZ8 - BZ9	1.00	m	89.85			89.85	
TUBERIA 8 / ENTRE BZ9 - BZ10	1.00	m	96.33			96.33	
TUBERIA 9 / ENTRE BZ10 - BZ11	1.00	m	79.10			79.10	
TUBERIA 10 / ENTRE BZ11 - BZ12	1.00	m	93.54			93.54	
TUBERIA 11 / ENTRE BZ12 - BZ6	1.00	m	80.03			80.03	
TUBERIA 12 / ENTRE BZ13 - BZ14	1.00	m	101.14			101.14	
TUBERIA 13 / ENTRE BZ14 - BZ15	1.00	m	85.80			85.80	
TUBERIA 14 / ENTRE BZ15 - BZ16	1.00	m	92.13			92.13	
TUBERIA 15 / ENTRE BZ16 - BZ7	1.00	m	66.61			66.61	
TUBERIA 17 / ENTRE BZ17 - BZ1	1.00	m	86.25			86.25	
TUBERIA 18 / ENTRE BZ1 - BZ9	1.00	m	85.49			85.49	
TUBERIA 19 / ENTRE BZ9 - BZ13	1.00	m	87.55			87.55	
TUBERIA 20 / ENTRE BZ18 - BZ2	1.00	m	85.68			85.68	
TUBERIA 21 / ENTRE BZ2 - BZ10	1.00	m	81.06			81.06	
TUBERIA 22 / ENTRE BZ10 - BZ14	1.00	m	81.64			81.64	
TUBERIA 23 / ENTRE BZ19 - BZ3	1.00	m	87.13			87.13	
TUBERIA 24 / ENTRE BZ3 - BZ11	1.00	m	78.36			78.36	
TUBERIA 25 / ENTRE BZ11 - BZ15	1.00	m	82.00			82.00	
TUBERIA 26 / ENTRE BZ20 - BZ4	1.00	m	94.32			94.32	
TUBERIA 27 / ENTRE BZ4 - BZ12	1.00	m	75.45			75.45	
TUBERIA 28 / ENTRE BZ12 - BZ16	1.00	m	85.29			85.29	
TUBERIA 29 / ENTRE BZ21 - BZ5	1.00	m	94.58			94.58	
EMPALME DE TUBERIA A BUZON							
21 buzones de descarga	21.00	unid					21.00
PRUEBAS							
PRUEBA HIDRAULICA PARA TUBERIA DE DESAGUE							2401.61
tub. 200 mm	1.00	m	512.28			512.28	
tub. 160 mm	1.00	m	1889.33			1889.33	
BUZONES							
EXCAV. ZANJA P/BUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 1.51m a 2.00m PROF.	16.00	m3	3.02				48.32
EXCAV. ZANJA P/BUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 2.01m a 2.50m PROF.	3.00	m3	5.03				15.09
EXCAV. ZANJA P/BUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 2.51m a 3.00m PROF.	2.00	m3	5.03				10.06
CONSTRUCCION DE BUZON TIPO I h=1.51m - 2.00m	16.00	unid					16.00
CONSTRUCCION DE BUZON TIPO I h=2.01m - 2.50m	3.00	unid					3.00
CONSTRUCCION DE BUZON TIPO I h= 2.51m - 3.00m	2.00	unid					2.00
CONEXIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO							
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
EXCAV. ZANJA (MAQ) P/TUB T- NORMAL DN 160 DE 0.60m a 1.00m DE PROF	225	m	6				1350.00
CAMA DE APOYO P/TUB DN 160mm CON MAT. PRESTAMO	225	m	6				1350.00
RECUBRIMIENTO DE TUBERIA CON MATERIAL SELECCIONADO h=0.30m	225	m	6				1350.00
ELIMINACION DESMONTE	225	m3	1.08				243
SUMINISTRO E INSTALACION DE CONEXIÓN DOMICILIARIA							
CONEXIÓN DOMICILIARIA P/DESAGUE Lp= 6.00m	225	unid					225

Fuente: Elaboración propia

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Partida	01.01.01	(010303010503-0102004-01)	EXCAVACION ZANJA PITUB T-N H=1.51 a 2.00m	Costo unitario directo por:	m	16.81
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra				
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	21.01	2.10
0101010005	PEON		hh	0.1000	15.34	1.53
						3.63
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.18	0.18
03011700020005	RETROEXCAVADORA CASE 590 SK		hm	0.1000	130.00	13.00
						13.18
						16.81
Partida	01.01.02	(010303010509-0102004-01)	EXCAVACION ZANJA PITUB T-N H=2.01 a 2.50m	Costo unitario directo por:	m	38.41
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra				
0101010003	OPERARIO		hh	0.1333	21.01	2.80
0101010005	PEON		hh	0.1333	15.34	2.04
						4.84
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.24	0.24
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP		hm	0.1333	250.00	33.33
						33.57
						38.41
Partida	01.01.03	(010303010510-0102004-01)	EXCAVACION ZANJA PITUB T-N H=2.51 a 3.00m	Costo unitario directo por:	m	46.10
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra				
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	21.01	3.36
0101010005	PEON		hh	0.1600	15.34	2.45
						5.81
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.29	0.29
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP		hm	0.1600	250.00	40.00
						40.29
						46.10
Partida	01.01.04	(010303010601-0102004-01)	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	Costo unitario directo por:	m2	3.16
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra				
0101010005	PEON		hh	0.2000	15.34	3.07
						3.07
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09
						0.09
						3.16
Partida	01.01.05	(010303090104-0102004-01)	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30m	Costo unitario directo por:	m	6.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0727	27.54	2.00
0101010005	PEON		hh	0.1455	15.34	2.23
						4.23
		Materiales				
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.0480	28.00	1.34
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0290	10.00	0.29
						1.63
		Equipos				
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		dia	0.0182	15.00	0.27
						0.27
						6.13

Partida	01.01.06	(010104020212-0102004-01)	RELLENO DE PROTECCION P/TUB CON ARENA GRUESA E=0.30m	Costo unitario directo por:		m	4.71
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0050	27.54	0.14	
0101010005	PEON		hh	0.1512	15.34	2.32	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO		hh	0.0504	20.12	1.01	
							3.47
Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0230	10.00	0.23	
							0.23
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.10	0.10	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.0504	18.00	0.91	
							1.01

Partida	01.01.07	(010303090206-0102004-01)	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-N de 1.51m a 2.00m	Costo unitario directo por:		m	22.75
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0067	21.01	0.14	
0101010004	OFICIAL		hh	0.2667	16.01	4.27	
0101010005	PEON		hh	0.0667	15.34	1.02	
							5.43
Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0581	10.00	0.58	
							0.58
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.27	0.27	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.2667	18.00	4.80	
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.0667	175.00	11.67	
							16.74

Partida	01.01.08	(010303090207-0102004-01)	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-N de 2.01m a 2.50m	Costo unitario directo por:		m	22.03
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0080	21.01	0.17	
0101010004	OFICIAL		hh	0.3200	16.01	5.12	
0101010005	PEON		hh	0.0800	15.34	1.23	
							6.52
Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0581	10.00	0.58	
							0.58
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.33	0.33	
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		día	0.0400	15.00	0.60	
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.0800	175.00	14.00	
							14.93

Partida	01.01.09	(010303090208-0102004-01)	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-N de 2.51m a 3.00m	Costo unitario directo por:		m	33.83
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0100	21.01	0.21	
0101010004	OFICIAL		hh	0.4000	16.01	6.40	
0101010005	PEON		hh	0.1000	15.34	1.53	
							8.14
Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0581	10.00	0.58	
							0.58
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.41	0.41	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.4000	18.00	7.20	
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.1000	175.00	17.50	
							25.11

Partida	01.01.10	(010601080501-0102004-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:		m3	14.70
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0018	27.54	0.05	
0101010005	PEON		hh	0.0533	15.34	0.82	
0.87							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.0178	175.00	3.12	
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		hm	0.0711	150.00	10.67	
13.83							

Partida	01.02.01	(010118020306-0102004-01)	SUM. E INS. TUB. PVC-UF NTP ISO DN 200 mm incluye anillo + 2% de desperdicios	Costo unitario directo por:		m	10.58
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0053	27.54	0.15	
0101010003	OPERARIO		hh	0.0533	21.01	1.12	
0101010004	OFICIAL		hh	0.0533	16.01	0.85	
0101010005	PEON		hh	0.0533	15.34	0.82	
2.94							
Materiales							
0205270003	TUBERIA PVC DN 200mm		m	0.1750	30.00	5.25	
02060200030001	CODO PVC-SAL 2" X 90°		und	0.3200	1.30	0.42	
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN		und	0.0700	26.90	1.88	
7.55							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09	
0.09							

Partida	01.02.02	(010118020308-0102004-01)	SUM. E INS. TUB. PVC-UF NTP ISO DN 160 mm incluye anillo + 2% de desper.	Costo unitario directo por:		m	30.06
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0123	21.01	0.26	
0101010005	PEON		hh	0.1231	15.34	1.89	
2.15							
Materiales							
0205270004	TUBERIA PVC DN 160mm, NTP ISP 21138		m	1.0500	26.00	27.30	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0310	10.00	0.31	
02221200010001	LUBRICANTE PARA PVC		gal	0.0030	64.90	0.19	
27.80							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.11	0.11	
0.11							

Partida	01.02.03	(010119210103-0102004-01)	EMPALME DE TUBERIA A BUZON	Costo unitario directo por:		und	56.85
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.6667	21.01	14.01	
0101010005	PEON		hh	1.3333	15.34	20.45	
34.46							
Materiales							
02190100010024	CONCRETO F'c=140 kg/cm2 P/DADOS		m3	0.0600	268.29	16.10	
0276030009	ENCOFRADO DADOS DE CONCRETO (0.60x0.50x0.60 m.)		m2	0.2300	19.88	4.57	
20.67							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.72	1.72	
1.72							

Partida	01.03.01	(010104010913-0102004-01)	EXCAV. ZANJA P/BUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 1.51m a 2.00m PROF.				
					Costo unitario directo por:	m3	14.50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0080	27.54	0.22	
0101010005	PEON		hh	0.2400	15.34	3.68	
3.90							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.20	0.20	
03011700020004	RETROEXCAVADORA CASE 580C		hm	0.0800	130.00	10.40	
10.60							

Partida	01.03.02	(010104010915-0102004-01)	EXCAV. ZANJA P/BUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 2.01m a 2.50m PROF.				
					Costo unitario directo por:	m3	20.72
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	27.54	2.75	
0101010005	PEON		hh	0.3000	15.34	4.60	
7.35							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.37	0.37	
03011700020004	RETROEXCAVADORA CASE 580C		hm	0.1000	130.00	13.00	
13.37							

Partida	01.03.03	(010104010916-0102004-01)	EXCAV. ZANJA P/BUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 2.51m a 3.00m PROF.				
					Costo unitario directo por:	m3	35.74
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1600	27.54	4.41	
0101010005	PEON		hh	0.6400	15.34	9.82	
14.23							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.71	0.71	
03011700020004	RETROEXCAVADORA CASE 580C		hm	0.1600	130.00	20.80	
21.51							

Partida	01.03.04	(01013090205-0102004-01)	CONSTRUCCION DE BUZON TIPO I h= 1.51m - 2.00m				
					Costo unitario directo por:	und	2,652.67
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	6.6667	27.54	183.60	
0101010003	OPERARIO		hh	20.0000	21.01	420.20	
0101010004	OFICIAL		hh	13.3333	16.01	213.47	
0101010005	PEON		hh	40.0000	15.34	613.60	
1,430.87							
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	0.3600	4.50	1.62	
02041200010009	CLAVOS DE 4"		kg	2.2000	4.50	9.90	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3	2.3000	50.00	115.00	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	1.1365	28.00	31.82	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.5033	10.00	5.03	
02090100010002	MARCO DE FIERRO FUNDIDO PARA BUZON 0.60 m		pza	1.0000	290.00	290.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	23.0000	21.00	483.00	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	7.5300	4.50	33.89	
970.26							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		71.54	71.54	
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO		hm	3.3333	12.00	40.00	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	6.6667	21.00	140.00	
251.54							

Partida	01.03.05	(010313090206-0102004-01)	CONSTRUCCION DE BUZON TIPO I h= 2.01m - 2.50m			Costo unitario directo por:	und	2,805.54
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	8.0000	21.01		168.08	
0101010004	OFICIAL		hh	16.0000	16.01		256.16	
0101010005	PEON		hh	40.0000	15.34		613.60	
							1,037.84	
Materiales								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	1.0000	4.50		4.50	
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg	1.0000	6.10		6.10	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kq	20.0000	28.40		568.00	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3	1.7000	50.00		85.00	
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.1800	42.00		7.56	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.9700	28.00		27.16	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.5487	10.00		5.49	
02090100010002	MARCO DE FIERRO FUNDIDO PARA BUZON 0.60 m		pza	1.0000	290.00		290.00	
0213010003	CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol	18.5000	31.00		573.50	
							1,567.31	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		51.89		51.89	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	4.0000	6.00		24.00	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	8.0000	15.00		120.00	
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO		hm	1.0000	4.50		4.50	
							200.39	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	10.0000	21.01		210.10	
0101010004	OFICIAL		hh	20.0000	16.01		320.20	
0101010005	PEON		hh	50.0000	15.34		767.00	
							1,297.30	
Materiales								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	1.0000	4.50		4.50	
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kq	1.0000	6.10		6.10	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kq	20.0000	28.40		568.00	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3	2.2400	50.00		112.00	
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.1950	42.00		8.19	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	1.2800	28.00		35.84	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.7075	10.00		7.08	
0213010003	CEMENTO PORTLAND TIPO V		bol	24.6800	31.00		765.08	
0219090001	TAPA DE CONCRETO REFORZADO PARA BUZON		und	1.0000	25.00		25.00	
							1,531.79	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		64.87		64.87	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	5.0000	6.00		30.00	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	10.0000	15.00		150.00	
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO		hm	1.2500	4.50		5.63	
							250.50	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0040	27.54		0.11	
0101010004	OFICIAL		hh	0.0400	16.01		0.64	
0101010005	PEON		hh	0.0400	15.34		0.61	
							1.36	
Materiales								
02070200010001	ARENA FINA		m3	0.0030	42.00		0.13	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.0300	21.00		0.63	
02130300010002	YESO BOLSA 12 kg		bol	0.0200	5.50		0.11	
							0.87	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.07		0.07	
03012200050005	CAMION CISTERNA (1,500 GLNS.)		hm	0.0200	120.00		2.40	
							2.47	

Partida	02.01.01	(010303010504-0102004-01)	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N DN 160 DE 0.60m a 1.00m DE PROF	Costo unitario directo por:	m	11.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0080	27.54	0.22
0101010005	PEON		hh	0.0800	15.34	1.23
						1.45
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.07	0.07
03011700020005	RETROEXCAVADORA CASE 590 SK		hm	0.0800	130.00	10.40
						10.47

Partida	02.01.02	(010303090104-0102004-01)	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30m	Costo unitario directo por:	m	6.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0727	27.54	2.00
0101010005	PEON		hh	0.1455	15.34	2.23
						4.23
		Materiales				
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.0480	28.00	1.34
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0290	10.00	0.29
						1.63
		Equipos				
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		día	0.0182	15.00	0.27
						0.27

Partida	02.01.03	(010303090203-0102004-01)	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-NORMAL DN 160 de 0.60m a 1.00m	Costo unitario directo por:	m	17.53
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0178	27.54	0.49
0101010004	OFICIAL		hh	0.3556	16.01	5.69
0101010005	PEON		hh	0.5333	15.34	8.18
						14.36
		Materiales				
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.2500	10.00	2.50
						2.50
		Equipos				
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		día	0.0444	15.00	0.67
						0.67

Partida	02.01.04	(010601080501-0102004-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:	m3	14.70
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0018	27.54	0.05
0101010005	PEON		hh	0.0533	15.34	0.82
						0.87
		Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.0178	175.00	3.12
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		hm	0.0711	150.00	10.67
						13.83

Partida	02.02.01	(010118010902-0102004-01)	CONEXIONES DOMICILIARIAS P/DESAGUE Lp=6.00m			Costo unitario directo por:	und	322.34
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	27.54		2.75	
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	21.01		42.02	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	16.01		32.02	
0101010005	PEON		hh	2.0000	15.34		30.68	
107.47								
Materiales								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	0.4500	4.50		2.03	
02061300010001	CACHIMBA DE PVC-SAL DE 200 mm X 160 mm X 45°		und	1.0000	165.00		165.00	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.0750	28.00		2.10	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.5000	21.00		10.50	
02130300010002	YESO BOLSA 12 kg		bol	0.2500	5.50		1.38	
0219090001	TAPA DE CONCRETO REFORZADO PARA BUZON		und	1.0000	25.00		25.00	
0222080016	PEGAMENTO PARA CPVC		qal	0.0410	85.00		3.49	
209.50								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.37		5.37	
5.37								

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	RED DE DESAGUE				315,866.36
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				162,780.40
01.01.01	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N H=1.51 a 2.00m	m	1,526.60	16.81	25,662.15
01.01.02	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N H=2.01 a 2.50m	m	670.84	38.41	25,786.96
01.01.03	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N H=2.51 a 3.00m	m	184.17	46.10	8,490.24
01.01.04	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	2,401.61	3.16	7,589.09
01.01.05	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30m	m	2,401.61	6.13	14,721.87
01.01.06	RELLENO DE PROTECCION P/TUB CON ARENA GRUESA E=0.30m	m	2,401.61	4.71	11,311.58
01.01.07	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-N de 1.51m a 2.00m	m	1,546.60	22.75	35,185.15
01.01.08	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-N de 2.01m a 2.50m	m	670.84	22.03	14,778.61
01.01.09	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-N de 2.51m a 3.00m	m	184.17	33.83	6,230.47
01.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,247.91	14.70	33,044.28
01.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				63,407.03
01.02.01	SUM. E INS. TUB. PVC-UF NTP ISO DN 200 mm incluye anillo + 2% de desperdicios	m	512.28	10.58	5,419.92
01.02.02	SUM. E INS. TUB. PVC-UF NTP ISO DN 160 mm incluye anillo + 2% de desper.	m	1,889.33	30.06	56,793.26
01.02.03	EMPALME DE TUBERIA A BUZON	und	21.00	56.85	1,193.85
01.03	BUZONES				58,391.36
01.03.01	EXCAV. ZANJA PIBUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 1.51m a 2.00m PROF.	m3	48.32	14.50	700.64
01.03.02	EXCAV. ZANJA PIBUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 2.01m a 2.50m PROF.	m3	15.09	20.72	312.66
01.03.03	EXCAV. ZANJA PIBUZON D=1.20 EN T-NORMAL DE 2.51m a 3.00m PROF.	m3	10.06	35.74	359.54
01.03.04	CONSTRUCCION DE BUZON TIPO I h= 1.51m - 2.00m	und	16.00	2,652.67	42,442.72
01.03.05	CONSTRUCCION DE BUZON TIPO I h= 2.01m - 2.50m	und	3.00	2,805.54	8,416.62
01.03.06	CONSTRUCCION DE BUZON TIPO I h= 2.51m - 3.00m	und	2.00	3,079.59	6,159.18
01.04	PRUEBAS				11,287.57
01.04.01	PRUEBA HIDRAULICA PARA TUBERIA DE DESAGUE	m	2,401.61	4.70	11,287.57
02	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO				124,131.60
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				51,605.10
02.01.01	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N DN 160 DE 0.60m a 1.00m DE PROF	m	1,350.00	11.92	16,092.00
02.01.02	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30m	m	1,350.00	6.13	8,275.50
02.01.03	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-NORMAL DN 160 de 0.60m a 1.00m	m	1,350.00	17.53	23,665.50
02.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	243.00	14.70	3,572.10
02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONEXION DOMICILIARIA				72,526.50
02.02.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS PIDESAGUE Lp=6.00m	und	225.00	322.34	72,526.50
COSTO DIRECTO					439,997.96
SON : CUATROCIENTOS TRENTINUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTISIETE Y 96/100 NUEVOS SOLES					

Se tomará en consideración los mismos resultados obtenidos en la tabla 5, el caudal de aporte varía entre 1.20 lts/seg y 2.34 lts/seg, por lo que según la Tabla 1 *Diámetros máximos de tuberías* los diámetros de tubería a emplear serían de 3” y 4” respectivamente. Sin embargo, la Guía de diseño de alcantarillado por vacío menciona que para las redes de vacío principales se emplearán tuberías con diámetro de 4”.

Tabla 8

Diámetros máximos de tuberías

Diámetro de la Tubería	GPM	LPS
3”	19.52	1.23
4”	37.84	2.39
6”	104.57	6.60
8”	209.37	13.21
10”	373.72	23.58

Para el cálculo de horas de trabajo anuales de un operador del sistema por vacío a tiempo completo, considerando en una semana de 40 horas y que el 50% del mantenimiento de emergencia se calculará con la siguiente fórmula:

$$2080 \frac{HR}{año} + (0.5 * EMF * \#valvulas * 2)$$

Dónde: EMF = factor de emergencia BAJA= 0.2; MEDIA= 1.2; ALTA= 0.8

Reemplazando obtenemos:

$$2080 \frac{HR}{año} + (0.5 * 1.2 * 12 * 2) = \mathbf{2094.4 \text{ hr/año}}$$

Asimismo, para determinar el poder de las bombas de vacío a usar se calculará de la siguiente manera:

$$P = 0.746 T H C$$

Donde:

P: costo anual de energía

T: tiempo de operación (hr/año)

H: caballos de fuerza

C: costo de electricidad (S/. / Kwh)

Para el cálculo se considerará una bomba de vacío DOSIVAC DSCH 3000 de 7.5 HP.

El costo de Kwh según Luz del Sur es de S/ 0.44.

El tiempo de operación según la Guía de Diseño de alcantarillado por vacío es 2-3 hrs/día

Reemplazando: $P = 0.746 * 1080 \text{hr/año} * 7.5 \text{hp} * 0.44$

$$P = S/ 2,658.74$$

DISEÑO DE CAMARA DE VACÍO

Tomaremos los datos de Q_{promedio} x lote y $Q_{\text{med. Horar.}}$ De la tabla 5

- $Q_{\text{máx}} \text{ x lote} = 0.06 \text{ lt/seg} = \mathbf{0.95 \text{ GPM}}$
- $N^{\circ} \text{ de lotes aportantes} = \mathbf{8 \text{ viviendas}}$
- $Q_{\text{med horar.}} = 0.15 \text{ lt/seg} = \mathbf{2.39 \text{ GPM}}$
- $\text{Volumen Cámara colectora} = 40 \text{ litros} = \mathbf{10.57 \text{ Galones US}}$
- $\text{Volumen mínimo de cámara} = \frac{\text{Volumen de camara colector}}{\# \text{ de viviendas aportantes}}$

$$= \frac{10.57 \text{ gal}}{8 \text{ viviendas}} = 1.321 \frac{\text{galones}}{\text{viv}}$$
- $\text{Tiempo mínimo de llenado} = \frac{\text{Volumen minimo de camara}}{Q \text{ minimo de diseño}}$

$$= 1.321 \text{ gal} / 2.39 \text{GPM} = \mathbf{0.55 \text{ minutos}}$$

- Tiempo máximo de llenado = Tiempo min. De llenado * # viviendas

$$= 0.55 \text{ minutos} * 8 \text{ viviendas} = \mathbf{4.4 \text{ minutos}}$$

$$= \mathbf{13.64 \text{ veces / hora}}$$

$$= \mathbf{327.27 \text{ veces / dia}}$$

$$\mathbf{1m^3 = 264.17 \text{ Galones}}$$

$$\mathbf{1 \text{ litro} = 0.2617 \text{ galon US}}$$

- METRADO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACÍO

Tabla 9

Metrado del sistema de alcantarillado por vacío

Especificaciones	N° de veces	Und.	MEDIDAS			Parcial	Total
			Largo	Ancho	Altura		
RED DE DESAGUE							
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
EXCAV. ZANJAS P/TUB PCV ø4" DE 1.20m a 1.50m	1.00	m					1378.59
HORIZONTAL						793.03	
CA. TARMA / CA. JOSE SUCRE Y CA. LIBERTAD	1.00	m	89.69				
CA. TARMA / CA. LIBERTAD Y CA. UCAYALI	1.00	m	79.81				
CA. TARMA / CA. UCAYALI Y CA. CUZCO	1.00	m	93.76				
CA. TARMA / CA. CUZCO Y CA. SAN MARTIN	1.00	m	90.24				
CA. SAN PEDRO / CA. JOSE SUCRE T CA. LIBERTAD	1.00	m	100.65				
CA. SAN PEDRO / CA. LIBERTAD Y CA. UCAYALI	1.00	m	85.95				
CA. SAN PEDRO / CA. UCAYALI Y CA. CUZCO	1.00	m	91.82				
CA. SAN PEDRO / CA. CUZCO Y CA. SAN MARTIN	1.00	m	66.52				
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA. JOSE SUCRE	1.00	m	34.50				
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA. UCAYALI	1.00	m	46.50				
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA SAN MARTIN	1.00	m	13.60				
VERTICAL						585.56	
CA. JOSE SUCRE / CA. FRANCISCO BOLOGNESI Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	56.41				
CA. JOSE SUCRE / CA. SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	87.00				
CA. LIBERTAD / CA. TARMA Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	51.16				
CA. LIBERTAD / CA. SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	91.55				
CA. UCAYALI / CA. AREQUIPA Y CA. TARMA	1.00	m	28.64				
CA. UCAYALI / CA. TARMA Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	78.67				
CA. UCAYALI / CA SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	15.68				
CA. CUZCO / ESQ. CA. TARMA	1.00	m	8.37				
CA. SAN MARTIN / CA. TARMA Y CA. CHANCHAMAYO	1.00	m	73.36				
CA. SAN MARTIN / CA. CHANCHAMAYO Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	86.01				
CONEXIÓN DE RED DE VACIO A ESTACION DE VACIO	1.00	m	8.72				

EXCAV. ZANJAS P/CAMARA DE VACIO DE 1.20m a 1.50m	35	m3	1.47	51.43	51.43
CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30 m	1.00	m			1378.59
HORIZONTAL				793.03	
CA. TARMA / CA. JOSE SUCRE Y CA. LIBERTAD	1.00	m	89.69		
CA. TARMA / CA. LIBERTAD Y CA. UCAYALI	1.00	m	79.81		
CA. TARMA / CA. UCAYALI Y CA. CUZCO	1.00	m	93.76		
CA. TARMA / CA. CUZCO Y CA. SAN MARTIN	1.00	m	90.24		
CA. SAN PEDRO / CA. JOSE SUCRE T CA. LIBERTAD	1.00	m	100.65		
CA. SAN PEDRO / CA. LIBERTAD Y CA. UCAYALI	1.00	m	85.95		
CA. SAN PEDRO / CA. UCAYALI Y CA. CUZCO	1.00	m	91.82		
CA. SAN PEDRO / CA. CUZCO Y CA. SAN MARTIN	1.00	m	66.52		
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA. JOSE SUCRE	1.00	m	34.50		
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA. UCAYALI	1.00	m	46.50		
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA SAN MARTIN	1.00	m	13.60		
VERTICAL				585.56	
CA. JOSE SUCRE / CA. FRANCISCO BOLOGNESI Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	56.41		
CA. JOSE SUCRE / CA. SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	87.00		
CA. LIBERTAD / CA. TARMA Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	51.16		
CA. LIBERTAD / CA. SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	91.55		
CA. UCAYALI / CA. AREQUIPA Y CA. TARMA	1.00	m	28.64		
CA. UCAYALI / CA. TARMA Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	78.67		
CA. UCAYALI / CA SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	15.68		
CA. CUZCO / ESQ. CA. TARMA	1.00	m	8.37		
CA. SAN MARTIN / CA. TARMA Y CA. CHANCHAMAYO	1.00	m	73.36		
CA. SAN MARTIN / CA. CHANCHAMAYO Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	86.01		
CONEXIÓN DE RED DE VACIO A ESTACION DE VACIO	1.00	m	8.72		
RELLENO COMP. ZANJA P/TUB. T-N H= 1.20a 1.50m	1.00	m			1378.59
HORIZONTAL				793.03	
CA. TARMA / CA. JOSE SUCRE Y CA. LIBERTAD	1.00	m	89.69		
CA. TARMA / CA. LIBERTAD Y CA. UCAYALI	1.00	m	79.81		
CA. TARMA / CA. UCAYALI Y CA. CUZCO	1.00	m	93.76		
CA. TARMA / CA. CUZCO Y CA. SAN MARTIN	1.00	m	90.24		
CA. SAN PEDRO / CA. JOSE SUCRE T CA. LIBERTAD	1.00	m	100.65		
CA. SAN PEDRO / CA. LIBERTAD Y CA. UCAYALI	1.00	m	85.95		
CA. SAN PEDRO / CA. UCAYALI Y CA. CUZCO	1.00	m	91.82		
CA. SAN PEDRO / CA. CUZCO Y CA. SAN MARTIN	1.00	m	66.52		
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA. JOSE SUCRE	1.00	m	34.50		
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA. UCAYALI	1.00	m	46.50		
CA. SIMON BOLIVAR / ESQ. CA SAN MARTIN	1.00	m	13.60		
VERTICAL				585.56	
CA. JOSE SUCRE / CA. FRANCISCO BOLOGNESI Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	56.41		
CA. JOSE SUCRE / CA. SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	87.00		
CA. LIBERTAD / CA. TARMA Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	51.16		
CA. LIBERTAD / CA. SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	91.55		
CA. UCAYALI / CA. AREQUIPA Y CA. TARMA	1.00	m	28.64		
CA. UCAYALI / CA. TARMA Y CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	78.67		
CA. UCAYALI / CA SIMON BOLIVAR Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	15.68		
CA. CUZCO / ESQ. CA. TARMA	1.00	m	8.37		
CA. SAN MARTIN / CA. TARMA Y CA. CHANCHAMAYO	1.00	m	73.36		
CA. SAN MARTIN / CA. CHANCHAMAYO Y CA. SAN PEDRO	1.00	m	86.01		
CONEXIÓN DE RED DE VACIO A ESTACION DE VACIO	1.00	m	8.72		
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	1.00	m3	248.15	297.77	297.77
volumen de zanjas					
factor esponjamiento	0.2		49.63		

SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS							
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC ø4" CLASE 10	1.00	m				1378.59	1378.59
CA. TARMA	1.00	m	353.49				
CA. SAN PEDRO	1.00	m	344.94				
CA. SAN MARTIN	1.00	m	168.09				
CA. JOSE A. SUCRE	1.00	m	143.41				
CA. LIBERTAD	1.00	m	142.71				
CA. UCAYALI	1.00	m	122.98				
CA. CUZCO	1.00	m	8.37				
CA. SIMON BOLIVAR	1.00	m	94.60				
SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO PVC ø4" 45°	50	unid				50.00	50.00
conexión a camaras de vacio	35	unid					
empalme en redes de vacio	15	unid					
SUMINISTRO E INSTALACION DE CAMARA DE VACIO	35	unid					35.00
CONEXIÓN DOMICILIARIA TUBERIA PVC 160mm							
MOVIMIENTO DE TIERRAS							
EXCAVACION ZANJAS P/TUB PVC 160mm (CASAS)	225	m	1.20				270.00
FRENTE A CA. TARMA	46	m	1.20			55.20	
FRENTE A CA. LIBERTAD	27	m	1.20			32.40	
FRENTE A CA. UCAYALI	24	m	1.20			28.80	
FRENTE A CA. CUZCO	25	m	1.20			30.00	
FRENTE A CA. JOSE A. SUCRE	23	m	1.20			27.60	
FRENTE A CA. SIMON BOLIVAR	19	m	1.20			22.80	
FRENTE A CA. SAN PEDRO	28	m	1.20			33.60	
FRENTE A CA. CHANCHAMAYO	13	m	1.20			15.60	
FRENTE A CA. SAN MARTIN	20	m	1.20			24.00	
EXCAV. ZANJAS DE 1.20m a 1.50m MANZANAS	1.00	m					2636.94
CA. TARMA		m				482.07	
MZ P	1.00	m	67.69				
MZ K	1.00	m	78.68				
MZ Q	1.00	m	67.13				
MZ R	1.00	m	72.77				
MZ L	1.00	m	68.90				
MZ S	1.00	m	62.07				
MZ M	1.00	m	64.82				
CA. SIMON BOLIVAR		m				184.17	
MZ J	1.00	m	53.67				
MZ D	1.00	m	34.61				
MZ K	1.00	m	18.61				
MZ E	1.00	m	22.71				
MZ F	1.00	m	54.57				
CA. CHANCHAMAYO		m				173.95	
MZ G	1.00	m	54.05				
MZ L	1.00	m	44.45				
MZ M	1.00	m	46.98				
MZ H	1.00	m	28.47				
CA. SAN PEDRO		m				395.14	
MZ A	1.00	m	62.10				
MZ E	1.00	m	70.50				
MZ B	1.00	m	54.96				
MZ F y G	1.00	m	123.47				
MZ C	1.00	m	32.50				
MZ H	1.00	m	51.61				
CA. JOSE A. SUCRE		m				238.93	
MZ J	1.00	m	58.46				
MZ K	1.00	m	52.77				
MZ D	1.00	m	66.40				
MZ E	1.00	m	61.30				

Partida	01.01.02	(010104010914-0102005-01)	EXCAV. ZANJA P/CAMARA DE VACIO T-NORMAL DE 1.20m a 1.50m PROF.	Costo unitario directo por:		m3	14.50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0080	27.54	0.22	
0101010005	PEON		hh	0.2400	15.34	3.68	
3.90							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.20	0.20	
03011700020004	RETROEXCAVADORA CASE 580C		hm	0.0800	130.00	10.40	
10.60							
Partida	01.01.03	(010303090104-0102005-01)	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30m	Costo unitario directo por:		m	4.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	0.1455	15.34	2.23	
2.23							
Materiales							
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.0480	28.00	1.34	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0290	10.00	0.29	
1.63							
Equipos							
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		dia	0.0182	15.00	0.27	
0.27							
Partida	01.01.04	(010303090204-0102005-01)	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB D=4" T-NORMAL de 1.20m a 1.50m	Costo unitario directo por:		m	7.01
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0053	27.54	0.15	
0101010004	OFICIAL		hh	0.1067	16.01	1.71	
0101010005	PEON		hh	0.1600	15.34	2.45	
4.31							
Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.2500	10.00	2.50	
2.50							
Equipos							
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		dia	0.0133	15.00	0.20	
0.20							
Partida	01.01.05	(010601080501-0102005-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:		m3	14.70
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0018	27.54	0.05	
0101010005	PEON		hh	0.0533	15.34	0.82	
0.87							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.0178	175.00	3.12	
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		hm	0.0711	150.00	10.67	
13.83							
Partida	01.02.01	(010118020307-0102005-01)	SUMINISTRO E INSTALACION. TUB. PVC D= 4" CLASE 10	Costo unitario directo por:		m	45.54
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.3333	21.01	7.00	
0101010004	OFICIAL		hh	0.3333	16.01	5.34	
0101010005	PEON		hh	0.6667	15.34	10.23	
22.57							
Materiales							
02052700010006	TUBERIA DE PVC CLASE 10, D= 4 PULG		m	1.0500	19.05	20.00	
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN		und	0.0700	26.90	1.88	
02221200010001	LUBRICANTE PARA PVC		gal	0.0100	40.50	0.41	
22.29							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.68	0.68	
0.68							

Partida	01.02.02	(010313320114-0102005-01)	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS PVC D= 4" 45°	Costo unitario directo por:		und	107.38
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	0.2667	21.01	5.60
0101010004	OFICIAL			hh	1.3333	16.01	21.35
0101010005	PEON			hh	2.6667	15.34	40.91
67.86							
Materiales							
0215020001	CODO CPVC DE 45°			und	1.0000	5.30	5.30
02190100010025	CONCRETO F'c=140 kg/cm2 P/ANCLAJES			m3	0.0750	410.50	30.79
02221200010001	LUBRICANTE PARA PVC			gal	0.0010	40.50	0.04
36.13							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.39	3.39
3.39							

Partida	01.02.03	(010118021102-0102005-01)	SUMINISTRO E INSTALACION DE CAMARA DE VACIO	Costo unitario directo por:		und	5,736.78
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.5000	27.54	13.77
0101010005	PEON			hh	1.5000	15.34	23.01
0101020002	CAMARA DE VACIO			qlb	1.0000	4,500.00	4,500.00
0101020003	FLETE DE CAMARA DE VACIO A OBRA			qlb	1.0000	1,000.00	1,000.00
5,536.78							
Materiales							
0273070003	EMPALME A RED DE VACIO			und	1.0000	200.00	200.00
200.00							

Partida	02.01.01	(010303010506-0102005-01)	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N DN 160 (CASAS)	Costo unitario directo por:		m	11.21
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0667	21.01	1.40
0101010005	PEON			hh	0.0667	15.34	1.02
2.42							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.12	0.12
03011700020005	RETROEXCAVADORA CASE 590 SK			hm	0.0667	130.00	8.67
8.79							

Partida	02.01.02	(010303010507-0102005-01)	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N DE 1.20m a 1.50m manzanas	Costo unitario directo por:		m	11.21
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0667	21.01	1.40
0101010005	PEON			hh	0.0667	15.34	1.02
2.42							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.12	0.12
03011700020005	RETROEXCAVADORA CASE 590 SK			hm	0.0667	130.00	8.67
8.79							

Partida	02.01.03	(010303090104-0102005-01)	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30m	Costo unitario directo por:		m	4.13
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	0.1455	15.34	2.23
2.23							
Materiales							
02070200010002	ARENA GRUESA			m3	0.0480	28.00	1.34
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA			m3	0.0290	10.00	0.29
1.63							
Equipos							
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA			día	0.0182	15.00	0.27
0.27							

Partida	02.01.04	(010303090205-0102005-01)	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-N de 1.20m a 1.50m	Costo unitario directo por:		m	8.85
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0067	27.54	0.18	
0101010003	OPERARIO		hh	0.0667	21.01	1.40	
0101010005	PEON		hh	0.3333	15.34	5.11	
							6.69
Materiales							
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.0580	28.00	1.62	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0420	10.00	0.42	
							2.04
Equipos							
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		dia	0.0083	15.00	0.12	
							0.12
Partida	02.01.05	(010601080501-0102005-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:		m3	14.70
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0018	27.54	0.05	
0101010005	PEON		hh	0.0533	15.34	0.82	
							0.87
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	0.0178	175.00	3.12	
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		hm	0.0711	150.00	10.67	
							13.83
Partida	02.02.01	(010118010903-0102005-01)	CONEXIONES DOMICILIARIAS P/DESAGUE Lp=1.20m	Costo unitario directo por:		und	322.34
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	27.54	2.75	
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	21.01	42.02	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	16.01	32.02	
0101010005	PEON		hh	2.0000	15.34	30.68	
							107.47
Materiales							
0204010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO		kg	0.4500	4.50	2.03	
02061300010001	CACHIMBA DE PVC-SAL DE 200 mm X 160 mm X 45°		und	1.0000	165.00	165.00	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.0750	28.00	2.10	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.5000	21.00	10.50	
02130300010002	YESO BOLSA 12 kg		bol	0.2500	5.50	1.38	
0219090001	TAPA DE CONCRETO REFORZADO PARA BUZON		und	1.0000	25.00	25.00	
0222080016	PEGAMENTO PARA CPVC		gal	0.0410	85.00	3.49	
							209.50
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.37	5.37	
							5.37

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACÍO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	RED DE DESAGUE				312,591.85
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				43,654.56
01.01.01	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N D= 4" DE 1.20m a 1.50m	m	1,378.59	16.81	23,174.10
01.01.02	EXCAV. ZANJA P/CAMARA DE VACIO T-NORMAL DE 1.20m a 1.50m PROF.	m3	51.43	14.50	745.74
01.01.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30m	m	1,378.59	4.13	5,693.58
01.01.04	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB D=4" T-NORMAL de 1.20m a 1.50m	m	1,378.59	7.01	9,663.92
01.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	297.77	14.70	4,377.22
01.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				268,937.29
01.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION. TUB. PVC D= 4" CLASE 10	m	1,378.59	45.54	62,780.99
01.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS PVC D= 4" 45°	und	50.00	107.38	5,369.00
01.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE CAMARA DE VACIO	und	35.00	5,736.78	200,787.30
02	CONEXIONES DOMICILIARIAS TUBERIA PVC 160mm				152,075.51
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				79,549.01
02.01.01	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N DN 160 (CASAS)	m	270.00	11.21	3,026.70
02.01.02	EXCAVACION ZANJA P/TUB T-N DE 1.20m a 1.50m manzanas	m	2,636.94	11.21	29,560.10
02.01.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS H= 0.30m	m	2,906.94	4.13	12,005.66
02.01.04	RELLENO COMP. DE ZANJAS P/TUB T-N de 1.20m a 1.50m	m	2,906.94	8.85	25,726.42
02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	627.90	14.70	9,230.13
02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				72,526.50
02.02.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS P/DESAGUE Lp=1.20m	und	225.00	322.34	72,526.50
	COSTO DIRECTO				464,667.36
	SON : CUATROCIENTOS SESENTICUATRO MIL SEISCIENTOS SESENTISIETE Y 36/100 NUEVOS SOLES				

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTO ENTRE EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL

Se obtuvo los siguientes montos referenciales:

Tabla 10

Resumen valor referencial de los sistemas de alcantarillado convencional y por vacío

TIPO DE SISTEMA	COSTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL	S/. 439,997.96
SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACIO	S/. 464,667.36

Fuente: Elaboración propia

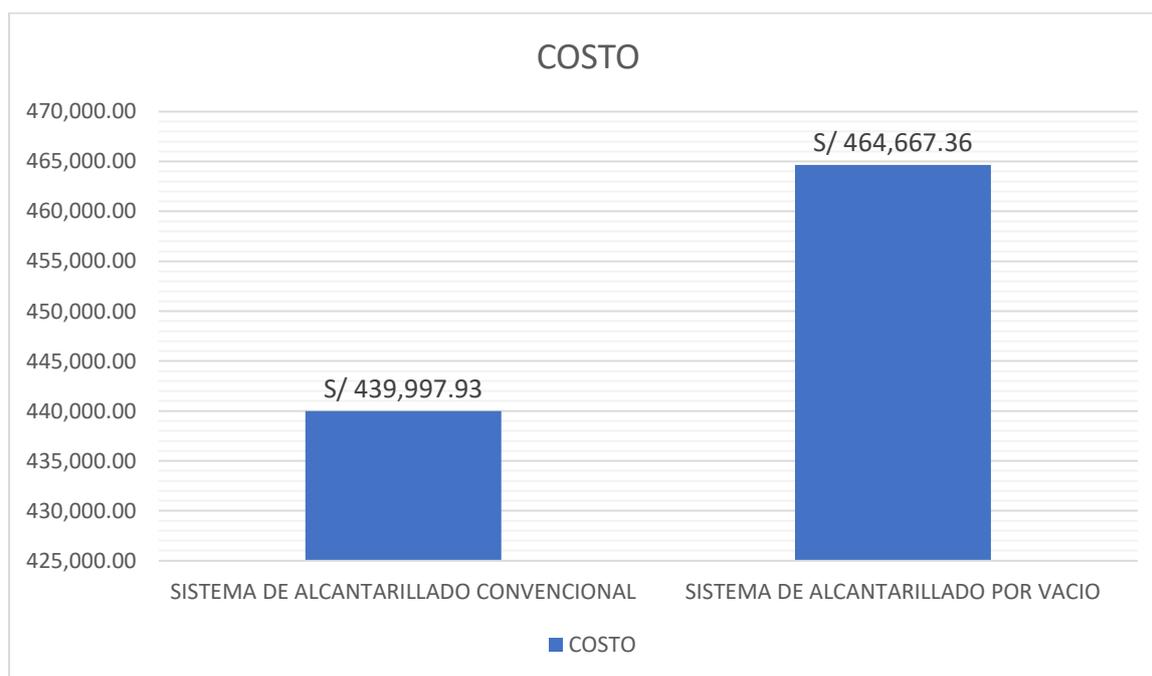


Figura 13 Barra comparativo de los sistemas de alcantarillado convencional y por vacío

Se puede apreciar que el valor del sistema de alcantarillado por vacío es 5.61% superior respecto al valor del sistema de alcantarillado convencional, por lo que se puede decir que el sistema de alcantarillado por vacío es más costoso que el sistema de alcantarillado convencional.

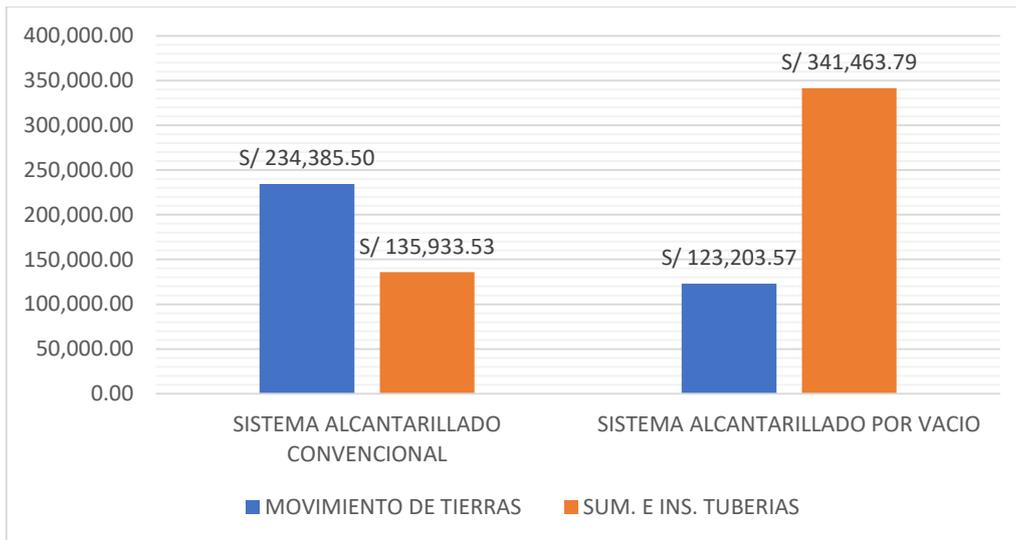


Figura 14 Barra comparativo de movimiento de tierras y suministros e instalacion de tuberias de los sistemas de alcantarillado convencional y por vacio

Se puede observar en la Figura N°14 que la poca profundidad con la que trabaja el sistema de alcantarillado por vacío ha permitido obtener un ahorro considerable teniendo en cuenta que el perfil de terreno favorecía al sistema de alcantarillado convencional.

Asimismo, se puede apreciar un costo superior de los suministros e instalación de tuberías en el sistema de alcantarillado por vacío respecto al sistema de alcantarillado convencional, dado que existe una tubería paralela a la red principal de vacío, el cual sirve para llevar las aguas residuales a las cámaras de vacío.

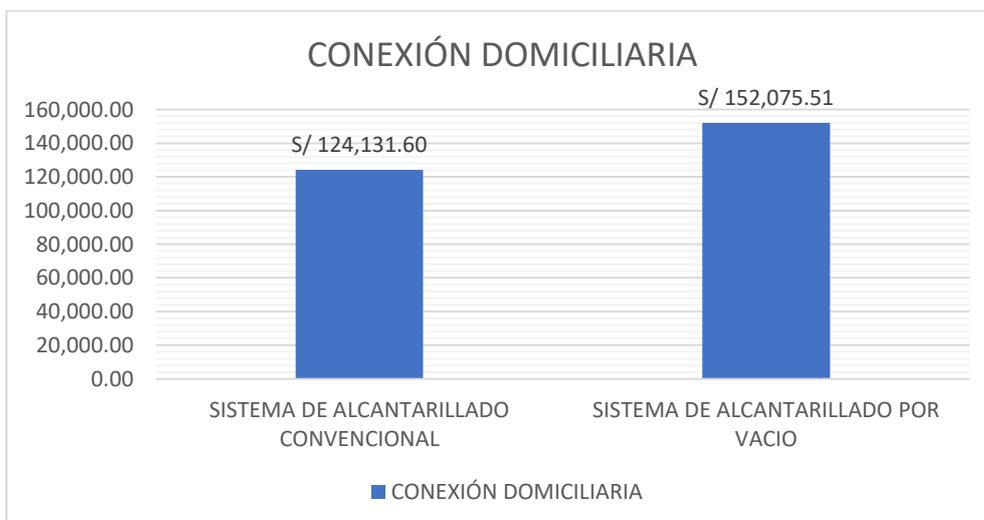


Figura 15 Barra comparativa de costos para conexión domiciliaria en los sistemas de alcantarillado convencional y por vacio

Como se puede ver en la Figura N°15 el costo referencial para la conexión domiciliaria es considerablemente menor del sistema de alcantarillado por vacío respecto al sistema de alcantarillado convencional, dado que en el sistema de alcantarillado por vacío existe una red colectora secundaria paralela a la red principal la cual recolecta las aguas residuales de las viviendas para ser transportadas hacia las cámaras de vacío.

De igual manera, la implementación de las cámaras de vacío implica un costo mayor respecto a la construcción de los buzones en el sistema de alcantarillado convencional, debido a que las cámaras de vacío cuentan con válvulas, sensores y tuberías internas que permiten el adecuado funcionamiento de esta tecnología.

Ventajas y desventajas

Considerando aspectos económicos y técnicos en sistemas de recolección de aguas residuales, el sistema de alcantarillado por vacío viene mostrando grandes resultados en sus aplicaciones en Europa, Asia y Norteamérica, por ser un sistema totalmente hermético sin presentar grandes inconvenientes respecto a sistemas convencionales, por lo cual el sistema de vacío presenta las siguientes ventajas y desventajas en relación a sistemas de alcantarillado convencional.

1. Excavación del terreno

- Perfil en alcantarillado por vacío: en la excavación de zanjas para el sistema de alcantarillado por vacío, para determinar el ancho de la zanja se tomará en cuenta 0.30 m a cada lado de la tubería más el diámetro nominal de la tubería a emplear. Asimismo, la profundidad variará según el terreno donde se empleará teniendo en cuenta lo mostrado en la figura 3.1.



Figura 16 Perfil en alcantarillado por vacío (AIRVAC)

- Perfil de alcantarillado convencional: en ancho de zanja a emplear se determinará según el diámetro de tubería a emplear y deberá ser uniforme en todo el trayecto de la red. La profundidad de excavación buscara satisfacer el principio de funcionamiento de la red, que es auto limpieza por gravedad, por lo que dependerá de la cota del terreno por donde se proyecte la red de alcantarillado (ver imagen N°

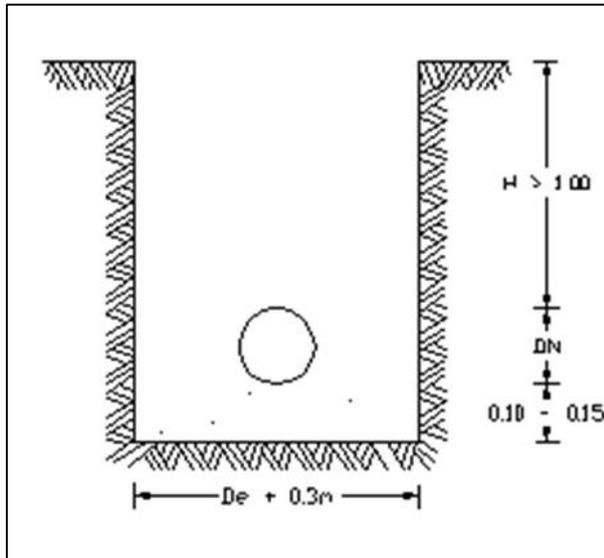


Figura 17 Perfil de alcantarillado convencional (SEDAPAL)



Imagen N° 1 excavación con maquinaria para instalación de tuberías en alcantarillado convencional. Fuente: obra Acobambilla, 2017.

2. Instalación de cámaras

- Cámara en alcantarillado por vacío: las cámaras de vacío vienen pre ensamblados, por lo que el tiempo de instalación dura en un periodo de 3 horas como máximo. Asimismo, no se requiere de mucho personal para su instalación debido al número reducido de componentes y ser liviano por su material HDPE, por lo que es un beneficio mayor respecto a la mano de obra, como se muestra en la imagen N° 2.



Imagen N°2 instalación de cámara de vacío. Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

- Cámara en alcantarillado convencional: a comparación del sistema de alcantarillado por vacío, la ejecución es más lenta por su ejecución durante la obra (ver imagen N° 3), además de que exista riesgos de sufrir filtraciones. Sin embargo, el costo de estas cámaras es mucho más económicas que las cámaras por vacío.



Imagen N° 3 confección de cámara in-situ para alcantarillado convencional. Fuente: obra Acobambilla, 2017.

3. Adaptación al terreno

- Perfil de alcantarillado por vacío: una de las principales ventajas de la red de vacío, es su fácil adaptación a cualquier tipo de terreno, sin importar su topografía o el tipo de suelo que exista. Además, su evitar fácilmente los obstáculos que pueda existir.

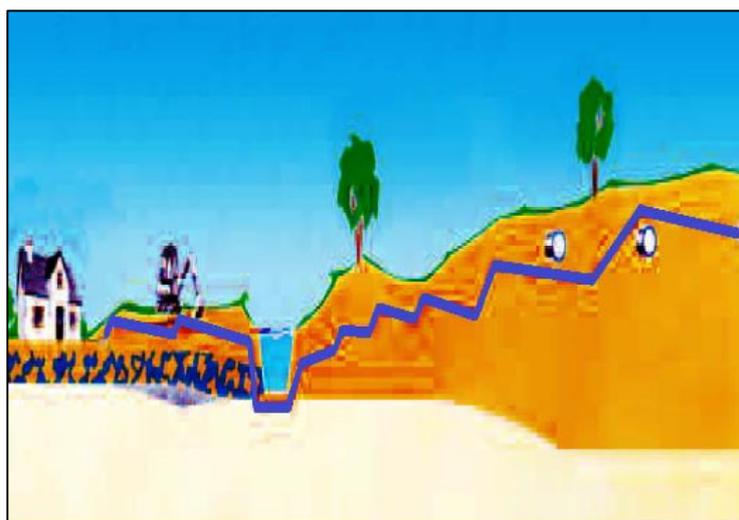


Figura 18 perfil de alcantarillado por vacío. Fuente: Terraigua

- Perfil de alcantarillado convencional: a diferencia del sistema de alcantarillado por vacío, el alcantarillado convencional trabaja bajo el principio de auto limpieza, por lo que emplea la pendiente para ello. Asimismo, no se adapta fácilmente a los obstáculos que se puedan presentar por lo que en muchas circunstancias se necesita excavaciones más profundas (ver figura 3.5).



Figura 19 perfil de alcantarillado convencional. Fuente: Terraigua

4. Sin obstrucciones

- Alcantarillado por vacío: al ser un sistema totalmente hermético, no existe probabilidad de que sean arrojados desechos a la red de vacío por la población de manera externa, ni el ingreso de aguas pluviales que normalmente provocarían rebalses en las redes.

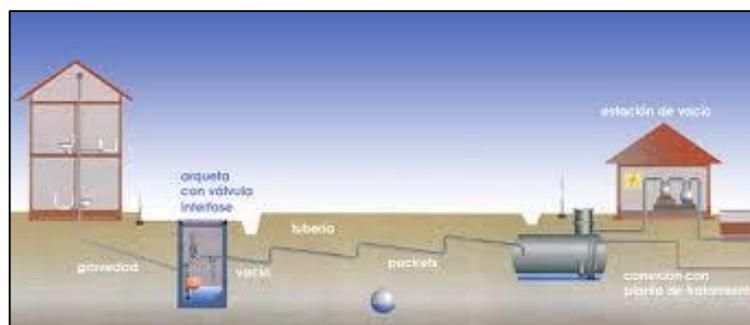


Figura 20 red de vacío hermético. Fuente: Terraigua

- Alcantarillado convencional: existe grandes posibilidades que harán que este sistema tenga obstrucciones por desechos orgánicos e inorgánicos que son arrojados en las alcantarillas y obtenidos a través de afluentes externos (ver imagen N° 4).



Imagen N° 4 muestra problemas de rebalse y uno de los problemas de obstrucción.

5. Diámetro de tuberías

- La red de vacío trabaja bajo una presión negativa por lo que el sistema es totalmente automático de una pendiente para su auto limpieza y por ende no necesita de grandes diámetros de tubería, como si sucede con la red de alcantarillado convencional, que a medida que aumenta la recolección de las aguas servidas y externas aumenta su diámetro en el trayecto.



Figura 21 tubería para red de vacío

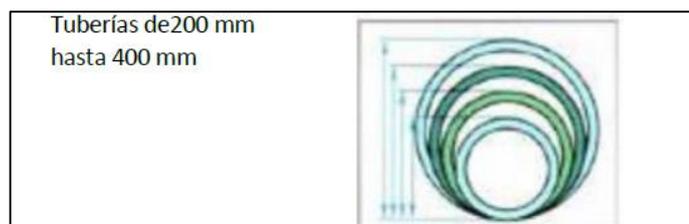


Figura 22 tubería para red de alcantarillado convencional

Tabla 11

Cuadro comparativo entre el sistema de alcantarillado por vacío y el convencional.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	
ALCANTARILLADO POR VACÍO	ALCANTARILLADO CONVENCIONAL
se realiza excavaciones con profundidades que varían entre 1.20 m y 1.50 m tanto en sentido favorable al flujo como en contrapendiente, por lo que el análisis es similar al de una red de agua potable.	Es adecuado en pendientes favorables al flujo de las aguas residuales; sin embargo, en terrenos con contrapendiente se requiere excavaciones más profundas para mantener el sentido de gravedad de la red.
Este sistema se puede aprovechar en terrenos con nivel freático alto, suelos rocosos, y terrenos con contrapendiente	Su función resulta difícil en terreno con alto nivel freático, suelos rocosos que incrementan elevadamente el presupuesto y topografía con pendientes contrarias al flujo de las aguas residuales.
El sistema presenta grandes ventajas en cuanto a evitar obstáculos en el recorrido, tales como redes de agua potable, redes de gas, entre otros. Dado que la flexibilidad de las tuberías se lo permiten.	Al trabajar por gravedad para su auto limpieza, encontrarse con obstáculos como redes de agua potable, de gas entre otros hace que se lleve la red a una mayor profundidad.
Las cámaras de vacío son de fácil instalación dado que son prefabricadas, reduciendo su tiempo de instalación y menor mano de obra.	Las cámaras de inspección son fabricadas in situ por lo que su construcción demanda tiempo y mayor mano de obra, dependiendo de la profundidad en la que se vaya a instalar.
En el mercado actual no hay muchos proveedores para este sistema por lo que algunos de los insumos tienen que ser importados incrementando los costos.	En el país muchas empresas se dedican a este sistema de alcantarillado, por lo que no permite encontrar precios y marcas de acuerdo al proyecto.
Este sistema depende en su totalidad de la estación de vacío para su funcionamiento de presión negativa, sin importar si la topografía y el ambiente es el adecuado o no.	Su principio de funcionamiento es la auto limpieza, por lo que en condiciones de pendientes favorables al flujo de las aguas residuales trabaja únicamente por gravedad.
Es un sistema totalmente hermético el cual evita la emisión de olores fetidos, no presenta problemas de obstrucción por la presión negativa a la cual funciona. Asimismo, si sucediera una rotura de tubería, las aguas residuales no saldrían y contaminarían el suelo	Al no ser un sistema hermético, está expuesto a captar aguas de lluvia con residuos orgánicos así como sedimentos, el cual pueden provocar obstrucciones y posteriores rebalses. Además de ello, provocar olores fetidos y posibles problemas infecciosos.

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

- Los resultados del estudio dan a conocer que el sistema de alcantarillado por vacío es un sistema tecnológico muy eficiente capaz de adaptarse a terrenos donde el sistema de alcantarillado convencional no son considerados apropiados por resultar elevadamente económicos o imposible de aplicar por la topografía de la zona a implementar.
- Los resultados dan a conocer que el sistema de alcantarillado por vacío resulta ser más económico en las partidas de movimiento de tierras y mano de obra por trabajar a una profundidad similar a la red de agua potable. Sin embargo, las cámaras de vacío y la estación de vacío aumentan considerablemente el presupuesto por ser accesorios que tienen que ser importados al no haber una empresa prestadora de ese servicio en el país, semejante a lo obtenido por Anton (2015) y Gallardo (2011).

V. CONCLUSIONES

- Se demostró que el sistema de alcantarillado por vacío puede ser empleado como alternativa al sistema de alcantarillado convencional en el distrito de San Pedro de Cajas.
- La instalación de las cámaras de vacío reduce considerablemente el tiempo y costo de mano de obra por ser prefabricadas y estar ensambladas, todo lo contrario, sucede con los buzones del sistema de alcantarillado convencional que requiere mayor mano de obra.
- El sistema de alcantarillado por vacío presenta una gran ventaja respecto al sistema de alcantarillado convencional, al ser sus cámaras de vacío totalmente herméticos impidiendo el ingreso de aguas pluviales y evitando asimismo posibilidades de obstrucción en la red como si suelen suceder en el sistema de alcantarillado convencional. Lo que hace que el sistema por vacío sea sostenible en cualquier ámbito de aplicación.
- Debido a la topografía favorable con el cual cuenta el distrito, como se puede observar en los perfiles longitudinales elaborados, el sistema de alcantarillado convencional es el más adecuado por cumplir con su función de autolimpieza y ser más económico que el sistema de alcantarillado por vacío.
- La inversión en el sistema de alcantarillado convencional asciende a S/ 439,997.96 en comparación al sistema de alcantarillado por vacío que asciende a S/ 464,667.36 el cual equivale a un incremento de 5.6% respecto al otro sistema.

TIPO DE SISTEMA	COSTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL	S/. 439,997.96
SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACIO	S/. 464,667.36

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar el sistema de alcantarillado por vacío en nuestro país, ya que este sistema es ideal en ambientes con altas precipitaciones, suelos rocosos, topografías con contrapendiente y suelos con alto nivel freático, como lo son la costa norte del Perú que año tras año sufren por el Fenómeno del Niño costero provocando obstrucciones, rupturas y focos infecciosos de enfermedades a la población. Asimismo, la topografía altamente accidentada en la sierra peruana, hace técnicamente muy costoso la instalación del sistema de alcantarillado convencional.
- Se sugiere implementar dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones al sistema de alcantarillado por vacío como alternativa tecnológica para el alcantarillado en lugares donde el sistema de alcantarillado convencional resulte económicamente no factible, donde exista contrapendientes o alto nivel freático.
- Brindar información sobre este sistema a través del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento a empresas que se dediquen al saneamiento para poder emplearlo en el país, el cual reduciría considerablemente los costos de los accesorios para poder ser aplicados en el Perú.

VII. REFERENCIAS

Antón L. (2015). *Análisis comparativo entre el sistema de alcantarillado al vacío y el sistema de alcantarillado por gravedad, y su aplicación en la ciudad de Piura*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Piura. Perú.

López R. (2000). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 5ta edición. Bogotá, Colombia Disponible en https://www.academia.edu/35920755/Este_89822446_Alcantarillados_Lopez_Cualla_OCR

Organización Panamericana de la Salud (2005) *Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. Cosude. Lima.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013) *Guía de diseño de alcantarillado por vacío*. Disponible en <http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/guia-diseno-alcantarillado-por-vacioMVCS-17072013.pdf>

Carbajal, M. y Villacorta G. (2016). *Evaluación técnica y económica del sistema de alcantarillado residual entre alcantarillado al vacío en la calle Garote, distrito de Belén, Provincia de Maynas, Región Loreto*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Científica del Perú

Danhke, G.L. (1989). *Investigación y comunicación*. En C. Fernández—Collado y G.L. Danhke. La comunicación humana: ciencia social. México, D.F.

FLOVAC sistema de alcantarillado por Vacío. FLOVAC 2017. Disponible en <https://flovac.com/sistema-de-alcantarillado-por-vacio-flovac/>

- Gallardo F. (2011). *Análisis comparativo entre alcantarillado al vacío y alcantarillado gravitacional en una villa de 214 viviendas en la ciudad de Valdivia*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Constructor). Universidad Austral de Chile. Chile
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014) *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México. 6ta. Ed. México, DF: Interamericana Editores, S.A.
ISBN: 978145622396
- Kerlinger (1979). *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*. México, D.F: Nueva Editorial Interamericana. McGraw—Hill Interamericana. 335p.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2013). *Guía de diseño de alcantarillado por vacío*. Perú.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2016). Norma Técnica Peruana OS 070. *Redes de Aguas Residuales*). Perú.
- Monroy G. (2014). *Problemática de los sistemas de alcantarillado*. (Tesina para optar la especialidad en Hidráulica). Universidad Autónoma de México. México.
- Rodríguez F. (Marzo-Abril, 2015). Sistemas de saneamiento por vacío: el caso de Santa Pola. *Tecnoagua- FLOVAC*. Recuperado de <https://www.tecnoagua.es/media/uploads/noticias/documentos/articulo- tecnico-sistemas-saneamiento-vacio-alcantarillado-aguas-residuales-santa-pola-flovac-tecnoagua-es.pdf>
- Sedapal (2005). *Reglamento de Elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para rehabilitaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao*. Disponible en <https://www.innteco.com.pe/tratamiento/archivos/Reglamento%20Sedapal.pdf>

Santosh Gupta (2002) *Methodology of Research and Statistical Techniques*. Deep & Deep Publications. 510p.

Selltiz, C., Jahoda, M., Deutsch, M., y Cook, S. W. (1980). *Métodos de investigación en las relaciones sociales*. Madrid: Ed. RIALP. 836p.

ISBN: 8432120251

Terraigua (2015) *Sistema de saneamiento por Vacío*. Recuperado de [http://www.terraigua.com/files/terraigua - saneamiento por vacio.pdf](http://www.terraigua.com/files/terraigua_-_saneamiento_por_vacio.pdf)

U.S. Environmental Protection Agency (october-1991). Office of research and development, Center for environmental research information risk reduction engineering laboratory. *Manual, Alternative Wastewater Collection System*. Washington, DC.

Hernández, Roberto (2013) *Metodología de la Investigación*. 6ta ed. México. 634p. Mc Graw.

ISBN: 978 1 4562 2396 0

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Comparación de diseños: Sistema de alcantarillado convencional y Sistema de alcantarillado por vacío, San Pedro De Cajas, 2018

Tabla 12

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Pregunta general	Objetivo general	Hipótesis general	VARIABLE 1			
¿Cuál es el sistema de alcantarillado más sostenible entre el sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado al vacío en San Pedro de Cajas, 2018?	Evaluar la implementación del sistema de alcantarilla por vacío que resulta ser más sostenible en comparación del sistema de alcantarillado convencional en San Pedro de Cajas, 2018.	El sistema de alcantarillado por vacío resulta ser más sostenible en comparación del sistema de alcantarillado convencional.	SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL	FUNCIONAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> - Red de tuberías - Pendientes - Ámbito de aplicación 	- Tipo de investigación Explicativo
Preguntas específicas	Objetivos específicos	Hipótesis específicos				
¿Cuál es el funcionamiento del sistema de alcantarillado convencional y del sistema de alcantarillado por vacío?	Determinar el funcionamiento del sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado al vacío	El sistema de alcantarillado convencional presenta mejor funcionamiento en comparación del sistema de alcantarillado convencional.		DISEÑO	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Velocidades - Caudales de diseño mínimos y máximos - Tuberías 	- Nivel de investigación Descriptivo
¿De qué modo influye el diseño del sistema de alcantarillado por vacío en comparación del sistema de alcantarillado convencional?	Analizar de qué modo influye el diseño del sistema de alcantarillado por vacío en comparación del sistema de alcantarillado convencional.	El sistema de alcantarillado por vacío se adapta mejor a la topografía de San Pedro de Cajas	VARIABLE 2			- Diseño de investigación: No experimental
¿Cuál es el sistema de alcantarillado más económico entre el sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado al vacío?	Analizar los costos entre el sistema de alcantarillado convencional y el sistema de alcantarillado al vacío.	Los costos del sistema de alcantarillado por vacío es mayor al sistema de alcantarillado convencional	SISTEMA DE ALCANTARILLADO AL VACÍO	COSTOS	<ul style="list-style-type: none"> - Excavación - Mano de obra - Tubería - Conexión domiciliaria 	De corte transversal.

ANEXO 2 Solicitud de planos de San Pedro de Cajas


MUNICIPALIDAD DISTRITAL
DE SAN PEDRO DE CAJAS

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL
SAN PEDRO DE CAJAS
TRAMITE DOCUMENTARIO
La recepción aquí indica conformidad

26 ENE 2018

N° Exp 0157 N° 3586
N° Fotos 007
Recibido por 002 Firma [Signature]

SOLICITO: INFORMACIÓN DE LA
OFICINA DE OBRAS

Prof.:
LUIS ALBERTO VILCHEZ HUAYNATE
Alcalde de la Municipalidad Distrital de San Pedro de Cajas
Presente.-

Yo, Luis Eusebio Barrion Tinoco, debidamente identificado con DNI N° 74735788 domiciliado en Calle Santa Anita 112 P. lote 28 N° Anexo y/o Barrio Distrito de Santa Anita Provincia Lima ante Usted con el debido respeto me dirijo a su digno despacho y expongo lo siguiente:

En mi condición de estudiante de Ingeniería Civil y ciclo de la Universidad Cesar Vallejo, sede Lima Este. Solicito plano de zonificación, plano topográfico plano de lotización del distrito de San Pedro de Cajas a fin de poder continuar con el desarrollo de mi tesis. Asimismo solicito la caudalosa población urbano del distrito, así como plano de las redes de alcantarilla y agua potable.

POR LO EXPUESTO

Me despido de Usted agradeciéndole por anticipado su atención a mi solicitud que espero alcanzar por ser de justicia.

San Pedro de Cajas, 26 de ENERO del 2018

Atentamente

[Signature]
SOLICITANTE
DNI N° 74735788

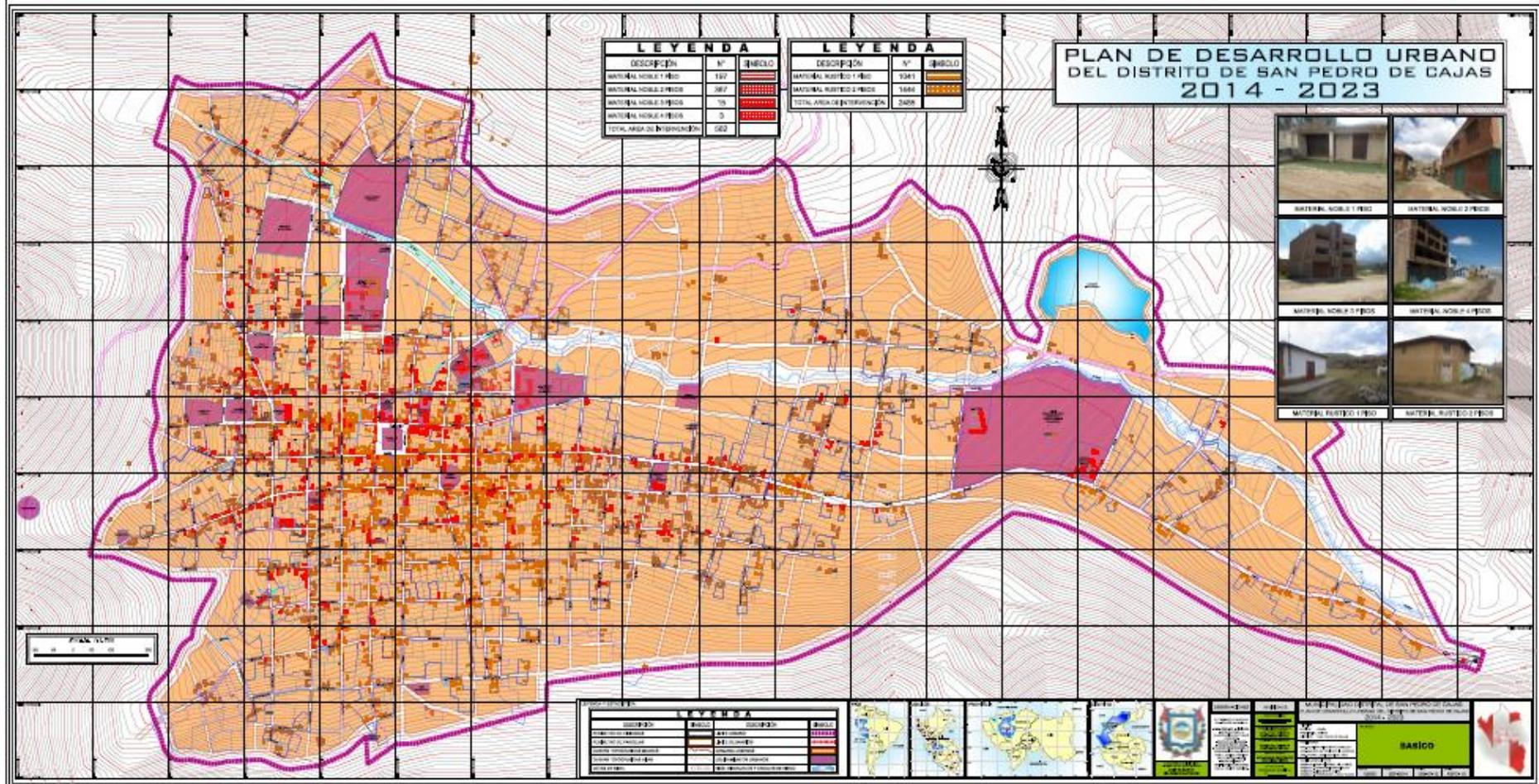
Nota: Adjunto:
• COPIA DNI
• COPIA CARNET UNIVERSITARIO
•

ANEXO 3 Instrumentos de recolección de datos

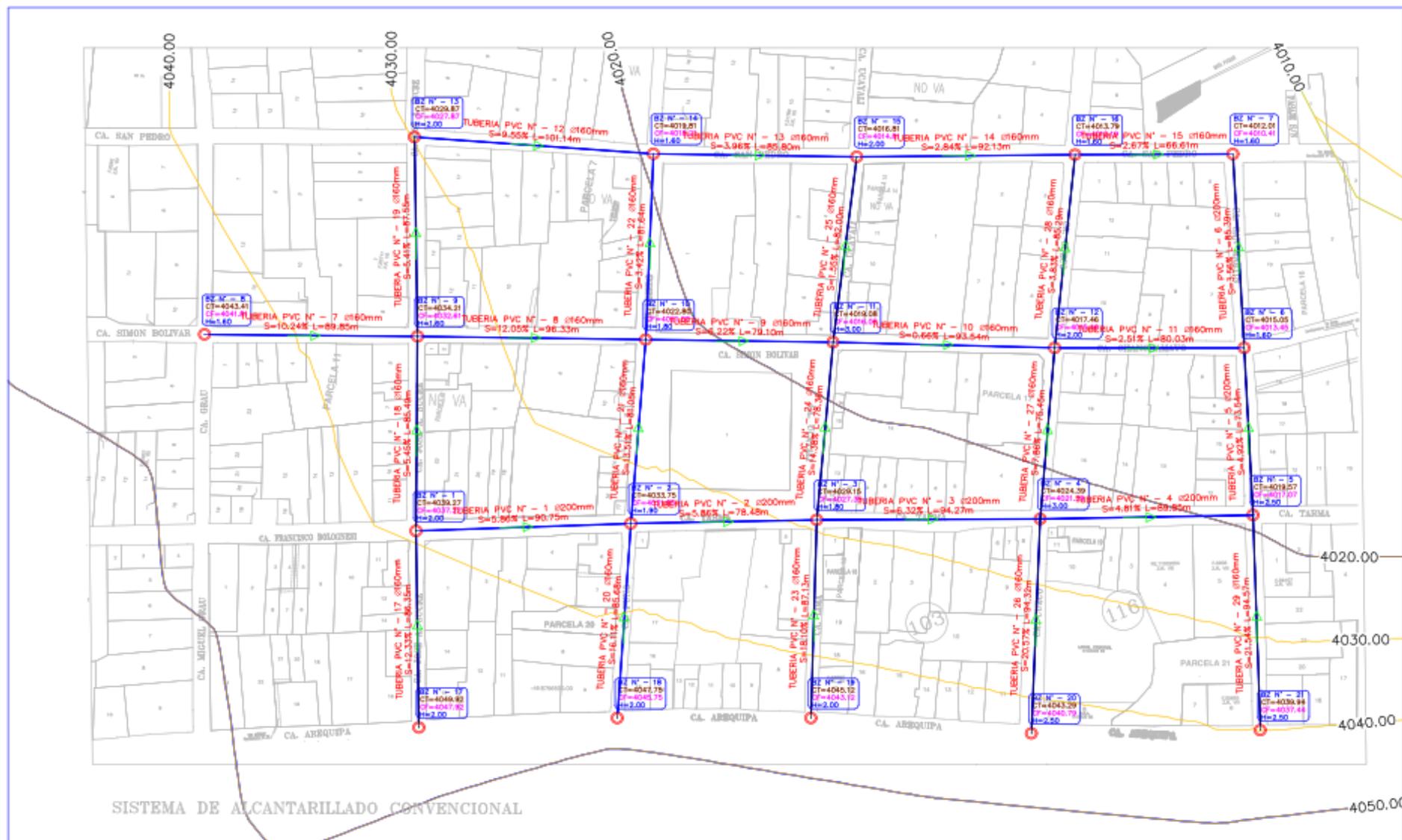
ANEXO 4 Planos de San Pedro de Cajas



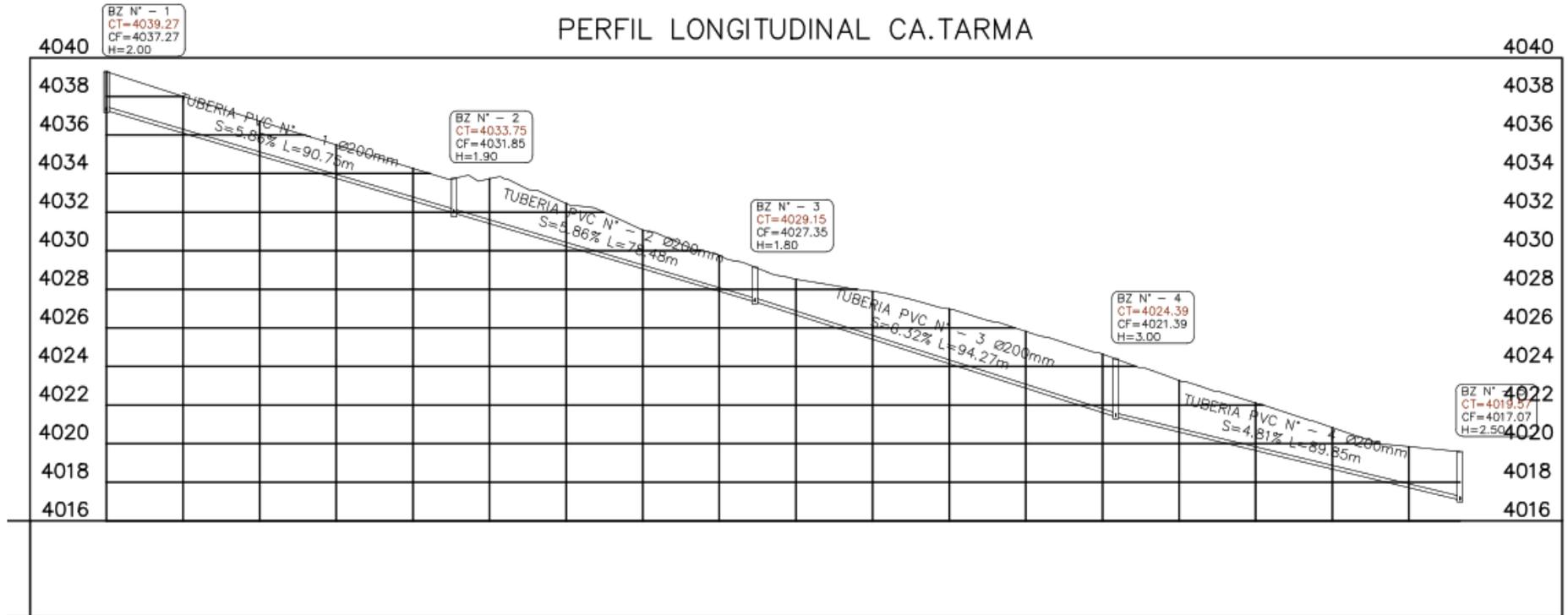
ANEXO 5 Plano topográfico de San Pedro de Cajas



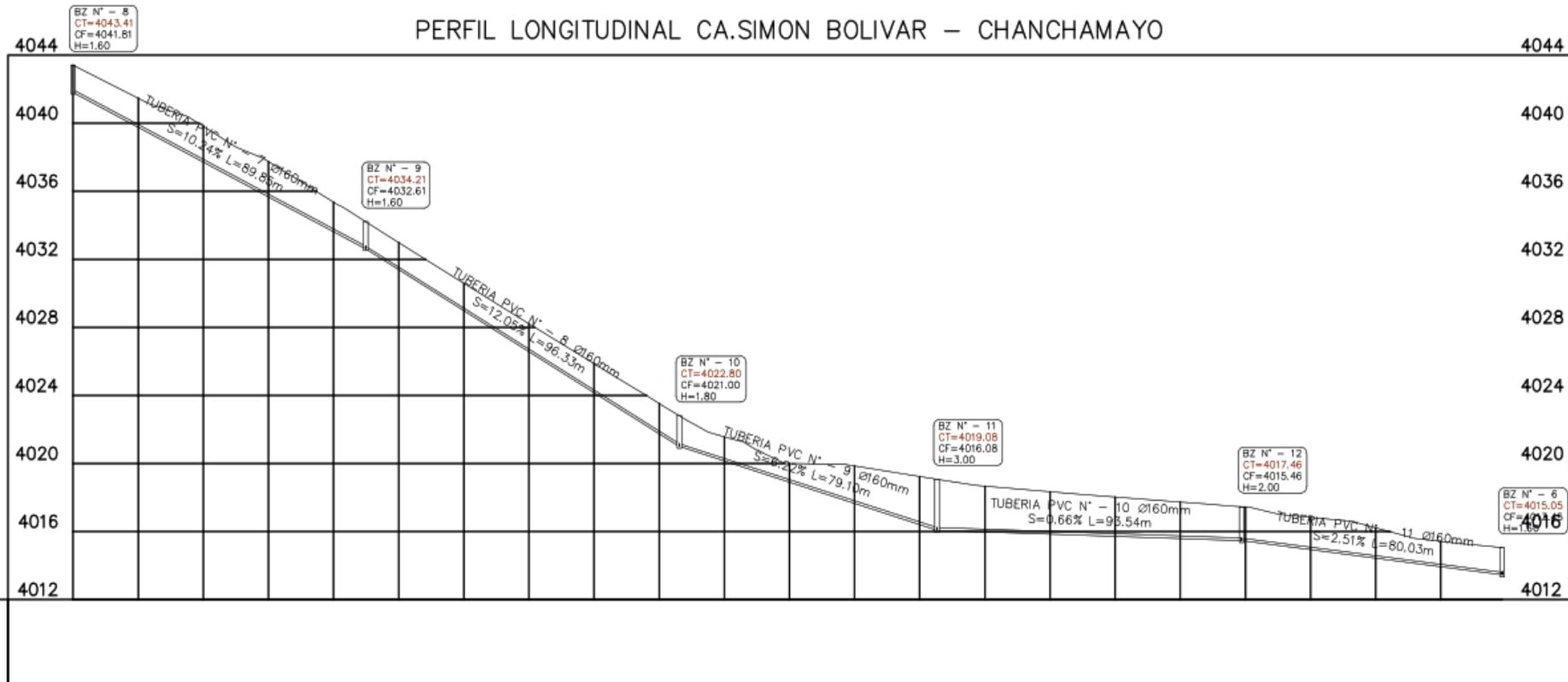
ANEXO 6 Diseño de alcantarillado convencional



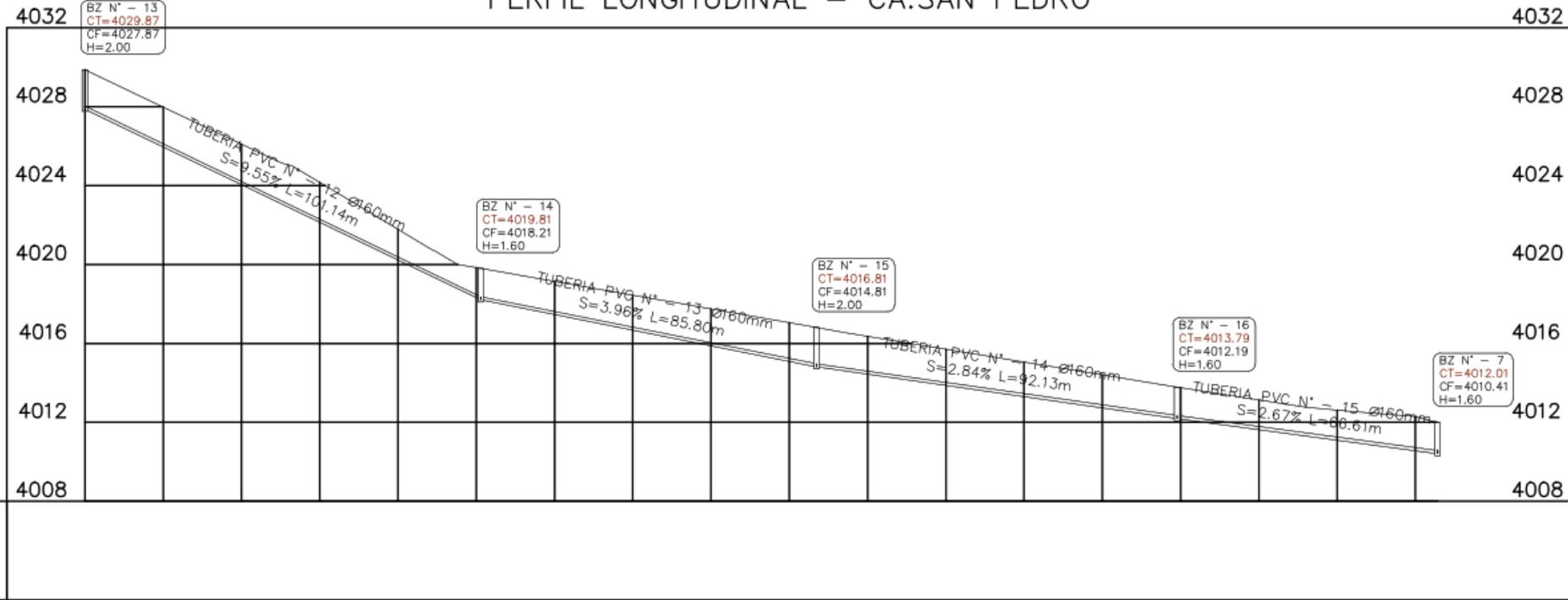
ANEXO 7 Perfiles de red de alcantarillado convencional



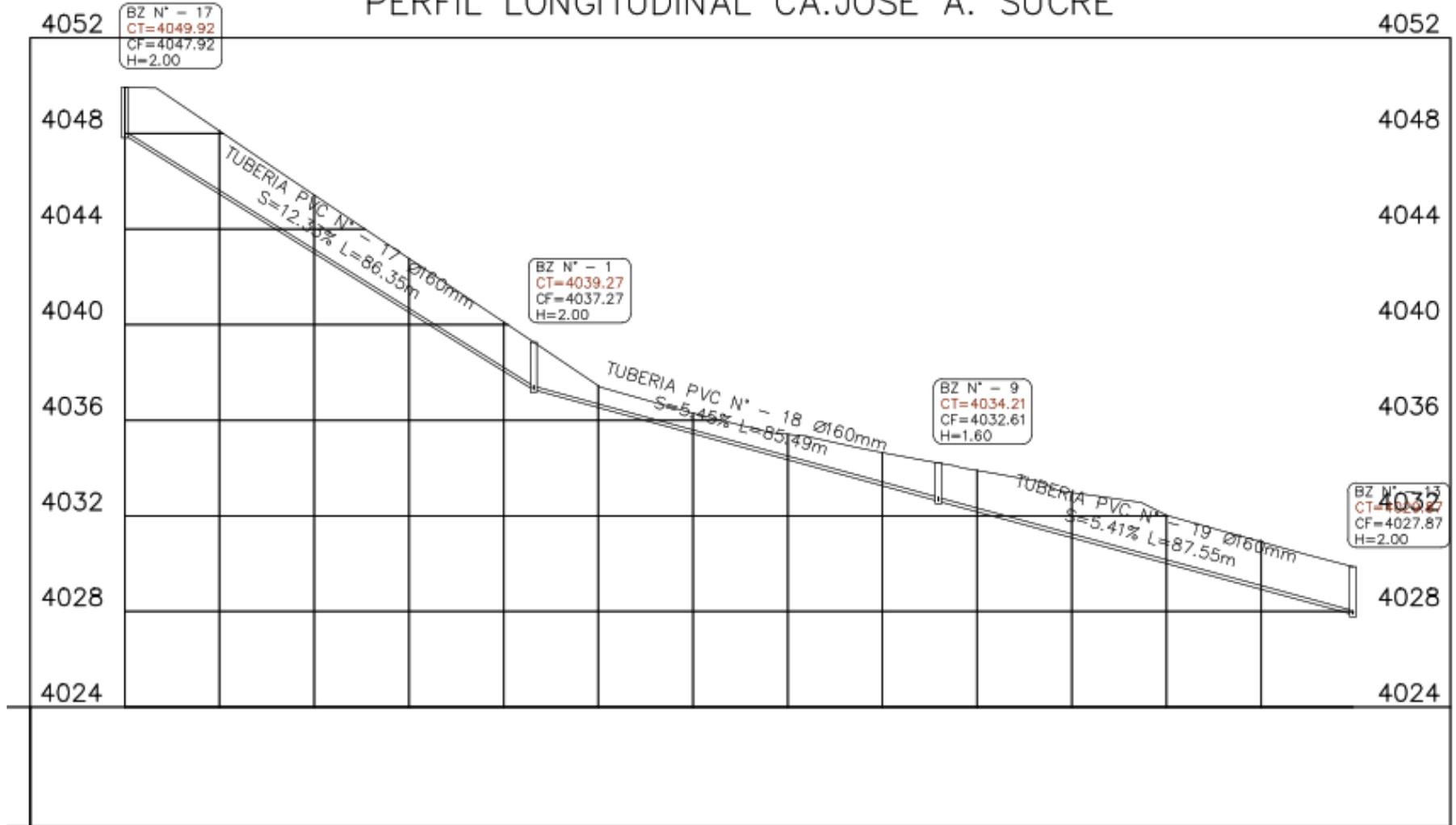
PERFIL LONGITUDINAL CA.SIMON BOLIVAR – CHANCHAMAYO



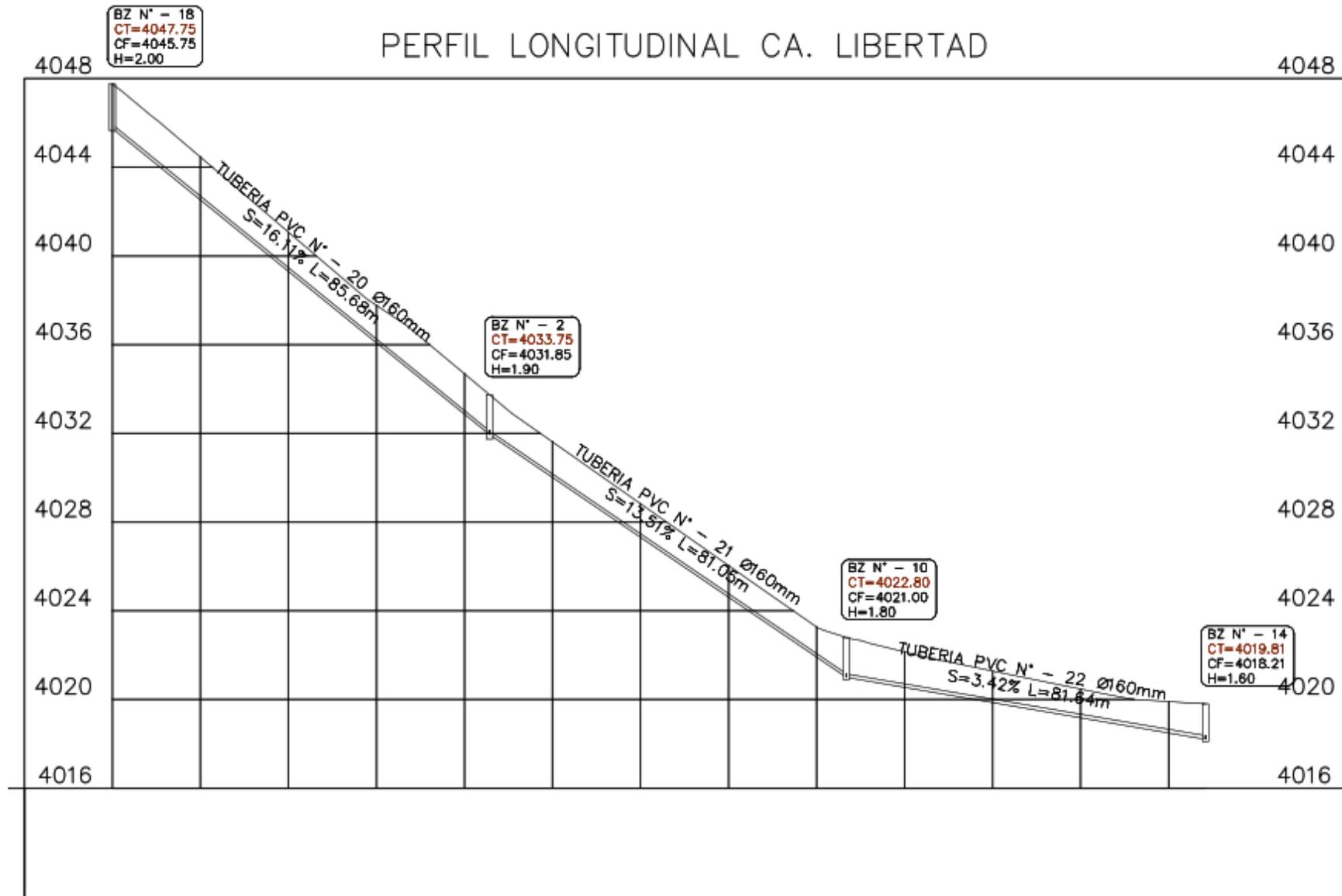
PERFIL LONGITUDINAL – CA.SAN PEDRO



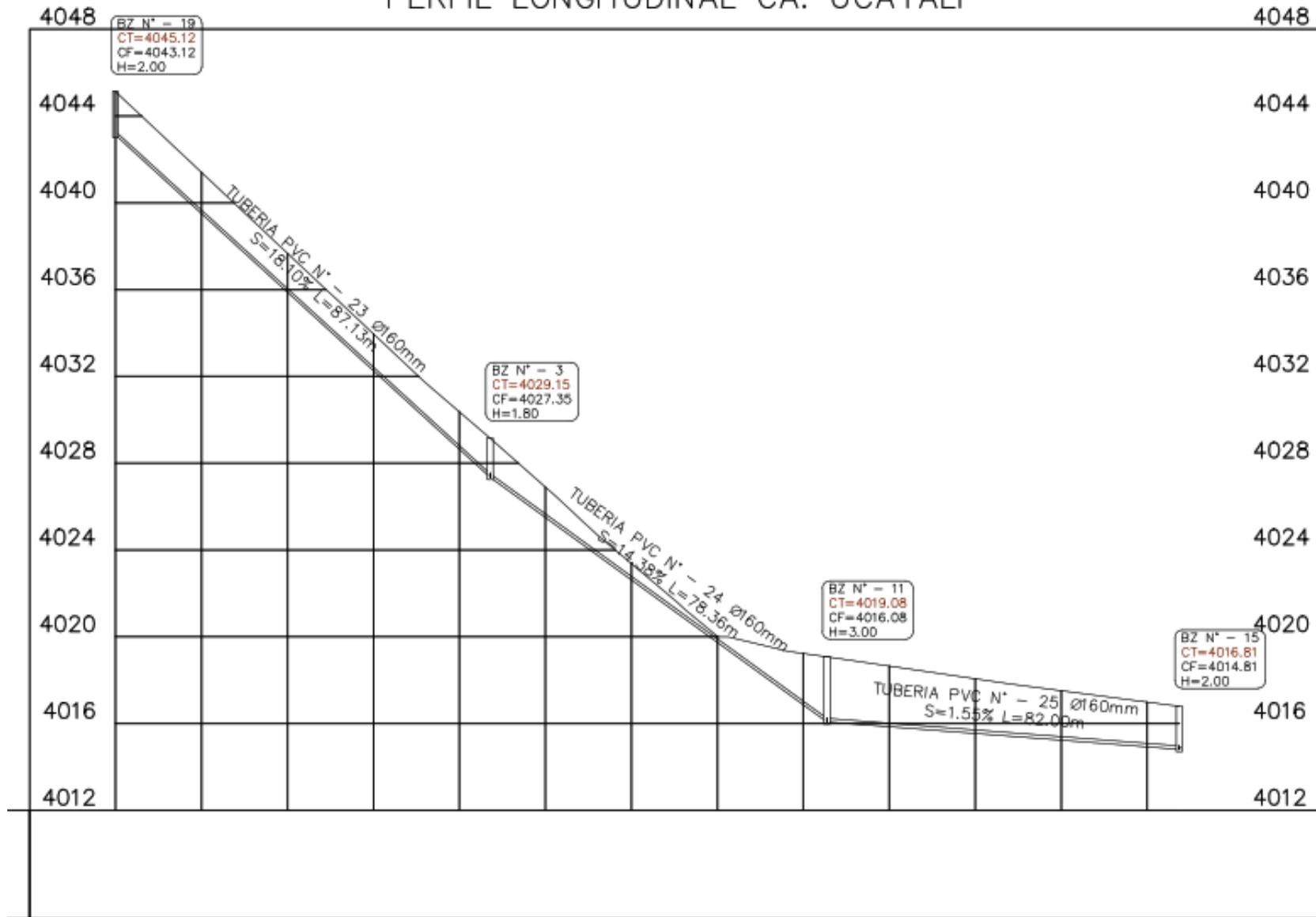
PERFIL LONGITUDINAL CA. JOSE A. SUCRE

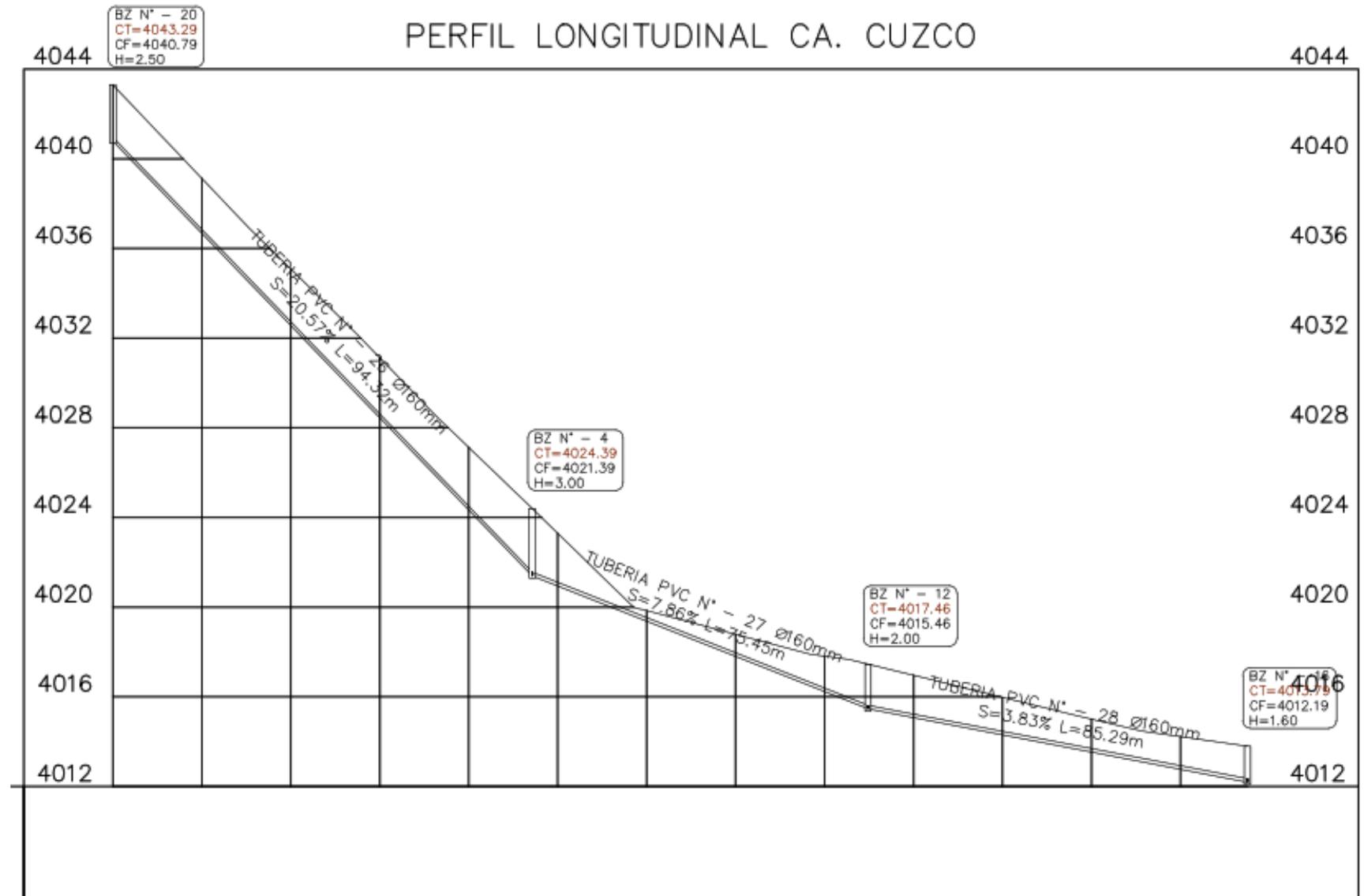


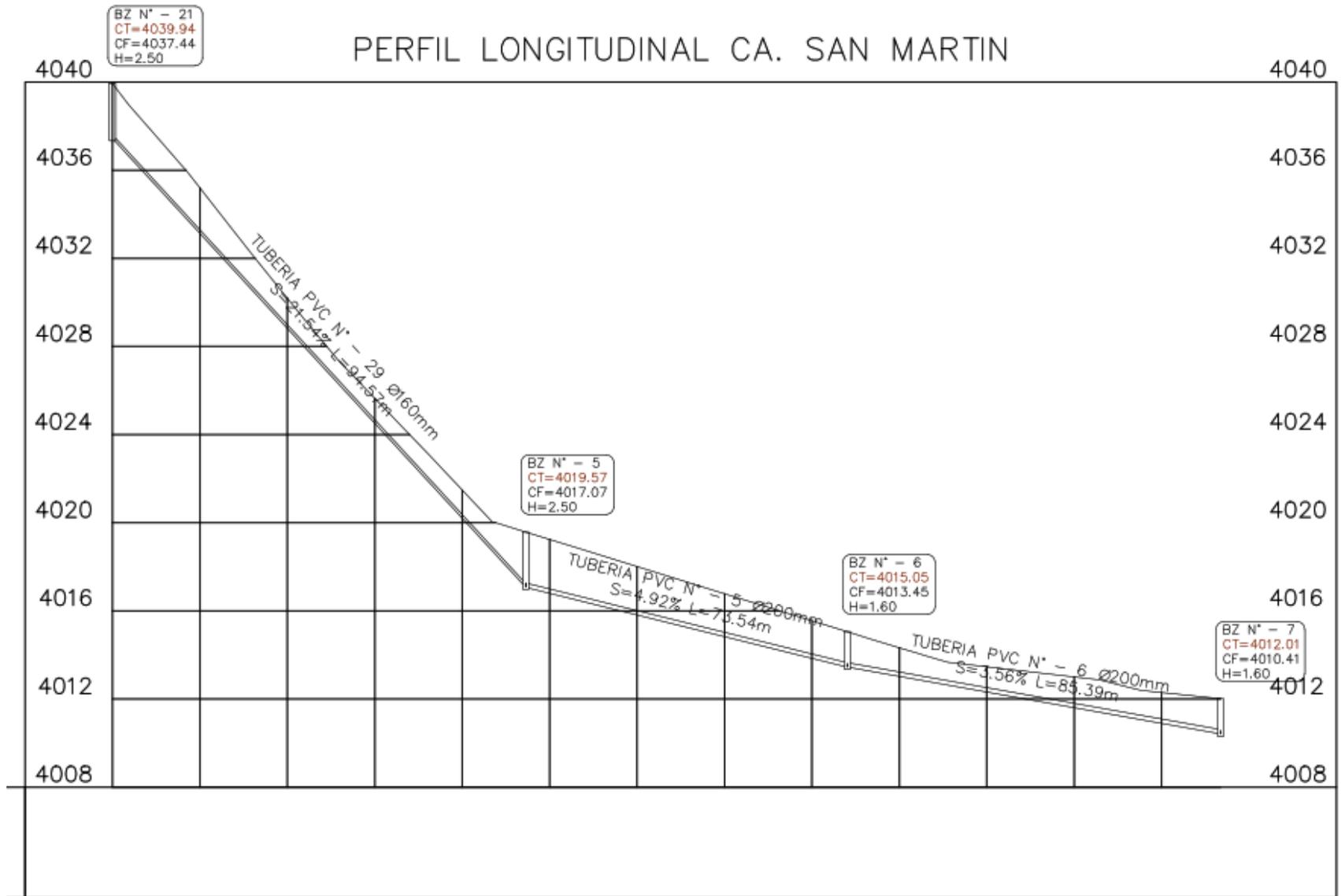
PERFIL LONGITUDINAL CA. LIBERTAD



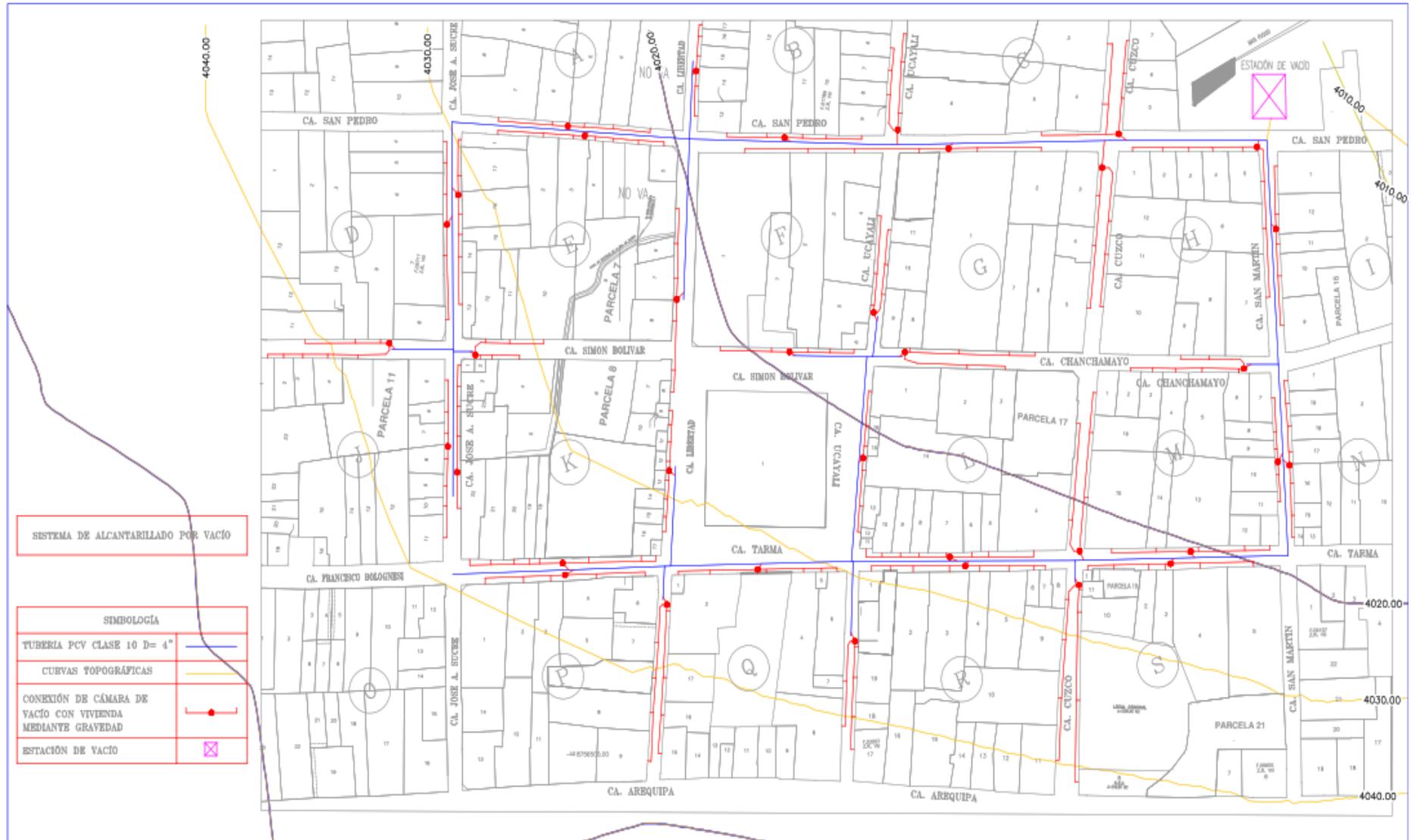
PERFIL LONGITUDINAL CA. UCAYALI



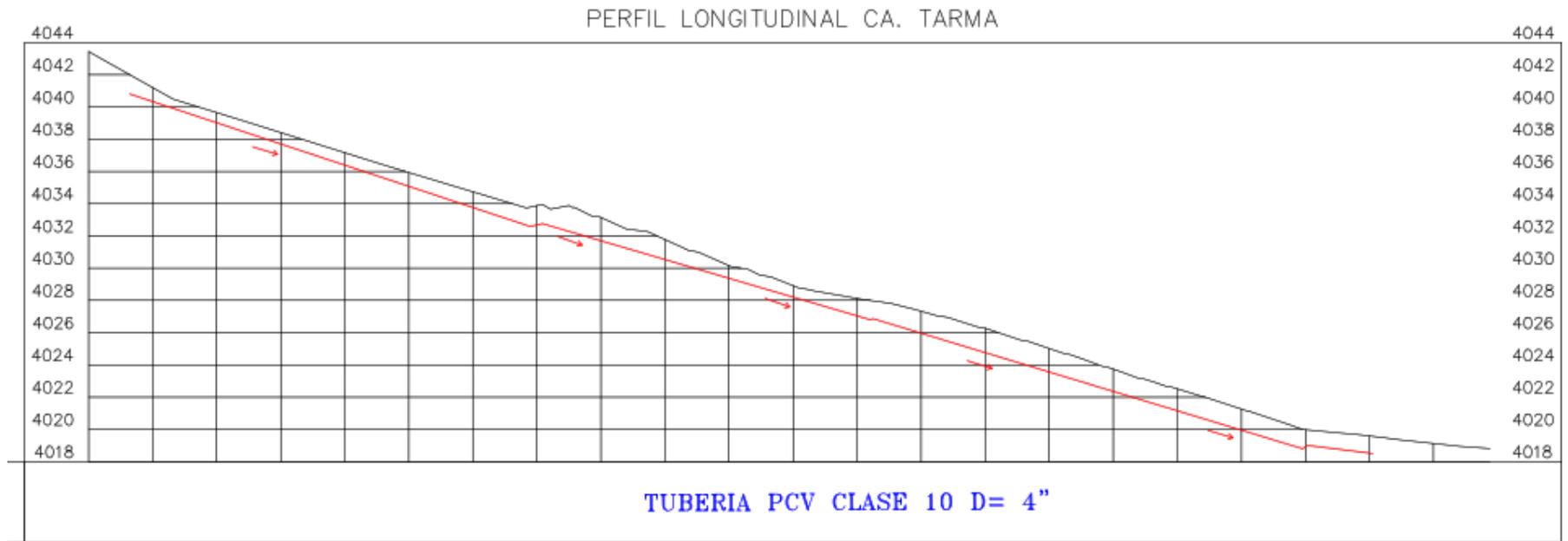




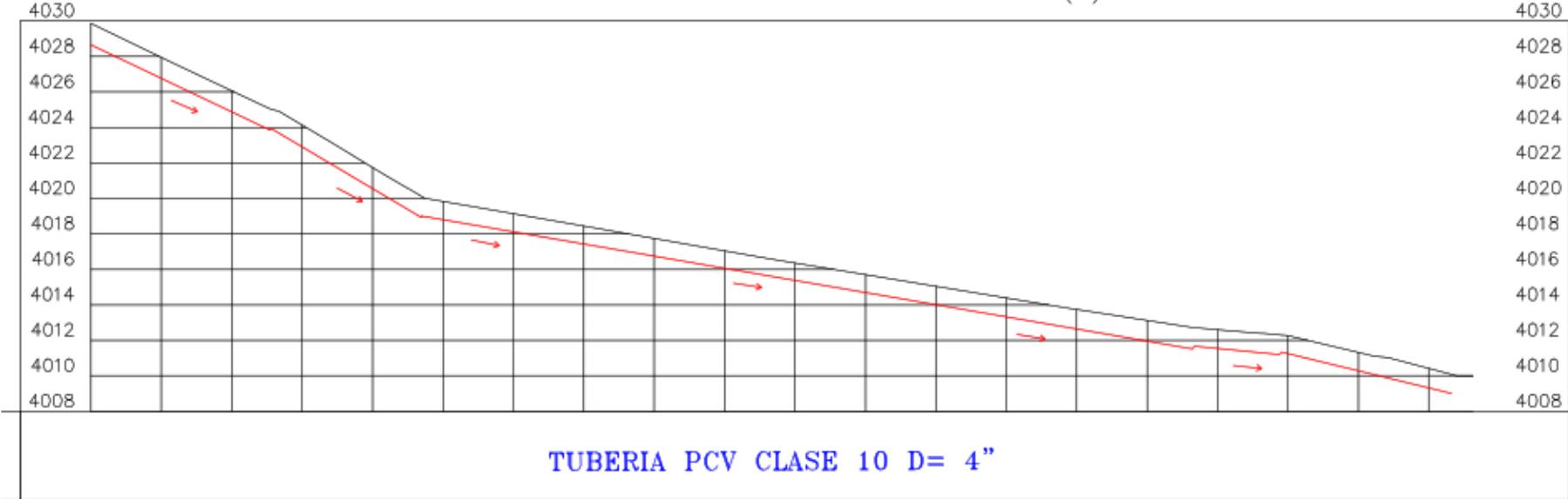
ANEXO 8 Diseño de alcantarillado por vacío



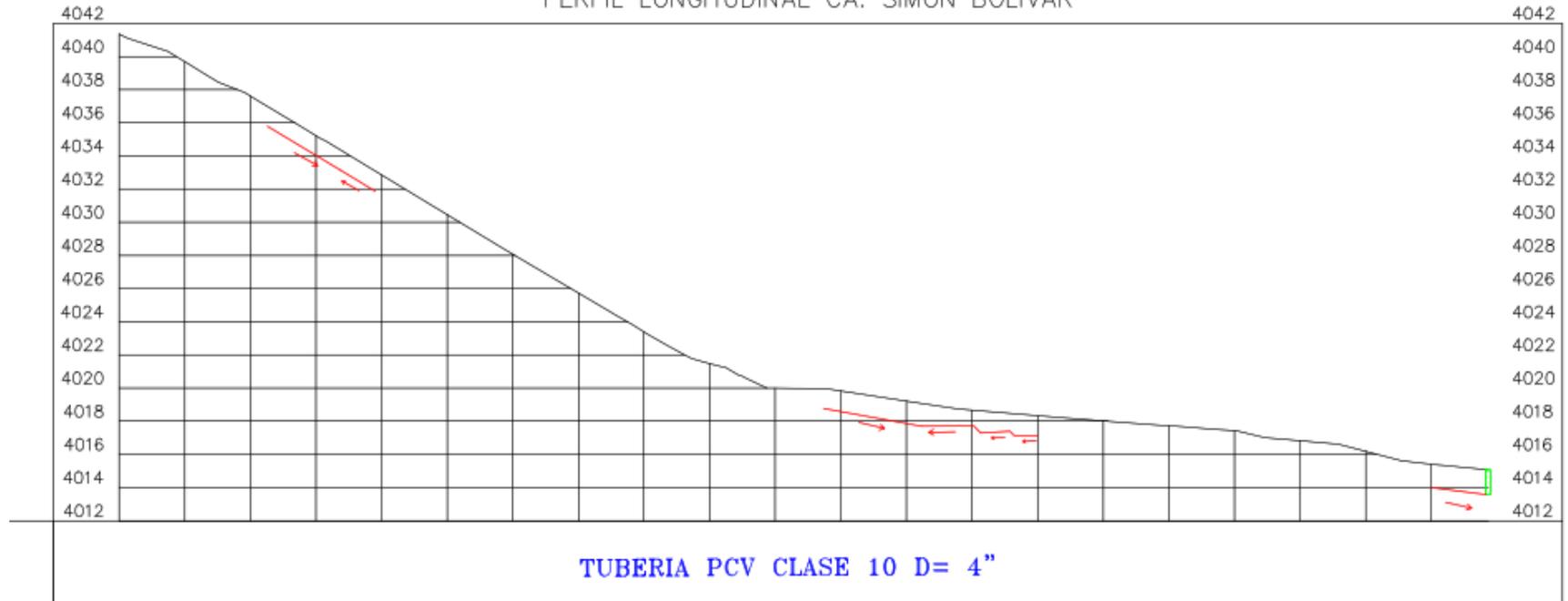
ANEXO 9 *Perfiles de red de alcantarillado por vacío*



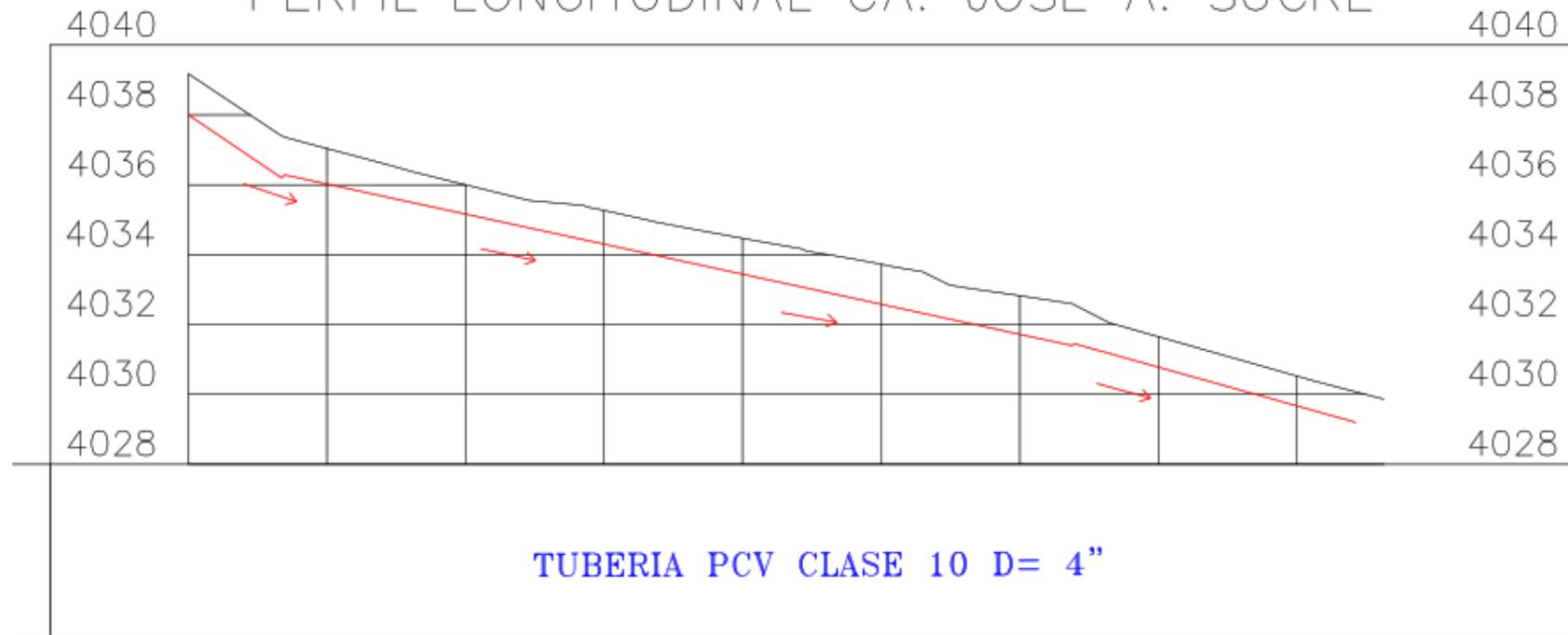
PERFIL LONGITUDINAL – CA. SAN PEDRO (5)



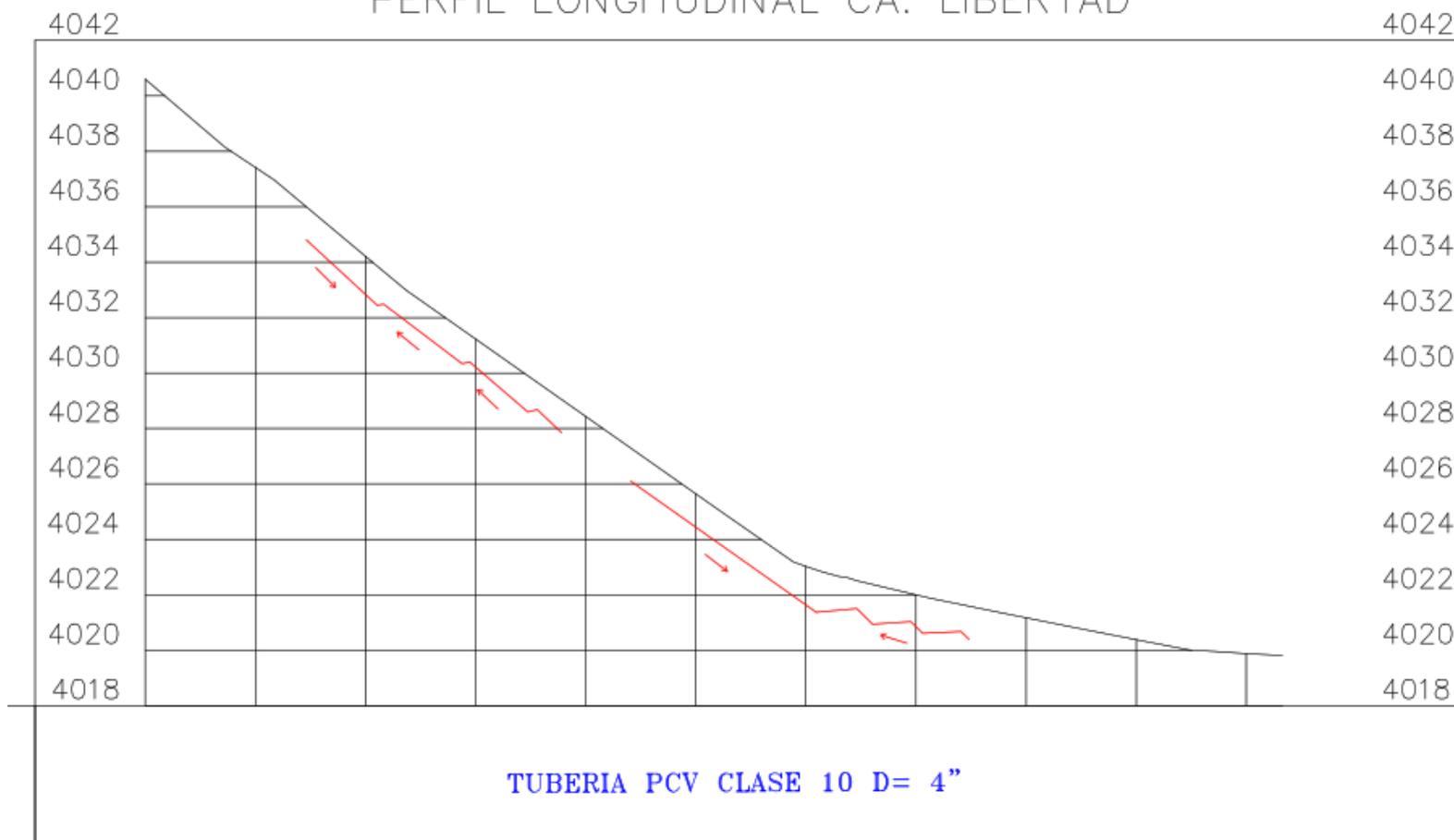
PERFIL LONGITUDINAL CA. SIMON BOLIVAR



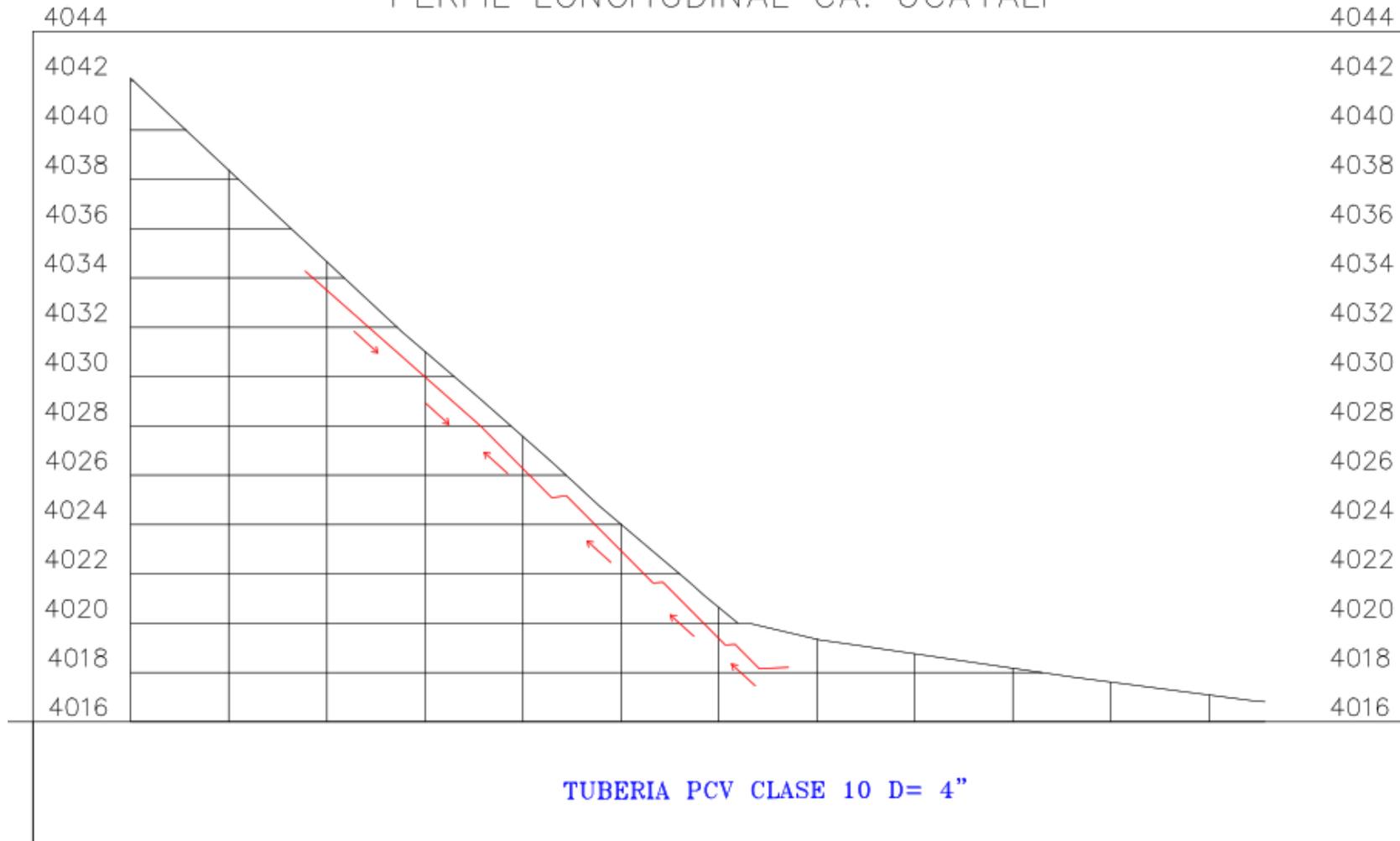
PERFIL LONGITUDINAL CA. JOSE A. SUCRE



PERFIL LONGITUDINAL CA. LIBERTAD



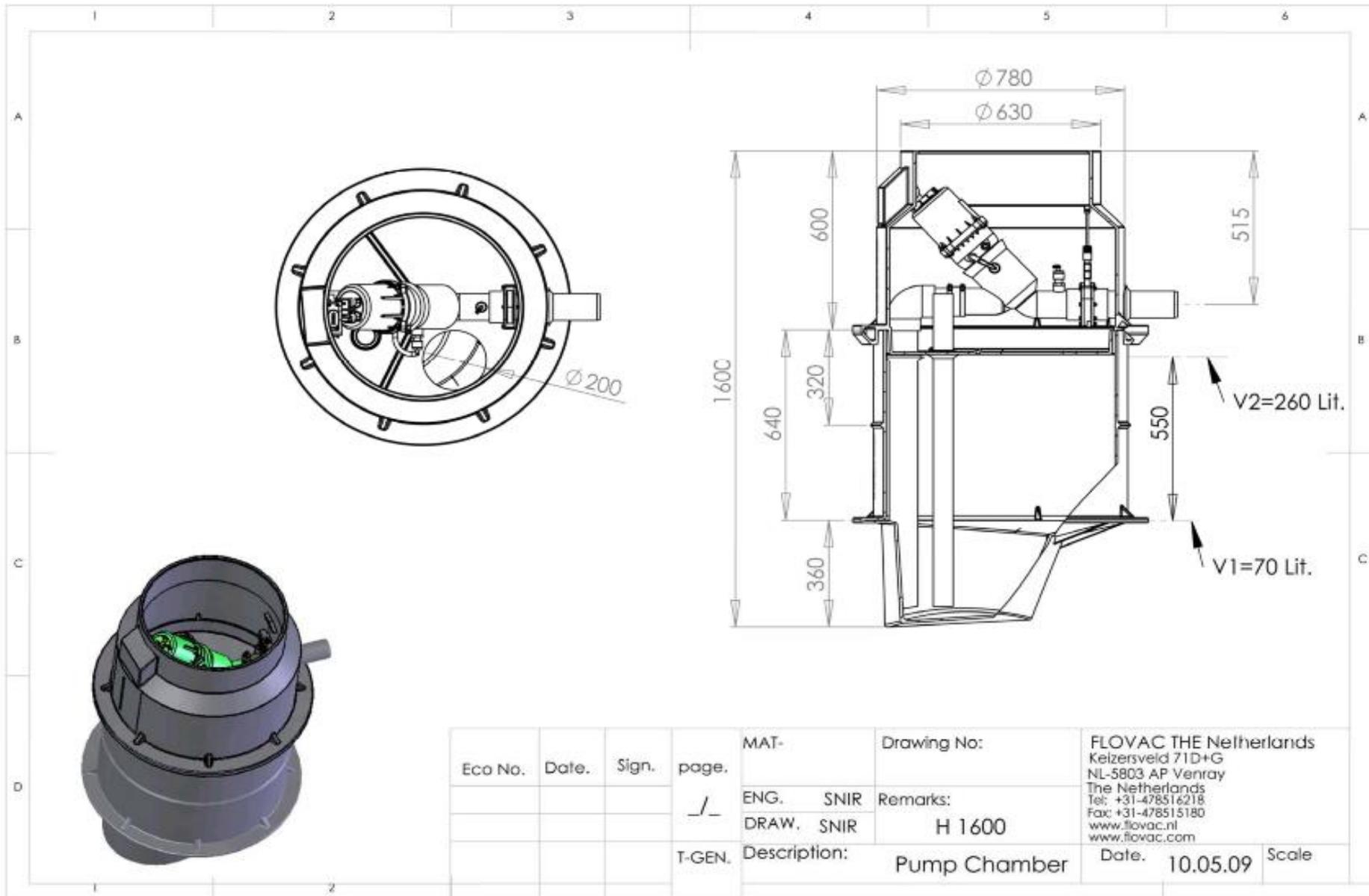
PERFIL LONGITUDINAL CA. UCAYALI

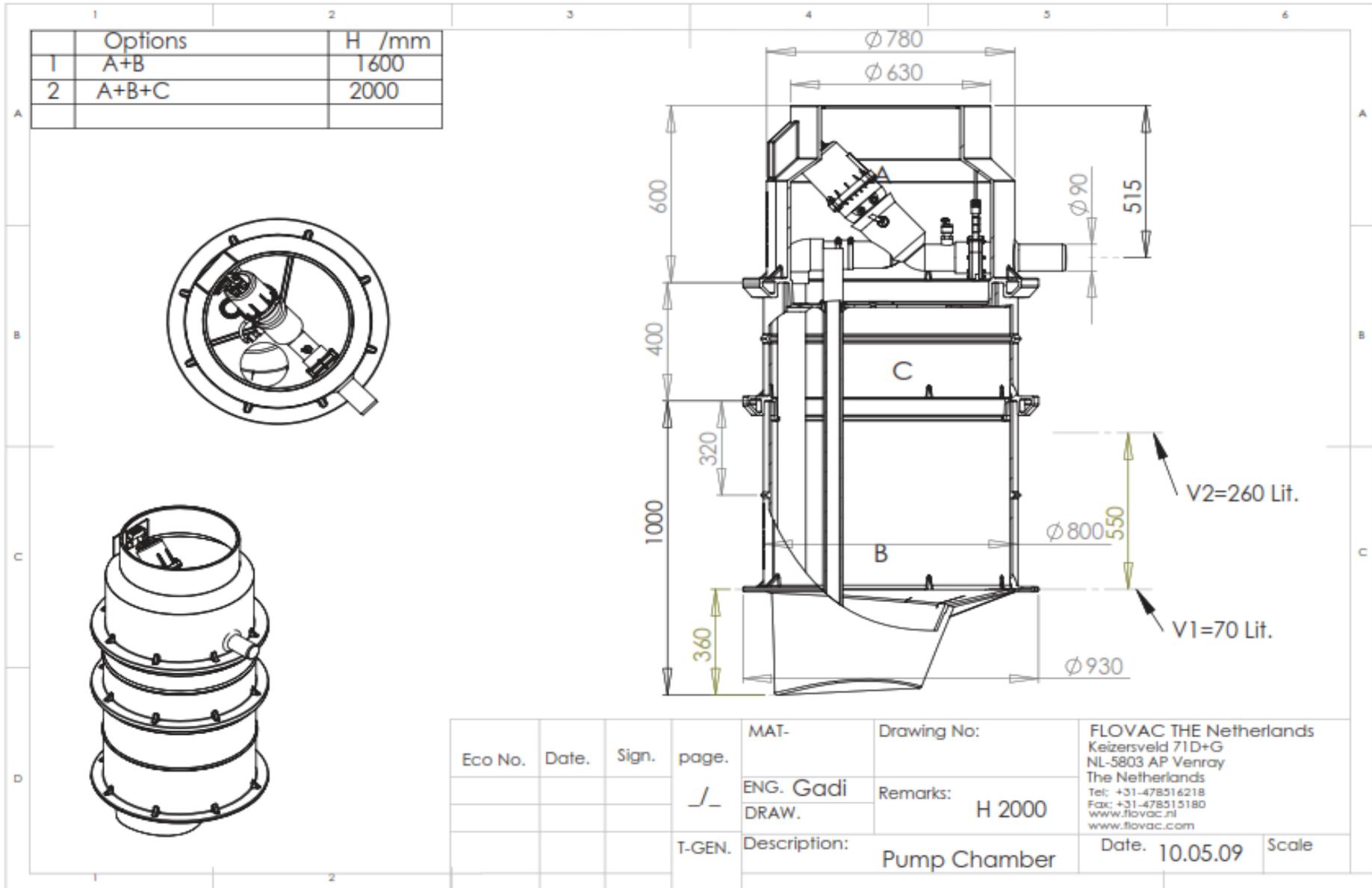


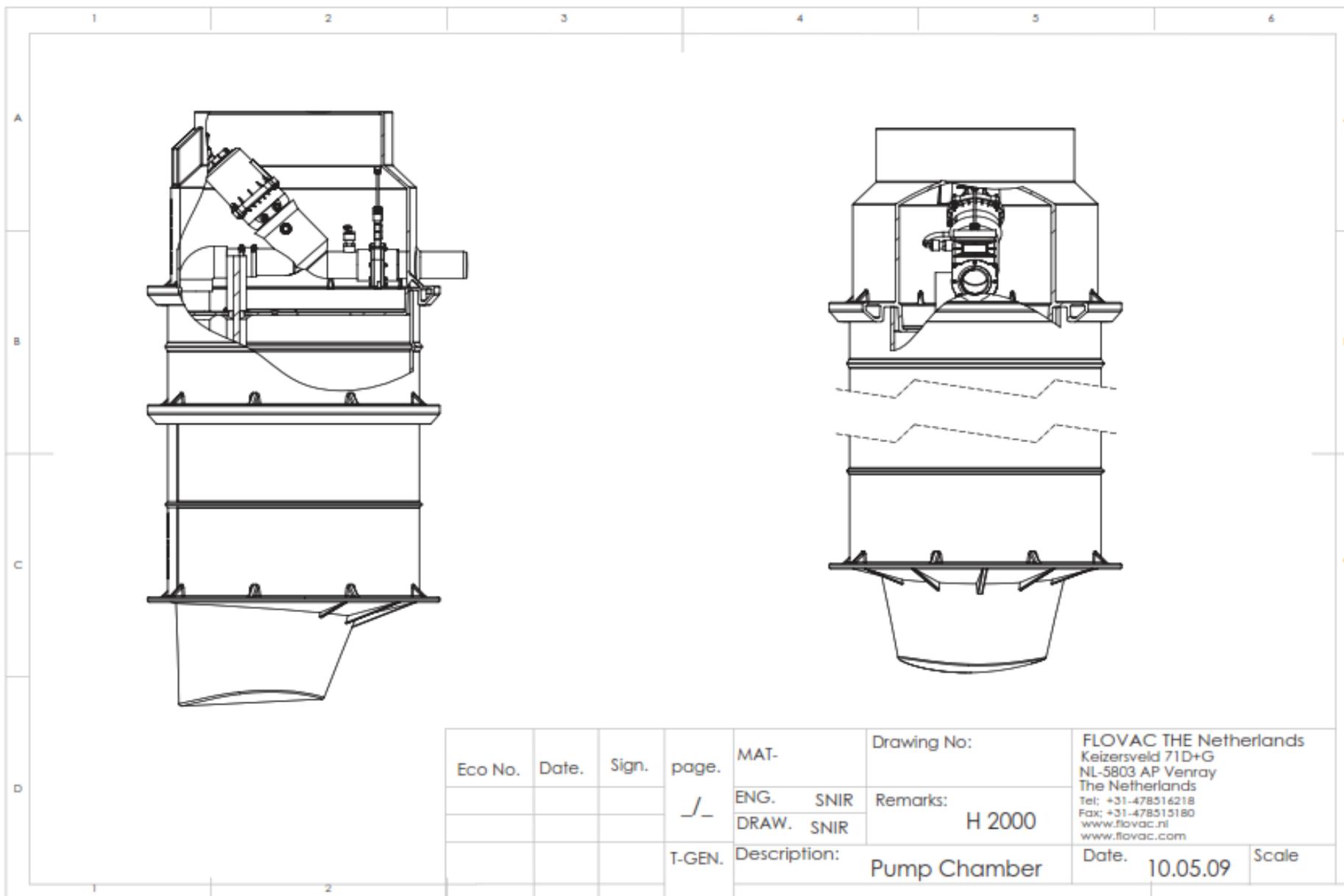
ANEXO 10 Sustento de metrado colectores de alcantarillado convencional

SUSTENTO DE METRADO - COLECTORES DN 160-200mm																		
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL EN SAN PEDRO DE CAJAS, 2018																		
Zona al que pertenece el Tramo	TRAMO		PROF.		Longitud (m)	Diámetro (mm)	Altura Promedio de Excavación hp (m)	Tipo de Terreno N=Normal, SR=Semitocoso, T,R=Rocoso	Tipo de Excavación P=Pulso, M=Maquina	DN 200-250							DIAMETRO	
	DE	AL	DE	AL						Exc. Maq. T-NORMAL H=0.60 - 1.00	Exc. Maq. T-NORMAL H=1.01 - 1.50	Exc. Maq. T-NORMAL H=1.51 - 2.00	Exc. Maq. T-NORMAL H=2.01 - 2.50	Exc. Maq. T-NORMAL H=2.51 - 3.00	Exc. Maq. T-NORMAL H=3.01 - 3.50	Exc. Maq. T-NORMAL H=3.51 - 4.00	DN 200mm	DN 160mm
RENOVACION																		
1	Bz-1	Bz-2	2.00	1.90	90.75	200	1.95	N	M	-	-	90.75	-	-	-	-	90.75	-
2	Bz-2	Bz-3	1.90	1.80	78.48	200	1.85	N	M	-	-	78.48	-	-	-	-	78.48	-
3	Bz-3	Bz-4	1.80	3.00	94.27	200	2.40	N	M	-	-	-	94.27	-	-	-	94.27	-
4	Bz-21	Bz-5	2.50	2.50	94.57	160	2.50	N	M	-	-	-	94.57	-	-	-	-	94.57
5	Bz-5	Bz-6	2.50	1.60	73.54	200	2.05	N	M	-	-	-	73.54	-	-	-	73.54	-
6	Bz-6	Bz-7	1.60	1.60	85.39	200	1.60	N	M	-	-	85.39	-	-	-	-	85.39	-
7	Bz-9	Bz-10	1.60	1.80	96.33	160	1.70	N	M	-	-	96.33	-	-	-	-	-	96.33
8	Bz-10	Bz-11	1.80	3.00	79.1	160	2.40	N	M	-	-	-	79.10	-	-	-	-	79.10
9	Bz-11	Bz-12	3.00	2.00	93.54	160	2.50	N	M	-	-	-	93.54	-	-	-	-	93.54
10	Bz-12	Bz-6	2.00	1.60	80.03	160	1.80	N	M	-	-	80.03	-	-	-	-	-	80.03
11	Bz-13	Bz-14	2.00	1.60	101.1	160	1.80	N	M	-	-	101.14	-	-	-	-	-	101.14
12	Bz-14	Bz-15	1.60	2.00	85.8	160	1.80	N	M	-	-	85.80	-	-	-	-	-	85.80
13	Bz-15	Bz-16	2.00	1.60	92.13	160	1.80	N	M	-	-	92.13	-	-	-	-	-	92.13
14	Bz-16	Bz-7	1.60	1.60	66.61	160	1.60	N	M	-	-	66.61	-	-	-	-	-	66.61
15	Bz-17	Bz-1	2.00	2.00	86.35	160	2.00	N	M	-	-	86.35	-	-	-	-	-	86.35
16	Bz-1	Bz-9	2.00	1.60	85.49	160	1.80	N	M	-	-	85.49	-	-	-	-	-	85.49
17	Bz-9	Bz-13	1.60	2.00	87.55	160	1.80	N	M	-	-	87.55	-	-	-	-	-	87.55
18	Bz-18	Bz-2	2.00	1.90	85.68	160	1.95	N	M	-	-	85.68	-	-	-	-	-	85.68
19	Bz-2	Bz-10	1.90	1.80	81.06	160	1.85	N	M	-	-	81.06	-	-	-	-	-	81.06
20	Bz-10	Bz-14	1.80	1.60	81.64	160	1.70	N	M	-	-	81.64	-	-	-	-	-	81.64
21	Bz-19	Bz-3	2.00	1.80	87.13	160	1.90	N	M	-	-	87.13	-	-	-	-	-	87.13
22	Bz-3	Bz-11	1.80	3.00	78.36	160	2.40	N	M	-	-	-	78.36	-	-	-	-	78.36
23	Bz-11	Bz-15	3.00	2.00	82	160	2.50	N	M	-	-	-	82.00	-	-	-	-	82.00
24	Bz-20	Bz-4	2.50	3.00	94.32	160	2.75	N	M	-	-	-	-	94.32	-	-	-	94.32
25	Bz-4	Bz-12	3.00	2.00	75.45	160	2.50	N	M	-	-	-	75.45	-	-	-	-	75.45
26	Bz-12	Bz-16	2.00	1.60	85.29	160	1.80	N	M	-	-	85.29	-	-	-	-	-	85.29
SUBTOTAL 2					2,222.00					0.00	0.00	1,456.85	670.83	94.32	0.00	0.00	422.43	1,799.57
													2,222.00	2,222.00				

ANEXO 12 Plano de cámaras de vacío

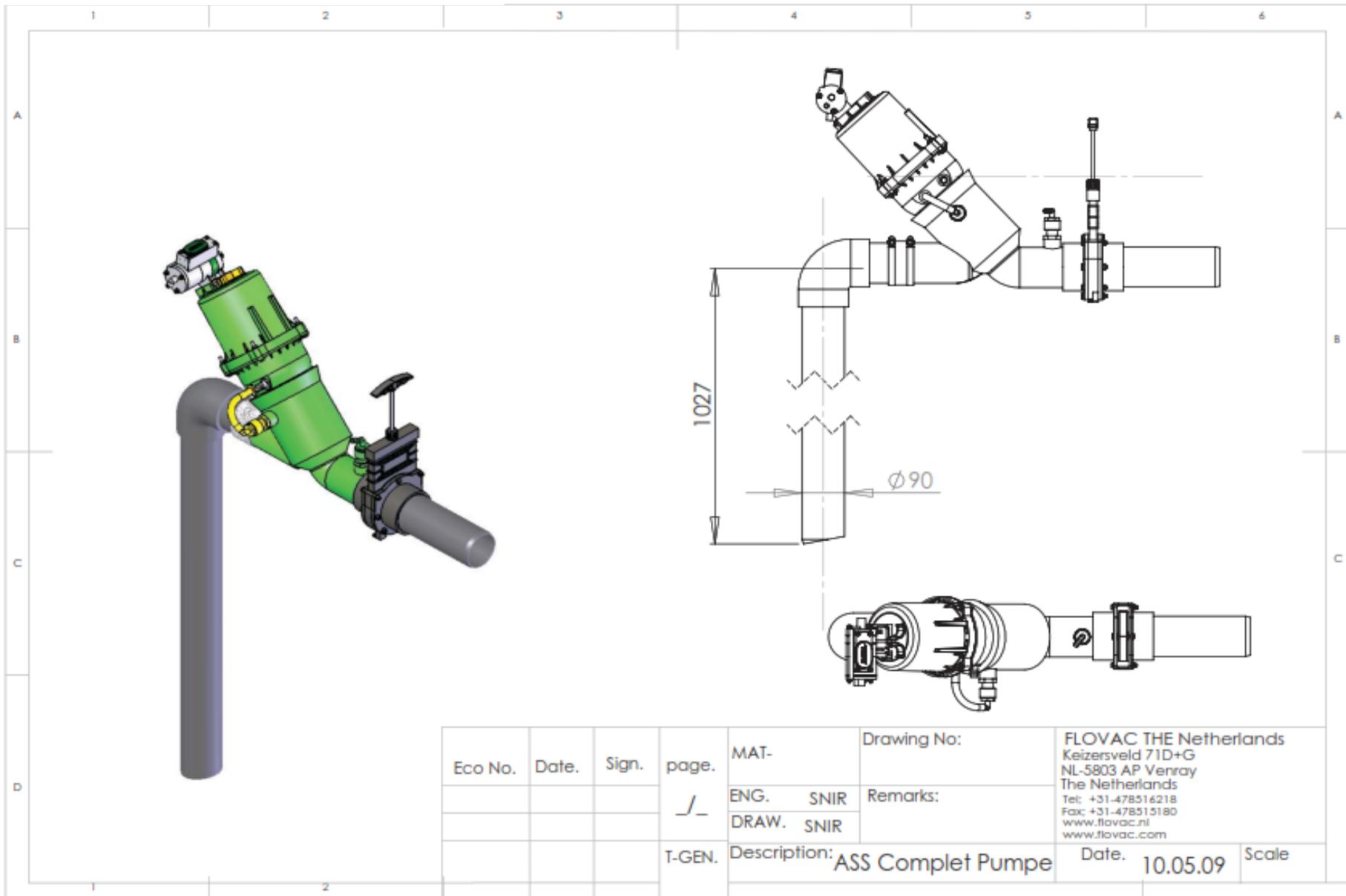






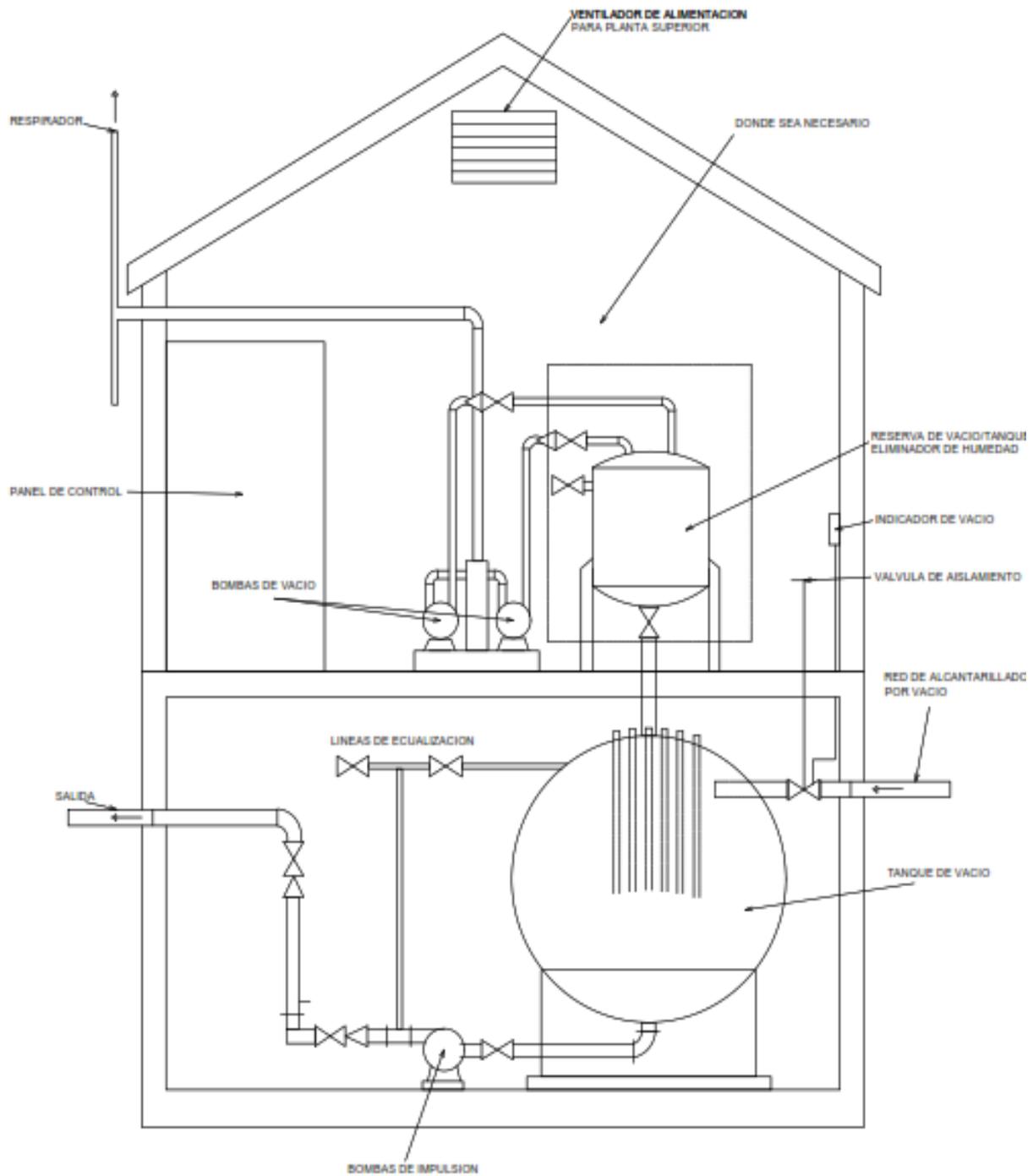
Eco No.	Date.	Sign.	page.	MAT-	Drawing No:	FLOVAC THE Netherlands Keizersveld 71D+G NL-5803 AP Venray The Netherlands Tel: +31-478516218 Fax: +31-478515180 www.flovac.nl www.flovac.com	
			<i>J</i>	ENG. SNIR	Remarks:	H 2000	
				DRAW. SNIR	Description:		Date. 10.05.09
			T-GEN.		Pump Chamber		Scale

ANEXO 13 *Válvula de vacío*



Eco No.	Date.	Sign.	page.	MAT-	Drawing No:	FLOVAC THE Netherlands Keizersveld 71D+G NL-5803 AP Venray The Netherlands	
			└	ENG. SNIR	Remarks:	Tel: +31-478516218 Fax: +31-478515180 www.flovac.nl www.flovac.com	
				DRAW. SNIR		Date.	10.05.09
			T-GEN.	Description:	ASS Complet Pompe	Scale	

ANEXO 14 COMPONENTES DE UNA ESTACIÓN DE VACÍO



Fuente : Guía de diseño de alcantarillado por vacío

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1

Yo, Dra, Ing° María Ysabel García Álvarez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

“Comparación de diseños: Sistema de alcantarillado convencional y Sistema de alcantarillado por vacío, San Pedro de Cajas, 2018”, del estudiante Luis Enrique Barrios Tinoco constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23. % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 14 de diciembre de 2018



Firma

Dra, Ing° María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



¹⁹ FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comparación de diseños: Sistema de alcantarillado convencional y Sistema de alcantarillado por vacío, San Pedro De Cajas, 2018

² TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Luis Enrique Barrios Tinoco

ASESOR:

²⁶ Dra. María Ysabel García Álvarez



Resumen de coincidencias

23 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

- ²³ 1 renati.sunedu.gob.pe 8 % >
Fuente de Internet
- 2 Entregado a Universida... 5 % >
Trabajo del estudiante
- 3 Entregado a INACAP 1 % >
Trabajo del estudiante
- 4 cybertesis.uach.cl 1 % >
Fuente de Internet
- 5 documents.mx 1 % >
Fuente de Internet
- 6 Entregado a Universida... 1 % >





**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Luis Enrique Barrios Tinoco identificado con DNI No 74735788, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo, autorizo(x), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Comparación de diseños: Sistema de alcantarillado convencional y Sistema de alcantarillado por vacío, San Pedro de Cajas, 2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

FIRMA

DNI: 74735788

FECHA: 14 de diciembre de 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL A LA RECEPCION DE LA DOCUMENTACION SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION QUE PRESENTA:

BARRIOS TINOCO LUIS ENRIQUE

INFORME TÍTULADO:

COMPARACIÓN DE DISEÑOS: SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO POR VACÍO, SAN PEDRO DE CAJAS, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 14 de diciembre 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



[Handwritten signature]

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN