



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de aguas pluviales en conexiones domiciliarias al sistema de desagüe, Sucre, en precipitaciones y propuesta de diseño, Huaraz, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORES:

Br. Garcia Leon, Betsy Mileny (ORCID: 0000-0002-9633-8908)

Br. Yanac Toledo, Linda Maricriz (ORCID: 0000-0002-9108-6924)

ASESOR:

Mgtr. Marin Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Obras Hidráulicas Y Saneamiento

HUARAZ – PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

Esta tesis, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que nos acompañaron en el recorrido laborioso de este trabajo y muchas de las cuales han sido nuestro soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación, primero y antes que todo, dar gracias a Dios, por estar con nosotras en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestros caminos a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, a nuestros profesores quienes con su amplia experiencia y conocimientos nos orientaron al correcto desarrollo y culminación con éxito de esta tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

En estas líneas queremos agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron con nosotras en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. A nuestros padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que nos han tenido. No tenemos palabras para agradecerles las incontables veces que nos brindaron su apoyo en todas las decisiones que hemos tomado a lo largo de nuestras vidas, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darnos la libertad de desenvolvernos como seres humanos. A nuestros amigos. Con todos los que compartimos dentro y fuera de las aulas, que se convierten en amigos de vida y que serán nuestros colegas, gracias por todo su apoyo.

## PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **GARCIA LEON BETSSY MILENY y YANAC TOLEDO LINDA MARICRIZ** cuyo título es: INFLUENCIA DE AGUAS PLUVIALES EN CONEXIONES DOMICILIARIAS AL SISTEMA DE DESAGUE, SUCRE, EN PRECIPITACIONES Y PROPUESTA DE DISEÑO, HUARAZ, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 17.....(número)  
DIECISIETE.....(letras).

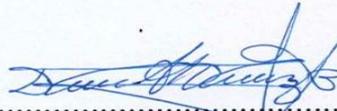
Huaraz, 09 de Julio de 2019



Mgr. MOZO CASTAÑEDA ERIKA MAGALY  
PRESIDENTE



Mgr. MARIN CUBAS PERCY LETHELIER  
SECRETARIO



Ing. DIAZ BETETA DANIEL ALBERT  
VOCAL

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

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Betssy Mileny Garcia Leon, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificada con DNI N°71725140 , y Linda Maricriz Yanac Toledo, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificada con DNI N° 72914412, con el trabajo de investigación titulada: Influencia de aguas pluviales en conexiones domiciliarias al sistema de desagüe, sucre, durante precipitaciones y propuesta de diseño, Huaraz, 2018.

Declaramos bajo juramento que:

- 1) La tesis es de nuestra autoría propia.
- 2) Se ha presentado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas, por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificársela falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normalidad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Huaraz, 14 de mayo del 2019.

Garcia Leon Betssy Mileny

DNI N° 71725140



Garcia Leon Betssy Mileny

Yanac Toledo Linda Maricriz

DNI N° 72914412



Yanac Toledo Linda Maricriz

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
ÍNDICE .....	vi
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	11
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	11
2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	12
2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	14
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	14
2.5. PROCEDIMIENTO.....	14
2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	16
2.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	16
III. RESULTADOS.....	17
IV. DISCUSIÓN.....	22
V. CONCLUSIONES.....	25
VI. RECOMENDACIONES.....	26
REFERENCIAS .....	27
ANEXOS .....	31

## ÍNDICE CUADROS

Cuadro 01. Operacionalización de variables. ....	12
Cuadro 02. Tramos que fallan durante la precipitación de análisis-resumen. ....	20
Cuadro 03. Precipitaciones pluviales. ....	42
Cuadro 04. Pendientes mínimas para alcantarillas. ....	66
Cuadro 05. Especificaciones técnicas tubería de cemento. ....	66
Cuadro 06. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de la variable Funcionamiento del sistema de desagüe. ....	67
Cuadro 07. Estadísticas de fiabilidad. ....	67
Cuadro 08. Análisis de áreas verdes en las Viviendas comprendidas entre Jr. Diego Ferrer, Confraternidad Este, Jr. José de Sucre, Jr. Soledad, Pj. Santa Rosa, Av. Luzuriaga, Jr. José de San Martín Y Jr. 27 de noviembre. ....	68
Cuadro 09. Registros históricos de precipitación total en 24 horas. ....	73
Cuadro 10. Cálculo del tiempo de concentración. ....	74
Cuadro 11. Intensidad de lluvia. ....	75
Cuadro 12. Cálculo del caudal aportado por cada vivienda durante las precipitaciones pluviales. ....	76
Cuadro 13. Valores del coeficiente de Manning según la Universidad Central de Venezuela. ....	85
Cuadro 14. Valores del coeficiente de Manning según “MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO - ALCANTARILLADO PLUVIAL” ....	85
Cuadro 15. Valores del coeficiente de Manning según “Curso de diseño de alcantarillado” ...	86
Cuadro 16. Razón de crecimiento, método del interés simple. ....	86
Cuadro 17. Nivel freático de barrios que están incluidos en la red Sucre. ....	87
Cuadro 18. CEPIS - Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado. ....	87
Cuadro 19. Cálculo de caudales de instituciones públicas. ....	87
Cuadro 20. Tramos con deficiencia en su funcionamiento en el 2018. ....	88
Cuadro 21. Tramos que funcionan a presión. ....	95
Cuadro 22. Tramos que fallan durante la precipitación futura. ....	96
Cuadro 23. Diámetro actual vs Diámetro requerido. ....	98
Cuadro 24. Comparación entre caudal de estiaje y caudal de avenidas ....	98
Cuadro 25. Comparación entre valores calculados según CEPIS y en campo. ....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01. Caudal de conexiones erradas calculado según CEPIS vs Real .....	100
Figura N° 02. Curvas IDF .....	100
Figura N° 03. Cálculo de la precipitación a usar en el diseño a futuro. ....	100
Figura N°04. Buzón colapsado en la plaza de armas de la ciudad de Huaraz.....	101
Figura N°05. Problema ocasionado por fallas en el funcionamiento del alcantarillado. ....	102
Figura N°06. Desgaste en elementos del alcantarillado sanitario. ....	102
Figura N°07. Viviendas que no evacúan adecuadamente el agua de lluvia de las azoteas. ....	103
Figura N°08. Material causante de la obstrucción (Residuos de avícola). ....	103
Figura N°09. Obstrucción del alcantarillado debido a costumbres de los pobladores. ....	103
Figura N°10. Colapso de buzón en la Av. Luzuriaga. ....	104
Figura N°11. Colapso de buzón en la Av. Luzuriaga. ....	104
Figura N°12. Colapso de buzón en el Jr. San Martín. ....	105
Figura N°13. Colapso de buzón en el Jr. San Martín. ....	105
Figura N°14. Colapso de buzón en el Jr. San Martín. ....	105
Figura N°15. Colapso de buzón en el Jr. Hualcán.....	105
Figura N°16. Colapso de buzón en el Jr. Hualcán.....	106
Figura N°17. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre. ....	106
Figura N°18. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre. ....	106
Figura N°19. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre. ....	107
Figura N°20. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre. ....	107
Figura N°21. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre. ....	108
Figura N° 22. Colapso de buzón en la Av. Luzuriaga.....	108
Figura N° 23. Colapso de buzón en la Av. Luzuriga.....	108
Figura N° 24. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre. ....	109
Figura N° 25. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre. ....	109
Figura N° 26. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre. ....	109

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano el Sistema de desagüe Sucre-Huaraz-Ancash (P-01) .....	59
Plano de buzones que colapsan durante precipitaciones pluviales (P-02) .....	60
Plano levantamiento topográfico (P-03) .....	61
Plano de Número de viviendas (P-04A) .....	62
Plano de Número de cuadras (P-04B) .....	63
Plano de Propuesta de diseño (P-05) .....	122
Plano de Perfil Longitudinal de Propuesta ( P-06) .....	123

## RESUMEN

En la presente investigación se analizó la relación durante las precipitaciones entre las conexiones domiciliarias de desagüe pluvial y la eficiencia del sistema de alcantarillado sanitario en la red Sucre.

Para ello se recopiló toda la información disponible sobre la red de alcantarillado y se completó la información faltante realizando un levantamiento topográfico y una ficha observacional a todas las viviendas aportantes a la red. Usando esta información, las fórmulas y normativa brindada en el Reglamento Nacional de Edificaciones se procedió al cálculo del caudal sanitario. Para el cálculo del caudal pluvial se usaron registros pluviográficos de una estación cercana a la zona de estudio, estos datos fueron procesados usando métodos hidrológicos.

Para analizar el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario durante las precipitaciones pluviales se calculó el caudal por tramos considerando el caudal sanitario y pluvial, se compararon los caudales obtenidos con la capacidad de la tubería compatibilizando con lo observado en campo.

Las conexiones domiciliarias de desagüe pluvial afectan el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario durante las precipitaciones pluviales en la Red Sucre, el aporte de caudal real de las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas es 42.99 L/seg para la precipitación de análisis, comparado con el caudal máximo horario representa un 414.029%.

Se diseñó una propuesta de mejora con una vida útil de 25 años usando proyecciones de intensidad de lluvia máxima, la propuesta considera el incremento de diámetros en los tramos críticos

**Palabras clave:** Aguas pluviales, sistema de desagüe, Intensidad de lluvias.

## **ABSTRACT**

In the present investigation, the relationship between precipitation between the pluvial sewerage connections and the efficiency of the sanitary sewer system in the Sucre network will be analyzed.

To this end, all the available information on the sewage network was collected and the missing information was completed, making a topographic survey and a survey of all the homes contributing to the network. Using this information, the formulas and regulations provided in the National Building Regulations proceeded to calculate the health flow. For the calculation of the pluvial flow, they will use pluviographic records of a station near the study area, these data were processed using hydrological methods.

To analyze the operation of the sanitary sewer system during rainfall, the flow was calculated by sections considering the sanitary and rainfall flow, the flow rates obtained were compared with the capacity of the pipe, making it compatible with what was observed in the field.

The household plumbing connections affect the operation of the sanitary sewer system during rainfall in the Sucre network, the actual flow contribution of the pluvial connections of the houses is 42.99 L / sec for the analysis precipitation, compared with the maximum hourly flow represents 414.029%.

An improvement proposal was designed with a useful life of 25 years using maximum rainfall intensity projections; the proposal considers the increase of diameters in the critical sections

**Keywords:** Rainwater, Drain system, Intensity of rains.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El sistema de alcantarillado sanitario es un problema general que aqueja a la sociedad por la insuficiente capacidad de conducción de aguas en algunas redes de alcantarillado, en diferentes sectores de la ciudad de Huaraz – Red sucre, lo cual genera contaminación ambiental debido a que estos sistemas colapsan generando que las cámaras de inspección o buzones se obstruyan y desborden, y no permitan una buena circulación de aguas generando mal olor y dificultades en el tránsito vehicular y peatonal.

El sistema de desagüe de la Red Sucre está compuesto de tuberías de cemento de 8”,10” y 12” instaladas en el año 1973 según el expediente técnico de saneamiento de la Red sucre. Estas características hacen que el sistema de alcantarillado sanitario sea un sistema antiguo, incompetente y deficiente.

Las conexiones ilícitas de desagüe pluvial de las viviendas al sistema de desagüe son la principal causa de las fallas en el funcionamiento cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas, debido a que el agua acumulada en las viviendas descarga a las tuberías de desagüe haciendo que estas embarquen un caudal mayor a su capacidad de diseño, por este motivo las tuberías se presurizan en el colector principal causando la rotura de tapas de buzones, como consecuencia, el flujo y el material transportado sobresalga a la superficie y circule por la vía pública.

Las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas al sistema de alcantarillado sanitario ocasionan fallas en el funcionamiento cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas y leves, comunes en época de avenidas en nuestra ciudad de Huaraz, debido a que el agua aglomerada en las viviendas descarga a las tuberías de desagüe haciendo que estas transporten un caudal mayor al caudal para el que fueron proyectadas, por este motivo las tuberías se colapsan ocasionando la rotura de tapas de buzones, como consecuencia, el flujo y el material transportado sobresalen a la superficie. Por lo tanto, puede producir problemas de salud a los pobladores de la ciudad, ya que el desplazamiento de aguas servidas en la superficie trae como efecto la circulación de bacterias, insectos, roedores, olores pestilentes, entre otros.

Según lo manifestado por los habitantes de la zona, las fallas en el funcionamiento del sistema son muy frecuentes en época de invierno desde hace 15 años aproximadamente, continuamente

los pobladores se comunican con personal de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento - Chavín para poder realizar trabajos de limpieza y desatoro en las tuberías, sin embargo, las intensas lluvias hacen que este sea un problema sin solución a la fecha.

Entre los antecedentes a nivel internacional se tiene a Carpio, García y Sigaran. (2011), en su tesis denominada “Propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y colonia “la entrevista” del Municipio “San Cayetano Istepeque, Departamento de San Vicente”, la investigación fue tipo cuantitativo, no experimental – transeccional. Los autores tuvieron como objetivo plantear un diseño de alcantarillado sanitario. Donde concluyeron que el alcantarillado sanitario planteado logró tener una cobertura cercana a un 95.00% de los domicilios que en la actualidad existían en la zona de estudio, mediante los datos encontrados en campo para el bienestar de los pobladores.

Entre los antecedentes a nivel nacional se tiene a Flores (2016), en su tesis denominada “Evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario de las asociaciones pro vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre – Cusco”, la investigación fue tipo cuantitativo, no experimental – transeccional. El autor tuvo como objetivo evaluar el Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones, para comprobar si posee la capacidad suficiente para transportar los caudales de aguas residuales de las viviendas. El autor concluyó que la capacidad de conducción del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones el caudal de aguas residuales fue mayor al que pueden soportar las tuberías de la red de alcantarillado sanitario de las Asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre, siendo críticas la Vía Expresa 01 y Vía Expresa 02 en donde el volumen rebosado fue del 177% y 279% respectivamente en relación a la capacidad de la red actual, datos expuestos en el cuadro N° 212, lo cual ocurrió por la antigüedad del sistema y el ingreso indebido de las aguas pluviales en la red.

Para Cerquin (2013), en su tesis titulada “Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del jirón la Cantuta en la ciudad de Cajamarca”. La investigación fue tipo descriptiva – transversal, no experimental. El autor tuvo como objetivo evaluar la red de alcantarillado. Donde concluyó que la red de alcantarillado sanitario fue deficiente hidráulicamente; ya que tramos de la red no cumplen la tensión y velocidad mínima indicada en la Norma OS-070, por ende, hubo

dificultades en dichos tramos ya que dos de los buzones existentes estuvieron parcialmente colapsados, pero los materiales que se emplearon para el diseño de alcantarillado sanitario fue de lo mejor en el proceso de construcción.

Para Cabrera, Castro y Méndez (2011), En su tesis titulada “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, aguas lluvias, y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del Municipio De San Matías, Departamento De La Libertad”. Esta investigación fue tipo correlacional – descriptivo, no experimental. El autor tuvo como objetivo recopilar información de datos del sistema de abastecimiento de alcantarillado sanitario. Donde el autor concluyó que la red de alcantarillado sanitario llegó a cubrir solo el 70% de la totalidad de las viviendas existentes, en todos los tramos del área urbana del Municipio de San Matías.

Entre los antecedentes a nivel local se tiene a Loli (2017), en su tesis titulada “Impacto de las conexiones domiciliarias de desagüe pluvial al sistema de alcantarillado sanitario durante las precipitaciones en la Avenida Pedro Villón de la ciudad de Huaraz”, esta investigación fue tipo correlacional – descriptivo, no experimental. El autor tuvo como objetivo Cuantificar el aporte de caudal real de las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas al sistema de alcantarillado sanitario en el tramo comprendido entre la Av. Atusparia y el Jr. Simón Bolívar. En base a esta muestra, calcular el caudal aportado por todas las viviendas de la red Pedro Villón. Donde concluyó que el aporte de caudal real de las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas al sistema de alcantarillado sanitario fue 120.04 L/seg para la precipitación de análisis, comparado con el caudal máximo horario representa un 981.49%, valor muy distante comparado con el 10% recomendado por CEPIS para el caudal de conexiones ilícitas.

Así mismo, para Urbano (2017), en su tesis titulada “Diseño alternativo de un sistema de drenaje pluvial para las avenidas Antonio Raymondi y Mariscal Luzuriaga en la ciudad de Huaraz-2015”, esta investigación fue tipo transeccional – descriptivo, no experimental. El autor tuvo como objetivo diagnosticar, cualitativamente, el funcionamiento del sistema de drenaje pluvial actual. Donde concluyó que el estado del funcionamiento del sistema de drenaje pluvial actual fue deficiente, cuando ocurren precipitaciones pluviales las calles se inundan y es imposible el tránsito seguro por dichas vías, la contaminación y nacimiento de malos olores, por lo que la reconstrucción del nuevo sistema de alcantarillado sanitario vendría a resolver dicho

problemática de las avenidas en estudio, contribuyendo a elevar el nivel de vida de 1596 habitantes, y además favorecerá a la conservación del medio ambiente.

Entre las teorías que definen el problema tenemos a las conexiones pluviales domiciliarias permiten la evacuación de las aguas de lluvia al sistema de redes públicas de recolección de aguas pluviales. Un problema común de mal uso de las conexiones pluviales domiciliarias es la interconexión con el sistema de desagüe. Por lo que nos indica que las obras sanitarias exteriores de alcantarillado sanitario y pluvial se deben ejecutar separadamente y conectarse de forma independiente a la red pública de desagüe y/o sistema de drenaje pluvial. Es decir, que no se acepta la descarga de una tubería de drenaje pluvial. (Senasba, 2015, p. 14).

Los sistemas de alcantarillado están encargados de llevar las aguas contaminadas recogidas de todos los lugares en los cuales se puede encontrar conglomeraciones humanas para que finalmente lleguen a su disposición final. En muchos lugares del mundo se ve reflejada el apuro para llegar a desechar el agua que provienen de las precipitaciones pluviales para que así no lleguen a inundar las viviendas, las diversas tiendas existentes, las plantas industriales y otras áreas de interés común. Aunque, las aguas que provienen del abastecimiento son usadas en las diferentes actividades que realizan los pobladores, llegan a ser contaminadas con diversos desechos y bacterias. Después de un determinado tiempo, este componente orgánico que se encuentra en el agua llega a descomponerse y con esto se da inicio a la producción de gases con olores fétidos, así mismo las bacterias que se formarán en el agua llegando así a causar muchas enfermedades. Es por esto que se debe dar mayor énfasis a la eliminación de estas aguas contaminadas consideradas como aguas residuales, las cuales deben ser atendidas para que así se eviten problemas de tipo sanitario (Cabrera, Castro y Méndez, 2011, p. 15).

De la misma manera Flores (2016), nos indica que las aguas residuales se definen como aquellas que derivan del sistema de abastecimiento de agua para cierta cantidad de pobladores, al ser alterada por distintos factores que son el resultado de su uso en diversas actividades comunes en la población. Según el origen de estas aguas se puede decir que son producidas por la mezcla de líquidos y restos sólidos acarreados por el agua que son provenientes de viviendas, tiendas, colegios, así como también los residuos de las industrias y de actividades agrícolas,

considerando también las aguas de las precipitaciones pluviales, las cuales pueden añadirse eventualmente a las aguas residuales (p. 69).

Para el Cepis (2005), el diámetro mínimo en las tuberías en alcantarillado sanitario se considerará como criterio de diseño para las redes de alcantarillado sanitario un diámetro mínimo, el cual será 200 mm (8"), para de uso de vivienda y de uso industrial. A excepción, de habilitaciones de uso de vivienda, se podrá utilizar un diámetro de 150 mm (6"); pero solo si su necesidad se deba a mejorar el funcionamiento de estas alcantarillas o si se encuentra en zonas accidentadas con calles muy estrechas, pero de grandes pendientes. (Ver Cuadro 05)

Sobre precipitación Zúñiga (2013), nos dice que es considerada como la lluvia y otros sucesos donde el agua cae a la superficie terrestre. Para la formación de las precipitaciones pluviales se requiere la elevación de una masa en la atmosfera, la cual se enfría y parte de su humedad se coagula. La precipitación se mide en términos de lámina de agua (hp), y se puede expresar en milímetros. La altura de la lámina, nos indicaría la altura en la que el agua que se podría llegar a acumular en una superficie, solo si la precipitación se mantuviera en el cual cayó. Las precipitaciones pluviales de agua medida con pluviómetros varían de un lugar a otro y, en un mismo lugar, de un tiempo a otro. Por lo general estas medidas son una gran cantidad de datos, los cuales se deben analizar y sintetizar en pocos valores para que sean fáciles de usar en proyectos hidráulicos. Por lo que es necesario usar la estadística, es por esto que se debe elegir un modelo matemático el cual evalúe el comportamiento de la lluvia.

Así mismo, Rivadeneira (2012, p.23), el periodo de diseño es aquel tiempo durante el cual un proyecto o estructura trabaja competentemente y sin ampliaciones. Al final de este periodo se le considerara obsoleta por el desperfecto parcial o total de sus elementos constitutivos o por falta de capacidad de la estructura para ofrecer un servicio eficiente. La duración de las instalaciones depende mucho de los equipos y materiales empleados, así como la calidad de la construcción, en qué condiciones se realizó externamente, el desgaste, la corrosión, etc. Este periodo de diseño está de alguna manera conectado con la capacidad económica nacional y local y a las condiciones particulares de cada sistema en análisis.

El tiempo de concentración, según Burbano (1993, p. 112), lo define como, para un área de drenaje, el tiempo que tarda una gota de agua en atravesar desde el punto más alejado del área

en análisis, hasta el punto de la última etapa de recepción considerado en el análisis. Está compuesto de un tiempo de recorrido superficial o de desagüe ( $t_1$ ), es decir, el que necesita la escorrentía para llegar hasta la entrada de la tubería y dé un recorrido dentro de la misma ( $t_2$ ), de tal forma que  $t = t_1 + t_2$ . De la misma manera el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2012; Se puede encontrar que se relacionan de una manera inversa entre cuánto dura la tormenta y el nivel de intensidad (mientras su duración sea mayor disminuirá la intensidad), por lo que se puede asumir que la duración crítica es igual al tiempo de concentración  $t_c$ .

Para la Guía para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado (2005), sobre las estadísticas hidrológicas, recomienda considerar este caudal adicional en un porcentaje de 5% - 10%  $Q_{mh}$ , sin embargo, en el cálculo real del aporte de viviendas se puede encontrar que este caudal es mayor al recomendado incrementando notablemente el caudal transportado. Se debe considerar también que las tuberías datan del año 1973, a la fecha de estudio estas tuberías ya sobrepasaron el tiempo recomendable de funcionamiento, sobrepasando la población para la cual fueron diseñadas”. Los factores mencionados generan que el caudal transportado sea mayor al caudal diseñado, esto se corrobora con el levantamiento de tapa de buzones; esta condición hace que las tuberías no trabajen a gravedad sino a presión, para el análisis del funcionamiento del sistema en estos tramos se trabajará con la ecuación de Hazen – Williams usada para tuberías que transportan flujo a presión.

La dotación según las Normas para estudio y diseño de Sistemas de Agua Potable y disposición de aguas residuales (1993, p. 60), nos dice que es la cantidad de agua que se debe proveer a cada habitante, por día, la cual es proporcionada por un sistema de abastecimiento público, esta cantidad de agua debe ser la necesaria para satisfacer todas las necesidades de una persona, industrias, tiendas y servicio público. Para obtener la dotación futura se debe tener en cuenta la normatividad competente.

Las juntas en los sistemas de alcantarillados, según Concretosa (2012), en los que se necesite asegurar la estanqueidad del sistema, para reforzar las uniones de las tuberías de concreto deberán emplear empaques de caucho circulares para diámetros menores a 1,30 m (52”), y tipo arpón para mayores diámetros y similares a 1,40 m (56”), que admiten menores deflexiones entre las tuberías sin que se sucedan fugas o infiltraciones.

Así mismo según Metcalf y Eddy (1977, p. 115,116), sobre pendientes en tuberías nos dice que es importante que las alcantarillas cuenten con las pendientes adecuadas para así evitar grandes hoyos, tratando que las tuberías sigan las pendientes naturales del terreno, de manera que la velocidad aumente continuamente, y con esto evitar que sobrepasen los límites establecidos. En el siguiente cuadro se muestra las pendientes mínimas las cuales están adecuadas para conductos pequeños en la red de alcantarillado. (Ver Cuadro 04)

El Reglamento Nacional de Edificaciones, RNE- Norma OS.070, detalla que la pendiente mínima indica que se debe buscar que las pendientes de las tuberías cumplan con la condición de auto limpieza y con esto aplicar el criterio de tensión tractiva. Se debe verificar que cada tramo cumpla con este criterio ( $\tau_c$ ) con un valor mínimo  $\tau_c = 1$  Pa la cual debe estar calculada para un caudal inicial ( $Q_i$ ).

De la misma manera, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE- Norma OS.070), nos indica sobre la pendiente máxima permisible es la que corresponde a una velocidad final  $v_f = 5$  m/s.

El método racional, según López (1995, p. 2), menciona que es un modelo hidrometeorológico para la obtención del caudal máximo de escorrentía, determinado en un periodo de retorno. El caudal aportado por cada vivienda se calculará usando el método racional, de acuerdo a la formula (1).

Así mismo Nogales S., Quispe (2009, p. 45), define a la fórmula de Manning a aquella que se utiliza para canales, pero en tuberías se debe considerar la fórmula para canal circular parcial y totalmente lleno. Pero existe un inconveniente en el uso de esta fórmula ya que solo toma en cuenta un coeficiente de rugosidad empírico, sin tomar en cuenta la variación de viscosidad por temperatura. Si toma en cuenta las variaciones del coeficiente por velocidad, aunque este valor se considera para efectos de cálculo constante.

De acuerdo al reglamento y normas la formula (2) puede ser aplicada en tuberías.

Para el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2012), sobre la curva intensidad-duración-frecuencia nos dice que la intensidad es la tasa temporal de precipitación, técnicamente se considera la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Se le puede considerar la intensidad

instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Frecuentemente se llega a utilizar la intensidad promedio, por lo cual se tendrá que usar la fórmula (3).

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia son considerados un elemento de diseño donde se relaciona la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia en la que se produce, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno. Para obtener estas curvas IDF son necesarios los registros pluviográficos del lugar para analizar y con esto se recopilará la información de la precipitación más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de efectuar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas.

Sobre tuberías de concreto, según Gómez (2012, p. 1), nos dice que el material de construcción más usado en los proyectos de saneamiento básico en el mundo es el concreto; se emplea particularmente en la conducción de aguas residuales y pluviales, entre las ventajas están su alta resistencia mecánica, su gran durabilidad y la facilidad para conseguir localmente las materias primas para elaborarlo. (Ver Cuadro 02)

Las cámaras de inspección, Según Morales (2004), manifiesta que son disposiciones que permiten comprobar el buen funcionamiento de la red del colector. Permiten efectuar procedimientos de limpieza y mantenimiento, accediendo a realizar funciones, como vincular distintos ramales de un sistema, iniciar un ramal.

Sobre drenaje, Villón (2006), nos dice que en líneas generales significa la descarga o remoción de la afluencia de agua. Los excesos de agua, puede darse en diversas situaciones, por lo que el agua se descarga con varios objetivos como: drenaje de una casa, drenaje de una urbanización, drenaje de una ciudad, drenaje de una carretera, drenaje de un aeropuerto, drenaje de un campo deportivo, drenaje de un campo agrícola.

La definición de buzón para el Reglamento nacional de edificaciones (2010), es una estructura que tiene una forma cilíndrica, comúnmente de 1.20m de diámetro. Pueden ser elaborados en mampostería o con elementos de concreto, prefabricado o construidas in situ, en algunas ocasiones cuenta con una capa de material plástico y en otras no, en la base del cilindro se hace una sección semicircular, la cual se encarga de realizar la transición entre un colector a otro. Se usan al comenzar una red, también en intersecciones, cuando existe cambios de dirección, cambios de pendiente, cambios de diámetro, su separación está en función del diámetro de los

conductos y tiene como fin el facilitar las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como de que exista una adecuada ventilación. En la superior cuneta con una tapa de 60cm de diámetro con orificios de ventilación.

Por lo expuesto, surge la siguiente interrogante:

¿Cómo influyen las aguas pluviales de las conexiones domiciliarias al funcionamiento del sistema de red de desagüe Sucre, durante las precipitaciones?

La presente investigación se justifica socialmente porque sirve para determinar cómo influye las aguas pluviales en las conexiones domiciliarias y al funcionamiento del sistema de desagüe durante las precipitaciones en la Red Sucre de la ciudad de Huaraz; el estudio va a beneficiar directamente a la población que forma parte de la red Sucre.

Por lo que la presente investigación resulta necesaria, debido a que la información obtenida permitió tener un mayor conocimiento del grado en que influyen las conexiones domiciliarias de desagüe pluvial al sistema de alcantarillado sanitario. Actualmente, no se cuenta con estudios que brinden información sobre el impacto que tienen las conexiones domiciliarias de desagüe pluvial al sistema de alcantarillado sanitario en la Red Sucre de la ciudad de Huaraz, este es un sistema antiguo, deteriorado y que continuamente colapsa, manifestándose en el levantamiento de las tapas de los buzones durante las precipitaciones.

La investigación se desarrolló técnicamente, con la metodología de recolección de datos mediante una ficha observacional que se realizó a cada vivienda que pertenece a la red Sucre y el expediente técnico del sistema de desagüe de la red sucre.

En la presente investigación el principal gasto se realizó en el levantamiento topográfico, los cuales fueron asumidos por las investigadoras. El costo económico de toda la investigación es bajo, por lo que la investigación es factible.

Para el diseño de sistema de desagüe legalmente se cumplieron con los reglamentos o normativas de saneamiento básico, NORMA OS 060, NORMA IS.010 y así el funcionamiento del sistema de desagüe sea correcto y no haya complicaciones o problemas futuras.

Por lo cual esta investigación tuvo como objetivo general analizar la influencia de las aguas pluviales en conexiones domiciliarias al funcionamiento del sistema de red de desagüe durante las precipitaciones en la Red Sucre de la ciudad de Huaraz. Y como objetivos específicos se tiene: Determinar las características del sistema de desagüe de la red Sucre; luego determinar el caudal actual que aportan las aguas pluviales de las conexiones domiciliarias al sistema de desagüe de la Red Sucre en el tramo comprendido entre Jr. Diego Ferrer, Confraternidad Este, Jr. José de Sucre, Jr. Soledad, Pj. Santa Rosa, Av. Luzuriaga, Jr. José de San Martín Y Jr. 27 de noviembre; así como también analizar el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario durante las precipitaciones pluviales por tramos; y por último plantear una propuesta técnica para el mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario de la red sucre.

Esta investigación presenta como hipótesis: “Las aguas pluviales en conexiones domiciliarias de desagüe pluvial reducen la eficiencia del sistema de desagüe durante las precipitaciones en la Red Sucre de la ciudad de Huaraz”.

## II. MÉTODO

### 2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

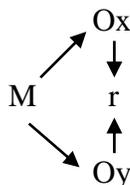
Para García y Martínez (2018), el diseño de investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación. El diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable. Los diseños son estrategias con las que intentamos obtener respuestas.

El tipo de investigación por lo que se está orientando este proyecto es la descriptiva – correlacional, por lo que tendrá como finalidad llegar a entender sobre las situaciones y actitudes predominantes a través de la descripción de las todas las actividades que se realizarán, procesos y personas, y con esto recolectar datos e identificar la relación que existe entre las variables.

La investigación realizada es del tipo no-experimental, ya que no se van a manipular variables intencionalmente para observar la correlación entre variables. En esta investigación sólo se va a identificar, cuantificar y brindar una alternativa de solución al problema.

En líneas generales podemos ver que esta tesis será:

- ❖ **Método De Investigación:** Investigación Descriptiva.
- ❖ **Tipo de investigación:** Correlacional-Descriptivo.
- ❖ **Diseño De Investigación:** No experimental.



**Dónde:**

**M** = Muestra.

**Ox** = Conexiones domiciliarias pluviales; **Oy** = Sistema de desagüe.

**r** = relación entre variables.

## 2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Cuadro 01.** Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  CONEXIONES DOMICILIARIAS PLUVIALES	“Las conexiones domiciliarias pluviales permiten la evacuación de las aguas de lluvia al sistema de redes públicas de recolección de aguas pluviales”. (SENASBA, 2015, p 14)	La conexión domiciliaria pluvial se va a medir en función de los indicadores de las dimensiones: Capacidad y Tipo de conexión.	Capacidad	Intensidad de Lluvias	Ordinal
				Área	Razón
				Relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área	Nominal
				Aporte de caudal	Razón
			Tipo de conexión	Conexión hacia el sistema de desagüe domiciliario	Nominal
				Conexión a la red pública de alcantarillado sanitario	Nominal
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  SISTEMA DE DESAGUE	“Un sistema de desagüe está constituido por una red de conductos e instalaciones complementarias que permiten la	El funcionamiento del sistema de desagüe se va a medir en función de los indicadores de las dimensiones: Tubería, pendiente,	Tubería	Sección	Razón
				Material	Ordinal
				Estado	Ordinal
			Pendiente	Relación geométrica	Razón
			Caudal	Velocidad	Razón
				Caudal	Razón

	operación, mantenimiento y reparación del mismo". (CABRERA, CASTRO y MENDEZ, 2011)	caudal, intensidad de lluvias y factor humano.		Flujo	Razón
			Intensidad de lluvias	Lluvia alta	Razón
				Lluvia media	Razón
				Lluvia baja	Razón
Factor Humano	Mantenimiento	Nominal			

Fuente: Elaboración propia

### **2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

- ✓ **POBLACIÓN:** Todas las viviendas de la red Sucre de la ciudad de Huaraz. (623 viviendas)
- ✓ **MUESTRA:** Viviendas comprendidas entre Jr. Diego Ferrer, Confraternidad Este, Jr. José de Sucre, Jr. Soledad, Pj. Santa Rosa, Av. Luzuriaga, Jr. José de San Martín Y Jr. 27 de noviembre. (238 viviendas)
- ✓ **MUESTREO:** El muestreo que se aplicó para obtener la muestra fue aleatorio simple, el cual nos da una confiabilidad y seguridad de que toda muestra tiene la misma probabilidad de ser solucionada. Por lo cual se aplicó la fórmula (4) donde se obtuvo como resultado de 238 viviendas.

### **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.**

La información a recopilar y el cálculo de parámetros se realizarán en función de cumplir los objetivos trazados. (Ver Cuadro 07).

#### ✓ **VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO**

Para verificar la veracidad del instrumento de medición, en esta sección se realizó la validación y confiabilidad por juicio de expertos, estos instrumentos de recolección de datos serán validados por cuatro especialistas en Ingenierías Civil y así poder garantizar la confiabilidad. Al aplicar el Alfa de Crombach da un 0.969% de fiabilidad, lo cual indica que esta investigación es confiable. (Ver Cuadro 07). Así como también se aplicó el turnitin dando un 23% de copia.

### **2.5. PROCEDIMIENTO**

Después de haber planteado las bases teóricas dentro del método, se procedió a la aplicación de dichas técnicas de forma contextual al caso a investigar, se comenzó por señalar los pasos a seguir en cada una de las técnicas, de cómo se va hacer, cómo se va a trabajar y con quiénes, así como el planteamiento de los instrumentos de medición, ítems de la ficha observacional.

- Primero se procedió a caracterizar la información sobre el sistema de alcantarillado sanitario: Se recopiló información de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín (testimonios y planos), sin embargo, la información no está completa ya que carece de cotas por lo que se realizó el levantamiento topográfico para obtener las cotas de tapa de los buzones existentes; usando de base el plano de planta se va a enumerar las viviendas y cuadras para tener un mejor control de los cálculos a realizar en cada una de ellas.

- Se solicitó los registros pluviográficos de la estación a cargo de la autoridad nacional de agua (ANA), se escogió el día de máxima precipitación total en 24 horas para luego mediante métodos hidrológicos obtener la intensidad máxima.

Lo siguiente, se llegó aplicar una Ficha observacional a todas las viviendas aportantes a la red, se obtendrá datos importantes: áreas verdes y así se determinará si la vivienda evacúa adecuadamente el agua de lluvias. Las áreas verdes no fueron medidas directamente debido a la desconfianza de los pobladores hacia los encuestadores, para trabajar con valores que no se alejen de la realidad se procedió a tomar como muestra el tramo comprendido de la Jr. Diego Ferrer, Confraternidad Este, Jr. José de Sucre, Jr. Soledad, Pj. Santa Rosa, Av. Luzuriaga, Jr. José de San Martín Y Jr. 27 de noviembre., se medirá con ayuda del Google earth las áreas verdes de cada vivienda.

Después se procedió a cuantificar el aporte de caudal real de las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas al sistema de alcantarillado sanitario en el tramo comprendido del Jr. Diego Ferrer, Confraternidad Este, Jr. José de Sucre, Jr. Soledad, Pj. Santa Rosa, Av. Luzuriaga, Jr. José de San Martín Y Jr. 27 de noviembre. En base a esta muestra, calcular el caudal aportado por todas las viviendas de la red Sucre:

El cálculo del caudal aportado se realizó usando el método racional, para ello se necesitaron datos de área construida y la intensidad de lluvia.

- Se calculó el caudal por tramos considerando el caudal sanitario y pluvial usando la fórmula de Manning, se buscó los tramos donde el caudal transportado sea mayor a la capacidad de la tubería y se compatibilizó con lo observado en campo (ficha

observacional). En los buzones donde el flujo emergía a la superficie se calcularon las presiones con ayuda de la fórmula de Hazen Williams.

- Se realizaron proyecciones para obtener una intensidad de lluvia máxima para un periodo de retorno de 25 años (el mismo tiempo del periodo de diseño), se empleó el método racional para calcular el caudal aportado por las viviendas y finalmente se calcularon los nuevos diámetros considerando el caudal pluvial y el caudal sanitario, se verificará que cumplan los criterios señalados en las normas.

## **2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Para la determinación del análisis de recopilación de datos se realizó la validación de los datos encontrados en campo y de toda la información necesaria que ayudará a cumplir con los objetivos de este proyecto.

- ✓ **PROGRAMA EXCEL:** Es un programa del tipo Hoja de Cálculo que nos permitió ejecutar diversas operaciones con números organizados en una cuadrícula. Es de gran utilidad ya que se puede realizar desde simples operaciones como sumas hasta otras operaciones mucho más complejas.
- ✓ **PROGRAMA CIVIL 3D:** Se usó este programa para poder realizar el rediseño de sistema de desagüe, con las nuevas secciones transversales de cada punto evaluado según la topografía del terreno.

## **2.7. ASPECTOS ÉTICOS**

Las investigadoras se comprometen a respetar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos suministrados de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín y la identidad de los individuos que participan en el estudio los cuales son los pobladores de las viviendas que comprende la parte a analizar.

Así mismo, las investigadoras dejan en expresa constancia de que la presente investigación es de trabajo intelectual propio.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DESAGÜE DE LA RED SUCRE.

Se recopiló información (Anexo N°3) de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín (plano), sin embargo, la información brindada no estaba completa ya que carecía de cotas, por lo que se realizó el levantamiento topográfico (Anexo N°4) para obtener las cotas de tapa de los buzones existentes; usando de base el plano de planta, así como también se enumeró las viviendas y cuadras (Anexo N°6.1 y N°6.2) para tener un mejor control de los cálculos a realizar en cada una de ellas.

Del plano de redes de desagüe en la ciudad de Huaraz, se procedió a delimitar las calles que aportan caudal a la red y concluir:

- La red recorre 62 cuadras y atraviesa los barrios de Villón Alto, La soledad Alta y Centenario.
- En el conteo realizado, el sistema de alcantarillado sanitario Sucre cuenta con 115 buzones, es decir 114 tramos.
- La red presenta tramos de tuberías de concreto y tuberías de policloruro de vinilo (PVC), los diámetros encontrados son de 8", 10" y 12" en los emisores.
- En total se contabilizaron 623 viviendas que hacen una población actual de 3115 habitantes.
- El exceso de caudal transportado en las tuberías se aprecia en distintas zonas de la ciudad, inclusive en la Plaza de Armas de la ciudad de Huaraz.
- Existen viviendas que descargan el agua recolectada de lluvias al alcantarillado sanitario, agravando la situación ya que incrementa el caudal transportado.
- No existe conciencia en los pobladores sobre la importancia de contribuir a mantener el alcantarillado sanitario en óptimas condiciones.
- El caudal transportado es mayor a la capacidad de algunos colectores principales durante las precipitaciones pluviales, ocasionando fallas en el funcionamiento reflejados en el desbordamiento de aguas servidas por los buzones de inspección.

**3.2. Determinar el caudal actual que aportan las aguas pluviales de las conexiones domiciliarias al sistema de desagüe de la Red Sucre en el tramo comprendido entre Jr. Diego Ferrer, Confraternidad Este, Jr. José de Sucre, Jr. Soledad, Pj. Santa Rosa, Av. Luzuriaga, Jr. José de San Martín Y Jr. 27 de noviembre.**

El cálculo del caudal aportado se realizó usando el método racional, para ello se necesitó de los datos el área construida, áreas verdes y la intensidad de lluvia, con la aplicación de la ficha observacional a todas las viviendas aportantes a la red, se obtuvo datos importantes: áreas verdes, con este dato se determinó si la vivienda evacúa adecuadamente el agua de lluvias. Las áreas verdes no fueron medidas directamente.

En el Cuadro 12 se puede observar que la zona en estudio cuenta con un total de 3115 habitantes, además que de un total de 238 viviendas: el 85.71% (204 viviendas) evacuan adecuadamente, es decir las aguas pluviales recolectadas están direccionadas al sistema de alcantarillado pluvial público; el 11.34% (27 viviendas) no evacuan sus aguas pluviales adecuadamente, es decir lo hacen a través de conexiones al desagüe; el 1.26% (3 viviendas) evacuan las aguas pluviales recolectadas de manera parcial, es decir una parte de las aguas pluviales recolectadas de la vivienda están conectadas al desagüe y otra parte lo hace al sistema de alcantarillado pluvial; y el 1.68% (4 viviendas) no están habitadas por lo que no cuentan con conexiones de aguas pluviales. En conclusión, se tiene que el caudal aportado en el año 2018 por las viviendas es de 42.99 l/seg, lo cual indica que el caudal máximo horario es 10.3833 l/seg que representa un 414.029%. También en este cuadro podemos observar el cálculo del caudal aportado por las viviendas para el año 2043, que es el año en el que será dada la propuesta de diseño, el cual nos da un total de 65.9 l/seg.

### **3.3 Analizar el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario por tramos durante las precipitaciones pluviales.**

Se calculó el caudal por tramos considerando el caudal sanitario y pluvial usando la fórmula de Manning, donde se analizó el día del 2018 que registro mayor precipitación total en 24 horas de acuerdo a los datos obtenidos de la estación de monitoreo se produjo el 18 de noviembre registrándose una precipitación total de 26.6 mm (ver cuadro 03 precipitaciones pluviales), el periodo de duración total de la lluvia fue de 130 minutos. Donde se procedió a calcular la intensidad máxima y la intensidad de lluvia del año 2018 reemplazando en las formulas (10) y (11) donde se obtuvo como resultado:  $I = 22.4\text{mm/hora}$ . Se buscó los tramos donde el caudal transportado era mayor la capacidad de la tubería y se compatibilizó con lo observado en campo (ficha observacional-AnexoN°7).

**Cuadro 02.** *Tramos que fallan durante la precipitación de análisis-resumen.*

Buzón Aguas Arriba		Buzón Aguas Abajo		Caudal Tramo (m <sup>3</sup> /s)	Longitud Tramo (m)	Longitud Acumulada (m)	Pendiente S (m/m)	Tipo Material	D Teórico (m)	D Teórico (in)	D Instalado (in)	Velocidad Tramo (m/s)	Número de Froude (F)	Cumple Velocidad	¿EL TRAMO FUNCIONA EN FORMA ADECUADA?
Descrip.	Cota msnm	Descripción	Cota msnm												
BZ 84	3063.69	BZ 83	3062.54	0.04903	44.76	4475.14	0.00257	C°	0.20743	8.20	8.00	1.78075	1.44145	SI	FALLA
BZ 98	3059.30	BZ 99	3059.12	0.05257	8.16	4798.52	0.00221	C°	0.21911	8.70	8.00	1.65003	1.29956	SI	FALLA
BZ 102	3058.29	BZ 103	3057.94	0.05315	28.99	4851.47	0.00121	PVC	0.21713	8.60	8.00	1.70898	1.35210	SI	FALLA
BZ 103	3057.94	BZ 104	3056.29	0.05378	57.20	4908.67	0.00288	C°	0.21014	8.30	8.00	1.88688	1.51748	SI	FALLA
BZ 105	3057.15	BZ 104	3056.29	0.05474	46.39	4996.21	0.00185	C°	0.22982	9.10	8.00	1.51265	1.16326	SI	FALLA
BZ 104	3056.29	BZ 108	3055.44	0.05522	44.49	5040.70	0.00191	C°	0.22929	9.10	8.00	1.53560	1.18229	SI	FALLA
BZ 109	3055.88	BZ 108	3055.44	0.05599	25.18	5111.02	0.00175	C°	0.23437	9.30	8.00	1.46858	1.11836	SI	FALLA
BZ 108	3055.44	BZ 111	3053.89	0.05693	85.72	5196.74	0.00181	C°	0.23433	9.30	8.00	1.49391	1.13775	SI	FALLA
BZ 111	3053.89	BZ 112	3052.89	0.05748	50.26	5247.00	0.00199	C°	0.23100	9.10	8.00	1.56707	1.20204	SI	FALLA
BZ 112	3052.89	BZ 113	3052.01	0.05803	49.88	5296.88	0.00176	C°	0.23711	9.40	8.00	1.47563	1.11723	SI	FALLA
BZ 113	3052.01	BZ 114	3051.40	0.05857	49.78	5346.66	0.00123	C°	0.25477	10.10	8.00	1.22981	0.89826	SI	FALLA
BZ 114	3051.40	BZ 115	3051.37	0.05868	9.39	5356.05	0.00032	C°	0.32802	13.00	8.00	0.62795	0.40422	SI	FALLA

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 02 se muestran de manera resumida los tramos con deficiencia en su funcionamiento para la precipitación pluvial de análisis, los cuales son los tramos conformados por BZ 84 – BZ 83, BZ 98 – BZ 99, BZ 102 – BZ 103, BZ 103 – BZ 104, BZ 105 – BZ 104, BZ 104 – BZ 108, BZ 109 – BZ 108, BZ 108 – BZ 111, BZ 111 – BZ 112, BZ 112 – BZ 113, BZ 113 – BZ 114 y BZ 114 – BZ 115. Estos tramos coinciden con los tramos que evidencian fallas monitoreados en campo por medio de la ficha observacional durante las precipitaciones. (De manera específica se observa en el cuadro 20).

En los buzones donde el flujo emergía a la superficie se calcularon las presiones con ayuda de la fórmula de Hazen Williams, los cuales fueron monitoreados en campo, los buzones que fallaron el día de la precipitación de análisis para luego comparar con los resultados obtenidos en el análisis del funcionamiento del alcantarillado sanitario, los buzones que sufrieron el levantamiento de tapas están marcados de color rojo en el cuadro 02, los cuales fueron: **BZ 83, BZ 98, BZ 104, BZ 108 y el BZ 115** (cálculos detalladamente en el Cuadro 21).

#### **3.4. Plantear una propuesta técnica para el mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario de la red sucre.**

Se realizó la proyección para obtener una intensidad de lluvia máxima para un periodo de retorno de 25 años (el mismo tiempo del periodo de diseño), se aplicará el método racional para calcular el caudal aportado por las viviendas y finalmente se calculó los nuevos diámetros considerando el caudal pluvial y el caudal sanitario, se verificó que cumpla los criterios establecidos en las normas. La intensidad que se uso fue de 34.34mm/h.

El Cuadro 23 muestra la comparación entre el diámetro actual y el diámetro requerido de acuerdo a la propuesta de mejora en los colectores principales que evidenciaron fallas en el funcionamiento.

#### **IV. DISCUSIÓN**

Esta investigación tuvo como propósito analizar y describir cómo influyen las aguas pluviales de las conexiones domiciliarias al sistema de desagüe, se pretendió examinar cuáles son las consecuencias que traen las conexiones ilícitas existentes. Luego de haber presentado los resultados se procedió a discutir los mismos con los hallazgos de otras investigaciones.

En esta investigación el diagnóstico situacional evidenció que el 85.71% de las viviendas conectan las aguas pluviales recolectadas al sistema de desagüe, esto se debe a diversos factores tales como: falta de conciencia de los mismos pobladores, falta de conocimiento de los pobladores sobre las normas establecidas por Municipalidad Provincial de Huaraz, etc., trayendo como consecuencias el colapso de buzones, desplazamiento de aguas servidas en la superficie, enfermedades y contaminación ambiental. Ante ello, se buscó una posible solución, la cual ha sido establecida en esta tesis.

Esta mejora del sistema de desagüe se respalda con la Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano (2009) la cual nos señala que toda nueva habilitación urbana ubicada en localidades en el cual se produzcan frecuentemente precipitaciones pluviales iguales o mayores a 10 mm en 24 horas. Deberá contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial.

En el caso de la ciudad de Huaraz según los registros verificados se supera los 10 mm en 24 horas por lo que cuenta en las diversas calles con drenaje pluvial para la evacuación del agua de lluvias, el problema radica en que las viviendas no evacúan el agua de lluvia hacia este drenaje sino hacia el alcantarillado sanitario generando que este trabaje como un alcantarillado combinado, sistema para el cual no fue concebido en su diseño.

El caudal por conexiones ilícitas es el 5 – 10% del caudal máximo horario según lo recomendado por CEPIS (2005), en la bibliografía revisada se brinda valores similares. En el Cuadro 25 se comparan los valores calculados según CEPIS y en campo, teniendo en cuenta que el caudal máximo horario es de 10.3833 l/seg. Así como también la considerable diferencia entre los valores encontrados, el porcentaje recomendado era 10% y lo obtenido en campo que es 414.029 % del Qmh. (Ver Figura 01)

De estos valores podemos afirmar que, durante las precipitaciones pluviales, el caudal generado por las lluvias es el que tiene mayor incidencia en el funcionamiento del alcantarillado sanitario y el que determinará los diámetros requeridos por los colectores en la propuesta de mejora.

Con los resultados obtenidos se puede alegar que la hipótesis planteada inicialmente es correcta, pues las conexiones domiciliarias de desagüe pluvial son la principal causa de los problemas en la eficiencia del sistema de alcantarillado durante las precipitaciones pluviales en la Red Sucre.

Cuando el sistema trabaja en condiciones normales (sin considerar lluvia), no se observan fallas porque el caudal transportado no excede a la capacidad de las tuberías establecidas por la norma. Cabe mencionar que durante el funcionamiento no todas las viviendas aportan caudal al alcantarillado sanitario a la vez, caso contrario ocurre durante las precipitaciones pluviales en donde todas las viviendas con conexiones ilícitas aportan simultáneamente desde el inicio de la lluvia. El proceso de falla en los tramos del colector principal se describe a continuación:

Cuando se diseñan sistemas de alcantarillado sanitario se concibe que todos los tramos funcionarán como tuberías parcialmente llenas. Durante las precipitaciones los colectores secundarios recolectan el caudal sanitario y pluvial aportado por las viviendas transportándolo hacia los colectores principales, estos tramos presentan cambios en el funcionamiento de las tuberías debido a que el caudal transportado aumenta progresivamente según el tiempo transcurrido desde el inicio de la lluvia, cuando el caudal transportado es igual a la capacidad de la tubería los tramos principales funcionan como tuberías llenas. Si el caudal transportado es mayor a la capacidad de la tubería los tramos funcionan como tuberías a presión, en este caso el caudal en exceso se va acumulando en los buzones de inspección, el nivel del fluido va aumentando hasta que la presión empuja las tapas hacia el exterior haciendo que el flujo en exceso se libere hacia la superficie. Los tramos que presentan deficiencias en el funcionamiento se muestran en el Cuadro 20.

En el Cuadro 24 se muestra la comparación entre el caudal en época de estiaje y en avenidas (para la precipitación de análisis). El caudal en avenidas es 514.0302% el caudal en estiaje.

Los resultados obtenidos concuerdan con las tesis de flores (2016), donde el autor concluyó que la capacidad de conducción del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Asociaciones el caudal de aguas residuales fue mayor al que pueden soportar las tuberías de la red de alcantarillado sanitario de las Asociaciones en estudio donde el volumen rebosado fue del 177% y 279%, lo cual ocurrió por la antigüedad del sistema y el ingreso indebido de las aguas pluviales en la red. Así mismo tenemos a Loli (2017) que Cuantifico el aporte de

caudal real de las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas al sistema de alcantarillado sanitario, donde concluyó que el aporte de caudal real de las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas al sistema de alcantarillado sanitario fue 120.04 L/seg para la precipitación de análisis, comparado con el caudal máximo horario representa un 981.49%, valor muy distante comparado con el 10% recomendado por CEPIS para el caudal de conexiones ilícitas.

El problema de las conexiones clandestinas de desagüe pluvial hacia el alcantarillado sanitario en las viviendas es un problema que no pudo ser superado durante la existencia de la red, por lo que se estima que seguirá así durante los años venideros. Es por ello que la propuesta de mejora considera el diseño de un sistema combinado que recibirá el caudal de las viviendas con conexiones ilícitas. Se realizó un nuevo diseño para la Red de Alcantarillado Sanitario Sucre considerando los siguientes aspectos:

Periodo de diseño: 25 años

Tasa de crecimiento poblacional: 1.31%

Intensidad de diseño: 34.34 mm/hora, para un periodo de retorno del mismo tiempo de duración de la obra. Con esta consideración se prevé que el sistema no falle ante una precipitación extraordinaria.

Los tramos que requieren un aumento de diámetro de la tubería se ubican en el colector principal, se usaran tuberías de policloruro de vinilo (PVC) de unión flexible (UF) para el uso general en poblaciones y con tráfico normal S-25 (tuberías para alcantarillado sanitario clase 25), de 10", 12" y 16". (Ver Cuadro 23).

## V. CONCLUSIONES

1. La red Sucre por su ubicación céntrica es una de las redes de alcantarillado más importantes de la ciudad, fue instalada en el año 1973, evacúa las aguas servidas de 623 viviendas e importantes entidades. Debido a su antigüedad es un sistema obsoleto, insuficiente y con desgaste en sus componentes; existen diversos factores que generan problemas en el funcionamiento de la red, siendo el principal y más importante el caudal adicional aportado por las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas.
2. El aporte de caudal real de las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas al sistema de alcantarillado sanitario es 42.99 L/seg para la precipitación de análisis, comparado con el caudal máximo horario representa un 414.029%, valor muy distante comparado con el 10% recomendado por CEPIS para el caudal de conexiones ilícitas.
3. Las deficiencias en el funcionamiento del sistema se presentan durante las precipitaciones pluviales debido a que todas las viviendas con conexiones ilícitas aportan simultáneamente desde el inicio de la lluvia. Cuando el caudal transportado (sanitario y pluvial) es igual a la capacidad de la tubería los tramos principales funcionan como tuberías llenas. Si el caudal transportado es mayor a la capacidad de la tubería los tramos funcionan como tuberías a presión, en este caso el caudal en exceso se va acumulando en los buzones de inspección, el nivel del fluido va aumentando hasta que la presión empuja las tapas hacia el exterior haciendo que el flujo en exceso se libere hacia la superficie.
4. Se realizó la propuesta de mejora que considera la instalación de un nuevo sistema de alcantarillado sanitario en la Red Sucre usando tuberías de policloruro de vinilo (PVC) de unión flexible (UF) para el uso general en poblaciones y con tráfico normal S-25 (tuberías para alcantarillado sanitario clase 25), los diámetros en el colector principal serán de 8", 12" y 16".
5. Las conexiones domiciliarias de desagüe pluvial afectan el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario durante las precipitaciones pluviales en la Red Sucre, ya que el agua de lluvia recolectada por las viviendas y que es descargada al alcantarillado sanitario incrementa el caudal transportado por las tuberías en condiciones normales (cuando no hay precipitaciones pluviales). Este incremento del caudal convierte a la red en un sistema combinado que transporta un caudal sanitario y un caudal generado por las lluvias. Por lo que se puede concluir que la hipótesis planteada está en lo correcto.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Una medida alternativa que podría adoptar la Municipalidad Provincial de Huaraz que ayude a resolver el problema sería elaborar un programa de cambio de conexiones en las viviendas, haciendo que se descargue el agua de lluvia recolectada en las viviendas hacia las calles, se recomienda a los proyectistas tener en cuenta en los diseños el efecto que pueda causar el agua sobre el pavimento.
- ✓ Se debe concientizar a la población sobre la importancia del rol que juegan los pobladores en el funcionamiento adecuado del alcantarillado sanitario, haciendo de su conocimiento los siguientes puntos:
  - ✓ Lo perjudiciales que son las conexiones clandestinas de evacuación agua lluvia de las viviendas y la forma como impacta en el funcionamiento del sistema.
  - ✓ La importancia de evitar arrojar objetos que obstruyan el paso del flujo transportado: residuos sólidos en el interior de las viviendas, basura en algún buzón que pueda estar sin tapa; así como buscar soluciones alternativas a las costumbres como “La Yunza o cortamonte” evitando abrir los buzones para colocar la base de árboles.
  - ✓ En la actualidad la ciudad de Huaraz se encuentra en expansión, en la periferia se registran habilitaciones urbanas nuevas. La municipalidad provincial debe realizar una planificación adecuada y un estricto control sobre la forma de evacuación del agua de lluvia en las nuevas construcciones para así evitar problemas a futuro.
  - ✓ Se recomienda realizar estudios similares a la presente tesis en otras zonas de la ciudad, ya que durante las lluvias se aprecia el colapso de buzones en diversas zonas, estableciendo en los estudios los colectores que necesitan aumentar el diámetro en cada red de alcantarillado sanitario.
  - ✓ Es común en los proyectos de saneamiento considerar un caudal por conexiones ilícitas que es el 5 – 10% Qmh según lo recomendado por CEPIS (2005), como se demuestra en esta tesis este valor no representa lo que sucede en campo, por lo que se debe realizar muestreos en distintas zonas para poder brindar valores representativos que puedan ser usados por los proyectistas.

## REFERENCIAS

ALDAS, Carlos. Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial y Tratamiento de aguas servidas de 4 Lotizaciones Unidas (Varios Propietarios) del Cantón del Carmen. Tesis (Bachillerato Ingeniería Civil). Ecuador: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, 2011.

ARANDA, Rosa. Simulación Continua de Lluvias para el Diseño de Sistemas de Drenaje Urbano. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Ingeniería. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, (2009).

Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/1352/525067.pdfsequenc=1>

ÁVILA, Hugo. Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático en la ciudad de Barranquilla, Colombia tesis (Bachillerato Ingeniería Civil). Colombia: universidad nacional de Colombia, 2012. 54-59 pp.

CARPIO Henry, GARCÍA Neydy y TOBIAS Christian. Propuesta de Diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del Casco urbano y Colonia “La Entrevista” del Municipio San Cayetano Istepeque, Departamento De San Vicente. Tesis (Bachillerato Ingeniería Civil). El salvador: Universidad de El salvador, 2011.

CASTAÑEDA, Galvis. Propuesta Metodológica Para La Ubicación Y Dimensionamiento De Sumideros De Captación De Escorrentía Superficial Y Análisis De Su Comportamiento Hidráulico. Tesis (bachillerato en Ingeniería Civil). Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander. Obtenido, 2004.

Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/1976/2/113084.pdf>.

COMISIÓN Nacional del Agua (México) Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Tlalpan, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2007). Obtenido de:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/01AlcantarilladoPluvial.pdf>.

SENASBA, Roberto. Conexiones Domiciliarias De Agua Potable Y Alcantarillado Sanitario. La república: Bolivia 4 de marzo del 2015– Modulo 8- (p. 14).

DEFAZ, Bucheli. Estudio del Sistema de Alcantarillado Pluvial para El Cantón La Maná- Provincia de Cotopaxi para Mejorar la Calidad de Vida de sus Habitantes. Tesis (grado de bachiller en Ingeniería Civil y Mecánica). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2011. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1589/1/Tesis%20600%20-%20Defaz%20Bucheli%20Milton%20Eduardo.pdf>

DOMINGOS, Divaldo. Estrategia para el diseño de Redes de drenaje pluvial, empleando la Modelación Matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda. Tesis (Doctorado Ciencias Técnicas). Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2015.

FALCÓN Lina y VIERA Lidia. Estudio y diseño del alcantarillado sanitario del Caserío Santa Lucía “La Libertad”. Tesis (Bachillerato Ingeniería Civil). Perú: (2000)

FLORES, Adriana y FLORES, Álvaro. Evaluación y Propuesta de mejoramiento del Sistema De Alcantarillado Sanitario de las asociaciones Pro Vivienda 28 de Julio, Kantu, Villa Mercedes y Vista Alegre – Cusco. Tesis (Bachillerato Ingeniería Civil). Perú: Universidad Andina del Cusco, 2016.

GARCÍA, Julia. Sistema de Captación y Aprovechamiento Pluvial para un Ecobarrio de la Cd. de México. Tesis (Grado de Maestro en la facultad e ingeniería). México: Universidad Nacional Autónoma de México, (2012). Disponible en [http://islaurbana.mx/contenido/biblioteca/investigaciones /Captación-lluvia- tesisHiram-Garcia.pdf](http://islaurbana.mx/contenido/biblioteca/investigaciones/Captación-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf)

GUILLERMO, Ulises. Sistema de Drenaje Pluvial de la ciudad de Yungay. Tesis (bachiller en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, (2002).  
Hamilton City Council. 3 Waters Modelling Project - Stormwater. Hamilton: AECOM New Zealand Limited. Obtenido de, (2012).

Disponible en: <http://www.hamilton.govt.nz/our-council/councilpublications/districtplans/flood/Documents/3%20Waters%20Modelling%20Project%20%20Stormwater%20%2029%20Oct%202012%20%20Final.pdf>.

HERNANDEZ Roberto, FERNANDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodologías de la investigación. 5° Edición. México: MCGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. De C.V, 2018.

Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/depinvestigacion/ Metodologi%20den%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf>

KOPLAST, Santi. Tuberías y conexiones plásticas, tuvo perfilado de PVC. Lima: Koplast, (2015). Disponible en [http://www.koplastindustrial.com//wp-content/uploads/2015/09/archivo\\_16\\_1434037302.pdf](http://www.koplastindustrial.com//wp-content/uploads/2015/09/archivo_16_1434037302.pdf).

LOLI, Richard. “Impacto de las conexiones domiciliarias de desagüe pluvial al sistema de alcantarillado sanitario durante las precipitaciones en la Avenida Pedro Villón de la ciudad de Huaraz”. Tesis (Bachillerato Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. (2011). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. (Lima): Dirección de Estudios Especiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2011, 33-35pp.

NOGALES Santos y QUISPE Diomedes. Material de apoyo Didáctico de “Diseño Y Métodos Constructivos de sistemas de alcantarillado y evacuación de aguas residuales” para la materia de Ingeniería Sanitaria II. Tesis (Bachillerato Ingeniería Civil). Bolivia: Universidad Mayor de San Simón, 2009.

REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú) 2009: Habilitaciones Urbanas-Drenaje Pluvial-Norma OS 060.

REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú) 2009: Habilitaciones Urbanas-Redes de aguas Residuales-Norma OS 070.

VIZCONDE, Suarez. Estudio de Vulnerabilidad del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Huaraz. (Tesis Profesional en Ingeniería Civil). Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, (2002).

WORLD Meteorological Organization - WMO. Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation (PMP) (Vol. 1045). Switzerland: World Meteorological Organization, (2009).

YÁÑEZ, Paul. Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa. Tesis (Bachillerato Ingeniería Civil). Perú: Universidad Privada del Norte, 2014.

ZUÑIGA, Escalante. Estudio de hidrología y diseño hidráulico del sistema de drenaje del camino rural Antabamba – Huancapampa. (Tesis en bachiller de ingeniería civil) Universidad de Huancapampa, (2013).

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1.**

### **PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO POR OBJETIVOS**

#### **1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DESAGÜE DE LA RED SUCRE.**

Para completar con la caracterización del sistema de desagüe de la Red Sucre, la presente tesis se hizo en base al plano recabado sobre la Red de alcantarillado sanitario Sucre (Entidad Prestadora de servicios de saneamiento Chavín, ver anexo 3), dicho plano fue de mucha utilidad ya que indica información importante como: la ubicación y profundidad de buzones, trazo de la red de alcantarillado, diámetro de las tuberías, material de las tuberías, sentido del flujo.

Sin embargo, el plano en mención no cuenta con curvas de nivel (tampoco indica cotas de tapa o cotas de fondo), dicha información es necesaria para los diversos cálculos a realizar, por ello que se realizó el levantamiento topográfico del área en estudio.

Antes de iniciar el trabajo en campo se realizó la planificación ya que la meta era obtener las cotas de tapa de 114 buzones existentes. En nuestro caso el área de estudio se encuentra en una zona urbana por lo que las pendientes son uniformes en cada cuadra.

Para el trabajo se usaron equipos del gabinete de topografía: Estación total, GPS Garmin, prismas, porta prisma, bastones y wincha de 3m.

Se procedió a tomar cuidadosamente los puntos respetando los criterios de topografía, el principal inconveniente es la ubicación del proyecto: al ser una zona céntrica se tiene un tráfico vehicular alto que en algunas ocasiones generaban retrasos durante el trabajo. En gabinete, con los puntos obtenidos y con la ayuda del software se pudo obtener las cotas de tapa en los buzones de inspección (Anexo N°4) que serán de utilidad para explicar el funcionamiento del sistema durante las precipitaciones pluviales.

#### **1.1. ÁREAS VERDES**

Se usó como plano guía el plano de redes de desagüe en la ciudad de Huaraz, al cual se le adicionó una numeración de casas y cuadras para llevar de manera más ordenada la ficha observacional. (Anexo N° 7).

Las áreas de cada vivienda fueron obtenidas del plano mencionado, las medidas están basadas en el plano catastral de la ciudad de Huaraz por lo que son reales.

En el Cuadro 08 se muestra el análisis de áreas verdes realizado en las viviendas, también se muestra el factor de corrección a usar en el área de vivienda construida.

## **1.2. REGISTRO PLUVIOGRÁFICO**

De la misma manera se solicitaron los registros pluviográficos de la estación a cargo de la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos (Anexo N°2), se escogió el día de máxima precipitación total en 24 horas para luego mediante métodos hidrológicos obtener la intensidad máxima.

La información pluviométrica usada en la presente tesis fue proporcionada por la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos, los datos corresponden a la precipitación total en 24 horas de la estación de monitoreo que se encuentra ubicada en el cruce de la Av. Confraternidad Internacional Oeste y el Jr. Sebastián de Aliste, ciudad de Huaraz.

El periodo de registro es de 12 años durante el intervalo 2007 -2018,

### **-Análisis de la precipitación máxima en 24 horas**

Analizando la información del cuadro, se cuenta con un periodo continuo de monitoreo durante los años de registro, cabe mencionar que en otros centros de monitoreo de precipitación de la ciudad sólo se cuenta con información de los últimos años o la información se encuentra incompleta. (Ver Cuadro 09)

### **-Selección del periodo de retorno**

La red de alcantarillado sanitario Sucre recibe las descargas ilícitas del agua de lluvia de las viviendas, la municipalidad provincial no regula este problema y los pobladores no modificarán voluntariamente sus conexiones por lo que difícilmente cambiará la situación en el futuro. Se trabajará con un periodo de retorno que sea igual al periodo de diseño, es decir, 25 años. Así se toman las precauciones para que el alcantarillado no falle por este problema en el diseño a futuro.

### **-Intensidad y precipitación de diseño**

Las estaciones de monitoreo de lluvia que se ubican en la zona, no cuentan con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas. Para poder estimar la intensidad de lluvia y precipitación para duraciones menores a 24 horas,

podemos utilizar los coeficientes de duración Lluvias entre 48 horas y una hora que se muestran:

#### **-Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia**

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la ecuación (5). Realizando un proceso de regresión lineal, la ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta de la formula (6). (Ver Figura 02).

## **2. DETERMINAR EL CAUDAL ACTUAL QUE APORTAN LAS AGUAS PLUVIALES DE LAS CONEXIONES DOMICILIARIAS AL SISTEMA DE DESAGÜE DE LA RED SUCRE EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE JR. DIEGO FERRER, CONFRATERNIDAD ESTE, JR. JOSÉ DE SUCRE, JR. SOLEDAD, PJ. SANTA ROSA, AV. LUZURIAGA, JR. JOSÉ DE SAN MARTIN Y JR. 27 DE NOVIEMBRE.**

#### **-Estimación del tiempo de concentración**

En el caso del alcantarillado, hay varias rutas de flujo, la ruta que presente el mayor tiempo de concentración será tomada como la ruta que presente el tiempo de concentración crítico del área drenada.

Para el estudio realizado en el día de mayor precipitación del año 2018 el primer buzón que evidenció fallas en el funcionamiento del alcantarillado sanitario fue el Buzón 83 ubicado en la intersección de las avenidas Luzuriaga y el Jr. Sucre, la ruta de flujo con mayor tiempo de concentración se muestra en el Anexo 1.

Para poder calcular el tiempo de concentración se utilizaron las siguientes formulas (7) y (8).

El tiempo de ingreso,  $t_0$ , puede obtenerse mediante observaciones experimentales de campo o pueden estimarse utilizando ecuaciones. La selección de la ecuación idónea para evaluar  $t_0$  será determinada según ésta sea pertinente al tipo de escorrentía superficial que se presente. Los tipos que pueden presentarse son el predominio de flujos superficiales tipo lámina o el predominio de flujos concentrados en correnteras, o un régimen mixto, donde se usara la ecuación de Kirpich, ver formula (9).

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2011) señala la siguiente observación:

Desarrollada a partir de información del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.

En el Cuadro 10 se observa el cálculo del Tiempo de concentración que en este caso fue de: 9.70 horas.

### **-Intensidad durante la precipitación pluvial de análisis**

Se analizará el día del 2018 que registre mayor precipitación total en 24 horas, de acuerdo a los datos obtenidos de la estación de monitoreo se produjo el 18 de noviembre registrándose una precipitación total de 26.6 mm, el periodo de duración de la lluvia fue de 03:32 p.m. a 03:51 p.m. y de 06:06 p.m. a 07:57 p.m. haciendo una duración total de 130 minutos.

Para el cálculo de la intensidad máxima del año 2018 se usará la formula (10), la metodología de Dick Peschke.

Para el caso de duraciones de tormenta menores a 1 hora, o no se cuente con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas, estas pueden ser calculadas mediante la metodología de Dick Peschke (Guevara, 1991) que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, reemplazando los datos en la formula (5).

Después se reemplazara los datos en la fórmula (10) para poder obtener la precipitación máxima en 24 horas donde se obtuvo como resultado:  $P_{24h} = 48.5273 \text{ mm}$

La intensidad máxima será hallara dividiendo la precipitación  $P_d$  entre la duración, de acuerdo a la formula (11) donde se obtuvo el resultado:  $I = 22.4 \text{ mm/hora}$ .

Para los cálculos se tuvo en cuenta las fórmulas (12) y (13).

### **PARÁMETROS DE DISEÑO:**

Población actual: 3115 habitantes.

Dotación: 180 l/hab/dia

$$Q_{inf} = 0.5 \text{ l/s/km}$$

Caudal de aguas residuales:

Caudal de contribución de alcantarillado  $C = 0.8$

Donde C: coeficiente de relación entre la esorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área construida.

El valor C puede estimarse:

- Para superficies impermeables de techos. = 0.75 a 0.95
- Para pavimentos de asfalto = 0.85 a 0.90
- Para Jardines, parques, prados = 0.05 a 0.25

Consideraciones:

Para la aplicación del método racional se considerará que la intensidad de la lluvia es constante durante toda la tormenta.

Reemplazando datos en la formula (14) tenemos que  $Q_{prom} = 5.1917\text{l/s}$

Según la formula (15) tenemos que el caudal máximo horario:  $Q_{mh} = 10.3833\text{l/s}$ .

Con estos datos tenemos que existe un 11.34% de viviendas pertenecientes a la muestra de este estudio, no evacúan las aguas pluviales de las conexiones domiciliarias de manera adecuada es decir que son direccionados al sistema de alcantarillado sanitario. (Ver Cuadro 12).

### **3. ANALIZAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO POR TRAMOS DURANTE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES.**

#### **Cálculo de parámetros:**

##### **-Rugosidad en tuberías**

En los Cuadros 13, 14 y 15 se hace referencia a valores del coeficiente de Manning recomendados por diversas entidades, al final de este ítem se presenta los valores a usar en el cálculo posterior.

Con respecto a la bibliografía revisada el coeficiente de Manning “n” varía entre 0.011 a 0.015, para la presente tesis se escogerá el valor de  $n= 0.014$  debido a que estas tuberías datan del año 1973, en consecuencia, son de gran antigüedad y deben poseer una mayor rugosidad.

#### **-Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional**

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional se usará el método del interés simple, para poder hallar este resultado se utilizaron las formulas (16) y (17).

Según INEI (2018), para el distrito de Huaraz se tienen los datos censales. (Ver Cuadro 16), se obtuvo que la tasa de crecimiento poblacional es de 1.31%.

#### **-Análisis de áreas verdes en las viviendas**

Se usó como plano guía el plano de redes de desagüe en la ciudad de Huaraz, al cual se le adicionó una numeración de casas y cuadras para llevar de manera más ordenada la ficha observacional, donde lo cual se realizó el muestreo probabilístico aleatorio. (Ver anexo 07).

Las áreas de cada vivienda fueron obtenidas del plano mencionado, las medidas están basadas en el plano catastral de la ciudad de Huaraz por lo que son reales. Donde también se verifico de acuerdo la ficha si existen o no las dichas áreas verdes, esta área no fue medida directamente debido a la desconfianza por el clima de inseguridad que se vive en la ciudad, ante esto se optó verificar mediante ficha observacional realizada. (Ficha Observacional, ver anexo 07).

Para trabajar con valores que no se alejen de la realidad se procedió a tomar como muestra el tramo comprendido entre Jr. Diego Ferrer, Confraternidad Este, Jr. José de Sucre, Jr. Soledad, Pj. Santa Rosa, Av. Luzuriaga, Jr. José de San Martín Y Jr. 27 de noviembre, se realizó la ficha observacional de toda la red mediante muestreo aleatorio.

## **CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DURANTE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES**

### ✓ **POBLACIÓN DE DISEÑO**

El análisis se realiza en el año 2018, por ello el cálculo se realizará usando la población actual que conforman la red Sucre que es de 3115 habitantes, es necesario recordar que no es un diseño a futuro.

### ✓ **CAUDAL DE CONTRIBUCIÓN AL ALCANTARILLADO SANITARIO**

El caudal de contribución al alcantarillado sanitario debe ser calculado con la formula (14), considerando con un coeficiente de retorno (C) del 80% del caudal de agua potable consumida. Donde se obtuvo:

$$Q_{prom} = 5.1917 \text{ L/seg}$$

### ✓ **CAUDAL MÁXIMO HORARIO**

Reemplazando datos en la formula (15), tenemos que el  $Q_{mh}=10.3833\text{L/seg}$ .

### ✓ **CAUDAL DE INFILTRACIÓN**

El Plano de Microzonificación sísmica (Municipalidad Provincial de Huaraz, ver anexo 9) establece el nivel freático según estudios realizados en distintas zonas de la ciudad de Huaraz.

Los barrios que comprenden la Red Sucre presentan nivel freático según se detallan en el Cuadro 17.

Se debe precisar que la zona II-B sólo afecta a 3 cuadras de la red, por lo que asumimos que no es representativo respecto al total de cuadras que conforman la red Sucre.

CEPIS - Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado (2005) recomienda valores de infiltración en tuberías (Ver Cuadro 18)

La red Sucre está conformada por tuberías de cemento con unión de cemento y según el plano de Microzonificación sísmica se asume un nivel freático bajo por lo que se usará el valor:

$$Q_{inf} = 0.5 \text{ l/s/km}$$

✓ **CAUDAL DE CONEXIONES ERRADAS**

Para el caso del análisis durante las precipitaciones pluviales se usará el caudal real aportado por cada vivienda (Ver Cuadro 12).

$$Q_{(c.e.)} = 42.99 \text{ l/s}$$

✓ **CAUDALES ESPECIALES**

Se considerarán como caudales especiales a los consumidos por las instituciones públicas pertenecientes a la red, se calcularán según lo señalado en RNE IS.010 Instalaciones Sanitarias (2009) de acuerdo a las dotaciones establecidas según el tipo de edificación. Se muestra el cálculo de caudales en el Cuadro 19.

✓ **CAUDAL UNITARIO**

Reemplazando datos n la formula (18), tenemos:

$$Q_{unit} = 0.00001096 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

✓ **CAUDAL DE DISEÑO POR TRAMOS**

El cálculo del caudal para cada tramo se obtendrá usando la formula (19).

✓ **EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED SUCRE DURANTE EL DÍA DE MÁXIMA PRECIPITACIÓN TOTAL DEL 2018**

En el Cuadro 20 se muestra los diámetros instalados, el cálculo del caudal por tramos, así como el cálculo de diámetros requerido, la verificación de velocidad y la evaluación del funcionamiento de cada tramo durante la precipitación a detalle, donde se utilizó la formula (19).

Para el cálculo del caudal por tramos se usarán las formulas (20) y (21).

En los tramos que funcionen a tubería parcialmente llena las fórmulas que se utilizaron fueron (22) y (23).

#### **4. PLANTEAR UNA PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA RED SUCRE.**

Durante el periodo de diseño elegido no debería haber problemas en el sistema ya que se tomó en consideración una lluvia de diseño con un periodo de retorno igual al tiempo de diseño.

##### **✓ POBLACIÓN DE DISEÑO**

El análisis se realiza con un periodo de diseño de 25 años, es decir, en el año 2043, por ello el cálculo se realizará proyectando la población actual, con una tasa decrecimiento poblacional calculada de 1.31%. La población futura es de 4135 habitantes.

##### **✓ CAUDAL DE CONTRIBUCIÓN AL ALCANTARILLADO SANITARIO**

El caudal de contribución al alcantarillado sanitario se calculará usando la ecuación:

$$Q_{prom} = 6.8919 \text{ L/seg}$$

##### **✓ CAUDAL MÁXIMO HORARIO**

Para el cálculo del caudal máximo horario se usará la ecuación:

$$Q_{mh} = 13.7839 \text{ L/seg}$$

##### **✓ CAUDAL DE INFILTRACIÓN**

El Plano de Microzonificación sísmica. (Municipalidad Provincial de Huaraz, ver anexo 7) establece el nivel freático según estudios realizados en distintas zonas de la ciudad de Huaraz. En la Figura 3 se observa los barrios en estudio. Los barrios que comprenden la Red Sucre presentan nivel freático según se detalla en la Tabla 27. CEPIS - Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado (2005) recomienda valores de infiltración en tuberías. El diseño se realizará usando tuberías de PVC UF S-25 con unión de goma y según el plano de Microzonificación sísmica se asume un nivel freático bajo por lo que se usará el valor:

$$Q_{inf} = 0.05 \text{ l/s/km}$$

✓ **CAUDAL DE CONEXIONES ERRADAS**

Se tiene que el caudal de conexiones erradas o ilícitas para el diseño a futuro es:

$$Q_{c.e.} = 65.9 \text{ L/seg}$$

✓ **CAUDAL UNITARIO**

$$Q_{unit} = (Q_{mh} + Q_{c.e.} + Q_e L_{total}) + Q_{inf}$$

$$Q_{unit} = 0.00001540 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

**PROPUESTA DE MEJORA – ALCANTARILLADO SANITARIO RED SUCRE**

- Coeficiente de Manning

Para el nuevo diseño se considera el uso de tuberías PVC UF S-25 por lo que se usará el coeficiente de Manning  $n=0.012$ .

- Intensidad de diseño de la propuesta de mejora

Del Cuadro 10, se tiene que el tiempo de concentración a usar es 9.70 minutos. Con este valor y el tiempo de retorno de 25 años procedemos a calcular la intensidad a usar para el diseño a futuro.

Por ultimo en el Cuadro 23 se muestra la propuesta de nuevos diámetros, con esto se busca solucionar el problema de fallas en el funcionamiento durante las precipitaciones pluviales ocasionadas por el caudal adicional de las conexiones de desagüe pluvial de las viviendas al alcantarillado sanitario.

## ANEXO 2.

### PRECIPITACIONES PLUVIALES

**Cuadro 03.** *Precipitaciones pluviales.*

FECHA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
01/01 12:00			0.3		0.3	9.6	0.9	0.1	0	9.9		0.1	22.2	0.1
02/01 12:00			0.1		0.9	1.8	5.7	0	0.1	19.2		2.7	3	0
03/01 12:00			45.7 0000 1		0.2	1	11. 9	0	0	0.1		2.6	1.4	0.1
04/01 12:00			3.3		5.1	3.8	0.2	3.9	0.1	0		31. 8	0.2	0
05/01 12:00			19.4		2.7	1.1	2.6	5.9	6.6			2.9	3.2	0.3
06/01 12:00			5.5	0.2	5.9	2.9	5.1	0.1	0.2			2.1	2.9	10.1
07/01 12:00			0.3	0	9.4	9.2	0.6	0.1	9.5			8.4	0.1	0
08/01 12:00			1.5	0.1	7.8	19.6	13	1.2	0.9			15	0.1	0
09/01 12:00			9.30 0000 2	0	3	1.4	1.2	3.1	0.2			5.8	0.1	0.1
10/01 12:00			0.1	0	4.6	0.1	3	15	12			0.4	0.1	0
11/01 12:00			0.1	0.1	0.2	1.3	1.8	1.1	7.2			0.3	2.9	0
12/01 12:00			4.69 9999 8	0	4.7	3.8	8.7	0.1	9.7			0.1	3.1	0
13/01 12:00			2.59 9999 9	0	0.1	12.8	2.1	0.1	3.4			0.1	0.1	0.1
14/01 12:00			10.8	19.9	0	9.6	7	25. 9	3.2			6.5	0.1	0
15/01 12:00			13.5	12.5	0.1	7	1.9	4.7	3.2			3.8	0.1	0
16/01 12:00			0	13.3	0.3	1.2	0.2	0.2	9			4.8	0.1	0
17/01 12:00			0.1	6.80 0000 2	1.2	12.1	25. 6	9.7	0.2			5.3	16.5	0.2
18/01 12:00			0	9.10 0000 4	1.2	0.8	0.6	1.3	9.1			6.3	14	8.3

19/01 12:00			0	0.1	0.6	0.2	0.8	0.1	0			5.6	24.8	14.3
20/01 12:00			0.1	0.1	1	5.2	0.1	0.1	0.1			4.6	11.2	3.8
21/01 12:00		0.4	0	4.30 0000 2	2.6	0.1	0	3.1	0			6.4	23.2	0
22/01 12:00		0.1	0	0.1	2.2	0.1	0.1	15	0			0.1	1.7	0.1
23/01 12:00		0	0.6	0.3	0.2	12.8	5.9	11. 6	0.1			6.1	8.1	0
24/01 12:00		0.1	0.5	3.3	0.1	18	8.4	6.3	0			11. 9	13.3	0.1
25/01 12:00		0	10.8	4.80 0000 2	4.1	6.9	8.4	0.2	0			0	2.5	0
26/01 12:00		5.69 9999 8	19.5	0.2	1.7	5.8	1.6	0	0			0.1	0.8	4
27/01 12:00		7.90 0000 1	0.1	12.9	0.3	6.7	6.8	0.1	0.3			0	0.1	2.4
28/01 12:00		0.3	0.1	17.4	16	0.2	11. 2	0	5.4			0.1	0.2	4.3
29/01 12:00		1.4	2.7	7.59 9999 9	2.5	1.6	6.3	0	3.8			0	2.3	6.7
30/01 12:00		0.5	4.09 9999 9	4.80 0000 2	0.1	0.1	26. 5	0.1	17			0	11.9	1
31/01 12:00		1.6	0.1	0.6	1.2	0	32. 6	0	1.7			0.3	2.5	0.1
01/02 12:00		0.2	0	6.59 9999 9	0.1	0	18. 4	0	0.1			4	0.5	0
02/02 12:00		3.90 0000 1	0.1	7.30 0000 2	0.1	0.1	13. 6	0	0.1			16. 3	0.3	0.1
03/02 12:00		13.4	4	13.3	3	0	9	0.1	1.2			0.1	1.8	0
04/02 12:00		8.39 9999 6	0.1	11.2	0.5	0	0.1	0.4	2.5		7.4	0.1	6	4.7
05/02 12:00		2.59 9999 9	0	16.2 9999 9	2.6	7.6	1.9	8.2	6.9		3.2	9.6	6.7	3.6
06/02 12:00		0.7	0.1	13.7	0.1	8.2	13	20. 2	0.5		33. 2	6.4	7.1	4.6
07/02 12:00		2.3	0.3	0.2	0	7.9	1.2	7.4	8.6		0.1	0.2	19.1	3.9
08/02 12:00		11.2	5.59 9999 9	0.1	0.1	0.7	5.4	3	8		0	4.3	0.1	0.1

09/02 12:00		8.30 0000 2	12	0.8	0	0.2	4.6	0.1	2.8		0	2.8	0.1	0.1
10/02 12:00		8.10 0000 4	2.2	0.2	1.5	4.6	1.4	2.1	8		0.1	6.8	0.1	0.3
11/02 12:00		33	3.59 9999 9	0.6	13	9.9	0.4	0.6	11. 7		0	8.8	0	14.8
12/02 12:00		10.4	4	3.2	13.4	3	13. 1	4.2	6.2		0	0.3	0.1	10.7
13/02 12:00		8.60 0000 4	28.2 0000 1	0.1	23.4	4.6	2	8.4	0		4.4	0.1	0.1	10.2
14/02 12:00		0.4	5.59 9999 9	0	6.9	4.4	0.9	7.4	0		1.8	0.1	4.1	0.1
15/02 12:00		0.1	1.6	0	0	13.4	0.1	0.7	0.1		4.1	0.1	6.7	0
16/02 12:00		0.2	0.2	0.1	0	4.4	21. 1	0.1	0		0.1	0.1	15.3	0.1
17/02 12:00		3.5	2.7	0	0.1	2.8	0.1	0	0		50. 2	0.3	0.1	0.8
18/02 12:00		0.8	0.2	1.2	0	5.4	7.3	0.1	0		8.6	0.6	0	0.1
19/02 12:00		2.09 9999 9	6.30 0000 2	0.2	0	11.9	0.7	0	0		0.3	1.7	0	0.1
20/02 12:00		10.4	8.60 0000 4	3.59 9999 9	0	4.2	0.7	1.3	0.1		14. 4	0.3	0.1	1.5
21/02 12:00		0.1	2.59 9999 9	1.1	0.1	10.4	7.1	8.9	0		5.8	11. 5	0	0.1
22/02 12:00		0	0.2	3.2	0	0.3	15	0	0		0.6	13. 3	0.1	13.6
23/02 12:00		0.1	1.1	0.1	0	16.5	4.4	0.1	0		3.4	28. 1	0.9	4.3
24/02 12:00		6.59 9999 9	0.1	14.3	0	21.2	0.3	0	0		27. 6	34. 2	0.5	4.5
25/02 12:00		0.2	0	2.2	1.9	0.8	0.1	0	0		7.3	16. 9	0.7	4.3
26/02 12:00		0.3	0.1	8.39 9999 6	0.1	0.1	3.3	0.1	0		12. 3	0.3	2.5	6.4
27/02 12:00		0.2	14.9	0.1	15.9	0.1	0.1	0	6.7		16	0.1	0.2	44.6
28/02 12:00		0.6	7.80 0000 2	11.9	4.4	9.5	0.1	0	0.1		0.2	0	1.6	21.2

29/02 12:00		3.09 9999 9	12.7	7.74 9999 8	2.9	10.5	0.4 5	1.4 5	0.1		2.2	0	4.3	19.4
01/03 12:00			17.6	3.59 9999 9	1.4	0.1	0.8	2.9	0.1		4.2	0	7	9.8
02/03 12:00			1.3	1.1	0.1	0.1	10	9.7	0.1		1.4	0.1	19	8.2
03/03 12:00			16	13.9	5.3	1.5	3.8	17. 5	11. 7		21. 8	0	20.3	7.1
04/03 12:00			21.1	5.90 0000 1	20.6	5.4	5.5	2.5	3.5		5.4	0	1.7	1.9
05/03 12:00			0.9	2.3	11.2	5.5	5.9	6.9	3.9		6.6	16. 1	4	33.1
06/03 12:00			7.90 0000 1	6	7.5	0.1	30. 3	22. 8	4.9		13. 8	1.1	4.3	16.7
07/03 12:00			2.59 9999 9	0.2	2.5	0	5.7	0.5	18. 2		4.8	33. 8	3.1	5.6
08/03 12:00			5.19 9999 8	7	0.6	0.1	3.6	0.1	0		0.8	18. 9	0.2	4.8
09/03 12:00			16.5	4.40 0000 1	2.1	2.2	6.6	0.1	0.1		2.4	13. 6	0.1	5.2
10/03 12:00			0.2	0.1	0.2	1.7	9.8	6.1	0		10	16. 6	0.2	1
11/03 12:00			6.5	3.09 9999 9	30.8	1.8	17. 4	11. 6	0.1		0.8	0.2	0.1	0.1
12/03 12:00			1.4	8.5	1.1	3.9	10. 9	2.2	0		12. 4	0.2	4.5	1.1
13/03 12:00			5.40 0000 1	9.80 0000 2	5.7	0.5	12. 1	3	0.7		5.8	8.4	0.6	0.1
14/03 12:00			3.2	9.80 0000 2	1.5	10	5.9	0.1	0.1	0.1	8.8	7	8.2	16.8
15/03 12:00		0.5	8.80 0000 2	11.5	0.4	4.3	0.7	20. 7	0.1	0.4	7.7	2.6	0.7	0.2
16/03 12:00		0.6	0.1	22.5	15	0.2	3.3	1.9	0.1	3	3.9	1	1.7	0.2
17/03 12:00		1.2	5.90 0000 1	8.30 0000 2	12.3	0.5	0.7	1.8	2	0.6	12	1.2	5.7	0.1
18/03 12:00		6.80 0000 2	9.80 0000 2	6.59 9999 9	2.7	0.4	2.6	1.6	0.2	7.3	19. 5	2.2	8.7	0.1

19/03 12:00		2.90 0000 1	12.9	0.4	1.8	1.4	1.2	0.6	1.5	0.1	9.5	1.4	6.9	1.1
20/03 12:00		0.1	16.9	15.6	9.6	24.6	2.1	0.1	3.4	5.1	0.1	7.6	10.7	1
21/03 12:00		4.59 9999 9	1.2	12.4	2.4	5.6	0.2	0.1	3	0.1	2.5	14. 5	5.9	3.4
22/03 12:00		3.59 9999 9	0.7	6.40 0000 1	2.6	0.6	14. 5	1.5	9.7	0.1	9.5	0.2	12.6	0.1
23/03 12:00		0.2	7.80 0000 2	2.40 0000 1	0.3	3.8	7.7	4.3	2.5	0	8.7	4.3	0.2	0.1
24/03 12:00		29	0.7	8.10 0000 4	0.1	0.5	0.8	0.2	7		14. 2	6.8	5.6	0.1
25/03 12:00		9.69 9999 8	6.09 9999 9	0.3	1.6	0.3	7.5	11. 6	19		0.1	3.2	0.1	5.7
26/03 12:00		0.1	0.2	21.5	23.4	7.2	8.9	0.2	9.8		6.9	4.4	0.1	0.1
27/03 12:00		0.1	23	7.90 0000 1	8.3	13.6	14. 3	0.3	6.1		7.5	11. 1	0.1	4.5
28/03 12:00		0.1	5.69 9999 8	12	0.2	5	10	14. 7	0.5		2.5	0.1	2.1	4.6
29/03 12:00		0	9.39 9999 6	29.7 9999 9	0.7	1.2	11. 4	0.2	5.9		8.7	0	0.2	3.4
30/03 12:00		0.1	4.59 9999 9	3.59 9999 9	11.8	2.2	6.2	0.3	4.3		0.1	0.1	5	1
31/03 12:00		7.69 9999 8	3.3	7.59 9999 9	38.8	7.6	9.5	11. 6	5.8		0.1	0	6	1.2
01/04 12:00		2.90 0000 1	0.3	7.5	10.2	0.4	0.9	1.6	1.3		0.1	0.6	2.2	
02/04 12:00		2.7	6	1.1	11.9	0.8	8	0.1	9.2		0.2	4.5	2.9	
03/04 12:00		8.30 0000 2	1	13.6	14.3	0.4	0.2	5.7	9.5		9.1	0.2	0.7	
04/04 12:00		0.2	0.7	8.39 9999 6	12.3	2.8	0.2	4.1	9.6		7.9	0.1	17.6	
05/04 12:00		0.1	0.1	13.7	2.5	1.4	10. 1	0.4	9.8		0.2	6.9	2.4	
06/04 12:00		0.3	0.1	9.19 9999 8	0.2	6.8	14. 3	20. 4	15. 6		0.1	3.2	0.1	

07/04 12:00		0.1	0.8	11.7	5.8	2.3	6.5	18. 1	2.8		0.3	0.2	2.3	
08/04 12:00		0.1	0.1	27	10.7	0.1	2.1	0.4	1		0.3	0.2	11.4	
09/04 12:00		7.90 0000 1	0.1	8.60 0000 4	34.5	0.1	15	1.7	3.3		9.5	7.7	21.4	
10/04 12:00		11.2	0.7	16.7 0000 1	6.4	2.6	22. 2	0	0.1		1.8	0.8	11.3	
11/04 12:00		1.4	4.30 0000 2	0.1	0.2	2.3	6.6	0.1	1.1		0.1	2	0.2	
12/04 12:00		0.1	0	0	4.2	0.1	3.9	0	5.2		0.1	0.1	3	
13/04 12:00		3.09 9999 9	0.1	0.1	3.6	7.9	6.2	0.1	2.3		0.1	0.1	0.3	
14/04 12:00		2.90 0000 1	0	0	4.8	37.1	3.6	0	1		2.8	0.7	0.2	
15/04 12:00		0	0.1	8.5	0.1	0.8	0	0	1		0.2	3.5	12.3	
16/04 12:00		0.1	0	9.39 9999 6	0.1	2	0.1	4.6	0.1		4.7	0.2	0.1	
17/04 12:00		0	0.1	13.7	0	0	0	0.1	0.3		7.2	0.9	0.1	
18/04 12:00		0	6.40 0000 1	11.5	0.1	0.1	0.1	0	1.8		0.1	2.1	0.1	
19/04 12:00		0	7.59 9999 9	0.1	7.8	0	0	0.1	0.1		6	0.1	0	
20/04 12:00		0.1	0.1	0	0.2	0.1	0	0	1.8		0.1	0.1	0.1	
21/04 12:00		0	1.9	0.1	5.7	0	0.9	9	0.1		0.1	18. 7	10	
22/04 12:00		0	1.9	0	7.2	0.7	6.7	0.2	0		0.1	1.6	0	
23/04 12:00		0	0.1	0.1	12.2	0.2	5.3	1.1	0.1		1.3	15. 3	0.1	
24/04 12:00		0.9	0	3.2	4.9	9.8	0.3	0.1	22. 3		0.1	0.1	0	
25/04 12:00		0.1	0.1	0.1	1.8	0.1	0	1.8	18. 8		0	0.1	0.1	
26/04 12:00		0.3	1.3	0.1	0.2	3.5	0.1	0.1	2.7		0.1	9.7	0	
27/04 12:00		0.1	0.4	1.7	2.6	4	0	0	0.1		0	3.2	0	
28/04 12:00		12	0.1	0.1	0.1	4	0.1	0.1	10. 3		0.1	1.1	1	

29/04 12:00		0.3	4.30 0000 2	3.59 9999 9	0.1	4.9	0	0.5	13. 9		0	12. 3	0.2	
30/04 12:00		0.1	7.19 9999 8		1.8	0.1	0	18	9.7		0.1	4.4	6	
01/05 12:00		1.3	0.1		0.1	0	6.4	22. 4	0		0.8	0.1	2	
02/05 12:00		0.1	0.1		0.1	0.1	1.2	31	0		1.1	1.1	0.9	
03/05 12:00		0.6	0.1	0.2	1.4	0.2	0	1.8	0		3.8	1.8	0.9	
04/05 12:00		0.1	0.2	1	0.2	0	0.1	0.5	0		2.1	10	0.5	
05/05 12:00		0		0.1	0.1	0.1	0	0	0		0.5	10	0.1	
06/05 12:00		0.1		0.1	1.2	0	0	0	0		0.1	7.7	3.8	
07/05 12:00		0		2	2.4	0	0.1	0	0		0.1	10. 3	0.1	
08/05 12:00		0		0	2.1	0	0	0.1	0		0	10. 8	0	
09/05 12:00		0.2		0	17.1	0.1	0	0	0		0.1	8.2	0.1	
10/05 12:00		0		0	0.9	0	2.3	0	0		0	0.1	0	
11/05 12:00		0.1		0	0.2	0	0.1	0	0		0.1	0.1	0	
12/05 12:00		0		0	0	0	0.8	0	0		0	0	2.1	
13/05 12:00		0		0	0	0.4	2.7	0.1	0		0.1	0.1	10.8	
14/05 12:00		0.1	0.4	0.1	0	0	1.2	0	0		0	2.1	6.3	
15/05 12:00		0		0	0.1	0	0.1	0	0		0.1	0.3	2.8	
16/05 12:00		0		0	0	0	0.5	0	0		0	0.1	1.1	
17/05 12:00		0		0	0	0	0.1	0	0.1		0.1	0	16.3	
18/05 12:00		4.69 9999 8		0	0	0	0.1	0	0		5	0.1	8.3	
19/05 12:00		4.5		0	0	0	0	0	0		1.1	0.1	0.1	
20/05 12:00		0		0	0	0	0	7.9	0		3.5	1.5	0	
21/05 12:00		0.1		0	0	0.1	0.1	0.7	0		0.3	0.1	0.1	
22/05 12:00		0		0	0.1	0	0	0	0		0.1	0	0	
23/05 12:00		0		0	0	0	0.1	0	0		0	0.1	0	

24/05 12:00		0.1		0.1	0	0	0.2	0	0		0	0	0.1	
25/05 12:00		0		0	0	0	0.1	0	0		0.1	0.1	0	
26/05 12:00		0		0	0	0	1.4	0	0		0	0	0	
27/05 12:00		2.5		0	0	0	0	0.1	0		0	0.1	0	
28/05 12:00		0.2		0	0	0	0.1	0	0		0	0	0.1	
29/05 12:00		0.2		0	0	0	0	0	0		0.1	0.2	0.1	
30/05 12:00		0.3		0	0	0	0.1	0	0		0	0	4.9	
31/05 12:00				0	2.3	0	0	0	0		0	0	1.7	
01/06 12:00				0	0.9	0.1	0	0	0		0	0	0.2	
02/06 12:00				0	0	0	2.8	0	0		0	0	0	
03/06 12:00				0	0	0	0	0	0		0	0	0.1	
04/06 12:00				0	0	0	0	0	0		0	0.1	0	
05/06 12:00				0	0	0	0	0.1	0		0	0	0	
06/06 12:00				0	0	0	0.1	0	0		0	0	0.1	
07/06 12:00				0.4	0	0	0	0	0		0	0	0	
08/06 12:00		0.2		0.2	0	0	0	0	0		0	0	0	
09/06 12:00		0.4		12.5	0	0	0	0	0.1		0.1	0	0	
10/06 12:00		0		0.2	0	0	0	0	0		0	0	1.6	
11/06 12:00		0		0.2	0	0	0	0	0		0	0	0	
12/06 12:00		0		3.5	0	0	0.1	0	0		0	0	0	
13/06 12:00		0.1		0	0.1	0	0	0	0		0	0.1	0	
14/06 12:00		0		0.1	0	0	0	0	0		0	0	0.1	
15/06 12:00		0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	
16/06 12:00		0		0	0	0	0	0	0		0.1	0	0	
17/06 12:00		0		0	0	0.4	0	0	0		0	0	0	
18/06 12:00		0		0.1	0	0.1	0	3.5	0		0	0	0	

19/06 12:00		0.1		0	0	0	0	0.7	0		0	0	0	
20/06 12:00		0		0	0	0.1	0	0	0		0	0	0	
21/06 12:00		0		0	0	0	0.2	0.1	0		0	0	0.1	
22/06 12:00		0		0	0	0	0.1	0	0		0	0	0	
23/06 12:00		0		0.2	0	8.6	0	0	0		0	0	0	
24/06 12:00		0			0	0	0.1	0	0		0	0	0	
25/06 12:00		0			0	0	10. 8	0.1	0		0	0	0	
26/06 12:00		0.2			0	0	0	0	0		0	0	0	
27/06 12:00		1.8			0	0	0	0	0		0.2	7.4	0	
28/06 12:00		0			0	0.1	0	0	0		0	0	0	
29/06 12:00		0.1			0	0	0	0	0		0	0	0	
30/06 12:00		0			0	0	0	0	0		0	0	0	
01/07 12:00		0.1			0.1	0	0	0	0		0	0	0	
02/07 12:00		0.5			0	0	0	0	0		0	0	0	
03/07 12:00		0.3			0	0	0	0	0		0	0	0	
04/07 12:00		0.1			0	0.1	0	0	0		0	0	0	
05/07 12:00		0			0	0	0.1	0	0		0	0	0	
06/07 12:00		0.1			0	0	0	0	0		0	0	0	
07/07 12:00		18.2 0000 1			0	0	0	0	0		0	0	0	
08/07 12:00		0.1			0	0	0	0	0		0	0.1	0	
09/07 12:00		0			0	0	0	0	0		0	0	0	
10/07 12:00		0.1			0	0	0	0	0		0	0	0	
11/07 12:00		0			0	0	0	0	0		0	0	0	
12/07 12:00		0			0	13	0	0	0		0	0	0	
13/07 12:00		2			0	0	0	0.1	0		0	0	0	
14/07 12:00		0.6			0	0	0	0	0.4		0	0	0	

15/07 12:00		1.2			0	0.1	0	0	0.1		0	0	0	
16/07 12:00		0			0	0	0	0	0.1		0	0	0	
17/07 12:00		0			0	0	0	0	0.1		0	0	0	
18/07 12:00		0			0	0	0	0	0.1		0	0	0	
19/07 12:00		0.1			0	0	0.1	0	2.4		0	0.1	0	
20/07 12:00		0			0	0.1	0	0	0		0	0	0	
21/07 12:00		0			0	0	0	0	0		0	0	0	
22/07 12:00		0			0	0	0	0	0		0	0	0	
23/07 12:00		0			0	0	0	0	0.1		0	0	0	
24/07 12:00		0.1			0	0	0	0	0		0	0	0	
25/07 12:00		0			0	0	0	0	0		0	0	0	
26/07 12:00		0			0	0	0	0	0		0	0	0	
27/07 12:00		0			8.6	0	0	0	0.1		0	0	0	
28/07 12:00		0			0	0.1	0	0	0		0	0	0	
29/07 12:00		0			0	0	0	0	0		0	0	0	
30/07 12:00		2.59 9999 9		3.40 0000 1	0	0	0	0	0		0	0	0	
31/07 12:00					0	0.1	0	0	0		0	0	0	
01/08 12:00					0.1	0	0	0.1	0.1		0	0	0	
02/08 12:00					0	0	0	0	0		0	0	0	
03/08 12:00					0	0	0	0	0		0	0	0	
04/08 12:00					0	0.4	0	0	0		0	0	0	
05/08 12:00					0	0	0	0	0		0.6	0	0	
06/08 12:00					0	0.1	0	0	0		0.1	0	0	
07/08 12:00					0	0	0	0	0		0	0	0	
08/08 12:00					0.1	0	0.8	0	0.1		0.1	0	0	
09/08 12:00					0	0.1	0	0	0		0	0	0	

10/08 12:00					0	0	0	0	0		0.6	0.1	0	
11/08 12:00				0	0	0	0.1	0	0		0	0	0	
12/08 12:00				0.1	0	0.1	0	0	0		0	0	0	
13/08 12:00				0	0	0	0	0	0		0.1	0	0	
14/08 12:00				0.1	0	0	0	0	0		0	0	0	
15/08 12:00				0	0	0	0	0	0		0	0	0	
16/08 12:00				0	0	0.1	0.1	0	0		0	0	0	
17/08 12:00				0.1	0	0	0	0	0		0	0	0	
18/08 12:00				0.2	0	0	0	0	3.6		0.1	0	0	
19/08 12:00				1	0	0	0	0	0		0	0.1	0	
20/08 12:00			0.4	0.1	0	0	0	0	0		0	0	0	
21/08 12:00			0.1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	
22/08 12:00			0.1	0	0.1	0.1	0	0	0.1		0	0	0	
23/08 12:00			0.2	0.1	0	0	0.1	0	0		0	0	0	
24/08 12:00			0.3	0	0	0.1	0	0	0		0	0	0	
25/08 12:00			0.1	0	0	0	0.1	0	0		2	0	0	
26/08 12:00			0.2	0	0	2	0	0	0		2.4	0	0	
27/08 12:00			0.1	0.1	0.1	0	2.6	0	0		0	0	0	
28/08 12:00			0.1	0	0	0.1	0	0	0		0	0	0	
29/08 12:00			0.9	0	0	0	0	2.3	0.1		0.1	0	0	
30/08 12:00			0.4	0	0	0	0	0.7	0		0	0	0	
31/08 12:00			2.8	0.4	0	0	0	0	0		0	0	0	
01/09 12:00			1.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0		0	0	0	
02/09 12:00			0.1	0	0	0	0	0	0		0	0.1	0.3	
03/09 12:00			0.1	0.1	1	0	0	0.1	0		0.1	0	0	
04/09 12:00			1.8	11.2	0.1	0	0.2	5.9	0		0	0.1	0.1	

05/09 12:00				0	0.1	0	0	0.3	0		0	0	0	
06/09 12:00		7.80 0000 2		0.1	0	2.3	0	0.2	0		0	0	0.1	
07/09 12:00		2.09 9999 9		0	0.1	0.4	0.1	0.1	0.8		0	0.1	0.1	
08/09 12:00		6.40 0000 1		0	0	2.5	0	0.3	1		0	0	1.2	
09/09 12:00		5.30 0000 2		0	0	0	0	0	3.6		0.9	0	0.1	
10/09 12:00		0		0.1	0.1	0.1	0	0	0.4		0.1	0.1	0	
11/09 12:00		0.1		0	0	0	0.1	0	0.1		0	0	0.1	
12/09 12:00		0		0	0	0	0	0.1	0		0.1	0	0.4	
13/09 12:00		0.1		0	0.1	0.1	0	0	0.1		0	1.1	0.1	
14/09 12:00		0		0	0	0	0	0	0		0.1	0.1	0	
15/09 12:00		1.7		0.7	0	0	0	0	0		1	4.8	0.1	
16/09 12:00	0.2	1.2		3.40 0000 1	0	0.9	0.7	0	0.8		0.1	0	0	
17/09 12:00	0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1		0.1	0.1	0	
18/09 12:00	0	3.09 9999 9		0.4	0	0	0.3	0	0		0.4	0	2.2	
19/09 12:00	0	0.1		0	0	0	0.1	0	0.1		0	0.1	0.2	
20/09 12:00	0.1	0.1		0.1	0	0.1	0.1	0	0.3		0.1	0	4.4	
21/09 12:00	0	3.3		0	0	0	0.2	0	0.1		0	0	0.1	
22/09 12:00	0	0		0.1	1.5	0	0	0	0.5		0	0.4	0.1	
23/09 12:00	7.8	0.1	1.6	0	0.2	0.1	0	0	0.1		0.1	0.1	3.8	
24/09 12:00	0	0	0	0	3.5	0	0.1	0.3	0		0	0.1	0.1	
25/09 12:00	0.1	0	0.1	9.39 9999 6	0.1	0	0	12	0.1		0	14. 5	0	
26/09 12:00	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0	2.4	0		0	7.7	0.1	
27/09 12:00	0	0	0	0	0.1	6.2	0	1.2	0.1		0.4	0.1	0.3	

28/09 12:00	0.1	0	0.1	0.1	0	0.3	0.1	0.2	0.2		0.1	0.1	1.8	
29/09 12:00	0	16.1	0	0	0.1	6.6	0	0.2	3.3		0.1	0	2.3	
30/09 12:00	0	0.2	0	0	0	0.1	0	0.1	0		3.6	0	0.1	
01/10 12:00	0	1.2	0.7	2	0	0.1	0	0	0.1		0.1	0	0	
02/10 12:00	0.1	2.2	1.6	0.1	0.1	10.4	0	0.1	0.2		0.1	2.1	0.1	
03/10 12:00	0.1	3.8	1.7	0	0	0.1	0	0.1			0.1	1	0	
04/10 12:00	0.2	1.3	0.1	0.1	0	0	0.1	4.4			0	0.1	0	
05/10 12:00	0	0	0.1	0	0	0.1	3.1	0.1			0.1	0	0.9	
06/10 12:00	0.1	0	3.09 9999 9	0.6	1.7	11.5	3.9	0			2.4	3.5	2.2	
07/10 12:00	0	0.1	1	0.2	10	3	0.8	0.1			4.9	4.4	0.4	
08/10 12:00	0	0	0.1	1	0.4	10.5	0.1	0			0.2	4.5	0.1	
09/10 12:00	0.1	0	0.9	0	0.2	1.6	0.9	0.3			0.1	0.8	1.5	
10/10 12:00	0	0	17.5	0	8.5	1.7	0.2	0.1			0.2	0	2.1	
11/10 12:00	0	0.1	5.09 9999 9	0.1	0	6	6.4	0.1			1.3	0	6.9	
12/10 12:00	7.7	0	6.09 9999 9	0	0.1	0.2	2.7	9.1			1.1	0	0.6	
13/10 12:00	4.6	0	0	0	0	0.1	0.1	1.3			0.6	0	0.1	
14/10 12:00	1.7	0	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1			1.4	0	1.9	
15/10 12:00	0	0	0	0.1	0.1	0	2.3	5.7			10. 4	0	0.1	
16/10 12:00	0.1	2.09 9999 9	0	0	0	0.1	4.5	0.2			23. 5	2.4	0.1	
17/10 12:00	0	7.59 9999 9	0	0	0	11.7	0.2	0.2			5.6	1	0	
18/10 12:00	0	1.4	0.1	0	6.9	1	17. 3	0.4			0.2	0.1	0.1	
19/10 12:00	0	4.59 9999 9	0	0	1.4	0.2	13. 8	10. 8			0.1	0.2	3.6	
20/10 12:00	0.1	1.2	0	0.2	2.2	2.9	0.2	7.1			13. 5	4.1	7.1	

21/10 12:00	0	0.4	0	0.2	2	0.1	3.2	0			0.1	1.6	7.6	
22/10 12:00	0	3.40 0000 1	2.90 0000 1	6.30 0000 2	15.9	0.1	8.7	0.1			3.6	0.4	0.7	
23/10 12:00	0	24.6	1.7	7.09 9999 9	0.3	3.7	11. 9	0			0.1	2	0.1	
24/10 12:00	0	19.4	5	9.30 0000 2	4.7	3.8	20. 8	0.1			0.1	0.4	0.1	
25/10 12:00	2.3	2.8	0.2	8.19 9999 8	3.7	20.9	10. 8	0			3	0	12.8	
26/10 12:00	0.1	6.19 9999 8	0.6	6.09 9999 9	0.6	4.1	5.2	0				0.2	6.5	
27/10 12:00	0.2	4.80 0000 2		3.7	0.1	2.2	1.4	0.2				0.2	2.8	
28/10 12:00	6.5	8		2.40 0000 1	7.3	19.6	4.6	0.1				5.6	0.1	
29/10 12:00	12.7	1		0.1	12.8	8.2	13. 5	0.1				1.3	11.3	
30/10 12:00	2	13.8		6.69 9999 8	8.8	8.2	0.2	0.1				0	0.3	
31/10 12:00	0.1	4		3.8	4.2	20.6	0.1	0.1				0	0	
01/11 12:00	0	1.7		0.1	0.1	9.8	6.8	2.4				0.1	0.1	
02/11 12:00	0.1	4.69 9999 8			0.9	0.2	0.1	0				0	0	
03/11 12:00	0.8	3.40 0000 1			3.2	3.2	0	0.1				0.1	0.1	
04/11 12:00	0.1	11.2			0.6	0.4	0	0			0.1	0.1	0	
05/11 12:00	0	0.8			2	0.1	0.1	0			0.1	0	0	
06/11 12:00	0.1	5.59 9999 9			1.2	1.3	0	0.1			0.6	0.1	5.3	
07/11 12:00	4.5	20.7 0000 1	0.7		2.8	0.4	0	0			0.1	0.5	1.2	
08/11 12:00	0.1	2.3	10.6		7	1.5	0.1	0			0	0.2	1.8	
09/11 12:00	1.9	1.4	1.2		0.4	0.1	0	1.7			0.1	0.1	6	

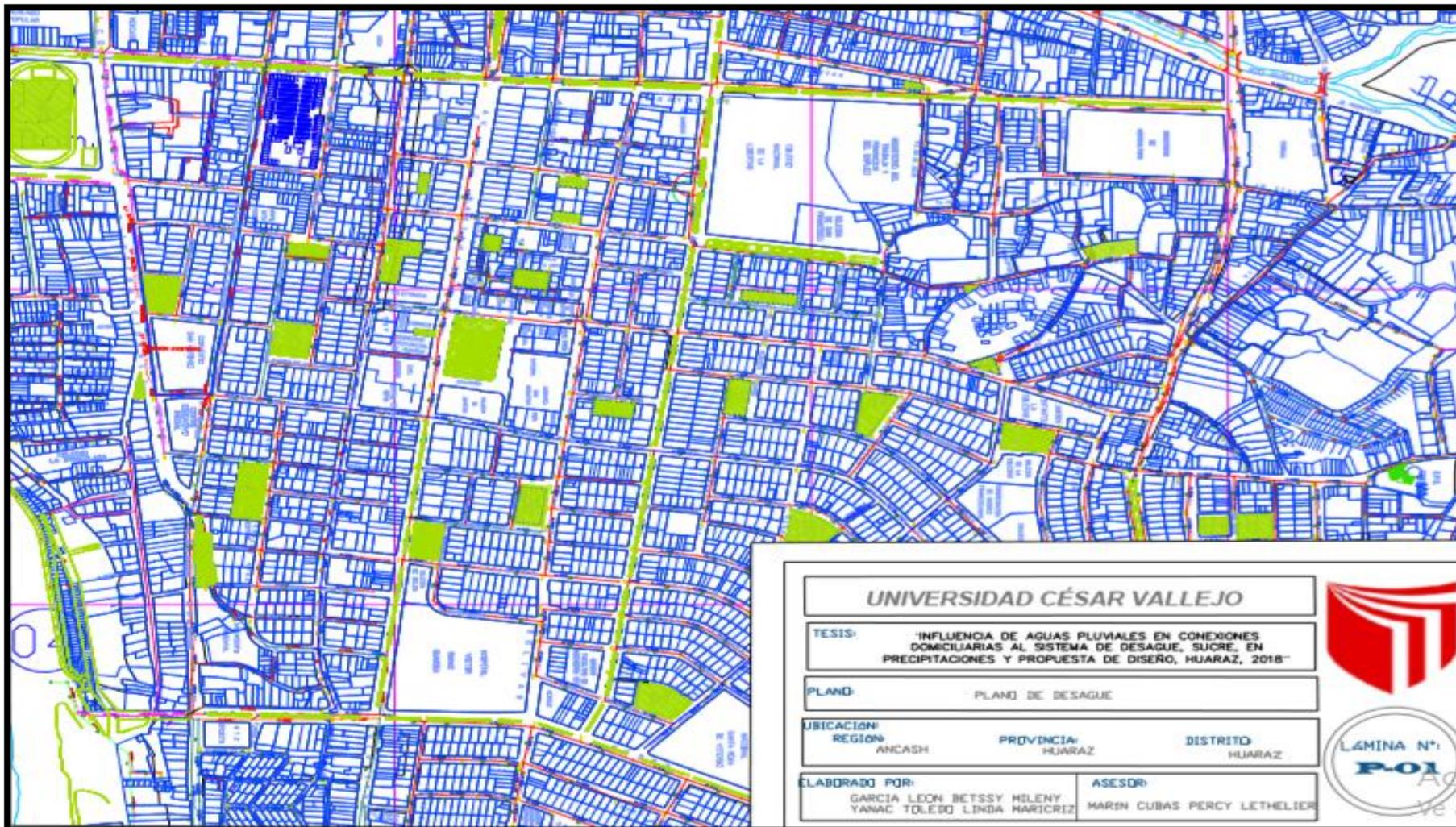
10/11 12:00	0.4	4.80 0000 2	3.3	0.1	4.3	0	0	0.1			0.3	15. 9	0.4	
11/11 12:00	0.1	1.9		10.9	0.1	0.1	0	17. 9			0.1	7.2	0.4	
12/11 12:00	0.1	0		1.9	0	0.9	0	6.4			2.1	8.4	10	
13/11 12:00	0.1	0.1		5.59 9999 9	0.1	7.7	7.1	4.6			0.1	0.5	2	
14/11 12:00	0.1	0		0.1	0	0	5	2			0.2	0.2	9.3	
15/11 12:00	0.1	0		0.3	1.5	0.1	3.9	7.3			2.7	3.2	3.1	
16/11 12:00	0.4	0.1		5.90 0000 1	3.2	0	2.7	2.7			0.1	1.5	10.8	
17/11 12:00	0.1	0		2.8	2.8	0.1	13. 8	5.6			12. 3	0.5	1.6	
18/11 12:00	0	0		0.3	0.1	0	0.4	11. 6			27. 4	0	26.6	
19/11 12:00	0.1	0		4.19 9999 8	1.9	0	0.8	0.4			0.1	0	0.2	
20/11 12:00	0	0.7		3	3	6.1	13	1.4			2.5	0.1	0.1	
21/11 12:00	0.1	12.8		2.2	12.8	0.1	12. 8	8.6			1.5	0	3.6	
22/11 12:00	0.1	1.8		0.8	0.1	7.1	17. 2	0.9			0.3	0	0.2	
23/11 12:00	3.1	2.3		3.40 0000 1	8.6	0.2	14. 8	0.1			6.5	0	0.1	
24/11 12:00	0.2	0.1		1.6	0	0.2	4.6	0.1			0	0.1	0.1	
25/11 12:00	1.2	0.1		0.2	0	6.2	4.6	0.5			0.1	0	2.3	
26/11 12:00	6.5	15.5		2.8	0	2	12. 2	13. 8			0	0	2.8	
27/11 12:00	2.8	0.1		3.59 9999 9	0.1	0.1	5	11. 4			0	0	1	
28/11 12:00	4.8	0.1		2.40 0000 1	0	0.1	6	5.4			0.1	0	2.6	
29/11 12:00	6.5	0.1		0.1	0	3.4	9.1	0.1			0	0.3	8.6	
30/11 12:00	0.1	1.4		2.59 9999 9	0	1.8	2.9	0.1			1.1	1.5	5.9	
01/12 12:00	15.8	0.2		0.1	0	13.3	0.6	0.1			7.6	0.5	8.7	

02/12 12:00	14.1	16.7 0000 1		0.1	0	0.9	17	0.3			5.4	4.6	0.1	
03/12 12:00	5.4	5.5		0.9	0	0.3	7.4	0.2			29. 4	11. 6	8.5	
04/12 12:00	17.5	9.69 9999 8	2.59 9999 9	1.6	0.1	0.1	5	17. 9			37. 1	0.1	9.8	
05/12 12:00	0.9	2.8		0.2	0	0	0.1	0.4			8.7	0.7	3.3	
06/12 12:00	0.9	1.4		7.69 9999 8	0	0.1	4.1	0.1	0.5		0.8	3.2	0.1	
07/12 12:00	0.1	1.6		0.1	0	1.4	0.1	0	19. 2		3.4	3.6	0	
08/12 12:00	1.8	3.2		0.1	0	4.9	4.5	0.1	8.3		15. 2	25. 9	0.1	
09/12 12:00	0.8	33.4 0000 2		0.8	0	1.2	3.9	5.5	15. 3		9.3	5.3	0.3	
10/12 12:00	10.8	0.6		7.69 9999 8	0	5.7	0.1	19. 3	14. 7		5.3	0.7	0.1	
11/12 12:00	0.2	0.1		1.4	0	0	0	0.1	3.2		3.2	16. 9	0.3	
12/12 12:00	4.8	6.69 9999 8		20	0	0.1	0.1	0	13. 7		1.2	13. 7	0.1	
13/12 12:00	19	0.4		8.60 0000 4	18.1	0	2.3	0.1	7.4		3.9	6.4	2.1	
14/12 12:00	9	5.90 0000 1		0.1	0.4	0	5.8	0	10		12. 8	0.2	0.1	
15/12 12:00	17.4	4.5		0.1	2.3	0	1.8	0	0.1		0.2	5.9	0.5	
16/12 12:00	0.2	2.59 9999 9		2	0.1	0.1	4.6	2.6	3		23. 2	26. 2	0.1	
17/12 12:00	1	1.4		0.6	0	0	5.7	0.3	0.1		2.4	20. 1	2.8	
18/12 12:00	2.9	0.1		0.6	0.1	0	16. 5	1.9	0.1		0	0	4.1	
19/12 12:00	6.1	0.1		8.69 9999 8	7.2	0	9.2	0.2	22. 2		0	0.1	1.8	
20/12 12:00	0.1	0.3		22.5	2.3	0	9.2	1.7	1.7		0.1	0	1.2	
21/12 12:00	18.9	0.2		14	0.3	11.9	8	5.3	43. 8		0	0.1	1.2	
22/12 12:00	1	0.1		3.59 9999 9	0.3	3	16. 8	11. 5	2.8		0	0	6.1	

23/12 12:00	6	0.1		4.59 9999 9	0.2	7.3	13. 2	11. 8	0.1		0	0	3.2	
24/12 12:00	2.6	0		6.19 9999 8	2.2	0	30. 7	6.4	18. 1		0.1	1.1	0.9	
25/12 12:00	6	0.1		4.59 9999 9	0.1	0.1	0.3	4.4	5		0	6.7	4.5	
26/12 12:00	15.7	0		10.7	10.6	0	1.4	12. 6	2.3		0	14. 7	0.9	
27/12 12:00	7.1	0.1		0.3	0.1	0	7.6	18. 7	2.1		0	1.2	8.6	
28/12 12:00	3.4	2.7		0.2	3.4	0.1	1.5	11. 5	1.3		0	30. 1	9	
29/12 12:00	0.1	21.6		11.8	10.2	0	0	5.6	4.3		0	17. 7	1.6	
30/12 12:00	0.1	0.4		1.2	7.9	0	0.1	9.2	5.4		21. 1	17. 4	10.2	
31/12 12:00	1.7	6.09 9999 9		7.30 0000 2	2.7	15.5	0	0.5	0.1		9.4	17. 6	3.1	
<b>MÁXIMO</b>		33.4 0000 2	45.7 0000 1	29.7 9999 9	38.8	37.1	32. 6	31. 000 0	43. 8	19.2	50. 2	34. 2	26.6	
		09- dic	03- ene	29- mar	31- mar	14- abr	31- ene	02- ma y	21- dic	02- ene	17- feb	24- feb	18- nov	

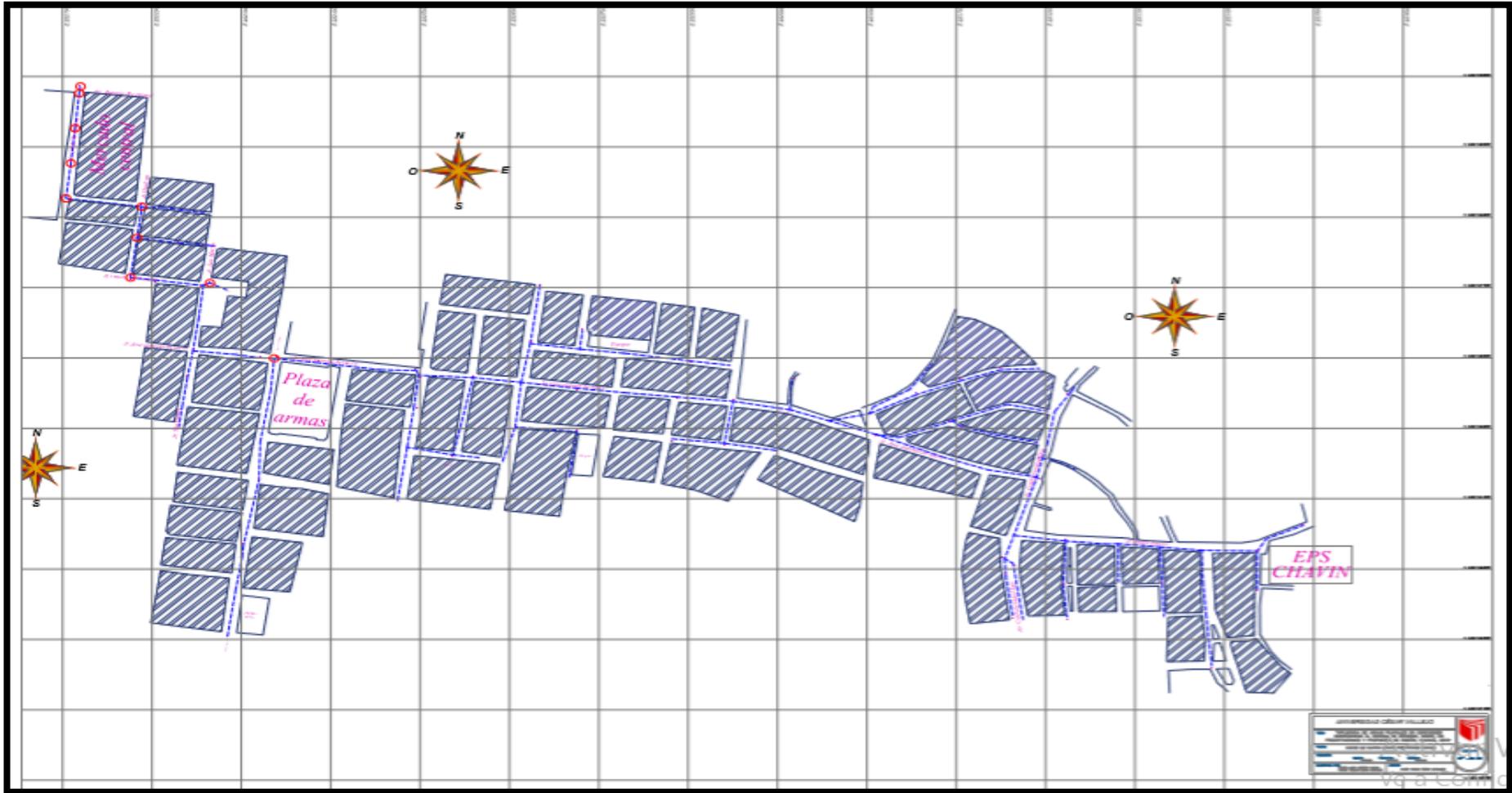
Fuente: Autoridad Nacional del Agua

**ANEXO 3.**  
**PLANO EL SISTEMA DE DESAGÜE SUCRE-HUARAZ-ANCASH**

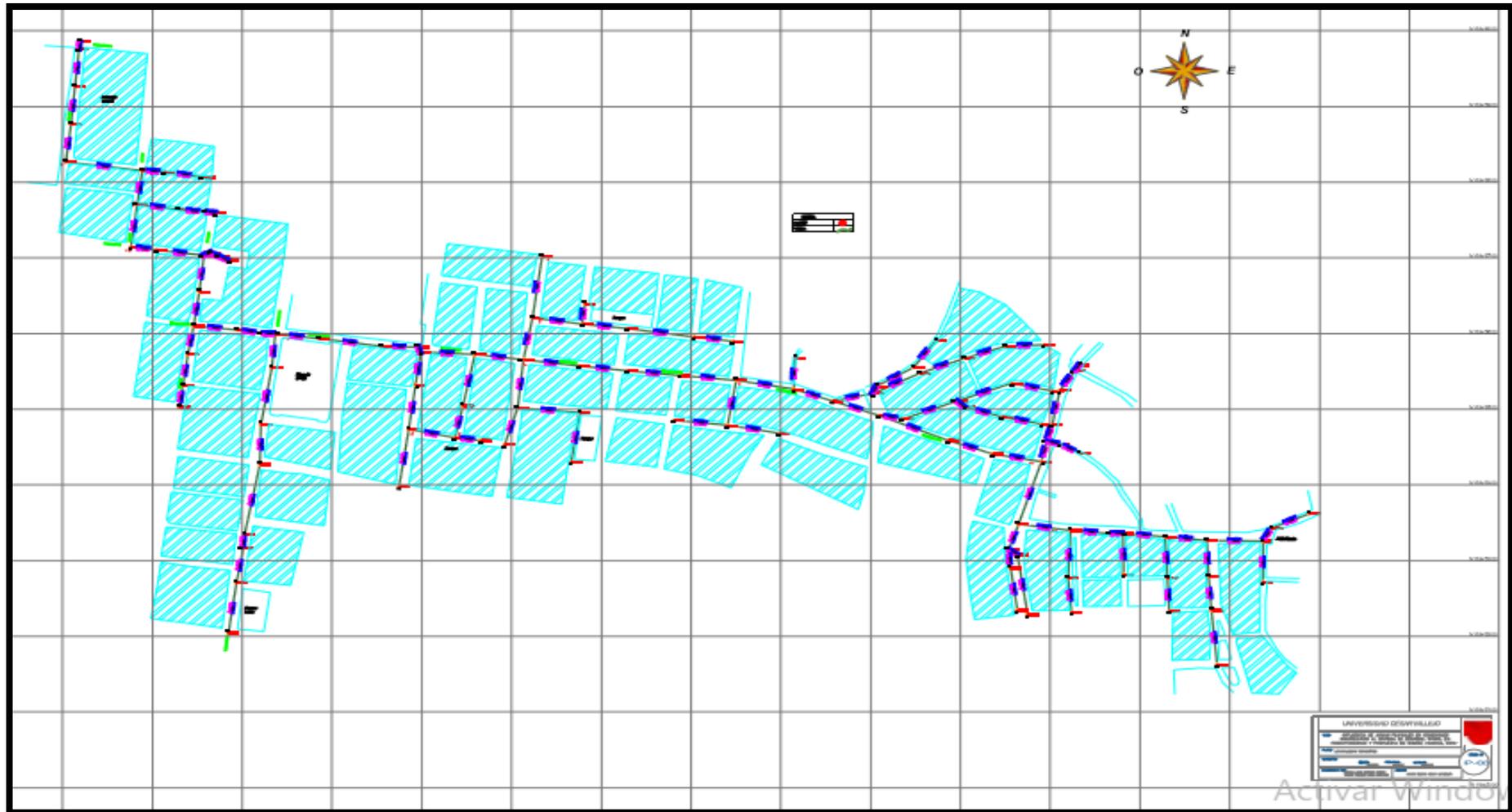


#### ANEXO 4.

### PLANO DE BUZONES QUE COLAPSAN DURANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES

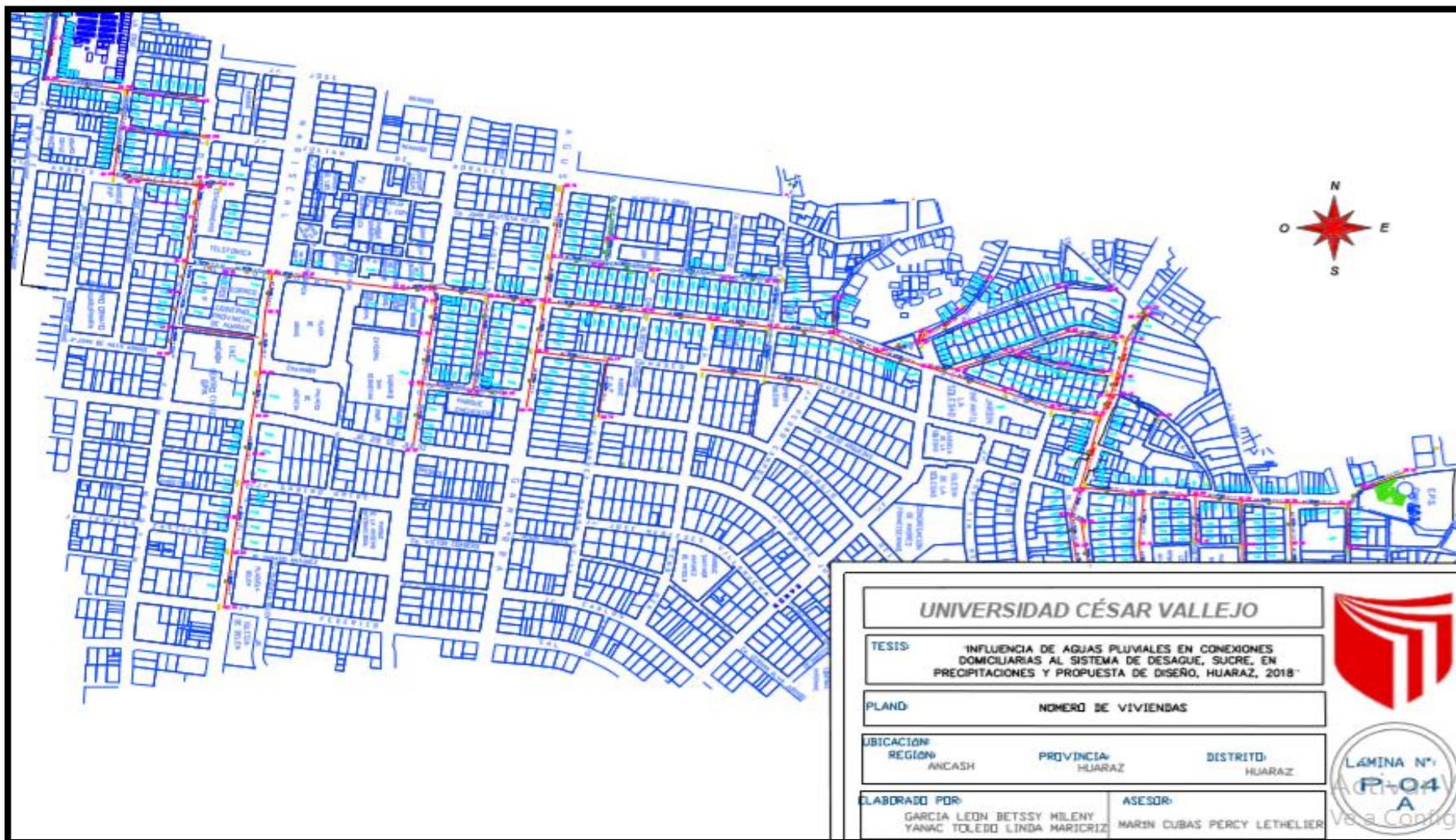


ANEXO 5.  
PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

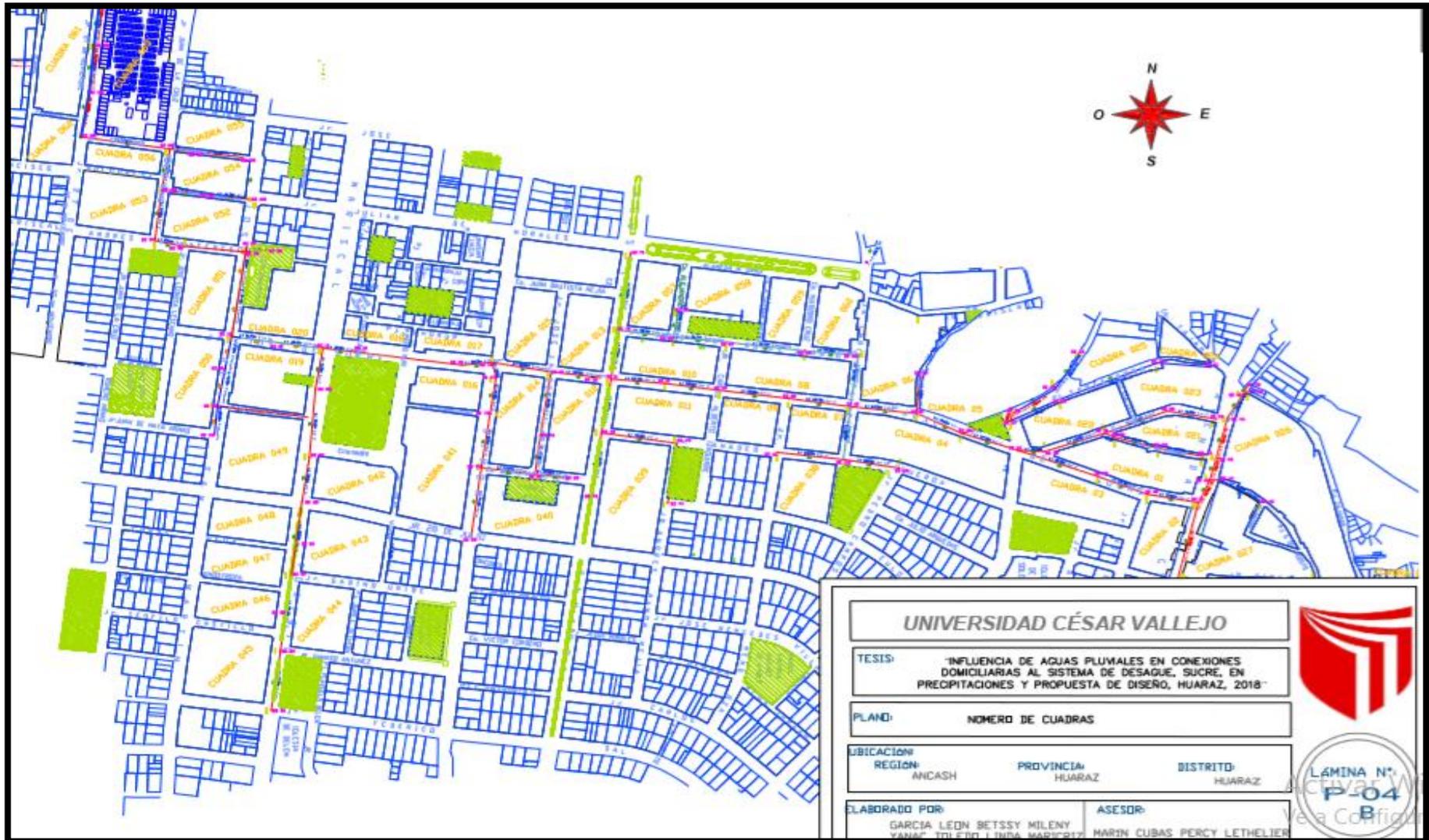


## ANEXO 6.

### 6.1. PLANO DE NÚMERO DE VIVIENDAS



## 6.2. PLANO DE NÚMERO DE CUADRAS

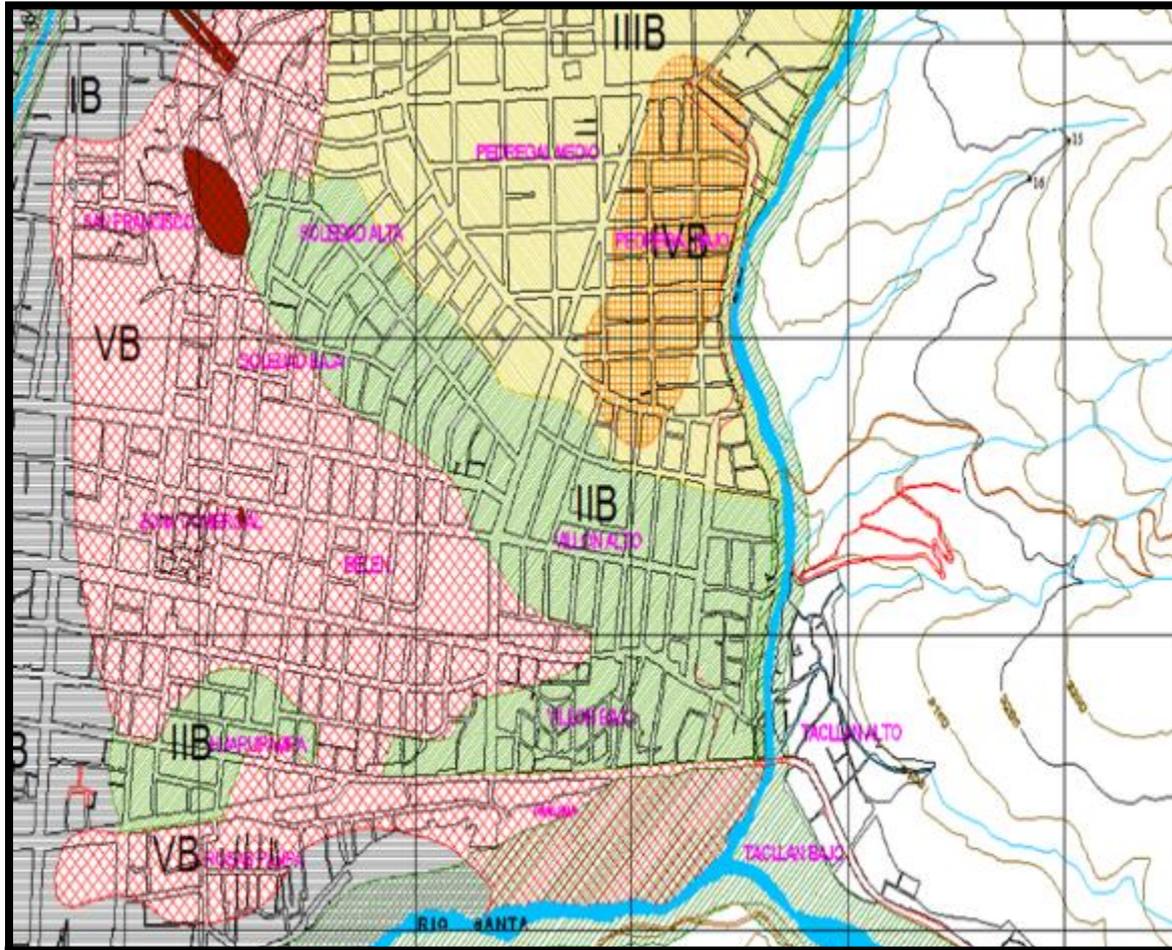


**ANEXO 7.**  
**FICHA OBSERVACIONAL**

<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA</b>	
<b>FICHA OBSERVACIONAL</b>	
<b>TITULO: "INFLUENCIA DE AGUAS PLUVIALES EN CONEXIONES DOMICILIARIAS AL SISTEMA DE DESAGUE, SUCRE, EN PRECIPITACIONES Y PROPUESTA DE DISEÑO, HUARAZ, 2018"</b>	
<b>AUTORES:</b>	GARCIA LEON BETSSY MILENY YANAC TOLEDO LINDA
<b># DE VIVIENDA:</b>	
<b># DE BUZON:</b>	
1. ¿Las instalaciones domiciliarias de aguas pluviales están conectadas al sistema de <input type="checkbox"/> SI <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> NO</span>	
2. ¿Las instalaciones de aguas pluviales están conectadas al sistema de desagüe? <input type="checkbox"/> SI <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> NO</span>	
3. ¿La vivienda tiene áreas verdes? <input type="checkbox"/> SI <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> NO</span>	
4. ¿El buzón colapsa? <input type="checkbox"/> SI <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> NO</span>	
5. ¿Las tapas de los buzones se encuentran en buen estado? <input type="checkbox"/> SI <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> NO</span>	
6. ¿La vivienda es afectada durante las precipitaciones pluviales? <input type="checkbox"/> SI <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> NO</span>	

ANEXO 8.

PLANO MICROZONIFICACIÓN SISMICA - HUARAZ



LEYENDA

SÍMBOLO	ZONA	SUELO PREDOMINANTE	CARGA ADMISIBLE (kg/cm <sup>2</sup> )	NIVEL FREÁTICO (m)	PERIODO DEL SUELO (s)	SÍMBOLO
	I-A	Limos y arena arcillosa , seguido de gravas arcillosas pobremente graduadas	2.00-2.50	> 6.00	0.15 - 0.25	No se espera asentamientos , tampoco la presencia de grietas . La amplificación sísmica es mínima
	I-B	Trozo de roca de diversos tamaños en una matriz de grava limosa o arena bien graduada	2.00-2.50	> 6.00	0.15 - 0.20	Poca variación topográfica . No existe la posibilidad de asentamientos , ni la presencia de grietas . No se espera amplificación sísmica zona potencialmente vulnerable a aluviones y avalanchas
	II-A	Arena limo arcillosa seguido de arena limosa a partir de 2.5 m. subyace un estrato de arena arcillosa	1.50-2.00	> 7.00	0.35 - 0.45	No existe la posibilidad de asentamientos , ni ocurrencias de grietas , es probable que ocurra la amplificación sísmica.
	II-B	Gravas y arenas poco densas de diversas graduación	1.00-2.00	> 3.00	0.30 - 0.40	La topografía presenta una pendiente ligeramente pronunciada . No existe la posibilidad de asentamientos , ni la presencia de grietas es probable que ocurra amplificación sísmica
	III-A	Arena limo arcillosa , seguido de arena arcillosa	1.00-1.50	> 3.00	0.25 - 0.35	No se espera asentamientos , tampoco la presencia de grietas en el suelo , existe la posibilidad de amplificación sísmica
	III-B	Gravas y arenas sueltas de distinta graduación en un matriz de arena limo arcillosa	1.00-2.00	PROFUNDO	0.30 - 0.35	Topografía de pendiente pronunciada . Se espera asentamientos y aplicación sísmica moderada . Usar zapatas conectadas para edificios de mas de 4 pisos y poca carga
	IV-A	Arcilla de baja compresibilidad , seguido de material grueso pobremente graduado - arcilloso	< 1.00	4.00 - 10.00	0.45 - 0.55	Es factible la ocurrencia de asentamientos y grietas . posible amplificación sísmica debido a la topografía y nivel freático alto
	IV-B	Gravas y arenas sueltas de distinta graduación en un matriz de arena limo arcillosa	< 1.50	PROFUNDO	0.35 - 0.40	Topografía de pendiente pronunciada . Se espera asentamientos , agrietamientos y amplificación sísmica . Se recomienda usar zapatas conectadas
	V-A	Arcilla de baja compresibilidad , seguido de material grueso pobremente graduado - arcilloso	---	SUPERFICIAL	---	Se presenta asentamientos y agrietamientos de diferente magnitud . Amplificación sísmica elevada . Zona no habitable
	V-B	Relencos o corticos de construcción (h=1.20) sucesivas capas de arcilla limosa o arena arcillosa blandas y poco consolidados	< 1.00	1.00 - 0.65	0.3	Condiciones mas desfavorables . Topografía plana . se espera asentamientos , agrietamientos y amplificación sísmica . Se recomienda usar plateas de cimentación para estructuras de mas de dos pisos.

FUENTE TESS UNASAM - RC

NOTA: Para las zonas NO INDICADAS se recomienda estudios específicos de lo contrario se considera V-A, V-B o IV-A. Para edificios superiores a 3 pisos deberán tener estudios de suelos

## ANEXO 9.

### CUADROS

**Cuadro 04.** *Pendientes mínimas para alcantarillas.*

DIAMETRO (mm)	PENDIENTE (m/m)
200	0.004
250	0.003
300	0.0022
375	0.0015
450	0.0012
525	0.001
600	0.0009
675 Y MAYORES	0.0008

Fuente. Metcalf t& Eddy

**Cuadro 05.** *Especificaciones técnicas tubería de cemento.*

DIÁMETRO INTERNO (cm.)	DIÁMETRO NOMINAL (pulg.)	ESPESOR TUBERÍA		LONGITUD DEL TUBO		PESO DEL TUBO	
		CLASE 1 (mm)	CLASE 2(mm)	CLASE 1 (m)	CLASE 2(m)	CLASE 1 (kg/un)	CLASE 2(kg/un)
15	6	24	24	1.25	1.25	44	44
20	8	29	29	1.25	1.25	78	78
25	10	31	31	1.25	1.25	98	98
30	12	33	38	1.25	1.25	122	143
35	14	35	41	1.25	1.25	144	165
40	16	40	45	1.25	1.25	187	218
45	18	45	51	1.25	1.25	251	293
50	20	50	60	1.25	1.25	325	340
60	24	61	72	1.25	2.50	490	510
70	27		83		2.50	1250	1072
80	30		91		2.50	1580	1345
90	36		100		2.50	1970	1693
100	40		113		2.50	2470	2112

Fuente: Titan alcantarillado, 2012

**Cuadro 06.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de la variable Funcionamiento del sistema de desague.*

<b>VARIABLE: FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DESAGUE</b>		
<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
OBSERVACIÓN	REGISTRO PLUVIOGRAFICO	Se usaron registros pluviográficos de la estación a cargo de la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos, se escogerá el día de máxima precipitación total en 24 horas para luego mediante métodos hidrológicos obtener la intensidad máxima.
OBSERVACIÓN	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	Se buscaron los tramos donde el caudal transportado sea mayor a la capacidad de la tubería y se compatibilizará con lo observado en campo. En los buzones donde el flujo emerja a la superficie se calcularán las presiones.

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 07.** *Estadísticas de fiabilidad.*

<b>ESTADÍSTICAS DE FIABILIDAD</b>		
Alfa de Crombach	Alfa de Crombach basada en elementos estandarizados	N° de elementos
0.969	0.992	5

Fuente: IBM SPSS

**Cuadro 08.** Análisis de áreas verdes en las Viviendas comprendidas entre Jr. Diego Ferrer, Confraternidad Este, Jr. José de Sucre, Jr. Soledad, Pj. Santa Rosa, Av. Luzuriaga, Jr. José de San Martín Y Jr. 27 de noviembre.

<b>N° DE VIVIENDA</b>	<b>ÁREA DE VIVIENDA (M2)</b>	<b>ÁREAS VERDES (M2)</b>	<b>ÁREA CONSTRUIDA (M2)</b>
1	325.263	0	325.26
2	322.123	0	322.12
3	222.348	0	222.35
54	294.862	0	294.86
53	118.095	12.235	105.86
5	105.025	0	105.03
58	265.235	0	265.24
6	124.427	0	124.43
8	263.256	45.235	218.02
61	110.75	0	110.75
56	1505.219	0	1505.22
57	254.256	0	254.26
62	239.453	0	239.45
78	202.198	0	202.20
81	220.263	0	220.26
86	203.09	0	203.09
63	330.045	0	330.05
82	218.159	0	218.16
83	200.753	0	200.75
9	249.709	0	249.71
12	75.265	0	75.27
13	105.109	0	105.11
15	79.963	0	79.96
17	111.515	0	111.52
20	168.856	0	168.86
64	143.503	0	143.50
66	207.481	56.862	150.62
68	122.296	0	122.30
89	201.02	0	201.02
22	316.495	0	316.50
23	165.775	0	165.78
100	194.554	0	194.55
101	188.869	0	188.87
105	195.231	0	195.23
71	234.818	0	234.82
73	265.235	0	265.24
91	121.023	0	121.02

<b>92</b>	226.231	32.253	193.98
<b>24</b>	319.472	0	319.47
<b>70</b>	250.536	0	250.54
<b>106</b>	233.084	0	233.08
<b>112</b>	250.487	0	250.49
<b>114</b>	214.438	0	214.44
<b>117</b>	214.114	42.135	171.98
<b>124</b>	428.084	0	428.08
<b>125</b>	185.665	0	185.67
<b>128</b>	274.339	0	274.34
<b>123</b>	237.824	0	237.82
<b>119</b>	221.957	0	221.96
<b>129</b>	278.236	0	278.24
<b>133</b>	229.813	0	229.81
<b>134</b>	89.365	0	89.37
<b>136</b>	440.223	0	440.22
<b>139</b>	94.245	0	94.25
<b>36</b>	265.236	0	265.24
<b>35</b>	109.751	0	109.75
<b>38</b>	293.048	0	293.05
<b>143</b>	197.494	0	197.49
<b>146</b>	169.952	0	169.95
<b>150</b>	287.459	0	287.46
<b>158</b>	283.289	0	283.29
<b>156</b>	263.187	0	263.19
<b>160</b>	135.053	0	135.05
<b>188</b>	123.632	0	123.63
<b>190</b>	213.251	0	213.25
<b>207</b>	75.368	0	75.37
<b>200</b>	165.654	0	165.65
<b>221</b>	150.992	0	150.99
<b>195</b>	195.992	0	195.99
<b>196</b>	200.792	0	200.79
<b>217</b>	187.792	0	187.79
<b>218</b>	209.254	0	209.25
<b>223</b>	212.264	0	212.26
<b>229</b>	891.118	0	891.12
<b>176</b>	194.262	0	194.26
<b>177</b>	214.133	0	214.13
<b>174</b>	187.827	0	187.83
<b>198</b>	196.827	45	151.83
<b>47</b>	245.007	0	245.01
<b>48</b>	799.123	0	799.12
<b>49</b>	52.498	0	52.50

<b>50</b>	194.007	0	194.01
<b>208</b>	202.337	0	202.34
<b>233</b>	294.689	0	294.69
<b>240</b>	109.551	0	109.55
<b>252</b>	37.91	0	37.91
<b>253</b>	204.302	0	204.30
<b>254</b>	3125.132	0	3125.13
<b>258</b>	175.635	0	175.64
<b>264</b>	245.523	0	245.52
<b>270</b>	228.668	0	228.67
<b>274</b>	270.639	0	270.64
<b>275</b>	243.287	0	243.29
<b>277</b>	273.345	0	273.35
<b>280</b>	191.742	74.253	117.49
<b>269</b>	214.764	0	214.76
<b>296</b>	234.007	0	234.01
<b>614</b>	242.134	0	242.13
<b>618</b>	161.109	0	161.11
<b>282</b>	205.292	0	205.29
<b>600</b>	235.085	0	235.09
<b>292</b>	238.085	0	238.09
<b>297</b>	256.546	0	256.55
<b>592</b>	207.503	0	207.50
<b>326</b>	219.77	23.564	196.21
<b>328</b>	200.362	0	200.36
<b>329</b>	200.382	0	200.38
<b>330</b>	200.174	0	200.17
<b>336</b>	81.405	0	81.41
<b>337</b>	151.104	0	151.10
<b>338</b>	178.923	25.356	153.57
<b>341</b>	465.018	0	465.02
<b>342</b>	317.7	0	317.70
<b>345</b>	146.109	0	146.11
<b>348</b>	213.564	45.326	168.24
<b>353</b>	204.349	0	204.35
<b>358</b>	38.352	0	38.35
<b>361</b>	421.025	0	421.03
<b>368</b>	282.024	0	282.02
<b>369</b>	262.464	0	262.46
<b>383</b>	301.254	0	301.25
<b>382</b>	217.293	0	217.29
<b>381</b>	234.28	0	234.28
<b>370</b>	281.087	0	281.09
<b>393</b>	212.789	30.021	182.77

<b>399</b>	201.526	53.789	147.74
<b>418</b>	298.213	0	298.21
<b>419</b>	293.905	0	293.91
<b>416</b>	98.403	0	98.40
<b>409</b>	390.399	0	390.40
<b>414</b>	401.045	79.348	321.70
<b>407</b>	717.773	0	717.77
<b>408</b>	5815.05	0	5815.05
<b>421</b>	714.211	0	714.21
<b>422</b>	394.709	0	394.71
<b>423</b>	471.186	0	471.19
<b>424</b>	709.984	0	709.98
<b>426</b>	386.006	0	386.01
<b>429</b>	297.679	0	297.68
<b>430</b>	886.573	0	886.57
<b>432</b>	1919.478	15.235	1904.24
<b>433</b>	2484.562	0	2484.56
<b>434</b>	2974.221	0	2974.22
<b>463</b>	3635.524	0	3635.52
<b>464</b>	572.449	0	572.45
<b>435</b>	61.862	0	61.86
<b>437</b>	193.862	0	193.86
<b>439</b>	176.472	0	176.47
<b>461</b>	547.847	0	547.85
<b>440</b>	405.572	0	405.57
<b>444</b>	418.492		
<b>445</b>	180.045	0	180.05
<b>446</b>	83.165	0	83.17
<b>442</b>	196.269	0	196.27
<b>459</b>	126.881	0	126.88
<b>455</b>	419.177	0	419.18
<b>454</b>	457.459	0	457.46
<b>453</b>	889.523	0	889.52
<b>427</b>	1885.133	0	1885.13
<b>428</b>	632.351	0	632.35
<b>608</b>	210.378	0	210.38
<b>603</b>	202.226	0	202.23
<b>604</b>	67.731	0	67.73
<b>621</b>	326.238	0	326.24
<b>612</b>	165.204	0	165.20
<b>613</b>	76.173	0	76.17
<b>623</b>	278.424	0	278.42
<b>465</b>	273.269	0	273.27
<b>471</b>	229.728	0	229.73

<b>467</b>	230.291	0	230.29
<b>466</b>	215.064	75.658	139.41
<b>474</b>	135.21	0	135.21
<b>475</b>	190.335	0	190.34
<b>476</b>	220.932	0	220.93
<b>479</b>	238.292	0	238.29
<b>483</b>	289.322	0	289.32
<b>484</b>	200.397	0	200.40
<b>485</b>	200.396	0	200.40
<b>486</b>	198.347	0	198.35
<b>488</b>	199.52	0	199.52
<b>489</b>	132.841	0	132.84
<b>490</b>	152.052	0	152.05
<b>492</b>	163.148	0	163.15
<b>494</b>	242.648	0	242.65
<b>495</b>	229.15	0	229.15
<b>481</b>	218.513	0	218.51
<b>496</b>	216.304	0	216.30
<b>498</b>	207.217	0	207.22
<b>499</b>	206.838	0	206.84
<b>500</b>	209.443	0	209.44
<b>502</b>	125.356	0	125.36
<b>503</b>	136.145	0	136.15
<b>506</b>	90.363	0	90.36
<b>510</b>	112.312	0	112.31
<b>516</b>	170.891	0	170.89
<b>517</b>	367.28	0	367.28
<b>518</b>	154.296	0	154.30
<b>519</b>	268.971	0	268.97
<b>514</b>	219.826	0	219.83
<b>511</b>	77.468	0	77.47
<b>513</b>	231.261	0	231.26
<b>520</b>	64.949	0	64.95
<b>522</b>	197.338	0	197.34
<b>523</b>	195.803	0	195.80
<b>524</b>	319.329	0	319.33
<b>525</b>	191.028	0	191.03
<b>528</b>	170.62	0	170.62
<b>527</b>	165.274	0	165.27
<b>530</b>	179.754	0	179.75
<b>532</b>	175.749	0	175.75
<b>569</b>	77.979	0	77.98
<b>571</b>	75.71	0	75.71
<b>572</b>	75.216	0	75.22

<b>574</b>	75.123	0	75.12
<b>575</b>	74.947	0	74.95
<b>576</b>	79.104	0	79.10
<b>536</b>	89.121	0	89.12
<b>538</b>	79.221	0	79.22
<b>540</b>	96.262	0	96.26
<b>542</b>	89.263	0	89.26
<b>577</b>	137.379	0	137.38
<b>578</b>	116.313	0	116.31
<b>580</b>	242.505	0	242.51
<b>581</b>	168.331	0	168.33
<b>582</b>	198.506	0	198.51
<b>583</b>	167.43	0	167.43
<b>584</b>	178.125	0	178.13
<b>585</b>	213.223	0	213.22
<b>586</b>	175.604	0	175.60
<b>587</b>	220.321	0	220.32
<b>588</b>	237.461	0	237.46
<b>589</b>	228.709	0	228.71
<b>568</b>	33.78	0	33.78
<b>566</b>	35.801	0	35.80
<b>561</b>	33.131	0	33.13
<b>560</b>	21.003	0	21.00
<b>555</b>	33.438	0	33.44
<b>553</b>	33.581	0	33.58

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 09.** Registros históricos de precipitación total en 24 horas.

Nº	Año	Mes Máxima Precipitación	Precipitación (mm)
1	2007	Diciembre	33.40
2	2008	Enero	45.70
3	2009	Marzo	29.80
4	2010	Marzo	38.80
5	2011	Abril	37.10
6	2012	Enero	32.60
7	2013	Mayo	31.00
8	2014	Diciembre	43.80
9	2015	Enero	19.20
10	2016	Febrero	50.20
11	2017	Febrero	34.20
12	2018	Noviembre	26.60

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 10.** *Cálculo del tiempo de concentración.*

BUZÓN AGUAS ARRIBA		BUZÓN AGUAS ABAJO		LONGITUD TRAMO	LONG. ACUM.	DIF. NIVEL	VELOC.	to	tf	
DESCRIP	COTA (MSNM)	DESCRIP.	COTA (msnm)							
	(l)		(l)	(h)	(m/seg)	(min)	(min)			
BZ 08	3122.34	BZ 07	3118.06	72.09	72.09	4.28	2.71	0.41	0.44	
BZ 07	3118.06	BZ 06	3116.52	45.60	117.69	1.54	2.86		0.27	
BZ 06	3116.52	BZ 05	3115.04	46.79	164.48	1.48	2.77		0.28	
BZ 05	3115.04	BZ 09	3111.76	46.51	492.21	3.28	2.95		0.26	
BZ 09	3111.76	BZ 12	3108.43	94.75	593.82	3.33	2.95		0.53	
BZ 12	3108.43	BZ 14	3107.49	47.17	593.82	0.94	2.98		0.26	
BZ 14	3107.49	BZ 15	3104.62	45.54	760.61	2.87	2.79		0.27	
BZ 15	3104.62	BZ 18	3101.56	58.88	1028.96	3.06	2.53		0.39	
BZ 18	3101.56	BZ 24	3100.45	86.93	1115.89	1.11	1.46		0.99	
BZ 24	3100.45	BZ 32	3098.11	55.53	1347.88	2.34	2.28		0.41	
BZ 32	3098.11	BZ 33	3095.31	52.48	1400.36	2.80	2.57		0.34	
BZ 33	3095.31	BZ 34	3091.87	84.22	1789.30	3.44	2.25		0.63	
BZ 34	3091.87	BZ 50	3089.29	54.66	2195.93	2.58	2.41		0.38	

BZ 50	3089.29	BZ 51	3086.00	46.33	2242.26	3.29	3.24		0.24	
BZ 51	3086.00	BZ 53	3081.95	64.89	2467.85	4.05	2.78		0.39	
BZ 53	3081.95	BZ 57	3079.14	63.00	2530.85	2.81	2.35		0.45	
								<b>To</b>	<b>Tf</b>	<b>Tc</b>
							<b>TOTAL</b>	0.41	9.29	9.70

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 11.** *Intensidad de lluvia.*

<b>INTENSIDAD DE LLUVIA (I)</b>	I= P <sub>24h</sub> /d 22.4	<b>FACTOR DE RELACIÓN (C)</b>	0.85
---------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	------

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 12.** Cálculo del caudal aportado por cada vivienda durante las precipitaciones pluviales.

Nº de vivienda	Área de vivienda (m2)	Áreas verdes (m2)	Área construída (m2)	Evacúa adecuadamente	Área participante (m2)	Área participante (Ha)	Qi (m3/seg)	Qi 2018 (l/seg)	Qi Diseño a futuro (l/seg)
1	325.263	0	325.26	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
2	322.123	0	322.12	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
3	222.348	0	222.35	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
54	294.862	0	294.86	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
53	118.095	12.235	105.86	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
5	105.025	0	105.03	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
58	265.235	0	265.24	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
6	124.427	0	124.43	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
8	263.256	45.235	218.02	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
61	110.75	0	110.75	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
56	1505.219	0	1505.22	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
57	254.256	0	254.26	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
62	239.453	0	239.45	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
78	202.198	0	202.20	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
81	220.263	0	220.26	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
86	203.09	0	203.09	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
63	330.045	0	330.05	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
82	218.159	0	218.16	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
83	200.753	0	200.75	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
9	249.709	0	249.71	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
12	75.265	0	75.27	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
13	105.109	0	105.11	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
15	79.963	0	79.96	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
17	111.515	0	111.52	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
20	168.856	0	168.86	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

<b>64</b>	143.503	0	143.50	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>66</b>	207.481	56.862	150.62	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>68</b>	122.296	0	122.30	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>89</b>	201.02	0	201.02	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>22</b>	316.495	0	316.50	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>23</b>	165.775	0	165.78	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>100</b>	194.554	0	194.55	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>101</b>	188.869	0	188.87	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>105</b>	195.231	0	195.23	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>71</b>	234.818	0	234.82	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>73</b>	265.235	0	265.24	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>91</b>	121.023	0	121.02	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>92</b>	226.231	32.253	193.98	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>24</b>	319.472	0	319.47	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>70</b>	250.536	0	250.54	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>106</b>	233.084	0	233.08	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>112</b>	250.487	0	250.49	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>114</b>	214.438	0	214.44	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>117</b>	214.114	42.135	171.98	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>124</b>	428.084	0	428.08	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>125</b>	185.665	0	185.67	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>128</b>	274.339	0	274.34	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>123</b>	237.824	0	237.82	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>119</b>	221.957	0	221.96	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>129</b>	278.236	0	278.24	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>133</b>	229.813	0	229.81	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>134</b>	89.365	0	89.37	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>136</b>	440.223	0	440.22	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>139</b>	94.245	0	94.25	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

<b>36</b>	265.236	0	265.24	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>35</b>	109.751	0	109.75	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>38</b>	293.048	0	293.05	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>143</b>	197.494	0	197.49	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>146</b>	169.952	0	169.95	NO	169.95	0.0170	0.0009	0.90	1.3780
<b>150</b>	287.459	0	287.46	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>158</b>	283.289	0	283.29	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>156</b>	263.187	0	263.19	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>160</b>	135.053	0	135.05	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>188</b>	123.632	0	123.63	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>190</b>	213.251	0	213.25	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>207</b>	75.368	0	75.37	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>200</b>	165.654	0	165.65	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>221</b>	150.992	0	150.99	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>195</b>	195.992	0	195.99	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>196</b>	200.792	0	200.79	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>217</b>	187.792	0	187.79	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>218</b>	209.254	0	209.25	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>223</b>	212.264	0	212.26	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>229</b>	891.118	0	891.12	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>176</b>	194.262	0	194.26	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>177</b>	214.133	0	214.13	NO	214.13	0.0214	0.0011	1.13	1.7362
<b>174</b>	187.827	0	187.83	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>198</b>	196.827	45	151.83	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>47</b>	245.007	0	245.01	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>48</b>	799.123	0	799.12	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>49</b>	52.498	0	52.50	NO	52.50	0.0052	0.0003	0.28	0.4257
<b>50</b>	194.007	0	194.01	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>208</b>	202.337	0	202.34	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

<b>233</b>	294.689	0	294.69	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>240</b>	109.551	0	109.55	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>252</b>	37.91	0	37.91	P	18.96	0.0019	0.0001	0.10	0.1537
<b>253</b>	204.302	0	204.30	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>254</b>	3125.132	0	3125.13	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>258</b>	175.635	0	175.64	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>264</b>	245.523	0	245.52	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>270</b>	228.668	0	228.67	NO	228.67	0.0229	0.0012	1.21	1.8541
<b>274</b>	270.639	0	270.64	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>275</b>	243.287	0	243.29	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>277</b>	273.345	0	273.35	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>280</b>	191.742	74.253	117.49	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>269</b>	214.764	0	214.76	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>296</b>	234.007	0	234.01	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>614</b>	242.134	0	242.13	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>618</b>	161.109	0	161.11	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>282</b>	205.292	0	205.29	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>600</b>	235.085	0	235.09	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>292</b>	238.085	0	238.09	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>297</b>	256.546	0	256.55	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>592</b>	207.503	0	207.50	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>326</b>	219.77	23.564	196.21	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>328</b>	200.362	0	200.36	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>329</b>	200.382	0	200.38	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>330</b>	200.174	0	200.17	NO HABIT	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>336</b>	81.405	0	81.41	NO	81.41	0.0081	0.0004	0.43	0.6600
<b>337</b>	151.104	0	151.10	NO	151.10	0.0151	0.0008	0.80	1.2252
<b>338</b>	178.923	25.356	153.57	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>341</b>	465.018	0	465.02	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

<b>342</b>	317.7	0	317.70	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>345</b>	146.109	0	146.11	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>348</b>	213.564	45.326	168.24	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>353</b>	204.349	0	204.35	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>358</b>	38.352	0	38.35	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>361</b>	421.025	0	421.03	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>368</b>	282.024	0	282.02	NO	282.02	0.0282	0.0015	1.49	2.2867
<b>369</b>	262.464	0	262.46	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>383</b>	301.254	0	301.25	NO	301.25	0.0301	0.0016	1.59	2.4426
<b>382</b>	217.293	0	217.29	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>381</b>	234.28	0	234.28	NO	234.28	0.0234	0.0012	1.24	1.8996
<b>370</b>	281.087	0	281.09	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>393</b>	212.789	30.021	182.77	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>399</b>	201.526	53.789	147.74	NO	147.74	0.0148	0.0008	0.78	1.1979
<b>418</b>	298.213	0	298.21	NO	298.21	0.0298	0.0016	1.58	2.4179
<b>419</b>	293.905	0	293.91	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>416</b>	98.403	0	98.40	NO	98.40	0.0098	0.0005	0.52	0.7979
<b>409</b>	390.399	0	390.40	NO	390.40	0.0390	0.0021	2.06	3.1654
<b>414</b>	401.045	79.348	321.70	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>407</b>	717.773	0	717.77	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>408</b>	5815.05	0	5815.05	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>421</b>	714.211	0	714.21	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>422</b>	394.709	0	394.71	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>423</b>	471.186	0	471.19	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>424</b>	709.984	0	709.98	P	354.99	0.0355	0.0019	1.88	2.8783
<b>426</b>	386.006	0	386.01	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>429</b>	297.679	0	297.68	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>430</b>	886.573	0	886.57	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>432</b>	1919.478	15.235	1904.24	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

<b>433</b>	2484.562	0	2484.56	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>434</b>	2974.221	0	2974.22	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>463</b>	3635.524	0	3635.52	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>464</b>	572.449	0	572.45	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>435</b>	61.862	0	61.86	NO	61.86	0.0062	0.0003	0.33	0.5016
<b>437</b>	193.862	0	193.86	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>439</b>	176.472	0	176.47	NO	176.47	0.0176	0.0009	0.93	1.4308
<b>461</b>	547.847	0	547.85	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>440</b>	405.572	0	405.57	NO	405.57	0.0406	0.0021	2.15	3.2884
<b>444</b>	418.492		418.49	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>445</b>	180.045	0	180.05	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>446</b>	83.165	0	83.17	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>442</b>	196.269	0	196.27	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>459</b>	126.881	0	126.88	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>455</b>	419.177	0	419.18	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>454</b>	457.459	0	457.46	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>453</b>	889.523	0	889.52	NO	889.52	0.0890	0.0047	4.70	7.2123
<b>427</b>	1885.133	0	1885.13	NO	1885.13	0.1885	0.0100	9.97	15.2848
<b>428</b>	632.351	0	632.35	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>608</b>	210.378	0	210.38	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>603</b>	202.226	0	202.23	NO	202.23	0.0202	0.0011	1.07	1.6397
<b>604</b>	67.731	0	67.73	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>621</b>	326.238	0	326.24	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>612</b>	165.204	0	165.20	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>613</b>	76.173	0	76.17	NO	76.17	0.0076	0.0004	0.40	0.6176
<b>623</b>	278.424	0	278.42	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>465</b>	273.269	0	273.27	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>471</b>	229.728	0	229.73	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>467</b>	230.291	0	230.29	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

<b>466</b>	215.064	75.658	139.41	NO	139.41	0.0139	0.0007	0.74	1.1303
<b>474</b>	135.21	0	135.21	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>475</b>	190.335	0	190.34	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>476</b>	220.932	0	220.93	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>479</b>	238.292	0	238.29	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>483</b>	289.322	0	289.32	NO	289.32	0.0289	0.0015	1.53	2.3458
<b>484</b>	200.397	0	200.40	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>485</b>	200.396	0	200.40	NO HABIT	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>486</b>	198.347	0	198.35	NO	198.35	0.0198	0.0010	1.05	1.6082
<b>488</b>	199.52	0	199.52	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>489</b>	132.841	0	132.84	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>490</b>	152.052	0	152.05	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>492</b>	163.148	0	163.15	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>494</b>	242.648	0	242.65	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>495</b>	229.15	0	229.15	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>481</b>	218.513	0	218.51	NO	218.51	0.0219	0.0012	1.16	1.7717
<b>496</b>	216.304	0	216.30	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>498</b>	207.217	0	207.22	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>499</b>	206.838	0	206.84	NO	206.84	0.0207	0.0011	1.09	1.6771
<b>500</b>	209.443	0	209.44	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>502</b>	125.356	0	125.36	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>503</b>	136.145	0	136.15	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>506</b>	90.363	0	90.36	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>510</b>	112.312	0	112.31	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>516</b>	170.891	0	170.89	P	85.45	0.0085	0.0005	0.45	0.6928
<b>517</b>	367.28	0	367.28	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>518</b>	154.296	0	154.30	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>519</b>	268.971	0	268.97	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>514</b>	219.826	0	219.83	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

<b>511</b>	77.468	0	77.47	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>513</b>	231.261	0	231.26	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>520</b>	64.949	0	64.95	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>522</b>	197.338	0	197.34	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>523</b>	195.803	0	195.80	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>524</b>	319.329	0	319.33	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>525</b>	191.028	0	191.03	NO	191.03	0.0191	0.0010	1.01	1.5489
<b>528</b>	170.62	0	170.62	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>527</b>	165.274	0	165.27	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>530</b>	179.754	0	179.75	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>532</b>	175.749	0	175.75	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>569</b>	77.979	0	77.98	NO	77.98	0.0078	0.0004	0.41	0.6323
<b>571</b>	75.71	0	75.71	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>572</b>	75.216	0	75.22	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>574</b>	75.123	0	75.12	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>575</b>	74.947	0	74.95	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>576</b>	79.104	0	79.10	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>536</b>	89.121	0	89.12	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>538</b>	79.221	0	79.22	NO HABIT	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>540</b>	96.262	0	96.26	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>542</b>	89.263	0	89.26	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>577</b>	137.379	0	137.38	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>578</b>	116.313	0	116.31	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>580</b>	242.505	0	242.51	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>581</b>	168.331	0	168.33	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>582</b>	198.506	0	198.51	NO HABIT	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>583</b>	167.43	0	167.43	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>584</b>	178.125	0	178.13	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
<b>585</b>	213.223	0	213.22	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

586	175.604	0	175.60	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
587	220.321	0	220.32	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
588	237.461	0	237.46	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
589	228.709	0	228.71	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
568	33.78	0	33.78	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
566	35.801	0	35.80	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
561	33.131	0	33.13	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
560	21.003	0	21.00	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
555	33.438	0	33.44	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
553	33.581	0	33.58	SI	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

		EVACÚAN ADECUADAMENTE	TOTAL	PORCENTAJE	Total	Qi 2018	Qi propuesta
						42.99	65.90
<b>Total de habitantes</b>	3115	SI	204	85.71%	<b>Qprom</b>	CPD/86400	5.1917
		NO	27	11.34%	<b>Qmh</b>	2 x Qprom	10.3833
		P	3	1.26%		<b>Comparado con el Qmh</b>	<b>414.029%</b>
		TSC	0	0.00%			
		NO HABIT	4	1.68%			
		<b>Total</b>	<b>238</b>				

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 13.** Valores del coeficiente de Manning según la Universidad Central de Venezuela.

	Calidad del Material	
	Buena	Regular
Conductos Cerrados		
A Tubos de Concreto	0.013	0.015
B. Tubos de Metal Corrugado	0.024	0.024
1. Corrugación de 2 2/3" x 1/2"		
a) Liso o totalmente revestido	0.024	0.024
b) Fondo Pavimentado entre 25% y 50% del perímetro		
1. Sección Plena	0.021	0.018
2. Flujo a 80% profundidad	0.021	0.018
3. Flujo a profundidad	0.019	0.013
2. Corrugación de 6" x 2"		0.030
C. Arcilla vitrificada	0.012	0.014
D. Hierro fundido sin revestimiento	0.012	0.013

Fuente: Universidad Central de Venezuela Departamento de Minas.

**Cuadro 14.** Valores del coeficiente de Manning según "MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO - ALCANTARILLADO PLUVIAL"

Material del conducto	Coeficiente n
Conductos cerrados:	
- Tubos de Fibrocemento.	0.011 a 0.015
- Enladrillados.	0.013 a 0.017
- Tubos de Hierro colado con sello, revestidos con cemento.	0.011 a 0.015
- Concreto (monolítico):	
Formas redondeadas.	0.012 a 0.014
Formas angulosas (rugosas).	0.015 a 0.017
Tubo de concreto.	0.011 a 0.015
- Tubos de metal corrugado (con corrugaciones de 1/2" x 2 1/2"):	
Plano.	0.022 a 0.026
Con plantilla pavimentada.	0.018 a 0.022
Revestido con asfalto.	0.011 a 0.015
- Tubos de plástico.	0.011 a 0.015
- Tubos de arcilla vitrificada.	0.011 a 0.015

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007).

**Cuadro 15.** *Valores del coeficiente de Manning según “Curso de diseño de alcantarillado”*

Material	n de Manning
<b>CONDUCTOS CERRADOS</b>	
Asbesto - Cemento	0.011-0.015
Concreto prefabricado interior liso	0.011-0.015
Concreto prefabricado interior rugoso	0.014-0.017
Concreto fundido en sitio, formas lisas	0.012-0.014
Concreto fundido en sitio, formas rugosas	0.015-0.017
Gres Vitrificado	0.011-0.015
Hierro dúctil revestido interiormente con cemento	0.011-0.015
PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso	0.010-0.015
Metal Corrugado	0.022-0.026
Colectores de ladrillo	0.013-0.017

Fuente: Instituto Colombiano de Productores de Cemento (2000).

**Cuadro 16.** *Razón de crecimiento, método del interés simple.*

AÑO CENSO	HABITANTES	VARIACIÓN
2008	56258	
2009	57040	0.014
2010	57817	0.014
2011	58593	0.013
2012	59370	0.013
2013	60150	0.013
2014	60940	0.013
2015	61736	0.013
2016	62534	0.013
2017	63327	0.013
2018	64109	0.012
	$\sum r =$	0.131

Fuente: INEI (2018).

**Cuadro 17.** Nivel freático de barrios que están incluidos en la red Sucre.

Barrio	Zona	Nivel freático (m)
Soledad alta	II-B	Profundo
Soledad baja	V-B	1.00 m – 0.65 m
Zona comercial	V-B	1.00 m – 0.65 m
Belén	V-B	1.00 m - 0.65 m

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 18.** CEPIS - Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

Unión	Caudales de infiltración (l/s/km)							
	Tubo de cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de P.V.C.	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel freático bajo	0.5	0.2	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.05
Nivel freático alto	0.8	0.2	0.7	0.1	0.3	0.1	0.15	0.5

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 19.** Cálculo de caudales de instituciones públicas.

INSTITUCIÓN PÚBLICA	ESTABLECIMIENTO	TIPO	DOTACIÓN	CANTIDAD	CAUDAL (L/S)
C.E. MARIA BELENITA	Alumnado y personal no residente	50	200	0.09	0.09
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ	Área (m2)	30	1919.478	0.53	0.53
CENTRO MEDICO MPH	Camas de hospitalización	600	10	0.06	0.06
	Consultorios	500	3	0.01	0.01
CENTRO CULTURAL CIVICO G.P.H	Área (m2)	30	1885.305	0.52	0.52
TELEFONICA	Área (m2)	30	393.472	0.11	0.11
POLICIA NACIONAL DEL PERU	Área (m2)	30	483.34	0.13	0.13
MERCADO CENTRAL	Área (m2)	15	9639.475	1.34	1.34
				Total	2.80

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 20.** Tramos con deficiencia en su funcionamiento en el 2018.

Buzón Aguas Arriba		Buzón Aguas Abajo		Caudal Tramo (m <sup>3</sup> /s)	Longitud Tramo (m)	Longitud Acumulada (m)	Pendiente S (m/m)	Tipo Material	D Teórico (m)	D Teórico (in)	D Comercial (in)	Velocidad Tramo (m/s)	Número de Forude (F)	Cumple	FUNCIONAMIENTO ALCANTARIL LADO
Descrip.	Cota msnm	Descrip.	Cota msnm												
BZ 01	3124.01	BZ 02	3120.10	0.00050	46	46	0.00850	PVC	0.02625	1.1	8.00	4.53459	10.31823	SI	OK
BZ 02	3120.10	BZ 03	3118.74	0.00072	19.93	65.93	0.00682	PVC	0.03131	1.3	8.00	4.06297	8.46561	SI	OK
BZ 04	3119.86	BZ 03	3118.74	0.00132	54.19	120.12	0.00207	C°	0.05564	2.2	8.00	1.59716	2.49622	SI	OK
BZ 08	3122.34	BZ 07	3118.06	0.00079	72.09	72.09	0.00594	C°	0.03770	1.5	8.00	2.70698	5.13994	SI	OK
BZ 07	3118.06	BZ 06	3116.52	0.00129	45.6	117.69	0.00338	PVC	0.04439	1.8	8.00	2.85829	5.00145	SI	OK
BZ 06	3116.52	BZ 05	3115.04	0.00180	46.79	164.48	0.00316	PVC	0.05095	2.1	8.00	2.76619	4.51802	SI	OK
BZ 03	3118.74	BZ 05	3115.04	0.00380	62.64	347.24	0.00591	C°	0.06804	2.7	8.00	2.70007	3.81614	SI	OK
BZ 11	3116.31	BZ 10	3113.50	0.00048	43.8	43.8	0.00642	C°	0.03082	1.3	8.00	2.81395	5.90909	SI	OK
BZ 10	3113.50	BZ 09	3111.76	0.00108	54.66	98.46	0.00318	C°	0.04763	1.9	8.00	1.98217	3.34851	SI	OK
BZ 05	3115.04	BZ 09	3111.76	0.00539	46.51	492.21	0.00705	C°	0.07502	3	8.00	2.95029	3.97118	SI	OK
BZ 13	3110.34	BZ 12	3108.43	0.00060	54.44	54.44	0.00351	C°	0.03745	1.5	8.00	2.08093	3.96443	SI	OK
BZ 09	3111.76	BZ 12	3108.43	0.00651	47.17	593.82	0.00706	C°	0.08047	3.2	8.00	2.95182	3.83623	SI	OK
BZ 17	3111.95	BZ 16	3107.69	0.00049	44.88	44.88	0.00949	C°	0.02890	1.2	8.00	3.42278	7.42247	SI	OK
BZ 16	3107.69	BZ 15	3104.62	0.00119	63.31	108.19	0.00485	C°	0.04560	1.8	8.00	2.44643	4.22384	SI	OK

BZ 12	3108.43	BZ 14	3107.49	0.00665	13.06	606.88	0.00720	C°	0.08084	3.2	8.00	2.98052	3.86478	SI	OK	
BZ 14	3107.49	BZ 15	3104.62	0.00833	45.54	760.61	0.00630	C°	0.09020	3.6	8.00	2.78898	3.42359	SI	OK	
BZ 22	3109.61	BZ 23	3103.39	0.00088	80.24	80.24	0.00775	C°	0.03733	1.5	8.00	3.09314	5.90215	SI	OK	
BZ 23	3103.39	BZ 19	3102.77	0.00101	11.62	91.86	0.00534	C°	0.04212	1.7	8.00	2.56622	4.60981	SI	OK	
BZ 21	3109.31	BZ 20	3104.25	0.00064	58.5	58.5	0.00865	C°	0.03248	1.3	8.00	3.26736	6.68347	SI	OK	
BZ 20	3104.25	BZ 19	3102.77	0.00191	24.43	174.79	0.00606	C°	0.05235	2.1	8.00	2.73445	4.40600	SI	OK	
BZ 19	3102.77	BZ 18	3101.56	0.00229	34.68	209.47	0.00349	C°	0.06213	2.5	8.00	2.07517	3.06919	SI	OK	
BZ 15	3104.62	BZ 18	3101.56	0.01127	58.88	1028.96	0.00520	C°	0.10474	4.2	8.00	2.53266	2.88507	SI	OK	
BZ 18	3101.56	BZ 24	3100.45	0.01223	86.93	1115.89	0.00128	C°	0.14048	5.6	10.00	1.45675	1.43288	SI	OK	
BZ 31	3102.40	BZ 30	3102.33	0.00009	8.28	8.28	0.00085	PVC	0.02127	0.9	8.00	1.43009	3.61489	SI	OK	
BZ 30	3102.33	BZ 29	3101.07	0.00045	32.41	40.69	0.00389	PVC	0.02903	1.2	8.00	3.06672	6.63560	SI	OK	
BZ 29	3101.07	BZ 28	3100.73	0.00095	45.84	86.53	0.00074	PVC	0.05256	2.1	10.00	1.55436	2.49959	SI	OK	
BZ 28	3100.73	BZ 25	3100.61	0.00120	22.75	109.28	0.00053	PVC	0.06115	2.5	10.00	1.31080	1.95419	SI	OK	
BZ 27	3102.79	BZ 26	3100.94	0.00029	26.49	26.49	0.00698	PVC	0.02214	0.9	6.00	3.39298	8.40597	SI	OK	
											6.00					
BZ 26	3100.94	BZ 25	3100.61	0.00163	13.46	149.23	0.00245	PVC	0.05153	2.1	6.00	2.01034	3.26503	SI	OK	
BZ 25	3100.61	BZ 24	3100.45	0.01416	27.23	1292.35	0.00059	PVC	0.15133	6	10.00	1.38347	1.31111	SI	OK	
BZ 39	3100.35	BZ 38	3096.67	0.00049	44.96	44.96	0.00819	C°	0.02974	1.2	8.00	3.17842	6.79523	SI	OK	
BZ 38	3096.67	BZ 37	3094.69	0.00098	44.55	89.51	0.00444	C°	0.04317	1.7	8.00	2.34212	4.15593	SI	OK	

BZ 37	3094.69	BZ 36	3094.35	0.00110	11.35	100.86	0.00300	C°	0.04861	2	8.00	1.92283	3.21527	SI	OK
BZ 41	3100.67	BZ 40	3097.54	0.00051	46.32	46.32	0.00676	C°	0.03117	1.3	8.00	2.88794	6.03046	SI	OK
BZ 40	3097.54	BZ 36	3094.35	0.00233	65.62	212.8	0.00486	C°	0.05873	2.4	8.00	2.44950	3.72622	SI	OK
BZ 36	3094.35	BZ 35	3092.85	0.00304	64.41	277.21	0.00233	C°	0.07445	3	8.00	1.69539	2.29068	SI	OK
BZ 35	3092.85	BZ 34	3091.87	0.00334	27.51	304.72	0.00356	C°	0.07123	2.9	8.00	2.09685	2.89644	SI	OK
BZ 24	3100.45	BZ 32	3098.11	0.01477	55.53	1347.88	0.00421	C°	0.12055	4.8	8.00	2.28058	2.42160	SI	OK
BZ 32	3098.11	BZ 33	3095.31	0.01534	52.48	1400.36	0.00534	C°	0.11699	4.7	8.00	2.56615	2.76590	SI	OK
BZ 33	3095.31	BZ 34	3091.87	0.01960	84.22	1789.3	0.00408	C°	0.13484	5.4	8.00	2.24529	2.25419	SI	OK
BZ 42	3099.34	BZ 43	3095.73	0.00048	43.49	43.49	0.00830	PVC	0.02582	1.1	8.00	4.48113	10.28154	SI	OK
BZ 43	3095.73	BZ 44	3094.48	0.00100	47.66	91.15	0.00262	PVC	0.04229	1.7	8.00	2.51887	4.51556	SI	OK
BZ 44	3094.48	BZ 45	3093.23	0.00159	54.04	145.19	0.00231	PVC	0.05156	2.1	8.00	2.36551	3.84067	SI	OK
BZ 45	3093.23	BZ 46	3092.03	0.00223	58.09	203.28	0.00207	PVC	0.05975	2.4	8.00	2.23547	3.37164	SI	OK
BZ 49	3097.95	BZ 48	3095.77	0.00049	44.28	44.28	0.00492	PVC	0.02867	1.2	8.00	3.45106	7.51430	SI	OK
BZ 48	3095.77	BZ 47	3092.69	0.00101	47.96	92.24	0.00642	PVC	0.03591	1.5	8.00	3.94152	7.66765	SI	OK
BZ 47	3092.69	BZ 46	3092.03	0.00335	10.01	305.53	0.00659	PVC	0.05600	2.3	8.00	3.99377	6.22198	SI	OK
BZ 46	3092.03	BZ 50	3089.29	0.00386	46.44	351.97	0.00590	C°	0.06840	2.7	8.00	2.69854	3.80391	SI	OK
BZ 34	3091.87	BZ 50	3089.29	0.02406	54.66	2195.93	0.00472	C°	0.14171	5.6	8.00	2.41366	2.36378	SI	OK
BZ 50	3089.29	BZ 51	3086.00	0.02456	46.33	2242.26	0.00710	C°	0.13230	5.3	8.00	2.96051	3.00074	SI	OK
BZ 52	3089.50	BZ 51	3086.00	0.02501	41.06	2283.32	0.00852	C°	0.12872	5.1	8.00	3.24358	3.33307	SI	OK

BZ 55	3085.19	BZ 54	3081.57	0.00065	59.13	59.13	0.00612	C°	0.03480	1.4	8.00	2.74885	5.43264	SI	OK
BZ 54	3081.57	BZ 56	3077.89	0.00130	59.54	118.67	0.00618	C°	0.04510	1.8	8.00	2.76198	4.79450	SI	OK
BZ 53	3081.95	BZ 54	3081.57	0.00131	60.51	119.64	0.00063	PVC	0.06123	2.5	8.00	1.23256	1.83639	SI	OK
BZ 51	3086.00	BZ 53	3081.95	0.02704	64.89	2467.85	0.00624	C°	0.14050	5.6	8.00	2.77549	2.72985	SI	OK
BZ 53	3081.95	BZ 57	3079.14	0.02773	63	2530.85	0.00446	C°	0.15105	6	8.00	2.34630	2.22562	SI	OK
BZ 57	3079.14	BZ 58	3075.32	0.02837	59.17	2590.02	0.00646	C°	0.14216	5.6	8.00	2.82281	2.76009	SI	OK
BZ 58	3075.32	BZ 59	3072.41	0.02897	53.99	2644.01	0.00539	C°	0.14820	5.9	8.00	2.57923	2.47004	SI	OK
BZ 59	3072.41	BZ 60	3069.16	0.02965	62.67	2706.68	0.00519	C°	0.15059	6	8.00	2.52995	2.40352	SI	OK
BZ 67	3079.91	BZ 66	3078.68	0.00048	43.83	43.83	0.00281	PVC	0.03173	1.3	8.00	2.60552	5.39234	SI	OK
BZ 66	3078.68	BZ 65	3074.75	0.00131	75.57	119.4	0.00520	PVC	0.04116	1.7	8.00	3.54691	6.44529	SI	OK
BZ 65	3074.75	BZ 63	3072.04	0.00186	50.5	169.9	0.00537	PVC	0.04671	1.9	8.00	3.60302	6.14632	SI	OK
BZ 64	3072.78	BZ 63	3072.04	0.00216	26.98	196.88	0.00274	PVC	0.05598	2.3	8.00	2.57587	4.01368	SI	OK
BZ 63	3072.04	BZ 61	3069.94	0.00277	55.93	252.81	0.00375	PVC	0.05797	2.3	8.00	3.01381	4.61487	SI	OK
BZ 62	3070.85	BZ 61	3069.94	0.00368	82.75	335.56	0.00110	C°	0.09206	3.7	8.00	1.16503	1.41556	SI	OK
BZ 61	3069.94	BZ 60	3069.16	0.03394	56.1	3098.34	0.00139	C°	0.20277	8	8.00	1.30998	1.07251	SI	OK
BZ 71	3074.31	BZ 70	3073.45	0.00072	65.36	65.36	0.00132	C°	0.04820	1.9	8.00	1.27436	2.13993	SI	OK
BZ 69	3070.96	BZ 68	3070.37	0.00056	50.77	50.77	0.00116	C°	0.04488	1.8	8.00	1.19763	2.08421	SI	OK

BZ 70	3073.45	BZ 68	3070.37	0.00203	69.61	185.74	0.00442	C°	0.05681	2.3	8.00	2.33690	3.61471	SI	OK
BZ 68	3070.37	BZ 60	3069.16	0.03668	63.77	3347.85	0.00190	C°	0.19692	7.8	8.00	1.53033	1.27137	SI	OK
BZ 75	3070.35	BZ 74	3069.18	0.00032	29.11	29.11	0.00402	C°	0.02887	1.2	8.00	2.22727	4.83287	SI	OK
BZ 74	3069.18	BZ 73	3068.79	0.00079	43.14	72.25	0.00090	C°	0.05370	2.2	8.00	1.05631	1.68056	SI	OK
BZ 73	3068.79	BZ 72	3067.59	0.00155	69.08	141.33	0.00174	C°	0.06110	2.5	8.00	1.46425	2.18390	SI	OK
BZ 60	3069.16	BZ 72	3067.59	0.03882	54.4	3543.58	0.00289	PVC	0.16391	6.5	8.00	2.64228	2.40610	SI	OK
BZ 79	3069.26	BZ 78	3068.06	0.00084	76.25	76.25	0.00157	C°	0.04938	2	8.00	1.39371	2.31215	SI	OK
BZ 74	3069.18	BZ 78	3068.06	0.00220	52.46	200.96	0.00213	C°	0.06708	2.7	8.00	1.62329	2.31071	SI	OK
BZ 78	3068.06	BZ 77	3067.37	0.00285	59.52	260.48	0.00116	C°	0.08290	3.3	8.00	1.19617	1.53164	SI	OK
BZ 77	3067.37	BZ 76	3066.16	0.00333	43.58	304.06	0.00278	C°	0.07458	3	8.00	1.85118	2.49905	SI	OK
BZ 72	3067.59	BZ 76	3066.16	0.04282	60.72	3908.36	0.00236	PVC	0.17665	7	8.00	2.38688	2.09367	SI	OK
BZ 76	3066.16	BZ 80	3066.07	0.04289	6.94	3915.3	0.00130	PVC	0.19769	7.8	8.00	1.77121	1.46862	SI	OK
BZ 80	3066.07	BZ 81	3065.11	0.04335	41.65	3956.95	0.00230	PVC	0.17819	7.1	8.00	2.36133	2.06230	SI	OK
BZ 81	3065.11	BZ 82	3063.49	0.04411	69.45	4026.4	0.00233	PVC	0.17895	7.1	8.00	2.37547	2.07021	SI	OK
BZ 82	3063.49	BZ 83	3062.54	0.04466	49.77	4076.17	0.00191	PVC	0.18667	7.4	8.00	2.14885	1.83361	SI	OK
BZ 90	3068.99	BZ 89	3068.41	0.00073	66.98	66.98	0.00087	C°	0.05262	2.1	8.00	1.03381	1.66157	SI	OK
BZ 89	3068.41	BZ 88	3068.21	0.00125	46.72	113.7	0.00043	C°	0.07323	2.9	8.00	0.72688	0.99030	SI	OK
BZ 88	3068.21	BZ 87	3068.09	0.00143	16.87	130.57	0.00071	C°	0.07012	2.8	8.00	0.93699	1.30451	SI	OK

BZ 87	3068.09	BZ 86	3067.19	0.00247	94.75	225.32	0.00095	C°	0.08150	3.3	8.00	1.08276	1.39827	SI	OK
BZ 86	3067.19	BZ 85	3065.97	0.00306	53.68	279	0.00227	C°	0.07497	3	8.00	1.67484	2.25503	SI	OK
BZ 85	3065.97	BZ 84	3063.69	0.00388	75.21	354.21	0.00303	C°	0.07768	3.1	8.00	1.93433	2.55860	SI	OK
BZ 84	3063.69	BZ 83	3062.54	0.04903	44.76	4475.14	0.00257	C°	0.20743	8.2	8.00	1.78075	1.44145	SI	FALLA
BZ 83	3062.54	BZ 91	3062.39	0.04919	14.46	4489.6	0.00104	PVC	0.21700	8.6	10.00	1.83822	1.45480	SI	OK
BZ 91	3062.39	BZ 92	3062.08	0.04950	28.59	4518.19	0.00108	PVC	0.21572	8.5	10.00	1.87935	1.49176	SI	OK
BZ 92	3062.08	BZ 93	3061.53	0.05003	48.52	4566.71	0.00113	PVC	0.21479	8.5	10.00	1.92157	1.52857	SI	OK
BZ 96	3064.20	BZ 95	3063.51	0.00031	28.61	28.61	0.00241	PVC	0.02782	1.1	8.00	2.41543	5.33878	SI	OK
BZ 95	3063.51	BZ 94	3062.48	0.00077	41.74	70.35	0.00247	PVC	0.03882	1.6	8.00	2.44327	4.57180	SI	OK
BZ 94	3062.48	BZ 93	3061.53	0.05122	38.49	4675.55	0.00247	PVC	0.18728	7.4	8.00	2.44352	2.08166	SI	OK
BZ 93	3061.53	BZ 97	3060.42	0.05172	45.7	4721.25	0.00243	PVC	0.18853	7.5	12.00	3.17633	2.69695	SI	OK
BZ 97	3060.42	BZ 98	3059.30	0.05225	47.96	4769.21	0.00234	PVC	0.19064	7.6	12.00	3.11453	2.62976	SI	OK
BZ 101	3059.67	BZ 100	3059.42	0.00012	10.66	10.66	0.00235	C°	0.02191	0.9	8.00	1.70134	4.23735	SI	OK
BZ 100	3059.42	BZ 99	3059.12	0.00023	10.49	21.15	0.00286	C°	0.02730	1.1	8.00	1.87877	4.19240	SI	OK
BZ 98	3059.30	BZ 99	3059.12	0.05257	8.16	4798.52	0.00221	C°	0.21911	8.7	8.00	1.65003	1.29956	SI	FALLA
BZ 98	3059.30	BZ 102	3058.29	0.05283	53.27	4822.48	0.00190	PVC	0.19907	7.9	8.00	2.14165	1.76963	SI	OK
BZ 102	3058.29	BZ 103	3057.94	0.05315	28.99	4851.47	0.00121	PVC	0.21713	8.6	8.00	1.70898	1.35210	SI	FALLA
BZ 103	3057.94	BZ 104	3056.29	0.05378	57.2	4908.67	0.00288	C°	0.21014	8.3	8.00	1.88688	1.51748	SI	FALLA
BZ 107	3058.19	BZ 106	3057.90	0.00009	7.83	7.83	0.00370	C°	0.01791	0.8	8.00	2.13805	5.88912	SI	OK
BZ 106	3057.90	BZ 105	3057.15	0.00045	33.32	41.15	0.00225	C°	0.03664	1.5	8.00	1.66678	3.21011	SI	OK
BZ 105	3057.15	BZ 104	3056.29	0.05474	46.39	4996.21	0.00185	C°	0.22982	9.1	8.00	1.51265	1.16326	SI	FALLA

BZ 104	3056.29	BZ 108	3055.44	0.05522	44.49	5040.7	0.00191	C°	0.22929	9.1	8.00	1.53560	1.18229	SI	FALLA
BZ 110	3056.85	BZ 109	3055.88	0.00049	45.14	45.14	0.00215	C°	0.03827	1.6	8.00	1.62857	3.06918	SI	OK
BZ 109	3055.88	BZ 108	3055.44	0.05599	25.18	5111.02	0.00175	C°	0.23437	9.3	8.00	1.46858	1.11836	SI	FALLA
BZ 108	3055.44	BZ 111	3053.89	0.05693	85.72	5196.74	0.00181	C°	0.23433	9.3	8.00	1.49391	1.13775	SI	FALLA
BZ 111	3053.89	BZ 112	3052.89	0.05748	50.26	5247	0.00199	C°	0.23100	9.1	8.00	1.56707	1.20204	SI	FALLA
BZ 112	3052.89	BZ 113	3052.01	0.05803	49.88	5296.88	0.00176	C°	0.23711	9.4	8.00	1.47563	1.11723	SI	FALLA
BZ 113	3052.01	BZ 114	3051.40	0.05857	49.78	5346.66	0.00123	C°	0.25477	10.1	8.00	1.22981	0.89826	SI	FALLA
BZ 114	3051.40	BZ 115	3051.37	0.05868	9.39	5356.05	0.00032	C°	0.32802	13	8.00	0.62795	0.40422	SI	FALLA

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 21.** *Tramos que funcionan a presión.*

Buzón Aguas Arriba		Buzón Aguas Abajo		Caudal Tramo (m <sup>3</sup> /s)	Longitud Tramo (m)	Pendiente S (m/m)	Desnivel del Terreno (m)	D usado (in)	Pérdida de carga hf (m)	Número de Froude	Buzón Aguas Arriba		Buzón Aguas Abajo	
Descrip.	Cota msnm	Descrip.	Cota msnm								CPa	Presión Pa	CPb	Presión Pb
BZ 84	3063.69	<b>BZ 83</b>	3062.54	0.04903	44.76	0.00257	1.1500	8	0.884	0.31811	3063.69	0.00	3062.81	0.27
<b>BZ 98</b>	3059.30	BZ 99	3059.12	0.05257	8.16	0.00221	0.1800	8	0.140	0.28680	3059.30	0.00	3059.16	0.04
BZ 103	3057.94	<b>BZ 104</b>	3056.29	0.05378	57.20	0.00288	1.6500	8	1.257	0.29839	3057.94	0.07	3056.68	0.39
BZ 105	3057.15	<b>BZ 104</b>	3056.29	0.05474	46.39	0.00185	0.8600	8	0.677	0.33489	3057.15	0.39	3056.47	0.18
<b>BZ 104</b>	3056.29	<b>BZ 108</b>	3055.44	0.05522	44.49	0.00191	0.8500	8	0.668	0.25672	3056.29	0.00	3055.62	0.18
BZ 109	3055.88	<b>BZ 108</b>	3055.44	0.05599	25.18	0.00175	0.4400	8	0.348	0.26092	3055.88	0.18	3055.53	0.09
<b>BZ 108</b>	3055.44	BZ 111	3053.89	0.05693	85.72	0.00181	1.5500	8	1.223	0.24681	3055.44	0.00	3054.22	0.33
BZ 114	3051.40	<b>BZ 115</b>	3051.37	0.05868	9.39	0.00032	0.0300	8	0.027	0.25109	3051.40	0.11	3051.37	0.00

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 22.** *Tramos que fallan durante la precipitación futura.*

Buzón Aguas Arriba		Buzón Aguas Abajo		Caudal Tramo (m <sup>3</sup> /s)	Longitud Tramo (m)	Longitud Acumulada (m)	Pendiente S (m/m)	Tipo Material	D Teórico (m)	D Teórico (in)	D Instalado (in)	Velocidad Tramo (m/s)	Cumple Velocidad	¿EL TRAMO FUNCIONA EN FORMA ADECUADA?
Descripción	Cota msnm	Descripción	Cota msnm											
BZ 84	3063.69	BZ 83	3062.54	0.06893	44.76	4475.14	0.00257	C°	0.23570	9.3	8.00	1.78075	SI	FALLA
BZ 83	3062.54	BZ 91	3062.39	0.06915	14.46	4489.6	0.00104	PVC	0.24657	9.8	8.00	1.58413	SI	FALLA
BZ 91	3062.39	BZ 92	3062.08	0.06959	28.59	4518.19	0.00108	PVC	0.24512	9.7	8.00	1.61958	SI	FALLA
BZ 92	3062.08	BZ 93	3061.53	0.07034	48.52	4566.71	0.00113	PVC	0.24406	9.7	8.00	1.65596	SI	FALLA
BZ 94	3062.48	BZ 93	3061.53	0.07202	38.49	4675.55	0.00247	PVC	0.21280	8.4	8.00	2.44352	SI	FALLA
BZ 93	3061.53	BZ 97	3060.42	0.07272	45.7	4721.25	0.00243	PVC	0.21422	8.5	8.00	2.42399	SI	FALLA
BZ 97	3060.42	BZ 98	3059.30	0.07346	47.96	4769.21	0.00234	PVC	0.21662	8.6	8.00	2.37683	SI	FALLA
BZ 98	3059.30	BZ 99	3059.12	0.07391	8.16	4798.52	0.00221	C°	0.24897	9.9	8.00	1.65003	SI	FALLA
BZ 98	3059.30	BZ 102	3058.29	0.07428	53.27	4822.48	0.00190	PVC	0.22620	9	8.00	2.14165	SI	FALLA
BZ 102	3058.29	BZ 103	3057.94	0.07473	28.99	4851.47	0.00121	PVC	0.24673	9.8	8.00	1.70898	SI	FALLA
BZ 103	3057.94	BZ 104	3056.29	0.07561	57.2	4908.67	0.00288	C°	0.23878	9.5	8.00	1.88688	SI	FALLA
BZ 105	3057.15	BZ 104	3056.29	0.07695	46.39	4996.21	0.00185	C°	0.26114	10.3	8.00	1.51265	SI	FALLA
BZ 104	3056.29	BZ 108	3055.44	0.07764	44.49	5040.7	0.00191	C°	0.26054	10.3	8.00	1.53560	SI	FALLA
BZ 109	3055.88	BZ 108	3055.44	0.07872	25.18	5111.02	0.00175	C°	0.26631	10.5	8.00	1.46858	SI	FALLA
BZ 108	3055.44	BZ 111	3053.89	0.08004	85.72	5196.74	0.00181	C°	0.26627	10.5	8.00	1.49391	SI	FALLA
BZ 111	3053.89	BZ 112	3052.89	0.08082	50.26	5247	0.00191	C°	0.26248	10.4	8.00	1.56707	SI	FALLA
BZ 112	3052.89	BZ 113	3052.01	0.08159	49.88	5296.88	0.00176	C°	0.26942	10.7	8.00	1.47563	SI	FALLA
BZ 113	3052.01	BZ 114	3051.40	0.08235	49.78	5346.66	0.00193	C°	0.28949	11.4	8.00	1.22981	SI	FALLA
BZ 114	3051.40	BZ 115	3051.37	0.08250	9.39	5356.05	0.00032	C°	0.37272	14.7	8.00	0.62795	SI	FALLA

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 23.** *Calculo de diametros requeridos.*

Buzon Aguas Arriba		Buzon Aguas Abajo		Caudal Tramo (m3/s)	Longitud Tramo (m)	Longitud Acumulada (m)	Pendiente S (m/m)	Tipo Material	D Comercial (in)	Velocidad Tramo (m/s)	NUMERO DE FROUDE	Cumple	FUNCIONAMIENTO ALCANTARILLADO
Descrip.	Cota msnm	Descrip.	Cota msnm										
BZ 84	3063.69	BZ 83	3062.54	0.06892857	44.76	4475.14	0.0019	PVC	10	1.78	1.06	SI	OK
BZ 83	3062.54	BZ 91	3062.39	0.06915129	14.46	4489.6	0.00104	PVC	10	1.58	1.10	SI	OK
BZ 91	3062.39	BZ 92	3062.08	0.06959165	28.59	4518.19	0.00102	PVC	10	1.62	1.09	SI	OK
BZ 92	3062.08	BZ 93	3061.53	0.07033898	48.52	4566.71	0.00254	PVC	10	1.48	1.01	SI	OK
BZ 94	3062.48	BZ 93	3061.53	0.07201539	38.49	4675.55	0.00101	PVC	10	1.56	1.08	SI	OK
BZ 93	3061.53	BZ 97	3060.42	0.07271929	45.7	4721.25	0.001	PVC	10	1.56	1.07	SI	OK
BZ 97	3060.42	BZ 98	3059.3	0.07345799	47.96	4769.21	0.00101	PVC	10	2.38	1.07	SI	OK
BZ 98	3059.3	BZ 99	3059.12	0.07390944	8.16	4798.52	0.00202	PVC	10	1.58	1.09	SI	OK
BZ 98	3059.3	BZ 102	3058.29	0.07427849	53.27	4822.48	0.001	PVC	10	1.56	1.07	SI	OK
BZ 102	3058.29	BZ 103	3057.94	0.07472501	28.99	4851.47	0.00105	PVC	10	1.59	1.10	SI	OK
BZ 103	3057.94	BZ 104	3056.29	0.07560603	57.2	4908.67	0.00209	PVC	10	1.60	1.10	SI	OK
BZ 105	3057.15	BZ 104	3056.29	0.07695437	46.39	4996.21	0.00185	PVC	12	1.51	1.03	SI	OK
BZ 104	3056.29	BZ 108	3055.44	0.07763963	44.49	5040.7	0.00191	PVC	12	1.54	1.04	SI	OK
BZ 109	3055.88	BZ 108	3055.44	0.07872274	25.18	5111.02	0.00175	PVC	12	1.47	0.99	SI	OK
BZ 108	3055.44	BZ 111	3053.89	0.08004305	85.72	5196.74	0.00181	PVC	12	1.49	1.00	SI	OK
BZ 111	3053.89	BZ 112	3052.89	0.08081718	50.26	5247	0.00199	PVC	12	1.57	1.06	SI	OK
BZ 112	3052.89	BZ 113	3052.01	0.08158546	49.88	5296.88	0.0018	PVC	12	1.49	1.00	SI	OK
BZ 113	3052.01	BZ 114	3051.4	0.0823522	49.78	5346.66	0.002	PVC	12	1.57	1.06	SI	OK
BZ 114	3051.4	BZ 115	3051.37	0.08249683	9.39	5356.05	0.0017	PVC	15	1.45	0.96	SI	OK

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 24.** *Diámetro actual vs Diámetro requerido.*

Buzón Aguas Arriba	Buzón Aguas Abajo	D Actual (pulg)	D Requerido (pulg)
BZ 84	BZ 83	8	10
BZ 83	BZ 91	8	10
BZ 91	BZ 92	8	10
BZ 92	BZ 93	8	10
BZ 94	BZ 93	8	10
BZ 93	BZ97	8	10
BZ 97	BZ98	8	10
BZ 98	BZ 99	8	10
BZ 98	BZ 102	8	10
BZ 102	BZ103	8	10
BZ 103	BZ 104	8	10
BZ 105	BZ 104	8	12
BZ 104	BZ 108	8	12
BZ 109	BZ 108	8	12
BZ 108	BZ 111	8	12
BZ 111	BZ 112	8	12
BZ 112	BZ 113	8	12
BZ 113	BZ 114	8	12
BZ 114	BZ 115	8	15

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 25.** *Comparación entre caudal máximo horario en el año de estudio y caudal con el aporte de conexiones erradas.*

Caudal máximo horario 2018 ( $Q_{mh}$ )	$Q_{mh} + Q_{ce}$
10.3833 L/seg	53.3733 L/seg

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 26.** *Comparación entre valores calculados según CEPIS y en campo*

PORCENTAJE	Qce según CEPIS	Qce calculado en campo
	1.04 L/seg	Qce + Qmh 42.99 L/seg
Porcentaje del $Q_{mh}$	10.00% (según teoría)	414.029%

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 27. Intensidad de lluvias**

TIEMPO DE DURACIÓN		INTENSIDAD DE LA LLUVIA (MM /HR) SEGÚN EL PERIODO DE RETORNO						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	1.4078	1.5576	1.7245	1.9341	2.1990	2.3956	2.5906
18 hr	1080	1.6894	1.8691	2.0694	2.0373	2.6388	2.8747	3.1088
12 hr	720	2.2243	2.4610	2.7247	3.0559	3.4745	3.7850	4.0932
8 hr	480	2.7030	2.9906	3.3110	3.7135	4.2221	4.5995	4.9740
6 hr	360	3.1535	3.4891	3.8628	4.3324	4.9258	5.3661	5.8030
5 hr	300	3.3787	3.7383	4.1387	4.6419	5.2777	5.7493	6.2175
4 hr	240	3.7166	4.1121	4.5526	5.1061	5.8055	6.3243	6.8393
3 hr	180	4.2797	4.7351	5.2424	5.8798	6.6851	7.2825	7.8755
2 hr	120	5.2370	5.7943	6.4150	7.1950	8.1804	8.9115	9.6371
1 hr	60	8.4468	9.3457	10.3468	11.6048	13.1942	14.3734	15.5438

Fuente: Guía para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado

**Cuadro 28. Coeficientes de escorrentía**

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	
	MÍNIMO	MÁXIMO
Zona comercial	0.70	0.95
Techados	0.75	0.95
Calles asfaltadas	0.70	0.95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0.50	0.70
Zonas residenciales unifamiliares	0.30	0.50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0.40	0.60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0.60	0.75
Zonas residenciales semiurbanas	0.25	0.40
Zonas industriales espaciadas	0.50	0.80
Zona industriales densas	0.60	0.90
Parques	0.10	0.25
Zonas deportivas	0.20	0.35
Estaciones e infraestructuras varias del ferrocarril	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30

Fuente: Aparicio, 1999 fundamentos de hidrología de superficie.

## ANEXO 10.

### FIGURAS

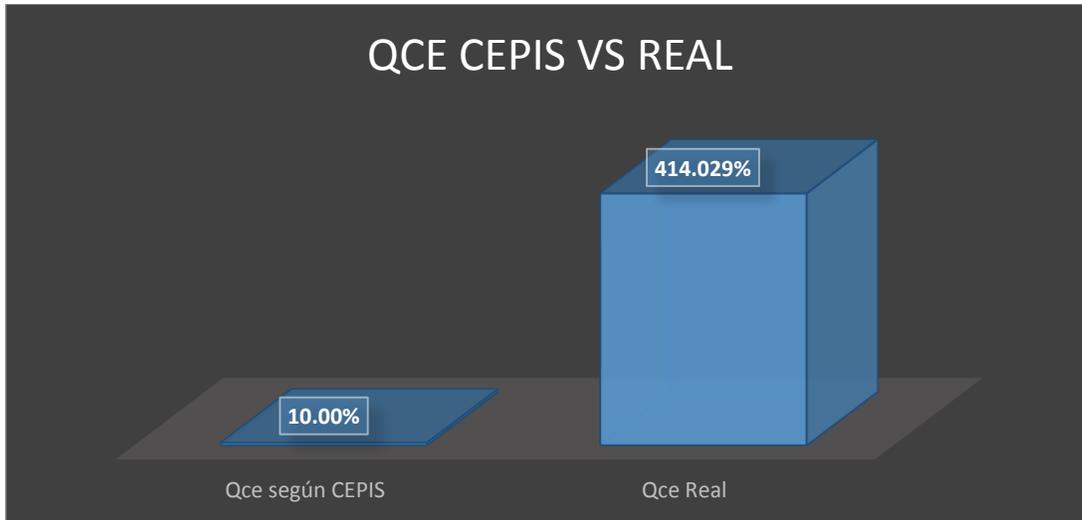


Figura N° 01. Caudal de conexiones erradas calculado según CEPIS vs Real.

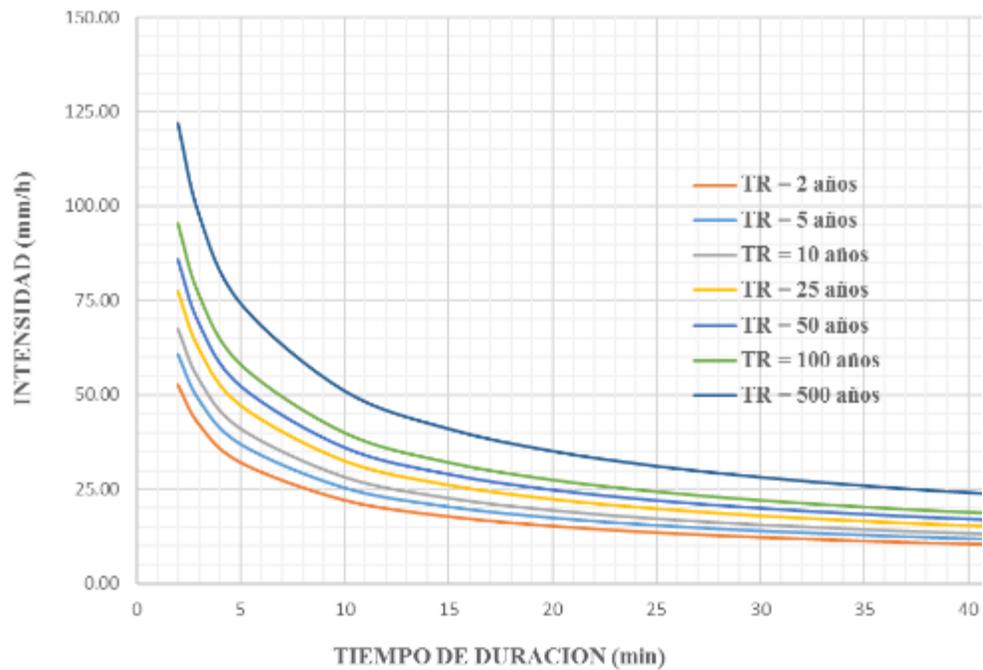


Figura N° 02. Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).

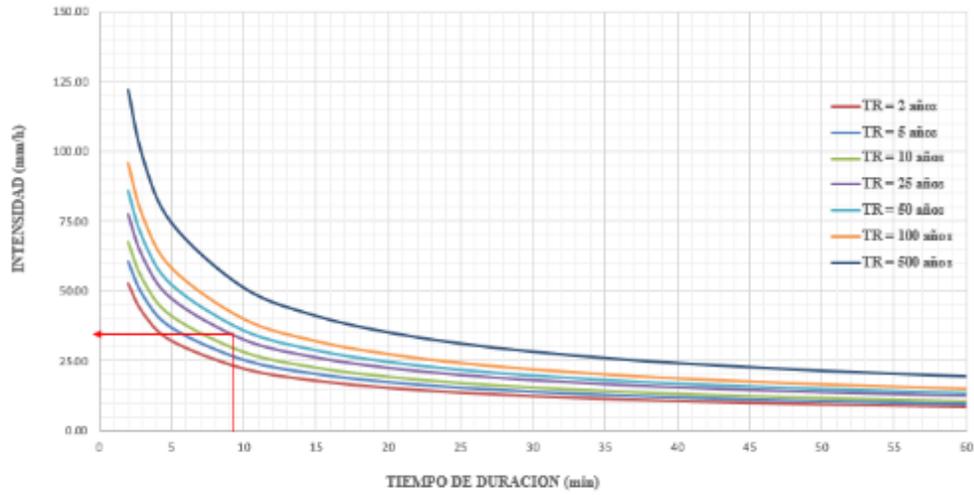


Figura N° 03. Cálculo de la precipitación a usar en el diseño a futuro.



Figura N°04. Buzón colapsado en la plaza de armas de la ciudad de Huaraz.



*Figura N°05.* Problema ocasionado por fallas en el funcionamiento del alcantarillado.



*Figura N°06.* Desgaste en elementos del alcantarillado sanitario.



*Figura N°07.* Viviendas que no evacúan adecuadamente el agua de lluvia de las azoteas.



*Figura N°08.* Material causante de la obstrucción (Residuos de avícola).



*Figura N°09.* Obstrucción del alcantarillado debido a costumbres de los pobladores.



*Figura N°10.* Colapso de buzón en la Av. Luzuriaga.



*Figura N°11.* Colapso de buzón en la Av. Luzuriaga.



*Figura N°12. Colapso de buzón en el Jr. San Martín.*



*Figura N°13. Colapso de buzón en el Jr. San Martín.*



*Figura N°14. Colapso de buzón en el Jr. San Martín.*



*Figura N°15. Colapso de buzón en el Jr. Jr. Juan de la Cruz Romero.*



*Figura N°16. Colapso de buzón en el Jr. Jr. Juan de la Cruz Romero.*



*Figura N°17. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre.*



*Figura N°18.* Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre.



*Figura N°19.* Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre.



*Figura N°20.* Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre.



*Figura N°21. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre.*



*Figura N° 22. Colapso de buzón en la Av. Luzuriaga.*



*Figura N° 23. Colapso de buzón en la Av. Luzuriaga.*



*Figura N° 24. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre.*



*Figura N° 25. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre.*



*Figura N° 26. Colapso de buzón en el Jr. 27 de noviembre.*



*Figura N° 27. Salida a campo de las tesis.*



*Figura N° 28. Salida a campo de las tesis.*



*Figura N° 29. Salida a campo de las tesis.*

## ANEXO 11.

### FÓRMULAS

$$Q = \frac{CIA}{360} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

Q: caudal máximo

C: coeficiente de escurrimiento

I: intensidad de lluvia

A: área de la vivienda.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

V: velocidad de flujo (m/s)

n: coeficiente de rugosidad de manning

R: radio hidráulico (m)

S: pendiente de la tubería (m/m)

$$i = \frac{P}{T_d} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

P: profundidad de lluvia (mm)

TD: duración

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_a^2 \times p \times q} \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

n: tamaño de muestra

N: tamaño de la población

Z<sub>a</sub>: nivel de confianza

p: probabilidad de éxito  
 q: probabilidad de fracaso  
 d: margen de error

$$I = \frac{KT^m}{t^n} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

I: Intensidad máxima (mm/h)

k, m, n: factores característicos de la zona de estudio

t: Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (minutos)

$$I = \frac{69.0291 T^{0.151685}}{t^{0.54001}} \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

I: intensidad de precipitación (mm/hr)

T: periodo de retorno (años)

t: tiempo de duración de precipitación (min)

$$t_c = t_0 + t_f \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración

To: tiempo de ingreso

Tf: tiempo final

$$t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i} \dots\dots\dots(8)$$

Donde:

$L_i$  = Longitud del i-ésimo conducción (ducto o canal) a lo largo de la trayectoria del flujo

$V_i$  = Velocidad del flujo en el ducto o canalización.

$$t_0 = 0.0256 \left( \frac{L^{1.5}}{H^{0.5}} \right)^{0.77} \dots\dots\dots(9)$$

Donde:

$t_0$  = Tiempo de ingreso (minutos)

L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida o longitud del cauce del drenaje (m)

H = Diferencia de nivel entre el punto más alto y más bajo del cauce (m)

$$P_d = P_{24h} \left[ \frac{d}{1440} \right]^{0.25} \dots\dots\dots(10)$$

Donde:

Pd: precipitación total (mm)

d: duración (min)

P24h: precipitación máxima en 24 horas (mm)

$$I = \frac{P_{24h}}{d} \dots\dots\dots(11)$$

Donde:

I: intensidad de lluvia

P<sub>24h</sub>: precipitación máxima en 24 horas

d: duración (min)

$$Q_i = \frac{\text{factor de relacion x intensidad de lluvia x area participante}}{360} \dots\dots\dots(12)$$

$$Q_i \text{ diseño de futuro} = \frac{\text{factor de relacion x intensidad de diseño futuro x area participante}}{360} \dots\dots\dots(13)$$

$$Q_{prom} = \frac{CPD}{86400} \dots\dots\dots(14)$$

Donde:

C: Coeficiente de retorno

P: Población

D: Dotación

$$Q_{mh} = 2 \times Q_{prom} \dots\dots\dots(15)$$

Donde:

$Q_{mh}$ : caudal máximo horario

$Q_{prom}$ : caudal promedio.

$$P_f = P_o(1 + rt) \dots\dots\dots(16)$$

Donde:

$P_f$  = Pob. Futura.

$P_a$  = Pob. Actual.

$t$  = Intervalo de tiempo entre  $P_f$  y  $P_o$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i \times (t_{i+1} - t_i)} = \text{Razón de crecimiento}, \quad \bar{r} = \frac{\sum r}{N^\circ \text{erres}} \dots\dots\dots(17)$$

$$Q_{unit} = \left( \frac{Q_{mh} + Q_{c.e.} + Q_e}{L_{total}} \right) + Q_{inf} \dots\dots\dots(18)$$

$Q_{unit}$ : caudal unitario

$Q_{mh}$ : caudal máximo horario

$Q_{ce}$ : caudal de coeficiente de escorrentía

$Q_e$ : caudal de escorrentía

$L_{total}$ : longitud total

$Q_{inf}$ : caudal de infiltración

$$Q_{tramo} = Q_{unit} \times L_{acumulada} \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

Q tramo: caudal por tramos

Q unit: caudal unitario

L acumulada: longitud acumulada

$$Q = \frac{0.2841D^{8/3}S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(20)$$

Donde:

Q: caudal

D: diámetro de la tubería

S: pendiente de la tubería

n: coeficiente de rugosidad

$$V = \frac{0.4497D^{2/3}S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(21)$$

Donde:

Q: caudal

D: diámetro de la tubería

S: pendiente de la tubería

n: coeficiente de rugosidad

$$Q = \frac{0.3117D^{8/3}S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

Q: caudal

D: diámetro de la tubería

S: pendiente de la tubería

n: coeficiente de rugosidad

$$V = \frac{0.3968D^{2/3}S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(23)$$

Donde:

Q: caudal

D: diámetro de la tubería

S: pendiente de la tubería

n: coeficiente de rugosidad

$$h_{ij} = \frac{10^7 \times L_{ij} \times Q_{ij}^{1.85}}{5.813 \times CH_{ij}^{1.85} \times D_{ij}^{4.87}} \dots\dots\dots(24)$$

Donde:

$h_{ij}$  = Pérdida por fricción entre el tramo i – j (m).

$L_{ij}$  = Longitud en kilómetros desde el punto i hasta j.

$Q_{ij}$  = Caudal en L/S del tramo i j.

$D_{ij}$  = Diámetro del tramo en i j debe ser constante y estar expresado en pulgadas.

$CH_{ij}$  = Coeficiente de Hazen Willians, que depende del tipo de material.

$$CP_x = CG_x + h \dots\dots\dots(25)$$

Donde:

$CP_x$  = Cota Piezométrica

$CG_x$  = Cota Geométrica

h = Altura de presión (metros carga de agua)

## ANEXO 12.

### VALIDACIÓN DE EXPERTOS

#### MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Yo, NESTOR HUGO MAZA ROSALES titular del DNI N° 31679151 de profesión ING. CIVIL ejerciendo actualmente como SUB GERENTE DE ESTUDIOS E INGENIERIA la institución MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ.

Por medio de la presente hago contar que he revisado con fines de validación del cuestionario, a los efectos de su aplicación a las TESISISTAS:

- GARCIA LEON BETSSY MILENY
- YANAC TOLEDO LINDA

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems.				X
Amplitud de conocimiento.				X
Redacción de ítems.				X
Claridad y precisión.				X
Pertinentes.				X

Huaraz, 10 del mes de MAYO del 2019.

  
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Comité Departamental Arequipa - Huaraz  
MAZA ROSALES NESTOR HUGO  
INGENIERO CIVIL  
REG. COIP N° 222671

FIRMA DEL EVALUADOR

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, EDGAR JAIME REAL SIQUEÑAS  
titular del DNI N° 40993678 de profesión INGENIERO CIVIL  
ejerciendo actualmente como EVALUADOR Y FORMULADOR DE PROYECTOS en la  
institución MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ.

Por medio de la presente hago contar que he revisado con fines de validación de la ficha observacional, a los efectos de su aplicación a las TESISTAS:

- GARCIA LEON BETSSY MILENY
- YANAC TOLEDO LINDA

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems.		X		
Amplitud de conocimiento.			X	✓
Redacción de ítems.			X	
Claridad y precisión.		X		
Pertinentes.			X	

Huaraz, 10 del mes de Mayo del 2019.

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Ing. Edgar Jaime Real Siqueña  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 164162

FIRMA DEL EVALUADOR

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, RICHARD HANS LOLI GUTIERREZ  
titular del DNI N° 47208128 de profesión INGENIERO CIVIL  
ejerciendo actualmente como INGENIERO SUPERVISOR en la institución  
COOPERATIVA CHIGUINQUIRA

Por medio de la presente hago contar que he revisado con fines de validación de la ficha observacional, a los efectos de su aplicación a las TESISISTAS:

- > GARCIA LEON BETSSY MILENY
- > YANAC TOLEDO LINDA MARICRIZ

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems.		X		
Amplitud de conocimiento.		X		
Redacción de ítems.			X	
Claridad y precisión.		X		
Pertinentes.			X	

Huaraz, 10 del mes de MAYO del 2019.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CORREO DEPARTAMENTAL DE ANCASH - HUARAZ

RICHARD HANS LOLI GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 207471

FIRMA Y SELLO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, KEVIN WALTER MOSCOT HIDALGO  
titular del DNI N° 70142016 de profesión INGENIERO CIVIL  
ejerciendo actualmente como ING. SUPERVISOR en la institución  
UNASAM.

Por medio de la presente hago contar que he revisado con fines de validación de la ficha observacional, a los efectos de su aplicación a las TESISISTAS:

- > GARCIA LEON BETSSY MILENY
- > YANAC TOLEDO LINDA MARICRIZ

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems.				X
Amplitud de conocimiento.				X
Redacción de ítems.				X
Claridad y precisión.				X
Pertinentes.				X

Huaraz, 10 del mes de Mayo del 2019.



KEVIN WALTER MOSCOT HIDALGO  
DNI N° 70142016  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 17888

FIRMA Y SELLO

## ANEXO 13.

### AUTORIDAD NACIONAL DE AGUA



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

Huaraz, 26 de abril del 2019

**CARTA N° 2102019-ANA-AAA.HCH-ALA.HZ.**

**SEÑORITA:**

**BETSSY MILENY GARCIA LEON**  
Huaraz-Ancash

ASUNTO : Contestación a su solicitud  
REF. : Solicitud de fecha 23/04/2019  
CUT N° : 75674-2019

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para saludarla muy cordialmente y referirme al documento de la referencia, donde nos solicita la información de Registro Pluviométrico de la ciudad de Huaraz para el desarrollo de su tesis "INFLUENCIA DE AGUAS PLUVIALES EN CONEXIONES DOMICILIARIAS, EN PRECIPITACIONES Y PROPUEST DE DISEÑO, HUARAZ, 2018"; sobre el particular debo informarle que se le remite datos de precipitaciones de la estación Huaraz y otras estaciones para su utilización.

Atentamente,

  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
ADMINISTRACIÓN DE AGUA - HUARAZ  
ING. JORGE LUIS NINANTAY LOWTON  
REG. GP N° 22.273  
ADMINISTRADOR PRINCIPAL DE AGUA

JNL/ALA Hz  
RJJQPRH  
C.c. Archivo  
Son: (01) folios y 01 CD

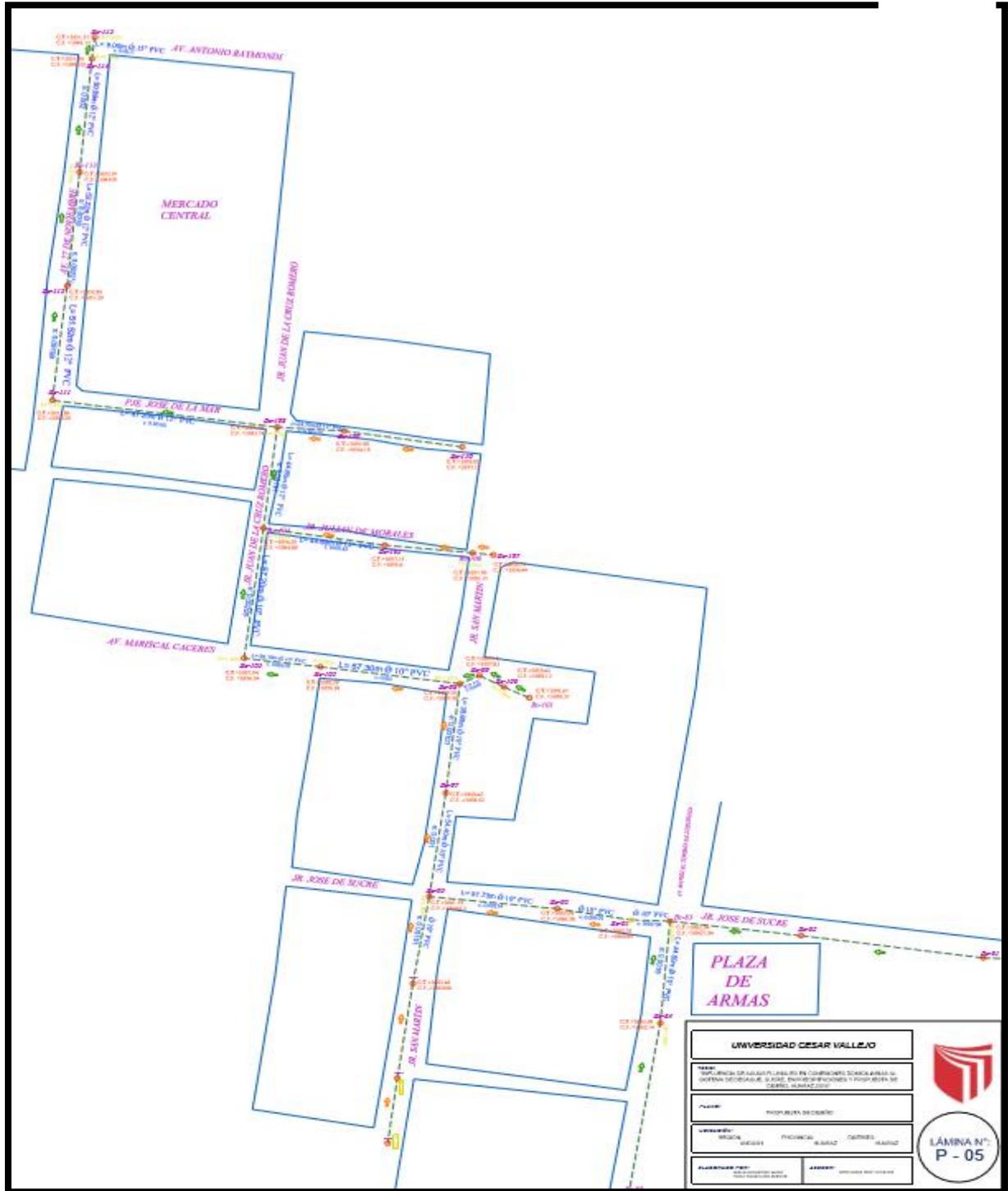
CUT N° 75674-2019

Av. Confraternidad Internacional Oeste N° 167  
Independencia – Huaraz – Ancash  
Telefax N° 42-7768  
Email: [ala-huaraz@ana.gob.pe](mailto:ala-huaraz@ana.gob.pe)  
[www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe)  
[www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)

EL PERÚ PRIMERO

# ANEXO 14.

## PLANO DE PROPUESTA DE DISEÑO





## ANEXO 15.

### RESULTADO DEL TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1194029253&s=1&tu=1080063899&lang=es&student\_user=1

feedback studio Linda Maricriz Yanac Toledo · Influencia de aguas pluviales en conexiones domiciliarias al sistema de desagüe, Sucre, en precipitaciones y propuesta de -- . / 0 ?

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de aguas pluviales en conexiones domiciliarias al sistema de desagüe, Sucre, en precipitaciones y propuesta de diseño, Huaraz, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniería Civil

AUTORES:  
B. García Leon, Betsy M. Lay (ORCID: 0000-0002-5633-8908)  
Dr. Yanac Toledo, Linda Maricriz (ORCID: 0000-0002-9195-0924)

ASESOR:  
Mgtr. Moza Cúbis, Percy Le. Heber (ORCID: 0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Diseño De Obras Hidráulicas Y Saneamiento

HUARAZ PERÚ  
2019

Resumen de coincidencias

**23 %**

Coincidencia 1 de 24

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	5 %
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %
4	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	1 %

Página: 1 de 31    Número de palabras: 9084    Text-only Report    High Resolution    Activado

12:57 22/10/2019

Fuente: Plataforma Turnitin con 23% de similitud con otras investigaciones

## ANEXO 16.

### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 06 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "INFLUENCIA DE AGUAS PLUVIALES EN CONEXIONES DOMICILIARIAS AL SISTEMA DE DESAGUE, SUCRE, EN PRESIPITACIONES Y PROPUESTA DE DISEÑO, HUARAZ, 2018", del (de la) estudiante GARCIA LEON BETSSY MILENY y YANAC TOLEDO LINDA MARICRIZ, 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.

Huaraz, 10 de Julio del 2019



  
.....  
Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA

DNI: 40711879

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

ANEXO 17.

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) "César  
Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN O LA TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

GARCIA LEON BETSSY MILENY

D.N.I. : 71725140

Domicilio : Casero, Tarma, P.N.

Teléfono : Fijo : Móvil : 968165909

E-mail : milenx.8823@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS Modalidad:

Trabajo de Investigación de Pregrado

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Carrera : Ingeniería Civil

Grado

Título

Ingeniera Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

GARCIA LEON BETSSY MILENY y YANAC TOLEDO LINDA MARICRIZ

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

INFLUENCIA DE AGUAS PLUVIALES EN CONEXIONES DOMICILIARIAS AL  
SISTEMA DE DESAGUE, SUCRE, EN PRECIPITACIONES Y PROPUESTA DE  
DISEÑO, HUARAZ, 2018

Año de publicación:

2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN  
ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma :

.....

Fecha : 09 de Julio de 2019





FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

3. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

YANAC TOLEDO LINDA MARICRIZ

D.N.I. : 72914412
Domicilio : Psj. Santa Rosa 2214 Barrio Saavedra Alta
Teléfono : Fijo : 013-429361 Móvil : 948231040
E-mail : lmyt.linda@gmail.com

4. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS Modalidad:

Trabajo de Investigación de Pregrado

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Carrera : Ingeniería Civil

Grado

Título

Ingeniera Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado

Mención

Doctorado



5. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

GARCIA LEON BETSSY MILENY y YANAC TOLEDO LINDA MARICRIZ

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

INFLUENCIA DE AGUAS PLUVIALES EN CONEXIONES DOMICILIARIAS AL SISTEMA DE DESAGUE, SUCRE, EN PRECIPITACIONES Y PROPUESTA DE DISEÑO, HUARAZ, 2018

Año de publicación: 2019

6. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

- Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.
No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma : [Signature]

Fecha : 09 de Julio de 2019

**ANEXO 18.**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

**A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:**

GARCIA LEON BETSSY MILENY

---

**INFORME TÍTULADO:**

INFLUENCIA DE AGUAS PLUVIALES EN CONEXIONES DOMICILIARIAS AL SISTEMA DE DESAGUE,  
SUCRE, EN PRECIPITACIONES Y PROPUESTA DE DISEÑO, HUARAZ, 2018

---

**PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:**

INGENIERA CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 09 de Julio de 2019

NOTA O MENCIÓN: DIESISIETE (17)



  
Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

YANAC TOLEDO LINDA MARICRIZ

---

INFORME TÍTULADO:

INFLUENCIA DE AGUAS PLUVIALES EN CONEXIONES DOMICILIARIAS AL SISTEMA DE DESAGUE,  
SUCRE, EN PRECIPITACIONES Y PROPUESTA DE DISEÑO, HUARAZ, 2018

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

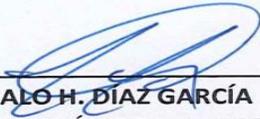
INGENIERA CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 09 de Julio de 2019

NOTA O MENCIÓN: DIESISIETE (17)



  
Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL