



UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA  
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería

Trabajo de Investigación

**“INFLUENCIA DE LOS NUEVOS  
CONDOMINIOS DE VIVIENDA SOBRE LA  
CAPACIDAD HÍDRICA DE LA RED DE  
ALCANTARILLADO EN EL DISTRITO DE  
PUENTE PIEDRA – LIMA EN EL AÑO 2019”**

Autores:

CAMILLO HUAMÁN RUBÉN ANÍBAL - 1523017  
PEREZ GARCIA HERMES JONATHAN - 1521483

Para obtener el Grado de Bachiller en:  
**Ingeniería Civil**

Lima, diciembre 2019

## **RESUMEN**

El incremento de la densidad poblacional, la dinámica de la expansión urbana y la informalidad en las construcciones de las edificaciones; hacen que el distrito de Puente Piedra sea una zona vulnerable a las roturas de tubería y aniego. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo cuantificar el impacto generado mediante el caudal de entrega de las nuevas edificaciones en la red de alcantarillado del distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019 a fin de compararlos con estudios previos y el reglamento nacional de edificaciones; además, se determinó los caudales de ingreso (agua potable) y caudales de salida (aguas servidas). La muestra para determinar los coeficientes de retorno fueron 3 edificaciones de la calle A en la Asociación de Propietarios Virgen de Copacabana en el distrito de Puente Piedra. Para cuantificar el impacto generado por las nuevas edificaciones se determinó los caudales de retorno mediante el método del flotador. Se evidencio que el coeficiente de retorno promedio para el área de estudio fue de 0.68. En conclusión, el valor obtenido de 0.68 se encuentra por debajo de lo establecido por el reglamento nacional de edificaciones de 0.8.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador, constructor de fantásticas ideas y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de nuestros anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que ahora somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres que hemos podido tener y si tendríamos la oportunidad de elegirlos lo volveríamos a hacer sin dudarlo.

A nuestras hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral u emocional, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos movidos por motivaciones amicales y no de lucro personal.

## **AGRADECIMIENTOS:**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Dionisio y Lila; y a Hermes y Gloria, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado desde temprana edad en la base de nuestros hogares.

Agradecemos a nuestros catedráticos de la Escuela de Ingenierías de la Universidad Tecnológica del Perú, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, a los *Magister* Walter Samaniego tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, al *Magister* Joel Iwanaga quien ha vertido conocimientos teóricos en nuestra investigación; y a los habitantes de la comunidad de Puente Piedra por su valioso aporte para nuestra investigación.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO**

**(Grado Académico de Bachiller)**

Por el presente documento, nosotros, Camillo Huamán Rubén Aníbal y Perez Garcia Hermes Jonathan, identificados con DNI N° 47197502 y 70390754 respectivamente, egresados de la carrera de ingeniería Civil, informamos que hemos elaborado el Trabajo de Investigación denominado: “INFLUENCIA DE LOS NUEVOS CONDOMINIOS DE VIVIENDA SOBRE LA CAPACIDAD HÍDRICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO EN PUENTE PIEDRA – LIMA DURANTE EL AÑO 2019”, para optar por el Grado Académico de Bachiller en la carrera de Ingeniería Civil, declaramos que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por los autores que lo suscriben y afirmamos que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejamos constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmamos que somos responsables solidarios de todo su contenido y asumimos, como autores, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sabemos que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine la Universidad Tecnológica Del Perú y a lo estipulado en el Reglamento de SUNEDU.

Lima, 07 de diciembre de 2019.

.....  
CAMILLO HUAMÁN RUBÉN ANÍBAL

47197502

.....  
PEREZ GARCIA HERMES JONATHAN

70390754

# ÍNDICE

RESUMEN .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS:.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO .....	V
INTRODUCCIÓN .....	1
1. CAPITULO I.....	3
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2. CAPITULO II.....	9
MARCO TEÓRICO. ....	9
2.1. FACTOR DE RETORNO .....	9
2.2. CAPACIDAD ADMISIBLE .....	9
2.3. CAUDAL.....	10
2.4. AGUAS SERVIDAS.....	11
2.5. SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....	11
2.6. PROFUNDIDAD DE FLUJO O TIRANTE HIDRÁULICO .....	12
2.7. CAJA DE REGISTRO.....	12
2.8. MEDIDORES DE AGUA POTABLE .....	12
2.9. COEFICIENTE DE RETORNO .....	12
2.10. MÉTODO DEL FLOTADOR PARA CALCULO DE VELOCIDAD SUPERFICIAL.....	12
3. CAPITULO III.....	13

<b>MÉTODO DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>4. CAPITULO IV .....</b>	<b>16</b>
<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1. PLANIFICACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS.....</b>	<b>39</b>
<b>4.4. ANÁLISIS.....</b>	<b>43</b>
<b>4.5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO 1: GLOSARIO.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO 2: FICHA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO 3: RESUMEN DE SIMILITUD (TURNITIN).....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO 4: MODELAMIENTO HIDRÁULICO SEDAPAL.....</b>	<b>62</b>

## **INTRODUCCIÓN**

El proceso de migración del campo a la ciudad y el crecimiento económico favorable han ocasionado un incremento en la densidad poblacional de la capital limeña, así como el Génesis de asentamientos humanos en la periferia de la capital. El aumento de la densidad poblacional conllevó a una serie de necesidades entre ellas la necesidad de una vivienda y la satisfacción de servicios vitales como son los servicios sanitarios.

El reciente *boom* inmobiliario está propiciando un aumento en los requerimientos de servicios de abastecimiento de agua y del sistema de alcantarillado, lo cual origina interrogantes como ¿Cuál es el caudal de retorno de las aguas servidas de las edificaciones?, cuestionamiento que sin haber sido resuelto supone distintas variaciones en el caudal de entrega y de retorno que repercuten directamente en las instalaciones sanitarias de los diferentes distritos de la comuna. Como precedente se tienen los estudios efectuados en una magnitud macro en el país vecino de Ecuador, específicamente en la localidad de Quitumbe, lugar donde se generaron cuantificaciones de caudal de ingreso, caudal de salida y su respectiva determinación de factor de retorno. Para fines de estudio se delimito como nuestra área de interés la calle "A" de la Asociación de Propietarios Virgen de Copacabana en el distrito de Puente Piedra, evaluando así las redes diseñadas con especificaciones previas a las nuevas actualizaciones generadas por el gobierno central a través del reglamento nacional de edificaciones con el fin de verificar la influencia de los nuevos condominios de vivienda sobre la capacidad hídrica de la red de

alcantarillado en el distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019, para intentar determinar de esta manera si el impacto generado por la construcción de nuevas edificaciones sobrepasa el caudal máximo proyectado por SEDAPAL en las redes de alcantarillado del distrito de Puente Piedra teniendo como base la calibración del coeficiente del caudal de retorno de las aguas servidas de las edificaciones.

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo cuantificar el impacto generado mediante el caudal de entrega de las nuevas edificaciones en la red de alcantarillado del distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019, aplicando el método del flotador mediante una investigación descriptiva. Las principales variables analizadas fueron las edificaciones del distrito de Puente Piedra como variable de calibración y el caudal de retorno como variable evaluativa. La importancia de estudiar este tema en particular radica en obtener el valor del coeficiente de retorno con la finalidad de analizar el impacto generado por las nuevas edificaciones sobre la capacidad de la red hídrica en el distrito de Puente Piedra en el año 2019.

La comprensión y el entendimiento de ciertos factores aferentes a las redes de alcantarillado directamente relacionado a la construcción de nuevas edificaciones debería ser objeto de profundización y cuestionamiento para la comprensión de las variables afectantes. De este modo mediante cuantificaciones matemáticas y la correcta aplicación de la estadística se podrá comprender de manera asertiva los alcances y limitaciones de futuras construcciones. Por ello, nuestro planteamiento pretende evidenciar datos que sirvan de base para trabajos posteriores.

## 1. CAPITULO I

### ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

El crecimiento económico del país con el *boom* de la construcción ha generado un gran tema de interés en la planificación y habilitación de zonas urbanas. El abastecimiento de agua y sus respectivos sistemas de recolección, así como la forma de controlar o eliminar las aguas servidas han sido centro de diversos estudios para determinar si las condiciones actuales pueden soportar el impacto generado por las nuevas edificaciones sobre la capacidad hídrica de la red de alcantarillado mediante el diseño de red de alcantarillado establecido en el RNE optado por SEDAPAL.

(Cuba Mora & Leonardo Fabián, 2010), establecieron una serie de impactos negativos que afectan al sistema de abastecimiento de agua potable y las repercusiones en la calidad de vida para los ciudadanos del distrito de Lince entre los años 2000 y 2010. Con datos estadísticos y documentos se demostró el incremento poblacional de 144 veces la población inicial. Pasando así, de 4 o 5 habitantes a 720 habitantes en la misma área habilitada, este crecimiento afectó negativamente en varios ámbitos de estudio, así tenemos los siguientes impactos: aumento de tráfico vehicular, alteración del paisaje urbanístico, disminución de la ventilación de los ambientes internos provocado por el crecimiento vertical de las edificaciones y, sobre todo en el abastecimiento de agua y el

sistema de alcantarillado como por ejemplo: escases de agua, dotación por horas, disminución de la velocidad y la altura de presión , colapso en las redes de desagüe como aniego, roturas de tuberías, etc. Sin embargo, el proyecto no presento o planteo soluciones que mitiguen el impacto negativo de las construcciones. La presentación de alguna solución al problema apoyaría al crecimiento económico de la construcción y la mejora de calidad de vida de los ciudadanos.

De los Ríos Zorrilla(2000), mediante el informe titulado: “Aforo de colectores método de medición manual (no instrumental )” presento mediciones de caudales de retorno de aguas servidas en los puntos de aforo (buzones), para ello determino la pendiente hallando los desniveles que existen entre los buzones continuos y generando mediciones del tirante para finalmente determinar la velocidad usando la ecuación de Manning, así mismo uso el método de flotadores para obtener la velocidad del fluido con ecuaciones básicas de dinámica y finalmente determinar el volumen usando a la ecuación de caudales. Lo importante del estudio es que muestra la forma experimental y teórica de determinar los caudales de aguas servidas, también contiene fichas técnicas de recolección de datos en campo.

El grupo de Empresas Públicas de Medellín en el año 2009 presentaron su informe titulado “Guía para el Diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado” en donde establecen 2 métodos para el cálculo de aguas residuales, entre ellas tenemos:

a) Método utilizando los usuarios y el consumo: para este método se traza el área tributaria propia del tramo en estudio, seleccionar los usuarios domésticos que se encuentren dentro del área tributaria, determinar el caudal de consumo total la cual se encuentra en la base de datos de la empresa proveedora y finalmente convertir el caudal de dotación a caudales de aguas residuales por medio del coeficiente de retorno.

b) Método utilizando de la proyección del circuito: para el segundo método se proyecta el circuito a estudiar para determinar el área de aporte y multiplicar la dotación de agua establecida por el área de influencia. Esta guía presenta una visión macro de cómo obtener las aguas residuales, relacionando la dotación de aguas suministrada al área de estudio.

(Granja Villacis & Nuñez Enriquez, 2016) determinaron el coeficiente de retorno de aguas servidas para una planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito metropolitano de Quito, La importancia de obtener el valor del coeficiente de retorno fue para verificar el valor real correspondiente en la zona de estudio, bajo las condiciones propias, así mismo determinaron los caudales de consumo de agua potable partiendo de una información existente en la base de datos comerciales de la empresa. Cabe recalcar que el presente estudio sirvió de base para futuros estudios de retorno de caudales de aguas servidas, así como para el dimensionamiento de las tuberías y el diseño del sistema de alcantarillado de la zona de estudio.

El área de investigación y desarrollo de la escuela profesional de ingeniería civil de la universidad nacional del altiplano Puno- Perú, en su volumen 19 de la revista académica de la institución (2019), publicó un estudio donde se realizó un análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo - Puno para ello determinaron el aumento de la densidad poblacional y la dinámica de la expansión urbana, el estudio analiza el consumo de agua potable tomando en cuenta 2 variables, una de ellas es el ingreso económico y el otro es el número de habitantes por vivienda a fin de compararlos con los valores recomendados por la OMS. La muestra para el análisis del consumo de agua potable fue de 1,246 viviendas y para las variaciones diarias y horarias 39 viviendas. Al final del estudio se determinó que el consumo promedio de agua potable es de 67 l/hab/día, este valor está influenciado por los factores como ingreso económico y número de habitantes por vivienda y meses del año, con un consumo máximo de 72.83l/hab/día y un

mínimo de 50.55l/hab/día estos datos muestran que el consumo se encuentra por debajo de lo establecido por la OMS<sup>1</sup> de 100l/hab/día. Lo resaltante del estudio es el comportamiento de la población con respecto al consumo de agua potable, el comportamiento de la población se muestra en graficas de caudal consumido vs intervalos de tiempo en horas.

(Arocha Ravelo, 1997), nos muestra los caudales de consumo para la ciudad de Puerto Cabello-Venezuela; las gráficas muestran el comportamiento de la población al momento de consumir agua potable, en donde las horas pico están determinados de 10 a 11 de la mañana. En comparación con el estudio presentado por la Universidad del Altiplano se puede afirmar que ambos estudios comparten la hora pico de consumo siendo esta hora (Arocha Ravelo, 1997) las 11 de la mañana.

Méndez (2011), establece una serie de recomendaciones para el correcto funcionamiento de las tuberías del sistema de alcantarillado, entre las sugerencias tenemos: capacidad admisible (definida como la capacidad máxima de las tuberías para trabajar sin ningún inconveniente) en un 60% de su capacidad, controlar las velocidades máximas para evitar el deterioro de las paredes internas de las tuberías y controlar las velocidades mínimas para evitar la sedimentación y los depósitos de sólidos en los conductos, ya que provocaría la disminución de la sección útil de las tuberías. Cabe recalcar, que el estudio presenta más recomendaciones de diseño como: pendiente de las tuberías y ubicación del proyecto.

Mientras que Méndez resalta la capacidad y las velocidades de las aguas servidas en las tuberías, Jiménez (2012) le da mayor importancia al ángulo de conexión de las tuberías para evitar la obstrucción dentro del sistema de alcantarillado.

---

<sup>1</sup> Organización Mundial de la Salud

Otro factor vital en el presente tema de investigación es tomar en cuenta el espacio y tiempo para determinar la tasa de crecimiento que presenta el sector de la construcción. El Instituto de la Cámara Peruana de construcción evidencia en su informe presentado en noviembre del 2018, que el sector construcción en el distrito de Puente Piedra presenta una densidad de 4,632 hab/km<sup>2</sup> con una tasa de crecimiento anual de 4.3%, este informe se obtuvo como producto del análisis de datos registrados entre los años 2004 y 2017. (CAPECO, 2018). A pesar de que el informe presenta datos de crecimiento del sector construcción, esta no contiene información con proyección al futuro siendo un aspecto de interés para los próximos estudios.

Un estudio realizado por la empresa SEDAPAL en el año 2014, denominado “Plan Maestro de los sistemas de agua potable y alcantarillado”; nos presenta cuantificaciones y estimaciones sobre el crecimiento del abastecimiento de agua potable, por lo cual se pretende contrarrestar aquella demanda con una propuesta de oferta sostenible basado en el modelamiento de diseño hidráulico presentado en el anexo B <sup>2</sup>del plan maestro en el que se especifica que el coeficiente de retorno asumido para la zona de estudio fue el equivalente a 0.8 según RNE y que fue considerado por SEDAPAL para el diseño de sus redes de tuberías en general. Si bien es cierto, los proyectos de ampliación de redes de agua potable crecerán, el incremento de las aguas residuales estará estrictamente relacionado por un factor de 0.8 según señala el RNE, el cual fue considerado en el estudio en mención. Por ende, mantener la capacidad de la red hídrica de alcantarillado también se considera como prioridad para mantener un sistema adecuado que salvaguarde la salubridad de los ciudadanos.

---

<sup>2</sup> Ver Anexo 4

Considerando los estudios realizados por distintos autores se podría afirmar que el impacto de las nuevas edificaciones constituye una de las variables más importantes que pueden llevar al colapso de la red hídrica del alcantarillado, si no existe un estudio de por medio que cuantifique la afectación del edificio sobre las redes existentes. En tal sentido, conocer los datos nos permitirá estimar y desarrollar proyectos que sean sustentables, amigables con el entorno social y ambiental. Por ello, en la presente investigación se indaga sobre el impacto generado por las nuevas edificaciones que repercuten en el adecuado funcionamiento de las redes de alcantarillado tomando como área de estudio el distrito de Puente Piedra durante lo que resta del año 2019, tratando de demostrar mediante la presentación de hipótesis u estimaciones medibles y verificables. Todo aquel elemento inherente en las nuevas construcciones que afecten directa o indirectamente la capacidad hídrica de las redes de alcantarillado, se pretende también identificar de esta manera, posibles variables no consideradas en estudios previos y aportar una solución que mediante su práctica generalizada permita la correcta operación de las redes colectoras de aguas servidas en nuestras localidades.

## **2. CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO.**

#### **2.1. FACTOR DE RETORNO**

La cantidad de aguas residuales generadas por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable suministrada, esto debido a que existen pérdidas a través de riego de jardines abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos, es decir que un porcentaje de agua distribuida se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado; el retorno de aguas servidas depende de las estaciones climáticas de la población, por ejemplo en zonas áridas de estados unidos el factor de retorno es de 0.4, mientras que en zonas peri urbana de Brasil es mayor , 0.8. sin embargo, en los proyectos se emplean valores inferiores a los datos anteriormente mencionados. (OPS,2005).

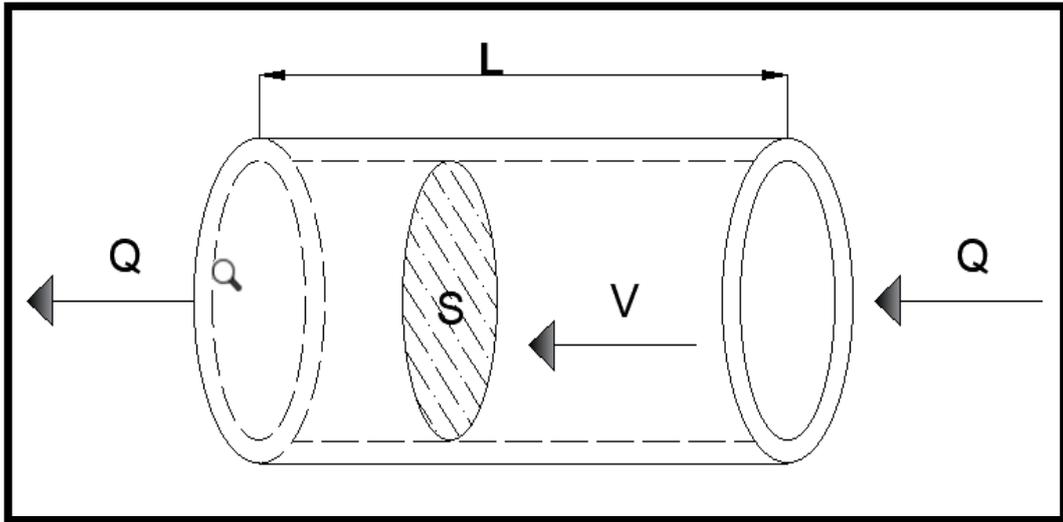
#### **2.2. CAPACIDAD ADMISIBLE**

Es un porcentaje de la capacidad total, el cual permite trabajar a la tubería sin ningún inconveniente; por lo general es el 60% de la capacidad total, siendo el 40% libre para los trabajos de ventilación. Por ningún motivo las tuberías del sistema de alcantarillado deben trabajar a presión sino por gravedad. (Mendez Flores, 2011) .

### 2.3. CAUDAL

Es el volumen de líquido que pasa por una sección en un determinado tiempo. (Rocha, 2007, p.7).

El caudal se define como el volumen del líquido que pasa por una sección normal de una corriente de agua en una unidad de tiempo. (Monge Redondo, 2017)



*Ilustración 1 Esquema grafica de un conducto por donde está fluyendo agua (fuente: fundamentos básicos hidráulicos I)*

#### **Ecuación de la continuidad**

$$Q = V * S$$

Donde:

Q=caudal m<sup>3</sup>/s

V= velocidad m/s

S= sección de área m<sup>2</sup>

## 2.4. AGUAS SERVIDAS

Se señala como aguas servidas a aquellas provenientes del uso doméstico comercial e industrial, las cuales llevan disueltos o en suspensión materia orgánica e inorgánica provenientes del uso de los habitantes. (Molina Jacome, 2011)

Otros autores hacen una separación entre aguas residuales y aguas domésticas, así por ejemplo la Organización Panamericana de la Salud (OPS) define de la siguiente manera los conceptos de aguas residuales y domésticas.

Aguas residuales: desecho líquido constituido por aguas domésticas e industriales y aguas de infiltración

Aguas domésticas: desecho líquido resultante de los hábitos higiénicos del hombre en actividades domésticas.

## 2.5. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias. (Molina Jacome, 2011)

Existen 4 tipos de sistemas de alcantarillado, los cuales se clasifican de acuerdo con el tipo de agua que conducen:

1. **Alcantarillado sanitario:** es la red de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales hacia una planta de tratamiento.
2. **Alcantarillado pluvial:** este sistema capta y conduce las aguas provenientes de las aguas de lluvia para su disposición final.
3. **Alcantarillado combinado:** es el sistema que capta y conduce simultáneamente el 100% de las aguas de los sistemas mencionados anteriormente.
4. **Alcantarillado semi-combinado:** conduce el 100% de las aguas servidas y un porcentaje menor al 100% de aguas pluviales.

## **2.6. PROFUNDIDAD DE FLUJO O TIRANTE HIDRÁULICO**

“El tirante de agua es la profundidad máxima del agua en el canal” (Villón, 2007, p.18).

“Es la distancia vertical del punto más bajo del fondo del canal hasta la superficie libre” (Rocha, 2007, p.10).

## **2.7. CAJA DE REGISTRO**

La caja registro es un componente del sistema de alcantarillado que sirve como recolector de desagüe con lo que se facilita su limpieza y mantenimiento. Las medidas se encuentran en la norma técnica peruana NTP 334.081:1999; “La caja de registro será, de preferencia, prefabricada, de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , de 0.60 m x 0.30 m de dimensiones interiores, con acabado interior de superficie lisa o tarrajada con mortero 1:3. El módulo base tendrá forma de media caña en el fondo. El cemento para utilizar será Tipo V”.

## **2.8. MEDIDORES DE AGUA POTABLE**

El contador de agua o hidrómetro es un aparato el cual registra e indica el volumen de agua en metros cúbicos que pasa a través de él (Twenergy, 2019).

## **2.9. COEFICIENTE DE RETORNO**

El coeficiente de retorno es el porcentaje de caudal que aportan las viviendas hacia la red de alcantarillado, luego de haberse abastecido por un caudal inicial proveniente de una acometida de agua potable. Se tiene como referencia un factor equivalente de 0.8 según NTP os.070.

## **2.10. MÉTODO DEL FLOTADOR PARA CALCULO DE VELOCIDAD SUPERFICIAL.**

Este método es ideal cuando no se puede emplear un molinete debido a la presencia de material en suspensión, profundidades pequeñas, o cuando la medición del caudal deba realizarse en un periodo de tiempo muy corto (Sanchez, y otros, 2010)

### **3. CAPITULO III**

#### **MÉTODO DE LA SOLUCIÓN**

Mediante la presente investigación se cuantifico el coeficiente de retorno de aguas servidas, este factor se encuentra establecido en el reglamento nacional de edificaciones (RNE). Permitiendo de esta manera determinar influencia de los nuevos condominios de vivienda sobre la capacidad hídrica de la red de alcantarillado en el distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019, por lo cual se evaluaron posibles inquietudes que surgieron durante la recopilación de datos. Mismas que fueron organizadas y resueltas durante el desarrollo de la investigación por orden prioritario y en secuencia lógica. Así se tienen cuestionamientos como: ¿Cuál es la influencia de nuevas edificaciones en la red hídrica de alcantarillado del distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019?, misma que dio el lineamiento a nuestra investigación y otras como: ¿Cuál es el caudal de retorno de las aguas servidas de las edificaciones? de orden específica que servirán para alcanzar la meta de absolver las preguntas planteadas. Para cumplir lo planificado se trazaron objetivos como cuantificar el impacto generado mediante el caudal de entrega de las nuevas edificaciones en la red de alcantarillado del distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019.

Según la tipología de los datos analizados: nuestra investigación cuantitativa se caracterizó por la recolectar y analizar los datos de los puntos de aforo, estos datos fueron analizados

para posteriormente compararlos con los establecidos en el RNE; Metodológicamente se buscó demostrar la hipótesis: “el impacto generado por la construcción de nuevas edificaciones sobrepasa el caudal máximo proyectado por SEDAPAL en las redes de alcantarillado” apoyándonos en la unidad de estudio identificada como las tuberías del sistema de alcantarillado en el distrito de Puente Piedra-Lima, teniendo en cuenta también las edificaciones como variables de calibración cuyo concepto basado en Amiel indica: “Este factor explica, condiciona, o determina el cambio en los valores de la variable dependiente, se utilizan para describir o medir los factores que se supone son la causa o influyen en el problema, asimismo actúa como factor condicionante de la variable dependiente” (Amiel, 2007). Además, se consideró el caudal como variable evaluativa: “Es el fenómeno o situación explicado, se utilizada para describir o medir el problema estudiado” (Amiel, 2007). También cabe destacar que, para el presente trabajo de investigación, el indicador principal analizado fue el tirante.

La población de estudio para el presente trabajo de investigación es la red de alcantarillado del distrito de Puente Piedra teniendo como unidad de estudio la caja registro de la red de alcantarillado con una muestra de 3 puntos de control de la red de alcantarillado del distrito de Puente Piedra.

El tipo de investigación es de tipo: observacional ya que no se interviene en la variable de estudio solo se realizan mediciones; transversal, porque la variable fue medida en una sola ocasión es decir en un tiempo determinado y descriptiva, ya que solo se evalúa una variable de investigación.

El tipo de muestreo fue no probabilístico determinado a conveniencia por los investigadores involucrados impulsados por las factibilidades de accesibilidad y debido a que la población es demasiado grande. Así mismo, se determinó los puntos de control de manera sistemática para uniformizar los resultados obtenidos.

La toma de muestras en las edificaciones de estudio se realizó en horas de máximo consumo de agua potable esto debido a que en los estudios presentados por los ingenieros

Granja y Núñez establecen que las horas de máximo consumo a lo largo del día está dividido en 2 intervalos de tiempo marcado una en la mañanas de 7 -8 y otra al medio día de 11-12, asimismo la guía de recursos hidro energéticos de La OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) recomienda 3 mediciones por intervalo de tiempo para obtener un promedio.

Experimentalmente se ejecutó procedimientos de determinación del caudal de ingreso de agua potable, medición de la longitud de la caja de registro, medición de tirante hidráulico en caja de registro de agua residual, medición de la pendiente de la caja de registro, toma de tiempo de transporte del objeto flotador, entre otros. Con el fin de obtener los datos necesarios para el procesamiento de la información básica.

## **4. CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

#### **4.1. PLANIFICACIÓN.**

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo cuantificar el impacto generado mediante el caudal de entrega de las nuevas edificaciones en la red de alcantarillado del distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019, para ello se determinó los caudales de ingreso (agua potable) y caudales de salida (aguas servidas). Previa a la recolección de datos se elaboró la ficha de recolección de datos, esto en base a la ficha presentada por el ingeniero De los Ríos Zorrilla, en ella se muestra la ubicación de la unidad de estudio (cajas registros) y sus características como la longitud y la pendiente. También muestra la hora que se realizara la toma de muestra, el número de mediciones por intervalo de tiempo, el tiempo que demora en recorrer la longitud de la caja registro y el tirante del caudal (Ver ficha 1).

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE AGUAS RESIDUALES

CAJA REGISTRO N°: \_\_\_\_\_

UBICACIÓN DE CAJA REGISTRO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

LONGITUD DE CAJA REGISTRO: \_\_\_\_\_

DIFERENCIA DE NIVELES: \_\_\_\_\_

PENDIENTE: \_\_\_\_\_

TURNO: \_\_\_\_\_

MEDICIÓN DE VELOCIDAD

HORA DE TOMA DE MUESTRA	MEDICIONES	TIEMPO	VELOCIDAD	TIRANTE
		s	m/s	d EN METROS

DE TABLAS HIDRÁULICAS DE GASTO PROPORCIONAL PARA TUBERÍAS PARCIALMENTE LLENAS

d/D: \_\_\_\_\_ DE TABLAS HIDRÁULICAS: \_\_\_\_\_ R/D: \_\_\_\_\_

$R^{\frac{2}{3}}$  : \_\_\_\_\_ S : \_\_\_\_\_ S : \_\_\_\_\_

FORMULA DE MANNING

$$V = (1/n)R^{\frac{2}{3}}*S^{\frac{1}{2}} \quad :$$

$$n = (1/V)R^{\frac{2}{3}}*S^{\frac{1}{2}} \quad :$$

OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Ficha 1 formato de recolección de datos en campo (fuente: Aforo de colectores método de medición manual).

La toma de muestras en las edificaciones de estudio se ha realizado en la horas de máximo consumo de agua potable esto debido a que en los estudios presentados por los ingenieros Granja y Núñez establecen que las horas de máximo consumo a lo largo del día está dividido en 2 intervalos de tiempo marcado una en la mañanas de 7 - 8 y otra al medio día de 11-12, asimismo la guía de recursos hidro energéticos de La OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) recomienda 3 mediciones por intervalo de tiempo para obtener un promedio. Los recursos usados/empleados para la toma de muestra se mencionan a continuación.

### **1. Talento humano**

Son las personas que realizaron las mediciones en los puntos de aforo, previa a las mediciones en los puntos de aforo el personal fue capacitado por los investigadores de cómo se deben realizar las mediciones, el cuidado que deben de tener y los horarios que deberán ser tomadas las muestras.

### **2. Materiales**

#### **a) Objeto flotador**

Se caracterizará por su baja densidad a fin de evitar que se hunda y un color que contraste con el fluido en medición para poder tomar muestras sin ningún inconveniente.

#### **b) Varillas de acero liso**

Es un material usado en la construcción por características que lo hacen útil en el sector, entre ellas tenemos su alto grado de resistencia a la compresión, así como su tenacidad y su geometría definida.

#### **c) lápiz**

Utensilio para escribir, dibujar o pintar que consiste en un tubo hueco de plástico o de metal con minas recambiables en su interior y con un mecanismo que permite hacer avanzar la mina.

**d) ficha de recolección de datos**

formato que contiene los datos necesarios plasmados al momento de efectuar el levantamiento de información relevante para el desarrollo de la investigación.

**e) Tizas de colores**

La tiza, también conocida como yeso o pastel, es una arcilla blanca o de colores que, preparada en barritas, se usa para escribir en las pizarras u otros medios.

### **3. Herramientas**

**a) Escoba**

Es una herramienta que consta de un soporte (palo o vara) al que se fijan en el extremo fibras duras o cepillo y que se utiliza para barrer o limpiar el suelo.

**b) Martillo**

El martillo es una herramienta de percusión utilizada para golpear directamente o indirectamente una pieza, causando su desplazamiento. El uso más común es para clavar, calzar partes o romper una pieza. Los martillos son a menudo diseñados para un propósito especial, por lo que sus diseños son muy variados.

**c) Barreta**

Es una herramienta metálica de considerable grosor y gran longitud que básicamente sirve para realizar trabajos de torque.

### **4. Instrumentos de medición**

**a) Cinta métrica**

La cinta métrica es un instrumento de medición directa el cual está construido de metal alojado dentro de una cascara de plástico o metal, con un muelle de retorno para una recogida rápida.

**b) Cronometro**

También conocido como reloj de gran medición, usado para medir fracciones de tiempos muy pequeños.

## **5. Equipos**

### **a) Celulares**

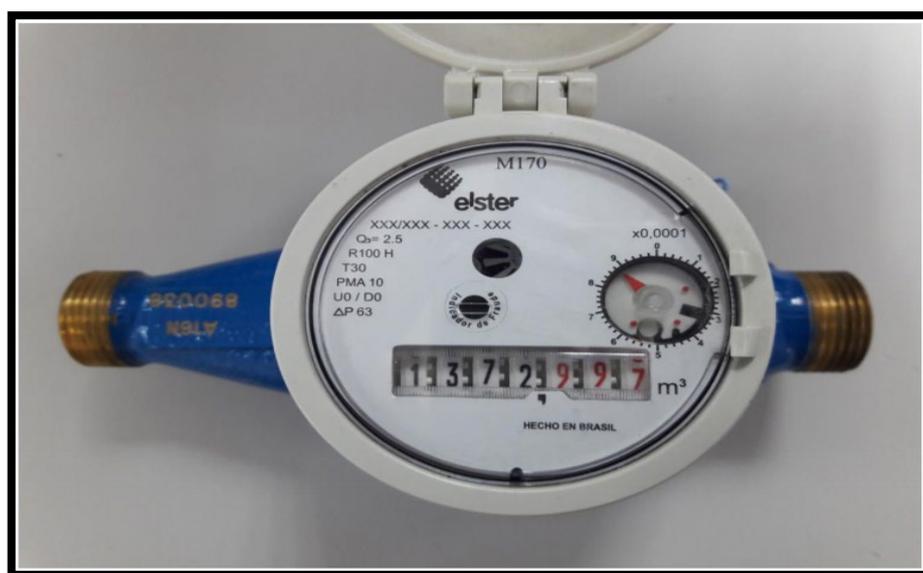
Es un dispositivo móvil muy versátil para el uso, útil como medio de comunicación y para tomar fotos de alta calidad.

### **b) Computadores**

Máquina electrónica capaz de almacenar información y tratarla automáticamente mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos.

## PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS CAUDALES DE INGRESO

Para determinar los caudales de ingreso a las edificaciones se tomaron datos de los medidores que se encuentran instalados en las veredas. Las edificaciones que servirán de muestra para el presente estudio cuentan con un medidor de la empresa MEDILESER S.A.C, marca ELSTER modelo M170. (Instituto Nacional de Calidad, 2017), tal como se muestra en la fotografía 1.



*Fotografía 1 Registro del medidor evaluado marca ELSTER, modelo M170, diámetro nominal 15 mm (Fuente: INACAL)*

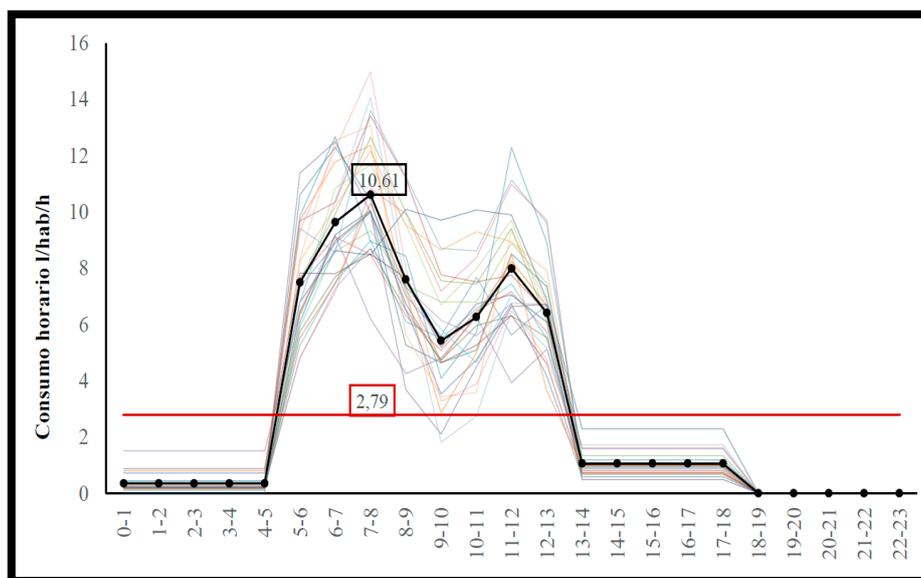
Así mismo los medidores, deberán contar con el certificado de calibración emitida por el ente regularizador INACAL (instituto nacional de la calidad), brindando así la confiabilidad y garantía de un buen control de los caudales de ingreso tal como se evidencia en la ilustración 2.

**Listado de Certificados de Aprobación de Modelo de Medidores de Agua**

N°	Empresa	Marca	Modelo	Diámetro Nominal	Tipo Chorro	Norma Metroológica Peruana (NMP)	N° Certificado	Fotos
13	MEDILESER S.A.C.	ELSTER	V 200	15 mm	Volumétrico	NMP 005:2011	DM/FL-003-2015	Aquí
14	MEDILESER S.A.C.	ELSTER	S 220	20 mm	Único	NMP 005:2011	DM/FL-004-2015 Suplemento DM/FL-004-2015	Aquí
15	ITRON SOLUCOES PARA ENERGIA E AGUA LTDA.	ITRON	AQUADIS+	25 mm	Volumétrico	NMP 005:2011	DM/FL-005-2015 Suplemento DM/FL-005-2015	Aquí
16	MEDILESER S.A.C.	ELSTER	S160	15 mm	Único	NMP 005:2011	DM/FL-001-2016 Suplemento DM/FL-001-2016	Aquí
17	ITRON SOLUCOES PARA ENERGIA E AGUA LTDA.	ITRON	MULTIMAG CYBLE TM II	15 mm	Múltiple	NMP 005:2011	DM/FL-002-2016	Aquí
18	ITRON SOLUCOES PARA ENERGIA E AGUA LTDA.	ITRON	AQUADIS+	15 mm	Volumétrico	NMP 005:2011	DM/FL-003-2016	Aquí
19	MEDILESER S.A.C.	ELSTER	V200	15 mm	Volumétrico	NMP 005:2011	DM/FL-004-2016	Aquí
20	MEDILESER S.A.C.	ELSTER	V110	15 mm	Volumétrico	NMP 005:2011	DM/FL-005-2016	Aquí
21	MEDILESER S.A.C.	ELSTER	M170	20 mm	Múltiple	NMP 005:2011	DM/FL-006-2016	Aquí
22	MEDILESER S.A.C.	ELSTER	M170	15 mm	Múltiple	NMP 005:2011	DM/FL-007-2016	Aquí
23	ITRON SOLUCOES PARA ENERGIA E AGUA LTDA.	ITRON	FLODIS (TU1M2S)	25 mm	Único	NMP 005:2011	DM/FL-001-2017	Aquí
24	MEDILESER S.A.C.	ELSTER	M170	15 mm	Múltiple	NMP 005:2011	DM/FL-002-2017	Aquí

**ILUSTRACIÓN 2** lista de medidores certificados por INACAL (Fuente: INACAL)

El ingreso del caudal se tomará en las horas de máximo consumo, en los estudios presentados por los ingenieros Granja y Núñez establecen que las horas de máximo consumo a lo largo del día está dividido en 2 intervalos de tiempo marcado una en las mañanas de 7 - 8 y otra al medio día de 11-12 (Granja Villacis & Nuñez Enriquez, 2016). Mencionados intervalos se evidencian gráficamente en la ilustración 4.



**ILUSTRACIÓN 3** variación de caudales en función del tiempo (fuente análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno.)

para las mediciones de los caudales de ingreso se tomaron datos de los medidores en los intervalos de tiempo mencionados anteriormente. A las 7 de la mañana se consignó el número que registro el medidor, transcurrida una hora (8 am) se volvió a tomar nota del número del medidor. La diferencia de los números obtenidos representa el consumo de agua potable para el intervalo de tiempo determinado. Para el registro efectuado se utilizó la nomenclatura descrita en la tabla 1.

Hora	Número que registra el medidor	Unidad
7:00 am	M1	m <sup>3</sup>
8:00 am	M2	m <sup>3</sup>

*Tabla 1 Nomenclatura utilizada*

$$\text{caudal de ingreso} = (M2 - M1) * 3600 \frac{m^3}{h}$$

Donde:

M2= registro de medidor a las 8:00 am

M1= registro de medidor a las 7:00 am

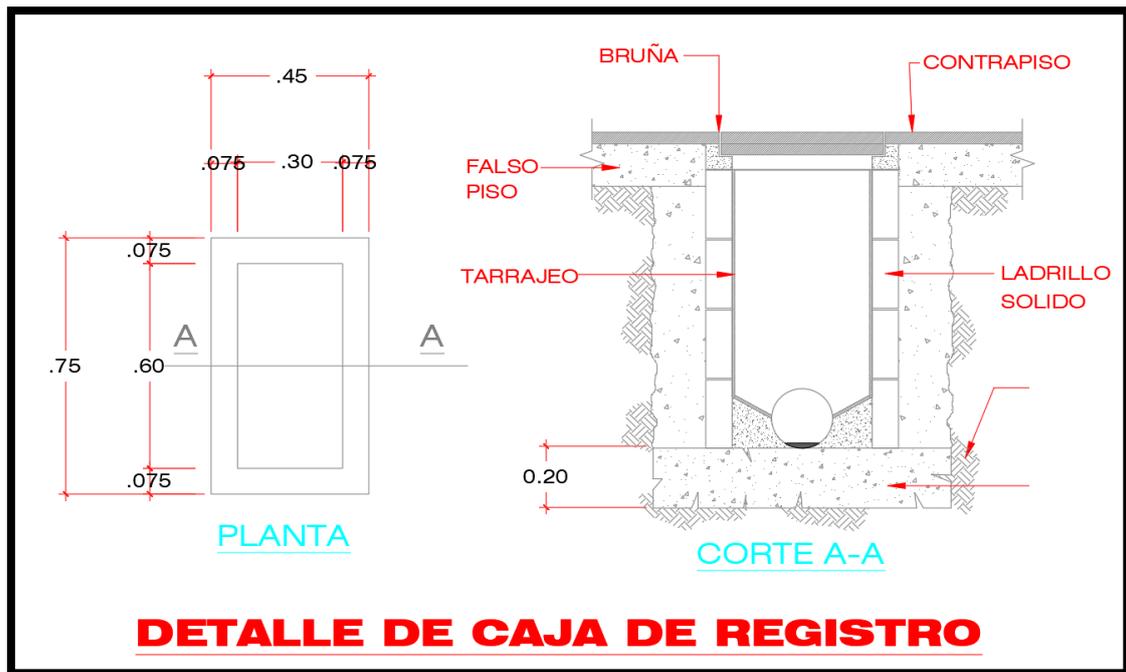
El procedimiento se repetirá en el mismo medidor entre los intervalos de 11:00 am y 12:00 pm.

## **PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS CAUDALES DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS.**

### **Puntos de evaluación**

Para la presente investigación los puntos de control donde se realizar las evaluaciones serán las cajas registro de cada una de las edificaciones seleccionadas.

Cajas registro



*Ilustración 4 Detalles de la caja registro (fuente: elaboración propia)*

## DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD EXPERIMENTAL.

### Flotadores

Se usarán objetos livianos de colores que contrasten con el líquido que fluya por la caja registro, se recomienda corchos Tecnopor de colores, plástico de colores brillantes. Los flotadores no deberán rozar el lecho del canal (Sanchez, y otros, 2010).

### Procedimiento de medición

Los flotadores deberán distribuirse en el centro del canal a favor de la corriente, se deberán realizar 3 mediciones con flotadores para obtener un promedio (Sanchez, y otros, 2010).

Los flotadores deberán lanzarse desde el extremo más largo de la caja registro, para que puedan alcanzar una velocidad constante antes de llegar al final de la sección transversal.

El tiempo en que el flotador recorra la distancia de extremo a extremo se registrara por medio de un cronometro. Este procedimiento se deberá repetir 3 veces para cada intervalo de tiempo y en cada uno de los edificios donde se toman las muestras.

La profundidad o tirante se mide con una varilla de preferencia impermeable como una varilla de acero o un alambre y luego medir con una cinta métrica el tirante que estaría representado por la parte mojada de la varilla.

### **Cálculo de velocidad**

La velocidad del flotador es igual a la distancia de la caja de registro dividida entre el tiempo empleado de llegar de un punto a otro, la velocidad corregida del flujo de cada sección será multiplicada por un factor de corrección mostrado en la tabla 2, dependiendo de la profundidad del flotador.

<b>R</b>	<b>F</b>
<b>0.10 o menos</b>	<b>0.86</b>
<b>0.25</b>	<b>0.88</b>
<b>0.5</b>	<b>0.9</b>
<b>0.75</b>	<b>0.94</b>

*Tabla 2 Factor F de ajuste de la velocidad del flotador en función de la relación R, entre la profundidad de inmersión del flotador y la profundidad del flotador (fuente: recursos hidro energéticos)*

### **Cálculo de caudal**

El caudal en cada tubo de corriente, o sección, se calcula multiplicando la sección transversal media del tubo de corriente por la velocidad media del flujo en el tubo de corriente (Bernoulli, 1738). A continuación, se muestra la fórmula derivada del autor:

$$Q = AxVxF$$

Donde:

Q= caudal de retorno de aguas servidas (m<sup>3</sup>/s).

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

V= velocidad promedio (m/s).

F= factor de corrección.

### **Determinación de velocidad por Manning**

Para estimar el caudal teórico y posteriormente comprobarlo con el caudal real obtenido con el método del flotador, se usarán métodos matemáticos establecidos por (Manning, 1889).

Usando la siguiente fórmula:

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

Donde:

V= velocidad del caudal (m/s).

R= radio hidráulico(m).

S= pendiente(m/m).

n= rugosidad de la superficie.

### **Determinación de caudal de retorno.**

(Bernoulli, 1738)

$$Q = AxV$$

Donde:

Q= caudal de retorno de aguas servidas (m<sup>3</sup>/s).

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

V= velocidad promedio (m/s).

### **Determinación del coeficiente de retorno.**

El coeficiente de retorno de aguas servidas es un cociente que determina la relación de caudal que ingresa a la vivienda con respecto al caudal que regresa al sistema de alcantarillado. Es decir que porcentaje del caudal que registra el medidor es el que pasa por la caja registro.

El cálculo se realiza dividiendo los caudales determinados a lo largo de una hora tanto para ingreso como para salida, a continuación, se presenta la siguiente fórmula para obtener el valor de k para la zona de estudio.

$$K = \frac{Q_s}{Q_i}$$

Donde:

$Q_i$ = caudal de ingreso a la edificación.

$Q_s$ =caudal de retorno de aguas servidas.

Para el presente estudio se ejecutaron comparaciones con el factor de retorno presentado por el RNE<sup>3</sup> OS.070, el cual establece que el coeficiente es equivalente a 0.8 del caudal de demanda de agua.

$$Q_r = 0.8 * Q_d$$

Donde:

*$Q_r$ : caudal de retorno a las tuberías*

*$Q_d$ : caudal de demanda o caudal que ingresa a la edificación*

---

<sup>3</sup> Reglamento Nacional de Edificaciones.

## 4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS.

### Definición de puntos de estudio

Para el presente estudio se eligió el distrito de Puente Piedra debido al alto crecimiento demográfico; la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) presento en su revista n.21 titulada: “Informe económico de la construcción” en donde muestra una tasa de crecimiento de 4.3% anual para el distrito en estudio (CAPECO, 2018) .

En la imagen 1 se muestra los puntos de aforo donde se tomarán las muestras para el estudio. Los puntos de aforo son las cajas registro de las Mz. “G” lote 16, Mz. “G” lote 18 y Mz. “G” lote 20 ; las cuales se encuentra en la calle A de la Asociación de Propietarios Virgen de Copacabana, distrito de Puente Piedra departamento de Lima.



*Imagen 1 Ubicación de los puntos de control para la toma de muestras (fuente: Google Maps).*

En la fotografía 2 se puede observar la fachada de unos de los puntos de control.



*Fotografía 2 Fachada de una de las viviendas evaluadas.*

- Determinación del caudal de ingreso mediante mediciones efectuadas en los medidores de las edificaciones evaluadas tal como se muestra en la fotografía 3.



*Fotografía 3 Toma de datos del caudal de ingreso de agua potable en la vivienda.*

- Se procedió a evaluar la pendiente de las cajas de registro (profundidad de fondo con respecto a la superficie véase en la fotografía 4) y la longitud de la caja de registro. Tal como se aprecian en la fotografía 5.



*Fotografía 4 Medición de la variación de pendiente en las cajas de registro.*



*Fotografía 5 Medición de la longitud de la caja de registro evaluada*

- Determinación del caudal de retorno de aguas residuales por medio del método del flotador, evaluándose distancia recorrida por el objeto flotador durante un periodo de tiempo para hallar la velocidad media y posteriormente apoyados con la medición del tirante para determinar el área de la sección se obtendrá el caudal de retorno. En la fotografía 6 se muestra el objeto flotador efectuando el recorrido para la toma de datos.



Fotografía 6 Toma de datos (fuente: Propia)

En la fotografía 7 se puede observar la colocación de una varilla de alambre para la posterior medición del tirante hidráulico.



*Fotografía 7 Toma de datos (fuente: Propia)*

- Medición del tirante de agua residual en la sección semi circular de la caja de registro véase en fotografía 8.



*Fotografía 8 Medición del tirante hidráulico.*

➤ Los datos recopilados en el área de investigación se mostrarán con ayuda del software Microsoft Excel en las tablas 3,4 y 5.

En la tabla 3 se observa los datos tomados en campo y además se describe el valor de cada columna definida arbitrariamente con el termino antepuesto de “COL #” y el numero correspondiente de la columna.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #11
<b>INGRESO DE DATOS</b>							
HORA	MEDICIONES	D/Tuberia (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	TIEMPO
7:00 a. m.	1	0.152	0.014	0.015	0.6	0.015	1.50
	2	0.152	0.014	0.015	0.6	0.019	1.40
	3	0.152	0.014	0.015	0.6	0.017	1.60
7:30 a. m.	4	0.152	0.014	0.015	0.6	0.022	1.50
	5	0.152	0.014	0.015	0.6	0.024	1.48
	6	0.152	0.014	0.015	0.6	0.020	1.52
8:00 a. m.	7	0.152	0.014	0.015	0.6	0.025	1.00
	8	0.152	0.014	0.015	0.6	0.024	1.23
	9	0.152	0.014	0.015	0.6	0.023	1.46

*Tabla 3 Datos obtenidos en la primera edificación – horario de 07:00 a 08:00 (Fuente Propia)*

- COL #1 : Rango de hora en la que se efectuaron las mediciones.
- COL #2 : Numero de mediciones ejecutadas en el periodo de tiempo descrito en la COL #1.
- COL #3 : Diámetro de la tubería en metros (fondo de la caja de registro de 6 pulgadas).
- COL #4 : Coeficiente de rugosidad de los materiales por Manning.
- COL #5 : Variación de profundidad de fondo de caja de registro en metros con respecto a la superficie de la vereda.
- COL #6 : Longitud de la caja de registro de agua residual.
- COL #7 : Tirante hidráulico medido en la caja de registro en metros.
- COL #14 : Tiempo registrado durante el recorrido del objeto flotador entre la longitud de la caja de registro.

En la tabla 4 se divide el registro de los datos recabados en la primera vivienda durante los horarios de 11:00 a 12:00 horas.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #11
<b>INGRESO DE DATOS</b>							
HORA	MEDICIONES	D/Tuberia (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	TIEMPO
11:00 a. m.	1	0.152	0.014	0.015	0.6	0.010	1.41
	2	0.152	0.014	0.015	0.6	0.011	1.39
	3	0.152	0.014	0.015	0.6	0.012	1.50
11:30 a. m.	4	0.152	0.014	0.015	0.6	0.009	1.20
	5	0.152	0.014	0.015	0.6	0.015	1.30
	6	0.152	0.014	0.015	0.6	0.016	1.30
12:00 p. m.	7	0.152	0.014	0.015	0.6	0.014	1.00
	8	0.152	0.014	0.015	0.6	0.013	1.10
	9	0.152	0.014	0.015	0.6	0.012	1.11

Tabla 4 Datos obtenidos en la primera edificación – horario de 11:00 a 12:00 (Fuente Propia)

En la tabla 5 se registró de la misma forma que la tabla 3, esta vez para la vivienda 2, obteniéndose los siguientes datos durante el horario de 07:00 a 08:00 horas.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #11
<b>INGRESO DE DATOS</b>							
HORA	MEDICIONES	D/Tuberia (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	TIEMPO
7:00 a. m.	1	0.152	0.01	0.035	0.6	0.012	0.70
	2	0.152	0.01	0.035	0.6	0.014	0.60
	3	0.152	0.01	0.035	0.6	0.009	0.70
7:30 a. m.	4	0.152	0.01	0.035	0.6	0.009	0.80
	5	0.152	0.01	0.035	0.6	0.015	0.60
	6	0.152	0.01	0.035	0.6	0.011	0.60
8:00 a. m.	7	0.152	0.01	0.035	0.6	0.014	0.70
	8	0.152	0.01	0.035	0.6	0.012	0.50
	9	0.152	0.01	0.035	0.6	0.015	0.80

Tabla 5 Datos obtenidos en la segunda edificación – horario de 07:00 a 08:00 (Fuente Propia)

En la tabla 6 se puede observar el registro de los datos recabados en la segunda vivienda durante los horarios de 11:00 a 12:00 horas.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #11
<b>INGRESO DE DATOS</b>							
HORA	MEDICIONES	D/Tuberia (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	TIEMPO
11:00 a. m.	1	0.152	0.01	0.035	0.6	0.008	0.71
	2	0.152	0.01	0.035	0.6	0.010	0.69
	3	0.152	0.01	0.035	0.6	0.011	0.68
11:30 a. m.	4	0.152	0.01	0.035	0.6	0.013	0.81
	5	0.152	0.01	0.035	0.6	0.014	0.62
	6	0.152	0.01	0.035	0.6	0.011	0.59
12:00 p. m.	7	0.152	0.01	0.035	0.6	0.011	0.68
	8	0.152	0.01	0.035	0.6	0.009	0.52
	9	0.152	0.01	0.035	0.6	0.008	0.51

Tabla 6 Datos obtenidos en la segunda edificación – horario de 11:00 a 12:00 (Fuente Propia)

La tabla 7 muestra la información recogida en la tercera vivienda analizada durante el horario de 07:00 a 08:00 horas según se detalla a continuación.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #11
<b>INGRESO DE DATOS</b>							
HORA	MEDICIONES	D/Tuberia (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	TIEMPO
7:00 a. m.	1	0.152	0.014	0.015	0.6	0.017	1.55
	2	0.152	0.014	0.015	0.6	0.020	1.45
	3	0.152	0.014	0.015	0.6	0.019	1.59
7:30 a. m.	4	0.152	0.014	0.015	0.6	0.021	1.51
	5	0.152	0.014	0.015	0.6	0.023	1.48
	6	0.152	0.014	0.015	0.6	0.022	1.50
8:00 a. m.	7	0.152	0.014	0.015	0.6	0.026	1.00
	8	0.152	0.014	0.015	0.6	0.024	1.23
	9	0.152	0.014	0.015	0.6	0.022	1.46

Tabla 7 Datos obtenidos en la tercera edificación – horario de 07:00 a 08:00 (Fuente Propia)

En la tabla 8 se puede observar el registro de los datos recabados en la tercera vivienda durante los horarios de 11:00 a 12:00 horas.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #11
<b>INGRESO DE DATOS</b>							
HORA	MEDICIONES	D/Tubería (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	TIEMPO
11:00 a. m.	1	0.152	0.014	0.015	0.6	0.011	1.35
	2	0.152	0.014	0.015	0.6	0.014	1.38
	3	0.152	0.014	0.015	0.6	0.010	1.37
11:30 a. m.	4	0.152	0.014	0.015	0.6	0.013	1.54
	5	0.152	0.014	0.015	0.6	0.015	1.47
	6	0.152	0.014	0.015	0.6	0.012	1.51
12:00 p. m.	7	0.152	0.014	0.015	0.6	0.014	1.01
	8	0.152	0.014	0.015	0.6	0.016	1.25
	9	0.152	0.014	0.015	0.6	0.017	1.30

*Tabla 8 Datos obtenidos en la tercera edificación – horario de 11:00 a 12:00 (Fuente Propia)*

### 4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Para el procesamiento de datos se utilizó una plantilla desarrollada por fuente propia en el software Microsoft Excel.

#### DATOS DE LA EDIFICACIÓN N.1

Los caudales de retorno de aguas servidas durante las 07:00 y 08:00 horas, como se muestra en la tabla 9.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #8	COL #9	COL #10	COL #11	COL #12	COL #13	COL #14
INGRESO DE DATOS													CAUDAL PROMEDIO
HORA	MEDICIONES	D/Tubería (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	S Pendiente	AREA MOJADA (m <sup>2</sup> )	VELOCIDAD (m/s) MANING	TIEMPO	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)
7:00 a. m.	1	0.152	0.014	0.015	0.6	0.015	0.025	0.001	0.508	1.50	0.40	0.85	1.04
	2	0.152	0.014	0.015	0.6	0.019	0.025	0.001	0.589	1.40	0.43	1.29	
	3	0.152	0.014	0.015	0.6	0.017	0.025	0.001	0.550	1.60	0.38	0.96	
7:30 a. m.	4	0.152	0.014	0.015	0.6	0.022	0.025	0.002	0.645	1.50	0.40	1.50	1.50
	5	0.152	0.014	0.015	0.6	0.024	0.025	0.002	0.681	1.48	0.41	1.72	
	6	0.152	0.014	0.015	0.6	0.020	0.025	0.001	0.608	1.52	0.39	1.28	
8:00 a. m.	7	0.152	0.014	0.015	0.6	0.025	0.025	0.002	0.698	1.00	0.60	2.70	2.14
	8	0.152	0.014	0.015	0.6	0.024	0.025	0.002	0.681	1.23	0.49	2.07	
	9	0.152	0.014	0.015	0.6	0.023	0.025	0.002	0.663	1.46	0.41	1.64	
													1.56

Tabla 9 Cuadro de datos obtenidos en campo para la vivienda N.1 (fuente propia)

Las columnas 1,2,3,4,5,6,7 y 11 fueron descritas previamente en el proceso de recolección de datos por lo tanto solo se explicará el contenido de las columnas faltantes, mismas que se detallan a continuación:

COL #8 : Pendiente determinada mediante la variación de alturas tomadas en los extremos sobre la longitud de la caja de registro sanitario.

COL #9 : Se ingresó el área de la sección ocupada por el agua residual dentro de la caja de registro.

COL #10 : Se determinó mediante la ecuación de Manning, descrita en el capítulo IV ítem 4.1.

COL #12 : Valor determinado dividiendo la Longitud de la caja de registro (COL #6) y el tiempo que demoro el objeto flotador en recorrer dicha longitud (COL #11).

COL #13 : Hallado mediante el producto de área mojada (COL #9) y velocidad (COL #12).

COL #14 : determinado según la media de las mediciones efectuadas en un punto de control y horario específico.

En la tabla 10 se muestra el procesamiento de datos efectuado y los caudales de retorno de aguas servidas durante las 11:00 y 12:00 horas.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #8	COL #9	COL #10	COL #11	COL #12	COL #13	COL #14
INGRESO DE DATOS													CAUDAL PROMEDIO
HORA	MEDICIONES	D/Tubería (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	S Pediente	AREA MOJADA (m <sup>2</sup> )	VELOCIDAD (m/s) MANING	TIEMPO	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)
11:00 a. m.	1	0.152	0.014	0.015	0.6	0.010	0.025	0.001	0.392	1.41	0.43	0.78	0.885
	2	0.152	0.014	0.015	0.6	0.011	0.025	0.001	0.417	1.39	0.43	0.91	
	3	0.152	0.014	0.015	0.6	0.012	0.025	0.001	0.441	1.50	0.40	0.96	
11:30 a. m.	4	0.152	0.014	0.015	0.6	0.009	0.025	0.000	0.366	1.20	0.50	0.79	1.340
	5	0.152	0.014	0.015	0.6	0.015	0.025	0.001	0.508	1.30	0.46	1.54	
	6	0.152	0.014	0.015	0.6	0.016	0.025	0.001	0.529	1.30	0.46	1.69	
12:00 p. m.	7	0.152	0.014	0.015	0.6	0.014	0.025	0.001	0.486	1.00	0.60	1.81	1.528
	8	0.152	0.014	0.015	0.6	0.013	0.025	0.001	0.464	1.10	0.55	1.48	
	9	0.152	0.014	0.015	0.6	0.012	0.025	0.001	0.441	1.11	0.54	1.30	
													1.25

Tabla 10 Cuadro de datos obtenidos en campo para la vivienda N.1 (fuente propia)

## DATOS DE LA EDIFICACIÓN N.2

En la tabla 11 se detalla el procesamiento de datos y obtención de caudales de retorno de aguas servidas de la segunda edificación entre los horarios de 07:00 a 08:00 horas, según procedimiento explicado en la tabla 9.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #8	COL #9	COL #10	COL #11	COL #12	COL #13	COL #14
INGRESO DE DATOS													CAUDAL PROMEDIO
HORA	MEDICIONES	D/Tubería (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	S Pediente	AREA MOJADA (m <sup>2</sup> )	VELOCIDAD (m/s) MANING	TIEMPO	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)
7:00 a. m.	1	0.152	0.01	0.035	0.6	0.012	0.058	0.001	0.942	0.70	0.86	2.06	2.14
	2	0.152	0.01	0.035	0.6	0.014	0.058	0.001	1.040	0.60	1.00	3.02	
	3	0.152	0.01	0.035	0.6	0.009	0.058	0.000	0.783	0.70	0.86	1.35	
7:30 a. m.	4	0.152	0.01	0.035	0.6	0.009	0.058	0.000	0.783	0.80	0.75	1.18	2.21
	5	0.152	0.01	0.035	0.6	0.015	0.058	0.001	1.086	0.60	1.00	3.34	
	6	0.152	0.01	0.035	0.6	0.011	0.058	0.001	0.891	0.60	1.00	2.11	
8:00 a. m.	7	0.152	0.01	0.035	0.6	0.014	0.058	0.001	1.040	0.70	0.86	2.59	2.66
	8	0.152	0.01	0.035	0.6	0.012	0.058	0.001	0.942	0.50	1.20	2.89	
	9	0.152	0.01	0.035	0.6	0.015	0.058	0.001	1.086	0.80	0.75	2.50	
													2.34

Tabla 11 Cuadro de datos obtenidos en campo para la vivienda N.2 (fuente propia).

En la tabla 12 se detalla el procesamiento de datos de la segunda edificación entre las 11:00 y 12:00 horas.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #8	COL #9	COL #10	COL #11	COL #12	COL #13	COL #14
INGRESO DE DATOS													CAUDAL PROMEDIO
HORA	MEDICIONES	D/Tubería (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	S Pediente	AREA MOJADA (m <sup>2</sup> )	VELOCIDAD (m/s) MANING	TIEMPO	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)
11:00 a. m.	1	0.152	0.01	0.035	0.6	0.008	0.058	0.000	0.725	0.71	0.85	1.12	1.53
	2	0.152	0.01	0.035	0.6	0.010	0.058	0.001	0.838	0.69	0.87	1.60	
	3	0.152	0.01	0.035	0.6	0.011	0.058	0.001	0.891	0.68	0.88	1.87	
11:30 a. m.	4	0.152	0.01	0.035	0.6	0.013	0.058	0.001	0.992	0.81	0.74	2.00	2.36
	5	0.152	0.01	0.035	0.6	0.014	0.058	0.001	1.040	0.62	0.97	2.92	
	6	0.152	0.01	0.035	0.6	0.011	0.058	0.001	0.891	0.59	1.02	2.15	
12:00 p. m.	7	0.152	0.01	0.035	0.6	0.011	0.058	0.001	0.891	0.68	0.88	1.87	1.74
	8	0.152	0.01	0.035	0.6	0.009	0.058	0.000	0.783	0.52	1.15	1.81	
	9	0.152	0.01	0.035	0.6	0.008	0.058	0.000	0.725	0.51	1.18	1.55	
													1.88

Tabla 12 Cuadro de datos obtenidos en campo para la vivienda N.2 (fuente propia).

### DATOS DE LA EDIFICACIÓN N.3

En la tabla 13 se detalla el procesamiento de datos y obtención de caudales de retorno de aguas servidas de la tercera edificación entre los horarios de 07:00 a 08:00 horas, según procedimiento explicado en la tabla 9.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #8	COL #9	COL #10	COL #11	COL #12	COL #13	COL #14
INGRESO DE DATOS													CAUDAL PROMEDIO
HORA	MEDICIONES	D/Tubería (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	S Pediente	AREA MOJADA (m <sup>2</sup> )	VELOCIDAD (m/s) MANING	TIEMPO	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)
7:00 a. m.	1	0.152	0.014	0.015	0.6	0.017	0.025	0.001	0.550	1.55	0.39	0.99	1.16
	2	0.152	0.014	0.015	0.6	0.020	0.025	0.001	0.608	1.45	0.41	1.35	
	3	0.152	0.014	0.015	0.6	0.019	0.025	0.001	0.589	1.59	0.38	1.14	
7:30 a. m.	4	0.152	0.014	0.015	0.6	0.021	0.025	0.002	0.627	1.51	0.40	1.39	1.50
	5	0.152	0.014	0.015	0.6	0.023	0.025	0.002	0.663	1.48	0.41	1.62	
	6	0.152	0.014	0.015	0.6	0.022	0.025	0.002	0.645	1.50	0.40	1.50	
8:00 a. m.	7	0.152	0.014	0.015	0.6	0.026	0.025	0.002	0.715	1.00	0.60	2.86	2.15
	8	0.152	0.014	0.015	0.6	0.024	0.025	0.002	0.681	1.23	0.49	2.07	
	9	0.152	0.014	0.015	0.6	0.022	0.025	0.002	0.645	1.46	0.41	1.54	
													1.61

Tabla 13 Cuadro de datos obtenidos en campo para la vivienda N.3 (fuente propia).

En la tabla 12 se detalla el procesamiento de datos de la tercera edificación entre las 11:00 y 12:00 horas.

COL #1	COL #2	COL #3	COL #4	COL #5	COL #6	COL #7	COL #8	COL #9	COL #10	COL #11	COL #12	COL #13	COL #14
INGRESO DE DATOS													CAUDAL PROMEDIO
HORA	MEDICIONES	D/Tubería (m)	Coef n	AH (m)	Long t (m)	tirante	S Pediente	AREA MOJADA (m <sup>2</sup> )	VELOCIDAD (m/s) MANING	TIEMPO	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)
11:00 a. m.	1	0.152	0.014	0.015	0.6	0.011	0.025	0.001	0.417	1.35	0.44	0.60	0.65
	2	0.152	0.014	0.015	0.6	0.014	0.025	0.001	0.486	1.38	0.43	0.84	
	3	0.152	0.014	0.015	0.6	0.010	0.025	0.001	0.392	1.37	0.44	0.51	
11:30 a. m.	4	0.152	0.014	0.015	0.6	0.013	0.025	0.001	0.464	1.54	0.39	0.67	0.72
	5	0.152	0.014	0.015	0.6	0.015	0.025	0.001	0.508	1.47	0.41	0.87	
	6	0.152	0.014	0.015	0.6	0.012	0.025	0.001	0.441	1.51	0.40	0.61	
12:00 p. m.	7	0.152	0.014	0.015	0.6	0.014	0.025	0.001	0.486	1.01	0.59	1.15	1.15
	8	0.152	0.014	0.015	0.6	0.016	0.025	0.001	0.529	1.25	0.48	1.13	
	9	0.152	0.014	0.015	0.6	0.017	0.025	0.001	0.550	1.30	0.46	1.18	
													0.84

Tabla 14 Cuadro de datos obtenidos en campo para la vivienda N.3 (fuente propia).

#### 4.4. ANÁLISIS.

Para este apartado se evaluó de manera objetiva todos los datos obtenidos por medio de estimaciones y verificaciones manuales recabados mediante la secuencia de procesos descritos en los procedimientos de trabajo evaluando tanto el área tributaria, el coeficiente de retorno reglamentado por el RNE equivalente al 0.8, el caudal medio diario, determinación del factor de mayoración, caudal máximo horario y el caudal de aguas residuales para demostrar la Hipotesis planteada al inicio de nuestro proyecto de investigación apoyados en los tipos de investigación, obteniendo así de manera fidedigna resultados que sean base para futuras investigaciones y estimaciones con respecto al dimensionamiento de las redes de alcantarillado evitando así los problemas frecuentes como son el colapso y otros.

La investigación tuvo como objetivo cuantificar el impacto generado mediante el caudal de entrega de las nuevas edificaciones en la red de alcantarillado del distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019, del mismo modo se buscó determinar la relación que existe entre la variable de calibración (edificaciones) y la variable evaluativa (caudal de retorno)

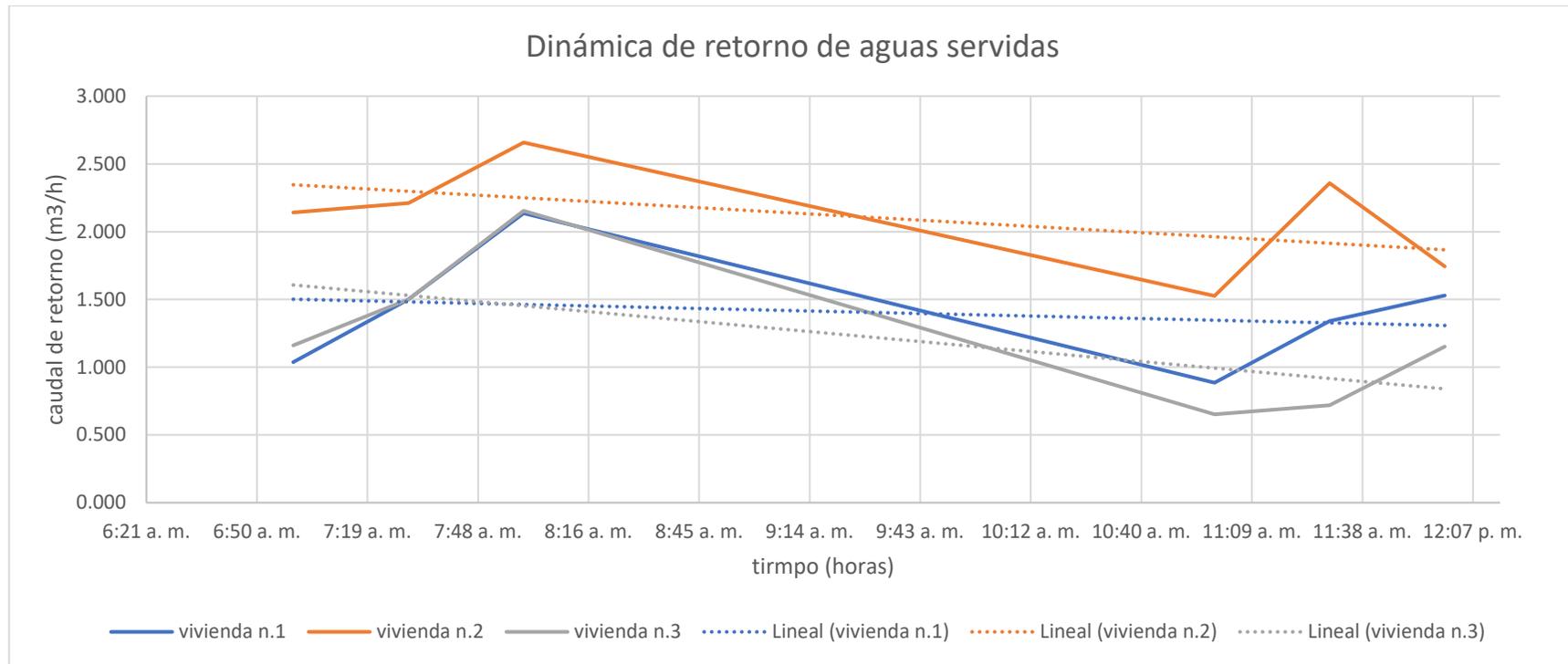
Los resultados nos muestran que el consumo de agua presenta un desarrollo decreciente de la mañana a la tarde, tomada las primeras muestras para la primera vivienda se aprecia que en un intervalo de 1 hora (7:00 - 8:00 horas) presenta un caudal de ingreso de 2.27 m<sup>3</sup>/h; mientras que para el medio día (11:00-12:00 horas) la misma edificación presenta una disminución de caudal equivalente a 1.8 m<sup>3</sup>/h. Este fenómeno ocurre para las 3 viviendas evaluadas tal como se evidencia en la tabla 15.

	HORARIO	INGRESO (m <sup>3</sup> /h)
VIV 1	07:00 a 08:00	2.27
	11:00 a 12:00	1.8
VIV 2	07:00 a 08:00	3.43
	11:00 a 12:00	2.78
VIV 3	07:00 a 08:00	2.42
	11:00 a 12:00	1.24

*Tabla 15 registro de caudales de ingreso a las viviendas evaluadas (fuente propia)*

Por otra parte, si analizamos los caudales de retorno (aguas servidas) estos muestran un crecimiento a lo largo de los intervalos de tiempo tomados; en la edificación número 1, la primera muestra se tomó a las 7 de la mañana con un caudal de retorno de 1.04 m<sup>3</sup>/h, la segunda muestra a las 7:30 de la mañana con un caudal de 1.50 m<sup>3</sup>/h y la última muestra para el turno de la mañana fue las 8:00 con un caudal de 2.14 m<sup>3</sup>/h. el caudal para el turno de la mañana es el promedio de las 3 muestras tomadas es decir 1.56 m<sup>3</sup>/h. ver COL# 14 de la tabla 9 para verificar el detalle de la información. Fenómeno que es predominante en las edificaciones analizadas.

La comparativa gráficamente de los caudales obtenidos en las edificaciones evaluadas se puede visualizar en la gráfica 1, mostrada a continuación:



**Gráfica 1** Dinámica de aguas de retorno (Fuente Propia)

En la tabla 16 se muestran los resultados de los caudales de ingreso (agua potable) y los caudales de salida (aguas residuales) de las viviendas evaluadas identificadas con la abreviatura VIV.

	HORARIO	INGRESO (m <sup>3</sup> /h)	TEORICO		REAL		
			K	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)	K	Δ
VIV 1	07:00 a 08:00	2.27	0.80	1.82	1.56	0.69	0.14
	11:00 a 12:00	1.8	0.80	1.44	1.25	0.70	0.13
VIV 2	07:00 a 08:00	3.43	0.80	2.74	2.34	0.68	0.15
	11:00 a 12:00	2.78	0.80	2.22	1.88	0.67	0.16
VIV 3	07:00 a 08:00	2.42	0.80	1.94	1.61	0.66	0.17
	11:00 a 12:00	1.24	0.80	0.99	0.84	0.68	0.15

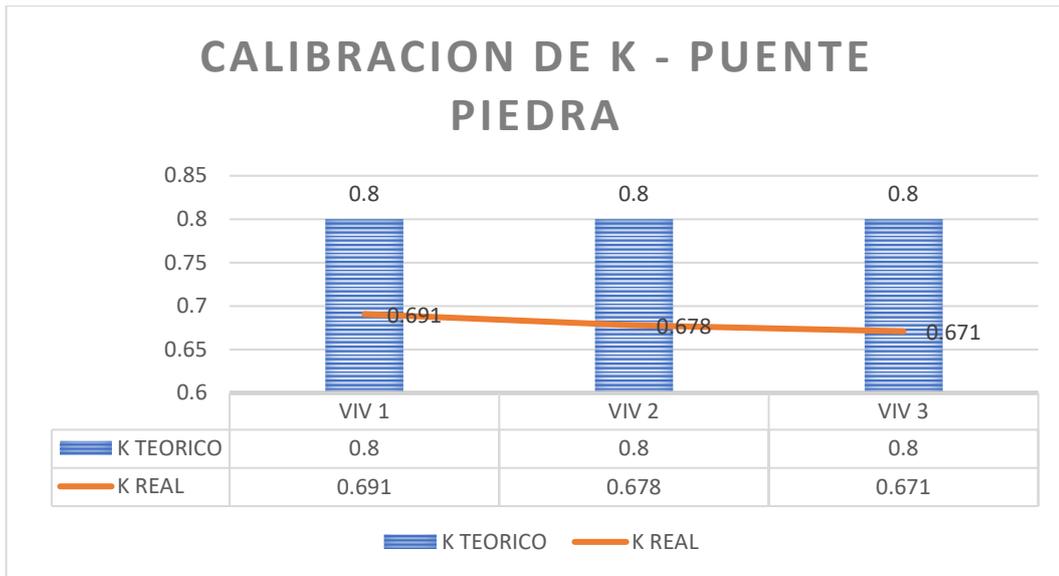
Tabla 16 Caudales de ingreso y salida de las edificaciones evaluadas (fuente: propia).

La relación existente entre el caudal de ingreso (agua potable) y el caudal de retorno (aguas servidas) para el total de viviendas analizadas durante el periodo de tiempo evaluado fue de 0.68 siendo este el valor para K (coeficiente de retorno) según los estudios efectuados en el área de investigación, véase en la tabla 17.

	K TEORICO	K REAL	Δ
VIV 1	0.8	0.691	14%
VIV 2	0.8	0.678	15%
VIV 3	0.8	0.671	16%
PROMEDIO			68%

Tabla 17 Resumen de datos evaluados en las edificaciones - Coeficientes de retorno (fuente: propia).

El Reglamento Nacional de Edificaciones establece según normativa que el valor del coeficiente de retorno debería ser de 0.8; es decir, para el presente estudio los valores de K son inferiores a lo establecido por el reglamento (ver ilustración 6).



*Ilustración 5 comparación de los coeficientes de retorno teórico(azul) y experimental(anaranjado)*

#### 4.5. DISCUSIÓN

De todos los resultados obtenidos con estudios previos tenemos que (Granja Villacis & Nuñez Enriquez, 2016) encuentran que el valor de K para la zona 1 de estudio fue de 0.6 y para la zona 2 fue de 0.4; mientras que para el presente trabajo de investigación se obtuvieron para las viviendas 1, 2 y 3 coeficientes de retorno de 0.69, 0.68 y 0.67 respectivamente. Evidenciándose que tanto para los estudios realizados en Ecuador el factor de retorno fue inferior a lo establecido en su norma la cual se encuentra en el rango de 0.70 a 0.85; así como también, para el presente estudio los resultados obtenidos estuvieron por debajo de lo que especifica la normatividad peruana equivalente a un coeficiente de retorno de 0.80.

Por otra parte, si tomamos como base el estudio realizados en la ciudad de Puno en donde se demostró que los horarios de máxima demanda de agua potable son de 07: 00 - 08:00 y de 11:00 a 12:00 horas (Huaquisto Caceres & Chambilla Flores, 2019), aplicándose al presente estudio, se puede indicar que los caudales obtenidos en los intervalos de tiempo determinados como máxima demanda representan los caudales máximos de retorno, lo cual otorga la fiabilidad necesaria al presente estudio para generar la comparativa con el Reglamento Nacional en base al coeficiente calibrado, en cuyo detalle se puede evidenciar que el coeficiente de retorno real para la zona de estudio es inferior en 12% al indicado por la norma OS. 0.70.

Para el presente trabajo de investigación se determinó que el tirante máximo se encuentra en la vivienda n.3 con una medida de 2,6 cm, es decir el área mojada de la tubería evaluada es de 0.002 m<sup>2</sup>, el cual representa el 8% de la capacidad total de la tubería.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

En el área limitada en el distrito de Puente Piedra para el presente estudio se obtuvo un coeficiente de retorno de 0.68, siendo un valor inferior al adoptado en los estudios de planificación del sistema de alcantarillado (0.8). por lo cual se rechazó la hipótesis sobre “el impacto generado por la construcción de nuevas edificaciones sobrepasa el caudal máximo proyectado por SEDAPAL en las redes de alcantarillado”. Debido a que, la empresa proveedora de servicios SEDAPAL, genera sus diseños de la red de tuberías de alcantarillado según coeficiente impuesto por el RNE.

El valor del coeficiente de retorno se calculó para la zona en el área de aporte, con el propósito de evaluar el impacto que genera las edificaciones al sistema de alcantarillado con el vertimiento de las aguas residuales provenientes del consumo doméstico.

Conforme a los resultados en los puntos de control de las aguas servidas dentro del área de estudio, se evidencia que existe un crecimiento de producción de aguas residuales desde las 07:00 a 08:00 horas con un pico alrededor de las 08:00 horas, superior al rango de 11:00 a 12:00 horas. Este comportamiento va de la mano con el comportamiento del consumo de agua potable.

El caudal máximo de ingreso de agua potable para el presente estudio fue en la edificación n.2 con un caudal registrado de 3.43 m<sup>3</sup>/h durante los intervalos de tiempo de 7:00- 8:00 horas.

Las viviendas n.1 y n.3 presentan un comportamiento similar con las dinámicas de ingreso de agua potable y salida de aguas servidas durante el horario de 07:00 a 08:00 horas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Generar nuevas investigaciones concernientes al tema. Considerando un nuevo método; para medir el caudal de retorno de las aguas servidas del presente estudio se utilizó un método tradicional como es el método del flotador, se sugiere utilizar el método instrumental que utiliza un registrador automático por encima del nivel superficial, lo cual brindaría mayor precisión en los resultados.
- Incrementar la muestra; para tener mayor exactitud con los resultados incrementando tanto el área de influencia para tener una cantidad mayor de edificaciones a evaluar. Así como también, realizar la toma de muestras en periodos de tiempo extendidos para obtener caudales de retorno con mayor aproximación en relación al comportamiento de la población estudiada.
- Realizar nuevos estudios que permitan identificar los factores que influyen en la reducción del coeficiente de retorno en el área de estudio tomando como base los resultados obtenidos en el presente estudio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Arocha Ravelo, S. (1997). *Abastecimiento de agua*. Venezuela: Ediciones Vega s.r.l.

Bernoulli, D. (1738). *Obra Hidrodinámica*. Groningen: ARGENTORATI.

CAPECO. (2018). *Informe Económico de la Construcción*. Lima: Fondo Editorial Capeco.

Cuba Mora, J. C., & Leonardo Fabián, E. D. (2010). *Impacto negativo del boom de la construcción en el distrito de Lince Lima -Peru en la década del 2000 al 2010, en el abastecimiento de agua y la repercusión en la calidad de vida*. Lima.

De Los Rios Zorrilla Julio Cesar. (2000). *Aforo de Colectores Metodo de Medicion Manual (No Instrumental)*. Lima.

Empresas publicas de Medellin. (2009). *Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado*. Medellin: EPM.

FAO. (09 de SETIEMBRE de 2019). <http://www.fao.org/>. Obtenido de [http://www.fao.org/http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6705s/x6705s03.htm](http://www.fao.org/http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705s/x6705s03.htm)

Granja Villacis, A. I., & Nuñez Enriquez, D. A. (2016). *Determinacion del coeficiente de retorno de agua servidas para el area de aporte de la planta de tratamiento de aguas residuales de Quitumbe, distrito metropolitano de Quito*. Quito: fondo editorial Pontificia Universidad Catolica del Ecuador.

Huaquisto Caceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2019). analisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno. *investigacion y desarrollo*, 133-144.

Instituto Nacional de Calidad. (2017). *certificado de aprobacion de modelo DM/LFL-002-2017*. Lima: fondo editorial.

Mendez Flores, S. A. (2011). *Diseño del Alcantarillado Sanitario y Pluvial y Tratamiento de de Aguas Servidas de la Urbanizacion San Emilio*. Quito: Fondo Editorial.

Molina Jacome, F. N. (2011). *Sistema de Alcantarillado Sanitario para mejorar el estado de vida de los habitantes del sector El Mariscal Sucre Occidental del canton Saquisili de la Provincia de Cotopaxi*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.

Monge Redondo, M. A. (09 de Octubre de 2017). *Iagua*. Obtenido de Iagua: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/fundamentos-basicos-hidraulica-i>

Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental. (2014). *fiscalizacion ambiental en aguas residuales*. Lima: Biblioteca Nacional del Peru.

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

Rocha Felices, A. (2007). *Hidraulica de Tuberias y Canales* . Lima : Facultad de Ingenieria Civil.

Sanchez, T., Rafael, E., Ramirez, S., Canedo, W., Gamarra, A., & Guzman, Y. (2010). *Evaluacion de recursos hidroenergeticos* . Lima: Forma e Imagen .

Twenergy. (30 de Marzo de 2019). *Twenergy*. Obtenido de Twenergy: <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/como-ahorrar-agua/que-es-un-contador-de-agua-1674/>

Villón Béjar, M. (2007). *Hidraulica de Canales* . Lima : Editorial Villón.

## ANEXOS

### ANEXO 1: GLOSARIO

- **Puntos de control:** puntos donde se realizan las mediciones.
- **Área tributaria:** área que está influenciando a los puntos de control.
- **Muestra:** conjunto de casos o individuos extraídos de una población
- **Intervalo:** porción de tiempo o espacio que existe entre 2 hechos.
- **Método:** procedimiento para seguir una finalidad determinada.
- **Boom inmobiliario:** término coloquial usado para referirse al crecimiento exponencial en el sector construcción.
- **Tubería:** conducto cerrado que cumple la función de transportar fluido ya sea líquido o gaseoso, suele fabricarse de diferentes tipos de materiales.
- **Tecnopor:** nombre oficial “poliestireno expandido”, es un material plástico poroso en planchas blancas muy ligeras usado en las construcciones como aislante, en los embalajes y en trabajos manuales caracterizado por su baja densidad.
- **Población de estudio:** conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado.
- **Unidad de estudio:** individuo o conjunto de individuos de donde se obtiene la información necesaria para la investigación.
- **Influencia:** consecuencia o cambio que produce una cosa sobre otra.
- **Pendiente:** inclinación que tiene el terreno con respecto a la horizontal.

## ANEXO 2: FICHA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD: INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

1. Título del Trabajo de Investigación propuesto  
“INFLUENCIA DE LOS NUEVOS CONDOMINIOS DE VIVIENDA SOBRE LA CAPACIDAD HÍDRICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA – LIMA EN EL AÑO 2019”
2. Indica la o las competencias del modelo del egresado que serán desarrolladas fundamentalmente con este Trabajo de Investigación:  
Analiza y diseña estructuras hidráulicas, formula y evalúa proyectos de aprovechamiento sostenible del agua.
3. Número de alumnos a participar en este trabajo. (máximo 2)  
Número de alumnos: 2
4. Indica si el trabajo tiene perspectivas de continuidad, después de obtenerse el Grado Académico de Bachiller, para seguirlo desarrollando para la titulación por la modalidad de Tesis o no.  
si.
5. Enuncia 4 o 5 palabras claves que le permitan realizar la búsqueda de información para el Trabajo en Revistas Indicadas en WOS, SCOPUS, EBSCO, SciELO, etc., desde el comienzo del curso y obtener así información de otras fuentes especializadas.

Ejemplo:

Palabras clave	Repositorio 1	Repositorio 2	Repositorio 3
1.- Caudal	SCIENCEDIRECT	EBSCO	RENATI
2.- Coeficiente	SCIENCEDIRECT	EBSCO	RENATI
3.- Retorno	SCIENCEDIRECT	EBSCO	RENATI
4.- Tirante hidráulico	SCIENCEDIRECT	EBSCO	RENATI
5.- Aguas residuales	SCIENCEDIRECT	EBSCO	RENATI

6. Como futuro asesor de investigación para titulación colocar:  
 (Indique sus datos personales)
  - a) Nombre:
  - b) Código docente:
  - c) Correo institucional
  - d) Teléfono:

7. Especifica si el Trabajo de Investigación:

- a) Contribuye a un trabajo de investigación de una Maestría o un doctorado de algún profesor de la UTP.
- b) Está dirigido a resolver algún problema o necesidad propia de la organización.
- c) Forma parte de un contrato de servicio a terceros.
- d) Corresponde a otro tipo de necesidad o causa (explicar el detalle):

8. Explica de forma clara y comprensible los objetivos o propósitos del trabajo de investigación.

El trabajo de investigación tiene por objetivo cuantificar el impacto generado mediante el caudal de entrega de las nuevas edificaciones en la red de alcantarillado del distrito de Puente Piedra-Lima en el año 2019.

9. Brinde una primera estructuración de las acciones específicas que debe realizar el alumno para que le permita iniciar organizadamente su trabajo

Determinar el área de estudio.

Planificación de la ejecución.

Recolección de datos.

Procesamiento de datos.

Análisis de resultados.

Conclusiones y recomendaciones.

10. Incorpora todas las observaciones y recomendaciones que consideres de utilidad para el alumno y a los profesores del curso con el fin de que desarrollen con éxito todas las actividades

Aplicar el RNE, OS. 0.70.

Manual de determinación de caudales

Aplicar los temas tratados en la unidad de aprendizaje 1, 2 y 3 del curso de hidrología e hidráulica de canales y abastecimiento.

11. Fecha y docente que propone la tarea de investigación

Fecha de elaboración de ficha (día/mes/año):

Docente que propone la tarea de investigación:

12. Esta Ficha de Tarea de Investigación ha sido aprobada como Tarea de Investigación para el Grado de Bachiller en esta carrera por:

(solo para ser llenada por la facultad)

Nombre: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha de aprobación de ficha (día/mes/año): 07/12/ 2019

## ANEXO 3: RESUMEN DE SIMILITUD (TURNITIN).

### Revisión 1

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>14%</b>	<b>12%</b>	<b>2%</b>	<b>9%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>documentacion.ideam.gov.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>www.upb.edu</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.sedapal.com.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.gilda-unams.it</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>fisicafacilfantastic.blogspot.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>www.definicionabc.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>ri.ues.edu.sv</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

10	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
11	<a href="http://lumen.com.mx">lumen.com.mx</a> Fuente de Internet	<1%
12	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
13	<a href="http://eprints.ucm.es">eprints.ucm.es</a> Fuente de Internet	<1%
14	<a href="http://www.reocities.com">www.reocities.com</a> Fuente de Internet	<1%
15	<a href="http://depedalbay.com.ph">depedalbay.com.ph</a> Fuente de Internet	<1%
16	<a href="http://www.sarinfo.bc.ca">www.sarinfo.bc.ca</a> Fuente de Internet	<1%
17	<a href="http://theibfr.com">theibfr.com</a> Fuente de Internet	<1%
18	<a href="http://www.sdcommute.com">www.sdcommute.com</a> Fuente de Internet	<1%
19	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
20	<a href="http://myslide.es">myslide.es</a> Fuente de Internet	<1%
21	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca	

	Trabajo del estudiante	<1%
22	<a href="http://www.radiolaluz.com">www.radiolaluz.com</a> Fuente de Internet	<1%
23	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1%
24	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1%
25	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1%
26	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
27	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1%
28	<a href="http://www.huber.mx">www.huber.mx</a> Fuente de Internet	<1%
29	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	<1%
30	"Encyclopedic Dictionary of Landscape and Urban Planning", Springer Nature, 2010 Publicación	<1%
31	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

32	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
33	<a href="http://www.cfp.gov.ar">www.cfp.gov.ar</a> Fuente de Internet	<1%
34	<a href="http://repositorio.unan.edu.ni">repositorio.unan.edu.ni</a> Fuente de Internet	<1%
35	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
36	<a href="http://www.conacyt.org.py">www.conacyt.org.py</a> Fuente de Internet	<1%
37	Submitted to Universidad de Cundinamarca Trabajo del estudiante	<1%
38	<a href="http://Impastor.web.aplus.net">Impastor.web.aplus.net</a> Fuente de Internet	<1%
39	<a href="http://www.oelainnovacionesyalianzas.org">www.oelainnovacionesyalianzas.org</a> Fuente de Internet	<1%
40	<a href="http://redaragon.com">redaragon.com</a> Fuente de Internet	<1%
41	<a href="http://repositori.uji.es">repositori.uji.es</a> Fuente de Internet	<1%
42	<a href="http://cybertesis.urp.edu.pe">cybertesis.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
43	Submitted to Systems Link Trabajo del estudiante	<1%

		<1%
44	greyisgood.eu Fuente de Internet	<1%
45	www.ub.es Fuente de Internet	<1%
46	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
47	www.cinea.org.ar Fuente de Internet	<1%
48	www.aquiestoypais.com Fuente de Internet	<1%
49	cali.gov.co Fuente de Internet	<1%
50	Submitted to Universidad Estatal a Distancia Trabajo del estudiante	<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## ANEXO 4: MODELAMIENTO HIDRÁULICO SEDAPAL

1012

**PMO SEDAPAL**

Anexo B – Modelamiento Hidráulico Alcantarillado

Cuadro N° B.2  
Valores de "n" Manning

Material de Tubería	n
Albañal	0.015
Concreto Reforzado (CR)	0.014
Concreto Simple Normalizado (CSN)	0.014
Poliéster Reforzado de Fibra de Vidrio (PRFV)	0.010
Concreto Pretensado (PRET)	0.014
Policloruro de Vinilo (PVC)	0.010
Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	0.010

### 3.4. DATOS DE CONDICIONES INICIALES DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Se refiere a los niveles de operación de cada componente hidráulico del sistema, y que se indica a continuación.

Cuadro N° B.3  
Datos de Condiciones Iniciales

Elemento	Datos de condición inicial
Tuberías de impulsión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abierta o cerrada</li> </ul>
Cámaras de Bombeo de Desagüe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel del desagüe</li> </ul>
Bomba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encendida (ON) ó apagada (OFF)</li> </ul>

### 3.5. DATOS DE CONTRIBUCIÓN DE DESAGÜE

Para la estimación del volumen de contribución de desagüe, son importantes los datos del catastro comercial en cuanto al número de conexiones, unidades de uso y volúmenes de agua potable por categoría de usuario.

Para este tipo de análisis, la contribución de desagüe está en función del consumo y el porcentaje de retorno al alcantarillado (según el Reglamento Nacional de Edificaciones y el Reglamento de Proyectos de SEDAPAL, es el 80%).

La contribución de desagüe para el análisis hidráulico, es asignada al buzón aplicando metodologías en función a la longitud de la tubería, área de drenaje para cada buzón o número de conexiones representado por cada buzón.

