



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de alcantarillado del  
Sector Wichanzao – La Esperanza – Trujillo – La Libertad**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Carpio Fernández, Mikhail Rolando (ORCID: 0000-0003-3655-1771)

**ASESORES:**

Mg. Rodríguez Beltrán, Eduar José (ORCID: 0000-0002-9289-9732)

Mg. Marlon Gastón, Farfán Córdova (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2019

## DEDICATORIA

A mi madre, a quien siempre amaré y cuidaré, mi fiel compañera de toda la vida, quien siempre me apoyó en los buenos y malos momentos. No pude haber tenido un mejor ejemplo de mujer, que nunca se rinde ante cualquier adversidad y siempre sale adelante.

No podría pasar por alto a mi ex pareja, que fue el pilar más importante en este trayecto de mi vida, quien me enseñó a luchar por las cosas más importantes y poner de lado las triviales, ella que me apoyó y me dio fortaleza en cada paso que di para llegar hasta este punto.

A mis hermanas, que siempre estuvieron conmigo, alentándome y acompañándome en todo el recorrido que di para llegar aquí.

A mi abuelita, siempre tuvo las palabras exactas para enseñarme a seguir el camino correcto y tomar las decisiones correctas.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida, guiarme siempre a ser una persona de buen corazón, cuidarme a lo largo de mi vida y enseñarme que estoy aquí para hacer y ser feliz.

A la Municipalidad Distrital de La Esperanza y al Consorcio Vial Aries, donde realicé mis prácticas pre profesionales y por brindarme apoyo y enseñanzas durante los 8 meses de prácticas.

A la Universidad César Vallejo, de manera especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Al Ing. Eduar José Rodríguez Beltrán, un sincero agradecimiento, por el apoyo y los consejos brindados en todo momento en este último tramo de mi carrera.

## INDICE

CARÁTULA.....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO .....	19
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	19
2.2. Operacionalización de variables .....	20
2.3. Población, muestra y muestreo.....	21
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
2.5. Procedimiento .....	21
2.6. Métodos de análisis de datos.....	21
2.7. Aspectos éticos .....	21
III. RESULTADOS .....	22
3.1. Ubicación geográfica.....	22
3.2. Recolección de datos .....	22
3.2.1. Resultados de encuestas .....	22
3.2.2. Datos del plano de alcantarillado existente .....	23
3.2.3. Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe.....	23
3.3. Periodo de diseño .....	24
3.3.1. Método Geométrico .....	24
3.3.2. Dotación del agua.....	24
3.3.3. Coeficiente de retorno .....	25
3.3.4. Variaciones de consumo (k1 y k2).....	25
3.3.5. Cálculo de caudales de aguas residuales .....	25
3.3.6. Caudal unitario de las aguas residuales .....	26
3.4. Cálculo hidráulico.....	26
3.4.1. Caudal para el inicio y fin del proyecto .....	26
3.4.2. Caudal de diseño.....	26

3.4.3.	Diámetro nominal.....	27
3.4.4.	Diámetro interno .....	27
3.4.5.	Pendiente .....	27
3.4.6.	Caudal a tubo lleno.....	27
3.4.7.	Velocidad a tubo lleno .....	27
3.4.8.	$Q/Q_0$ .....	27
3.4.9.	$V/V_0$ .....	28
3.4.10.	$Y/D$ .....	28
3.4.11.	Velocidad final .....	28
3.4.12.	Radio hidráulico.....	28
3.4.13.	Tensión tractiva .....	28
3.4.14.	Verificación.....	28
3.5.	Propuesta de mejora .....	30
3.5.1.	Cambio de pendientes.....	30
3.5.2.	Cambio de diámetro de tubería .....	31
3.5.3.	Redireccionamiento de caudal.....	32
IV.	DISCUSIÓN.....	33
V.	CONCLUSIÓN.....	34
VI.	RECOMENDACIONES .....	35
	REFERENCIAS.....	37
	ANEXOS .....	42

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Rango que colapso según el índice de Pomeroy .....	14
Cuadro 2 Infiltración de agua por unidad de longitud .....	16
Cuadro 3 Infiltración de agua por unidad de área .....	16
Cuadro 4 Coeficientes de rugosidad n .....	17
Cuadro 5 Operacionalización de variables .....	20
Cuadro 6 Resultados en porcentajes de las encuestas aplicadas .....	22
Cuadro 7 Datos del plano de alcantarillado existente .....	23
Cuadro 8 Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe.....	23
Cuadro 9 Dotación de agua.....	24
Cuadro 10 Tramos con fallas por pendiente .....	29
Cuadro 11 Tramos con deficiencia por caudal excedente.....	30
cuadro 12 Propuesta de cambio de cotas .....	30
Cuadro 13 Propuesta de diámetros corregidos .....	31
Cuadro 14 Nuevas cotas para redireccionamiento de caudal .....	32

## RESUMEN

Que una localidad grande o pequeña cuente con una red de alcantarillado es primordial para garantizar una población con buena salud, buena calidad de vida y un ambiente saludable, es por ello que debería ser una prioridad para los gobiernos nacionales, regionales y locales; por tal motivo me pareció pertinente plantear un proyecto que contribuya con este motivo. Dicho esto, el objetivo de la presente investigación es realizar el diagnóstico y plantear una propuesta de mejora del sistema de alcantarillado del Sector Wichanza con un área total de 48.1 has. La falla por pendiente según el diagnóstico se encuentra en los tramos 43-51, 19-20, 25-31, 39-47, 48-49 y 49-50. También se encontró un caudal excesivo para fin de proyecto en los tramos 25-31, 39-47, 47-48, 48-49, 49-50, 50-51 y 51-52. Como propuesta de mejora se corrigieron las cotas de fondo para obtener una pendiente correcta en todos los tramos mencionados, al ser aplicados a los tramos con caudal excesivo, se corrigieron, ya que, al tener más pendiente, la velocidad final aumentó y de esta manera el caudal ya no supera el 75% del diámetro de la tubería, entonces no fue necesario aumentar el diámetro de la tubería. Para los tramos 47-48, 48-49, 49-50 y 50-51 se propuso el cambio de diámetro de 200mm actual por una tubería de 250mm y para el tramo 51-52 una tubería con un diámetro de 315 o para no realizar el cambio de tubería se hizo otra propuesta, que consta de redireccionar el caudal que llega al buzón 3, para que de esta manera pase por los buzones 4, 5, 6, 7 y finalmente descargue en la tubería principal de la Av. José Gabriel Condorcanqui, con la finalidad de reducir el caudal que llega a la Avenida 6, así se evitaría el cambio de diámetros.

Palabras clave: Sistema de alcantarillado, diagnóstico de la red alcantarillado, propuesta de mejora del sistema de alcantarillado.

## ABSTRACT

That a large or small town has a sewage network is essential for a population with good health, good quality of life and a healthy environment, which is why it should be a priority for national, regional and local governments; For this reason, it is important for me to propose a project that contributes to this reason. That said, the objective of the present investigation is to make the diagnosis and propose a proposal to improve the sewage system of the Wichanzao Sector with a total area of 48.1 hectares. The slope failure according to the diagnosis is found in sections 43-51, 19-20, 25-31, 39-47, 48-49 and 49-50. Excessive flow was also found for the end of the project in sections 25-31, 39-47, 47-48, 48-49, 49-50, 50-51 and 51-52. As a proposal for improvement, the background levels were corrected to obtain a correct slope in all the sections affected, when applied to the sections with excessive flow, they were corrected, since, having more slope, the final speed, and in this way The flow no longer exceeds 75% of the pipe diameter, so it is not necessary to increase the pipe diameter. For sections 47-48, 48-49, 49-50 and 50-51, the current 200 mm diameter change was proposed for a 250 mm pipe and for section 51-52 a pipe with a diameter of 315 or for not to make the change of pipe another proposal was made, the constant of redirecting the flow that arrives at the mailbox 3, so that in this way it passes through the mailboxes 4, 5, 6, 7 and finally unloads in the main pipe of the Av. José Gabriel Condorcanqui, with the determination to reduce the flow that reaches the 6th Avenue, thus avoiding the change of diameters.

Keywords: Sewerage system, diagnosis of the sewerage network, proposal for improvement of the sewerage system.



## I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de Salud (OMS), el Sistema de saneamiento es esencial para la salud pública. Desde 1990 el número de personas que accedieron a contar con un Sistema de alcantarillado ha aumentado del 54% al 68%; Sin embargo, todavía existen más de 2300 millones de personas que siguen sin contar con algún método de acceso a este sistema. (Organización Mundial de Salud, 2019)

En países de bajos ingresos alrededor de 842 000 personas mueren a consecuencia de un saneamiento, insalubridad del agua y una higiene deficiente. El 58% del total de muertes por diarrea es por esta causa y saneamiento deficiente viene siendo la principal causa de unas 280 000 de esas muertes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014, párr. 17).

Las personas tienen el derecho de contar con un acceso al sistema de saneamiento. La resolución creada por la ONU, incita a que las organizaciones internacionales y los estados a brindar recursos financieros para la transferencia tecnológica y capacitación con fin de ayudar a los países. (Organización de las Naciones Unidas, 2010, párr. 1).

Toda población tiene la necesidad de deshacerse, tanto de las excretas como de los residuos producto de la alimentación. Tiempo atrás se ha venido analizando y tratando de resolver los problemas causados con la disposición de los residuos líquidos procedentes de las actividades domésticas, agrícolas e industriales. (Pérez, 2013, p.3).

Existen problemas cuando cierto sector no tiene dicho sistema, así como también se encuentran problemas cuando hay una red de alcantarillado, es decir, como en varias construcciones, estas requieren de un cuidado después de ejecutado, específicamente hablamos de un correcto mantenimiento (continuo), para evitar colapsos y para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, ya que es uno de los problemas principales que ocurre. (Exilda, 2014, párr. 15).

El problema del sistema de alcantarillado del Sector Wichanza, ocurre en los tramos 43-51, 19-20, 25-31, 39-47, 47-48, 48-49, 49-50, 50-51 y 51-52, ya que es donde más problemas se han reportado y según la encuesta aplicada, se ha confirmado que constantemente se presentan atoramientos. Según estos resultados se ha analizado el porqué de las fallas y de acuerdo a la topografía, la distribución de las redes y la visita de campo, se ha podido observar que los tramos 43-51, 19-20, 25-31, 39-47, 48-49 y 49-50 se debe a que no cumplen con la pendiente mínima que se establece para un caudal mínimo de 1.5lt/seg que viene a ser 4.55%. En el caso de los tramos 25-31, 39-47, 47-48, 48-49, 49-50, 50-51 y 51-52 es porque recibe demasiado caudal de aguas arriba y cuando se diseñó esta red, la zona Este de Wichanza, aún no estaba completamente habitada lo que presentó un crecimiento poblacional notable. Por otro lado, estos tramos tienen menor cota de terreno que la zona Oeste y Este, por lo que recolecta gran cantidad de ambos lados y absorbe en su mayoría las aguas pluviales mediante los buzones. Esto no se presenta en otras redes, ya que por lo general siempre la pendiente es de Este a Oeste de inicio a fin y la pendiente es constante.

Las fallas mencionadas dan lugar a la exposición de aguas residuales que presentan un problema crítico a la población de Wichanza, debido a que estas aguas emiten agentes patógenos que son perjudiciales para la salud de los pobladores, adicionalmente causan efectos negativos contaminando el medio ambiente, ya que estas aguas aún no han pasado por una planta de tratamiento.

Teniendo esto en cuenta se presentan los siguientes proyectos que fueron de gran apoyo en la tesis realizada, tomando provecho de las soluciones que estos autores dieron a su problemática se tuvo en cuenta algunas propuestas más favorables.

Cortés y Suárez (2015), en su proyecto de investigación evaluación y diagnóstico de la red de saneamiento básico sanitario del centro poblado Reventones Municipio de Anolaima, según el diagnóstico realizado se encontró que la red está en estado regular, teniendo como antigüedad 12 años, por otro lado, tubería expuesta, con deflexiones y filtraciones en la parte posterior de las casas de la calle principal. Estas

aguas servidas son vertidas en la quebrada el Platanal sin ningún tratamiento previo. El tramo ubicado en la finca Portugal necesita un cambio de tubería por encontrarse en un estado muy deteriorado ya que es el único tramo de material Gres y la cual ya superó su vida útil, finalmente la tubería de vertimiento no cumple con la fuerza tractiva mínima dificultando de esta manera el arrastre de sedimentos en las tuberías por todo lo antes mencionado y verificado se establece como resultado que el 62.22% del sistema funciona en forma correcta, lo que se concluye como regular según el RAS-2000.

Flores (2016), En su tesis 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 se evaluaron los caudales, pendientes, tirantes, velocidades, diámetros de tubería, profundidad de buzones entre otros parámetros. Lo que dio como resultado que en la Vía Expresa 1 los tramos 10, 11 y 15 son deficientes con un excedente de agua con relación a la capacidad de la red en 40%, 24% y 12% de igual manera con los tramos 6, 10 y 13 de Vía Expresa 2, con un exceso del 20%, 65% y 94%, por lo que al realizar el nuevo diseño se propuso que en Vía Expresa 1 se cambie de material de concreto simple normalizado (CSN) a policloruro de vinilo (PVC) y que además cambien los diámetros a 315mm, 400mm y 400mm respectivamente en cada tramo. Para Vía Expresa 2 de igual manera el cambio de material de la tubería y los diámetros nuevos serían 315mm, 355mm y 355mm respectivamente. Con el nuevo diseño también se encontró un sobredimensionamiento en la Calle Perú del tramo 1 al 4 con un margen de 100mm más sobre el nuevo diseño realizado.

Ulloa (2016), en su tesis diseño del sistema de agua y alcantarillado sanitario para el nuevo mercado El Progreso – La Hermelinda, menciona como problema que no cuentan con agua potable y alcantarillado provocando gran deterioro en las calles y avenidas por causa de erosión y se genera la proliferación de productos no biodegradables que al permanecer mucho tiempo en las calles causan mal olor y enfermedades, por tal motivo se aplicaron criterios técnicos en la ejecución del diseño del sistema de agua potable y alcantarillado de la habilitación del mercado del

Progreso según esto los colectores serán de 200mm, todos los buzones serán de concreto simple normalizado de 1.20m hasta 3.00m con diámetros de 1.20m y 1.50m, mientras que para los buzones con mayor profundidad serán de concreto armado. En las conexiones domiciliarias se usará PVC de 6" con una pendiente mínima de 15% de la caja domiciliaria al colector. Todo el diseño se hizo para una población futura de 20 años, el diseño es una red cerrada por gravedad.

Garcia (2018), en su tesis evaluación del funcionamiento del sistema de alcantarillado condominial en la zona R-Huaycán, Ate Vitarte encontraron que este presentaba fallas en el funcionamiento, por lo que aplicaron encuestas y fichas a la población con el fin de obtener información que les ayude a identificar los problemas y así empezar a calcular la dotación para obtener el caudal de retorno para diseñar una nueva red de alcantarillado condominial y comparar con el existente con la finalidad de dar una propuesta de mejora ya que el alcantarillado condominial es más económico que el convencional, el cual es más usado en el Perú. Los cálculos se realizaron con una proyección de 20 años contando con 892 habitantes que para el 2038 serían 1338 habitantes, al ser una zona de bajos recursos se calculó el porcentaje de viviendas que reciben agua potable para saber si cumplirá con la autolimpieza de las tuberías, contando con un 87.3% de la población, porque lo que es suficiente ya que este sistema trabaja por gravedad, lo que lleva a otro problema, que en la parte baja es donde más atoramientos se han registrado, por lo que se ha decidido aumentar el diámetro de las cámaras de inspección. Concluyendo según la evaluación y las recomendaciones que el sistema de alcantarillado condominial está en un estado aceptable.

Campomanes (2018), en su tesis propuesta de diseño del sistema de alcantarillado convencional en San Juan de Lurigancho tiene como objetivo realizar un diseño que permita mejorar la condición sanitaria en la A.F. 12 de octubre Nueva Generación-San Juan de Lurigancho para lo cual se hará el levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, cálculo de dotación, pendiente, velocidad y costos para una población de 984 habitantes con un coeficiente de crecimiento de 1.1% cuenta con

246 lotes y 60 buzones planteadas en una zona accidentada, obtenida como resultado de la topografía. Se concluyó que las tuberías serán de PVC con un diámetro de 8" con longitud de 1965,71ml, con buzones de concreto de 1.60m de diámetro externo, 0.20m d espesor y 1.20m de altura, para las conexiones domiciliarias se propuso un diámetro de 6" con una longitud de 380ml, El tirante de agua obtenido es de 55.3% encontrándose dentro de los parámetros mínimos según el Reglamento Nacional de Edificaciones. El diseño se hizo con una proyección de 20 años donde la población llegará a los 1793 habitantes.

Tuesta (2017), en su tesis diseño del sistema de alcantarillado sanitario para mejorar la salubridad en el AA.HH. 14 de febrero, Yurimaguas se usó como técnicas el Levantamiento topográfico, encuesta y trabajo en gabinete, usando como instrumentos un GPS, estación total, cuestionario y softwares como AutoCad, Civil 3D y S10 todos los que se aplicaron en el terreno natural, la población y los datos de los estudios topográficos. La longitud del levantamiento es de 1550.86m en los que se hicieron 7 calicatas dando como resultado que el suelo predominante es arena arcillosa y de menor proporción a arena limos, de un espesor de 1.5m en promedio, se encontró el nivel freático en las calicatas 2,3 y 7. Según el diseño se proyectaron 25 buzones con diámetros de 1.20m, con un total de 177 conexiones domiciliarias con una tubería de PVC de 200mm y para los emisores tubería de PVC de 160mm. Un dato importante a tener en cuenta es el reducir la magnitud de las excavaciones, para reducir costos, ya que las condiciones topográficas del lugar son críticas. El presupuesto total que se estimó para el proyecto es de S/. 963,609.23 soles.

Vásquez (2019), en su tesis diseño del sistema de alcantarillado para el Centro Poblado Menor Casa de Madera se ha observado que el sistema actual es deficiente, por lo que se hará un diseño completo de una nueva red de alcantarillado. La topografía es de tipo suave con una pendiente de 0.5 a 0.6, mientras que el suelo está compuesto por estratigrafía y es homogénea, según las calicatas aplicadas se encontraron estratos de 0 a 3 metros calificado de tipo ML. A\*6(10) como la más desfavorable que es arcilla inorgánica de plasticidad mediana y el nivel freático se

encuentra a 2.40m. Siguiendo los parámetros de la RNE se usaron los  $Q_p$ ,  $Q_{md}$ ,  $Q_{mh}$  y los coeficientes de variación más desfavorables para una proyección de 20 años que beneficiará a 500 pobladores. En cuanto al estudio de impacto ambiental, dio como resultado que los aspectos positivos superan a los negativos. El costo del proyecto asciende a S/. 934,386.52. En cuanto al diseño, la dotación del centro poblado es de 220 lts/hab/día. Según datos mencionados se usarán 20 buzones, 14 principales y 7 de menor dimensión, con la red principal de alcantarillado de 200mm que es el mínimo según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la longitud total de la tubería es de 1349,01ml de PVC clase S-25, la longitud total de las conexiones domiciliarias es de 767.70 ml, las profundidades de los buzones son de desde 1.20m hasta 3.55m con un diámetro de 1.20m.

Berrios y Cervantes (2015), en su tesis Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario condominial para la tercera etapa del barrio Nueva Vida en el Municipio de ciudad Sandino, Departamento de Managua, con periodo de diseño de 20 años (2018-2018). Tuvo como objetivo proponer disminuir la cantidad de enfermedades mediante un sistema de alcantarillado con un periodo de diseño de 20 años, contemplando las normas vigentes del país, de esta manera no solo se disminuirán las enfermedades sino que también la población tendrá una mejor calidad de vida, para el diseño se optó por un sistema de alcantarillado condominial por tener un menor costo de ejecución, pero lo más importante es que este sistema usa la gravedad para su funcionamiento siendo lo más importante buscar puntos estratégicos para su conexión, de esta manera de evita el uso de las bombas.

Quijada (2014), con la tesis titulada Estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la colonia de las Brisas de la Ciudad de Chiquimula, propone como objetivo hacer un diseño de alcantarillado para la población de Chiquimula. Aplicando una metodología cuantitativa brindando un proceso no experimental; dando como resultado un levantamiento topográfico, parámetros de diseño, cálculos hidráulicos tratamiento de aguas servidas, para dar mejor servicio y bienestar a todos los pobladores de la colonia de las brisas. Tiene como población actual 732 habitantes,

utilizo como instrumento fichas de recolección de datos. Como conclusión nos dice, dará solución a las aguas residuales que provienen de las casas vecinas y así alcanzar una mejora de vida a toda la población de las colonias de las brisas. Finalmente recomienda concientizar a los pobladores a no arrojar desperdicios al desagüe para así tenga un tiempo de vida útil.

Melgarejo (2015), en su tesis Evaluación para optimizar el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Marcará, del Distrito de Marcará – Provincia de Carhuaz – Áncash – 2015, tiene como objetivo optimizar el sistema de alcantarillado sanitario de Marcará, por lo que se hizo la evaluación del funcionamiento del alcantarillado, en este trabajo de investigación se optó por el uso de la metodología de investigación aplicada y descriptiva, y mediante los resultados se llegó a la conclusión de que el funcionamiento de dicho sistema es completamente deficiente, debido a la falta de mantenimiento e inadecuada operación por lo que queda en evidencia el desinterés de las autoridades competentes, ya que la población tampoco cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Jara y Peña (2016), en su tesis Evaluación y diseño del sistema de alcantarillado del Sector N° 1 de la ciudad de Chota del Departamento de Cajamarca aplicando el programa SewerCAD versión 8i, se aplicó el método de investigación aplicada, el que concluyó que el problema principal en la red se debía a que la tensión tractiva no cumplía con el mínimo de pendiente, por lo que se hizo una evaluación y diseño del sistema de alcantarillado usando el programa SewerCaD v8i para obtener un mejores resultados y de esta manera garantizar la tensión tractiva en un mínimo de 1Pa en todos los tramos, dando existencia a un autolimpiado de las tuberías de la red de la ciudad de Chita – Cajamarca.

Huallpa (2015), en su tesis Diseño del sistema de alcantarillado sanitario sin arrastre de sólidos, se verificó que las tuberías en acción son de diámetros mínimos de diseño, por lo que se encuentran problemas frecuentes de operación, por lo que el objetivo principal es el diseño del sistema de alcantarilla sin arrastre de sólidos en la Zona las

Lecherías, donde también se pudo apreciar que dos pozos de visita son demasiado pequeñas en comparación a las cámaras de inspección del sistema convencional.

Cerquín (2013), en su tesis Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del Jirón la Cantita en la ciudad de Cajamarca, se aplicó la metodología descriptiva y transversal para realizar el objetivo principal de realizar un diagnóstico de la red de alcantarillado del jirón de la Cantita de la ciudad de Cajamarca, con el propósito de encontrar deficiencias, con lo que se encontró que efectivamente en varios de los tramos de la red, no se cumple con la velocidad mínima por motivo de que la tensión tractiva está por debajo del mínimo permitido en el diseño.

Zepeda (2017), en su tesis diseño de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del Municipio de Turín, Departamento de Ahuachapán, El Salvador. La presente investigación nos da a conocer su objetivo que es mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad aplicando una metodología cuantitativa brindando un proceso no experimental, describe una población de 9996 pobladores, mantiene como instrumento una ficha de recolección de datos y entre sus principales conclusiones menciona que los diseños de las aguas residuales y la planta de tratamiento funcionaran por gravedad. El lapso del proyecto está diseñado a 20 años, instante en el que se esperará que trabaje a su máxima eficacia, no obstante, trabara a mayor caudal, pero su eficacia reducirá.

Ávila y Roncal, en su tesis modelo de red de saneamiento básico en zonas rurales, caso: Centro Poblado Aynaca-Oyón-Lima, consideró vital es estudio de la zona, para tener en cuenta todos los parámetros posibles en el momento del modelamiento de la red, de tal manera que satisfaga las diversas necesidades de los pobladores del pueblo Aynaca. La investigación fue de tipo explicativa ya que se buscó describir los problemas y las causas del mismo, por lo que se hizo uso de diversas encuestas en los que se pudo aclarar los siguientes puntos: Cantidad de pobladores, estudios anteriores y dotación. De acuerdo a lo anterior se pudo medir el impacto que causará dicho proyecto, reduciendo la escasez de agua y otorgando una mejor calidad de vida



a la población. Teniendo todo esto en cuenta se planteó que la mejor solución es enfocarse en los sistemas de captación, tomando puntos nuevos que generarán mayor caudal a la red de saneamiento básico en las zonas rurales. Por ende, se concluye que dicho sistema mejorará notablemente los servicios de agua potable y en el primer año de funcionamiento se beneficiarán 295 pobladores, que ocupan 85 viviendas en Oyón. El aporte brindado es netamente confiable y comprobado, el cual se puede usar como referente para algún proyecto de dicho carácter, aclarando que su elaboración es considerada para zona rural.

Doroteo (2014), en su tesis diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del Asentamiento Humano Los Pollitos – Ica, usando los programas WaterCAD y SewerCAD. Con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos del Asentamiento Humano Los Pollitos y reducir el índice de enfermedades, como también mejorar el sistema de agua potable y conexiones domiciliarias, se consideró como objetivo principal el diseño del alcantarillado y sistema de agua potable. Por lo que se tomaron los siguientes puntos mas importantes: N°1 – Realizar el diseño de la red de alcantarillado y sistema de agua potable considerando la población futura con el fin de obtener resultados con una proyección de crecimiento de 20 años. N°2 - Hacer uso de encuestas a la población, con el fin de identificar la cantidad de pobladores por vivienda, para hacer un cálculo preciso sobre la dotación de agua, el consumo máximo horario, consumo máximo diario y consumo promedio diario anual de la población y problemas frecuentes que se presentan constantemente. N°3 – Se definieron los requisitos necesarios para el diseño del sistema. N°4 – Se realizó el diseño de la red de alcantarillado y el sistema de agua potable detallando los plantas del proyecto y los cálculos empleados, los cuales pueden ser usados como referencia para trabajos futuros. Según el diseño se muestra que las presiones no deben ser menores de 10mca para que pueda existir una autolimpieza de las tuberías por gravedad y que en el empalme de la red de agua potable con el reservorio debe mantener los 25mca.

Flores (2017), en su tesis propuesta de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del AA.HH. los constructores Distrito Nuevo Chimbote – 2017. Tiene como objetivo elaborar una propuesta para diseñar una red de agua potable y alcantarillado; se concretó desarrollar métodos de estudios cuantitativo lo cual a la vez lleva una investigación no experimental, lo cual mantiene como trabajo de investigación la observación directa; utilizo como instrumento una ficha técnica, conformada con un número de viviendas de 882 casas, una población inicial de 3616 pobladores y una población futura de 4501 pobladores; teniendo como resultado los cálculos hidráulicos y diseñar los sistema de agua potable y alcantarillado, entre sus principales conclusiones menciona que el diámetro de la tubería en la red de alcantarillado se ha calificado que se utilizará tuberías de PVC ISO 4435 DN 200mm teniendo un tirante de agua de 59.3%, siendo menor a 75%, lo cual cumple los parámetros que la Norma OS.070 finalmente recomienda que considera como estudios primordiales a los estudios de suelo, estudios topográficos teniendo como base las normativas OS 010, OS050 y OS070 que son de agua y alcantarillado iniciando a la elaboración de la propuesta de diseño las necesidades de dicho asentamiento humano.

Siendo estas tesis muy importantes para el proyecto presentado, ya que son bases fundamentales para realizar el diagnóstico y diseño de la red de alcantarillado de Wichanza. Por otro lado, es importante saber las diferentes teorías y técnicas a usar en el proyecto de investigación, por tal motivo se presentan algunas bases teóricas que se aplicarán para realizar los objetivos planteados.

El propósito del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019) en cuanto al tema es aplicar las medidas exigibles para la ejecución de proyectos hidráulicos, que se aplica para una población mayor a 2000 habitantes. El sistema de alcantarillado es una red de tuberías con una correcta pendiente que tiene como propósito recolectar y evacuar las aguas residuales hasta una planta de tratamiento y está constituida por redes de recolección, que son las que recolectan las aguas de las viviendas, el ramal de colector, que conduce las aguas residuales de una o más casas hasta un conductor

principal, el ramal de colector se ubica en la vereda de los lotes y para culminar todo llega a la tubería principal. Las respectivas tuberías tienen que tener una pendiente mínima que se basa en la tensión tractiva, la cual consiste en garantizar que haya un esfuerzo necesario en el agua que baja por escurrimiento, para poder limpiar la tubería. La altura de la lámina debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final ( $Q_f$ ), igual o inferior a 75% del diámetro del colector. Los diámetros nominales de las tuberías no deben ser menores a 100mm. Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160mm.

Según Garcia (2009), el diseño dependerá de estudios previos, como es el levantamiento topográfico y el estudio de suelos, los cuales, no serán necesarios para el presente proyecto ya que el sistema de alcantarillado es existente y lo que se busca es encontrar los defectos que este presenta para dar la mejor propuesta de mejora. Después del levantamiento topográfico y el estudio de suelos se hace el estudio poblacional, para determinar la densidad poblacional y de esa manera generar el periodo de diseño, el cuál es uno de los datos más importantes para el diseño, ya que actualmente el crecimiento poblacional se ve reflejado en un mayor caudal de aguas residuales, lo que genera problemas en la red de alcantarillado que no ha sido diseñado para tal crecimiento, entonces lo que se busca es hacer un actual estudio de población, para obtener la información de cuánta población hay, y cuál será su tasa de crecimiento.

Para Villón (2007), menciona que el caudal de contribución al alcantarillado es el 80% del caudal de agua potable consumida, este es llamado coeficiente de retorno. Con este dato podremos calcular el caudal de diseño que se hará de acuerdo al inicio y fin del periodo de diseño, dicho cálculo se realizará cuando el caudal alcance su valor máximo horario. Para el dimensionamiento hidráulico se calcula el  $Q_i$  y  $Q_f$  para cada tramo, teniendo en cuenta que el mínimo es de 1.5 l/s, y el esfuerzo mínimo debe ser de 1 Pa, en el  $Q_i$ , para este valor se usará un coeficiente de Manning igual a 0.013. Según lo mencionado, se calcula la pendiente mínima con la siguiente ecuación:

$$S_{o\min} = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

Al lograr la Vf (velocidad final) de 5m/s, nos dará la pendiente máxima admisible, y cuando la Vf > Vc (velocidad crítica), el nivel del agua debe ser la mitad del diámetro de la tubería, para no perder la ventilación. Dicha Vc se calcula de la siguiente manera:

$$V_c = 6 * \sqrt{g * R_H}$$

Como información básica, el proyectista tiene que recopilar información de la zona donde se ejecutará el proyecto, para de esa manera reducir la vulnerabilidad del proyecto ante situaciones de emergencia. El periodo de diseño será de 20 años, por desgaste de equipos, estructuras y componentes. Según el manual de técnico tubosistemas sanitarias PAVCO (2014) la vida útil de los materiales de PVC está entre los 30 y 50 años.

En muchos países, ya se está empezando a diseñar para 30 años de vida útil. El crecimiento de la población se puede hallar de acuerdo al índice de crecimiento poblacional y la densidad según lo que establece la norma es de 6 hab/viv. (Pedroza, 2018, p.81).

Según Trapote (2018), el mantenimiento de las cámaras de inspección y tuberías, se realiza anualmente para retirar los fangos u otros que puedan generar obstrucciones a excepción de épocas de lluvia, donde se debe hacer con más frecuencia por la acumulación de arena producto del arrastramiento por el agua. Las deficiencias reportadas, serán atendidas en el menor tiempo posible, todos los mantenimientos serán registrados y almacenados con el fin de saber el estado de conservación y condiciones del sistema.

Según Metcalf (2002), el caudal se puede encontrar cuando el sistema es existente o si recién se va a diseñar, en el caso de que ya exista, se usaría la siguiente fórmula, que es para encontrar la tasa del caudal unitario. Se debe calcular todas las descargas que tenga de acuerdo a las áreas que esté dividido.

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

Mientras que cuando no exista, tenemos que hacer el cálculo para el inicio del plan:

$$Q_i = K_2 + Q_{pi} + Q_{infi} + Q_{ci}$$

Y otro para el final del plan:

$$Q_f = K_2 + Q_{pf} + Q_{inff} + Q_{cf}$$

Donde:

$K_2$  : Coeficiente máximo horario.

$Q_p$  : Caudal promedio.

$Q_{inf}$  : Caudal de contribución por infiltración  
(lluvia que ingresa por buzones, fluviales de casas, etc.).

$Q_c$  : Contribuciones singulares  
(por presencia de: cuartel, hospital, colegio, mercado, etc.)

Para encontrar el caudal por unidad de longitud, tendremos la siguiente fórmula:

$$q_{UL} = \frac{Q_D}{L_T}$$

Donde el  $Q_D$  será igual a la suma del caudal máximo horario con el caudal infiltrado:

$$Q_D = Q_{mh} + Q_{inf}$$

Ahora que tenemos definido como calcular el caudal por unidad de longitud, también podremos calcular por unidad de área, la cual está presentada por la siguiente fórmula:

$$q_{uA} = \frac{Q_D}{A}$$

Donde el  $Q_D$  está representado por la población, la densidad poblacional, y el área. Y para el cálculo de la tensión tractiva se tiene la siguiente fórmula:

$$\sigma = Y * g * R_h * S$$

Según Castillo (2014), el índice de Pomeroy es usado para saber la cantidad de ácido sulfhídrico que existe, ya que este ácido es altamente corrosivo por tal motivo perjudicial para sistemas de concreto, lo que podría conllevar a un posible colapso del colector, pero la solución para este tipo de caso es aumentar la pendiente o lo ideal que sería cambiar a un sistema de PVC. El cálculo para el índice está dado por la siguiente fórmula:

$$Z = 3(DBO_5)(1.07)^{t-20} * \frac{P}{(S^{1/2} * Q^{1/3} * H)}$$

$DBO_5$  = Demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales.

$t$  = Temperatura.

$P$  = Perímetro.

$S$  = Pendiente del colector.

$Q$  = Caudal promedio.

$H$  = Ancho del pelo de agua.

Cuadro 1 Rango que colapso según el índice de Pomeroy

Generación de H2S	Índice de Pomeroy Z
Colapso poco probable	<5.000
Posible colapso	5.000 – 10.000
Colapso muy probable	>10.000

Fuente: Instalaciones sanitarias de edificaciones. (Castillo, 2014, p. 154).

En cuanto al dimensionamiento hidráulico, tenemos al método de Manning, el cuál es el más usado en la actualidad, y su ecuación es la siguiente:

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

Donde:

- $V$  = Velocidad.  
 $n$  = Coeficiente de rugosidad.  
 $R$  = Radio hidráulico.  
 $S$  = Pendiente.

Tendremos dos casos planteado, el primero para tuberías con sección llena y el segundo para tuberías con sección parcialmente llena, mencionado esto, las siguientes fórmulas están dadas para sección llena:

- Velocidad :  $V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$   
 Continuidad :  $Q = V * A$   
 Caudal :  $Q = \frac{0.312}{n} * D^{8/3} * S^{1/2}$   
 Ángulo central :  $2\arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)$

Para las tuberías con sección parcialmente llena tendremos las siguientes:

- Radio hidráulico :  $R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360\text{sen}\theta}{2\pi\theta}\right)$   
 Velocidad :  $\frac{0.397 * D^{2/3}}{n} \left(1 - \frac{360\text{sen}\theta}{2\pi\theta}\right)^{2/3} * S^{1/2}$   
 Caudal :  $Q = \frac{D^{8/3}}{7257.15n(2\pi\theta)^{2/3}} * (2\pi\theta - 360\text{sen}\theta)^{5/3} * S^{1/2}$   
 Pendiente :  $S = \frac{\tau}{Pg \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360\text{sen}\theta}{2\pi\theta}\right)}$

La infiltración de aguas sub-superficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freático, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, cuando no son completamente impermeables. El aporte puede establecerse con base en los valores de los cuadros 2 y 3, en donde el valor inferior del rango dado corresponde a condiciones constructivas más apropiadas, mayor estanqueidad de colectores y estructuras complementarias y menor amenaza sísmica. La categorización de la infiltración en alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación. Puede expresarse por metro lineal de tubería o por su equivalente en hectáreas de área drenada. (López, 2003, p.396).

Por longitud:

Cuadro 2 Infiltración de agua por unidad de longitud

<b>Condiciones</b>	<b>Infiltración (L/s-km)</b>		
	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Tuberías existentes	4,0	3,0	2,0
Tuberías nuevas con unión de:			
- Cemento	3,0	2,0	1,0
- Caucho	1,5	1,0	0,5

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. (López, 2003, p.396).

Por Área:

Cuadro 3 Infiltración de agua por unidad de área

<b>Infiltración (L/s-ha)</b>		
<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
0,15 – 0,4	0,1 – 0,3	0,05 – 0,2

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. (López, 2003, p.396).



En la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2017) define los coeficientes de rugosidad para ser usados en el método de Manning, correspondientes a los diferentes acabados de los materiales de las cunetas de la berma central y las calles.

Cuadro 4 Coeficientes de rugosidad n

<b>Cunetas de las Calles</b>	<b>Coefficiente de Rugosidad n</b>
a. Pavimento de concreto 1) Acabado con llano de madera 2) Acabado escobillado	0.014 0.016
b. Cuneta de concreto con acabado de paleteado	0.012
c. Cuneta de concreto con pavimento asfáltico 1) Textura lisa 2) Textura rugosa	0.013 0.015
d. Pavimento asfáltico 1) Textura lisa 2) Textura rugosa	0.013 0.016
e. Para cunetas con pendiente pequeña	0.002

Fuente: OS.060 Drenaje pluvial urbano. (RNE, 2017, p.165).

El diámetro nominal mínimo para la red de colectores de un alcantarillado sanitario convencional debe ser de 8" (200mm). En alcantarillados simplificados o poblaciones pequeñas, puede justificarse la reducción a 6" (150mm) como diámetro mínimo. En la hipótesis de flujo uniforme y permanente, para la selección del diámetro se acostumbra utilizar la ecuación de Manning definida anteriormente. El diámetro

obtenido de esta ecuación se debe aproximar al diámetro nominal superior y con ello se obtiene un borde libre por encima de la lámina de agua hasta la clave de la tubería (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 2007, p.145).

Por la realidad problemática antes mencionada y verídica, llegamos a plantearnos la siguiente pregunta: ¿Cuál es el diagnóstico y propuesta de mejora del Sistema de alcantarillado del sector Wichanzaos – La Esperanza – Trujillo – La Libertad?

Entonces, en congruencia con el problema, si este se resuelve tendremos un sistema óptimo de alcantarillado, lo que dará lugar a una buena salud y correcto cuidado del medio ambiente, lo que se traduce en algo positivo para la población de Wichanzaos, ya que, la población dejará de tener pérdidas materiales porque las aguas residuales ingresan a las viviendas, causando estragos en estos y esto se convierte en pérdidas mayores cuando las casas afectadas son de adobe (construcción a base de tierra). Con un buen sistema de aguas residuales se evitará que eso suceda y ya no se malograrán las propiedades de los pobladores. Para dar solución a este problema el proyecto se realizará, aplicando las normativas vigentes y dando la mejor solución según los estudios teóricos sobre el tema. A todo esto, el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado evitará que se produzcan inundaciones, y con ello la exposición de agentes patógenos, los cuales son sumamente perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana.

Por lo antes mencionado se plantea el siguiente objetivo que es realizar el diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de alcantarillado del sector Wichanzaos - La Esperanza - Trujillo - La Libertad. Y para lograr esto se debe diagnosticar el sistema de alcantarillado actual, verificar el diseño del sistema actual y dar una propuesta de mejora.

Mediante esto el diagnóstico del sistema de alcantarillado, permitirá elaborar una propuesta de mejora del sector Wichanzaos - La Esperanza - Trujillo - La Libertad, a fin de mejorar la calidad de vida de dicho sector.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de investigación

- Según su finalidad : APLICADA
- Según su carácter : DESCRIPTIVO
- Según su naturaleza : CUANTITATIVA
- Según la temporalidad : TRANSVERSAL

#### Diseño de investigación:

Descriptivo: M - O

M: Sistema de alcantarillado del sector Wichanza - La Esperanza.

O: Resultados del diagnóstico del sistema de alcantarillado.

#### Variables:

Variable independiente: Diagnóstico de la red de alcantarillado actual.

Variable dependiente: Propuesta de mejora.

## 2.2. Operacionalización de variables

Cuadro 5 Operacionalización de variables

	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Diagnóstico de la red de alcantarillado o actual	Recolección de información para determinar el estado del sistema de alcantarillado actual.	Encuesta	Población (hab/viv)	Intervalo
				Incidentes de la red de alcantarillado (ud)	
			Visita de campo	Longitud entre Bz. (m)	Ordinal
				Diámetro de buzón (m)	
				Diámetro de tubería (m)	
				Altura de buzón (m)	
			Planos	Longitud entre Bz. (m)	Razón
				Diámetro de tubería (m)	
				Altura de buzones (m)	
				Cota final (m)	
				Cota de terreno (m)	
			Verificación de cálculo hidráulico actual	Pendiente (m/m)	Razón
				Diámetro (mm)	
				Tensión tractiva (Pa)	
Velocidad crítica (m/s)					
Incidentes	Número de atoros de desagüe (ud)	Razón			
Dependiente	Propuesta de mejora	Conjunto de medidas aplicables con el fin de mejorar el sistema de alcantarillado de Wichanza. (Pérez, 2013, p.29).	Periodo de diseño	Dotación de agua (lt/hab/día)	Razón
				Q promedio (lt/s)	
				Q máximo diario (lt/s)	
				Q máximo horario (lt/s)	
				Caudal unitario (lt/s.ha)	
			Cálculo Hidráulico	Cotas (m)	Razón
				Altura de buzones (m)	
				Pendiente (m/m)	
				Diámetro de tubería (m)	
				Caudal (lt/s)	
				Tensión tractiva (Pa)	
			Velocidad crítica (m/s)		
			Mantenimiento	Cronograma para limpieza de tuberías	Ordinal

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Población, muestra y muestreo

La población de la investigación son las redes del sistema de alcantarillado del sector Wichanzaio del Distrito de La Esperanza.

La muestra es parte 3 de Wichanzaio (dividido en 4 partes), donde existen colapsos con mayor frecuencia, producto de las deficiencias encontradas.

El muestreo es por conveniencia o no probabilístico, entonces no se usa fórmulas para generar la cantidad de la muestra.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El instrumento usado es una encuesta, el propósito es recolectar toda la información necesaria de la población para entender la problemática que existe y reunir los datos necesarios para el proyecto de investigación.

### 2.5. Procedimiento

El procedimiento de recolección de información, por medio de la encuesta, será aplicado directamente a los propietarios de las viviendas del sector Wichanzaio – Distrito de La Esperanza – Trujillo – La Libertad.

### 2.6. Métodos de análisis de datos

Para un cálculo más preciso y con el fin de facilitar el proyecto de investigación, se usa el programa S10 para realizar los cálculos de costo y presupuesto del proyecto, AutoCad para realizar el diagnóstico de la red de alcantarillado y Excel para realizar los cálculos hidráulicos.

### 2.7. Aspectos éticos

En el proyecto se ejecutarán correctamente los parámetros y reglas dados por el RNE de esta manera los cálculos se podrán usar en proyectos futuros o para la ejecución del mismo. Para garantizar la encuesta, se anotarán los datos de las personas encuestadas con DNI. La encuesta aplicada está validada por 3 ingenieros especializados en el área de sanitarias.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Ubicación geográfica

Wichanzaos es un sector del distrito de la Esperanza, provincia de Trujillo, departamento de la Libertad. Entre los paralelos 8°03'31" de latitud sur y los meridianos 79°03'06" de longitud oeste.

Con las coordenadas:

E: 714714 Y N: 9108710.7

El área total de la zona de estudio es de:

Área: 481008 m<sup>2</sup>

Perímetro: 3282.71 m

El sector Wichanzaos se encuentra a una altitud promedio de 117 m.s.n.m. Presenta un clima cálido, la temperatura generalmente se encuentra entre 17° y 27° C, con una temperatura promedio de 16° C a 22° C. Los suelos son de tipo limoso-arenoso.

#### 3.2. Recolección de datos

##### 3.2.1. Resultados de encuestas

Datos obtenidos en porcentajes de las encuestas aplicadas en el Sector Wichanzaos de la Esperanza.

Cuadro 6 Resultados en porcentajes de las encuestas aplicadas

PREGUNTA	SÍ %	NO%
¿Cuenta con el servicio de agua potable?	96%	04%
¿Usted cree que el agua que recibe ha sido tratada?	79%	21%
¿Cuenta con el servicio de alcantarillado?	96%	04%
¿Cuenta su vivienda con colectores de aguas pluviales, en techo o patio?	03%	97%
¿Frecuentemente hay problemas en la red de alcantarillado?	50%	50%
¿Su propiedad se ve afectado ante un problema en la red de alcantarillado?	67%	33%
¿Le gustaría que las aguas residuales se puedan reutilizar?	98%	02%

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Datos del plano de alcantarillado existente

Representación de los datos del plano de la red de alcantarillado actual del Sector Wichanza de la Esperanza, brindados por SEDALIB. Se hizo la visita de campo, con el fin de corroborar datos de los tramos donde se presentan fallas.

Cuadro 7 Datos del plano de alcantarillado existente

TRAMO	DIÁMETRO DE TUB. (mm)	DIÁMETRO DE BZ. (m)	LONGITUD (m)	ALTURA (m)
43-51	200	1.60	51.6	1.42
19-20	200	1.60	50.2	1.37
25-31	200	1.60	54.2	1.42
39-47	200	1.60	54.5	1.56
48-49	200	1.60	42.2	2.05
49-50	200	1.60	53.1	2.18

Fuente: Elaboración propia.

Los valores presentados en el cuadro, son los mismos que se pudieron medir en la visita de campo.

### 3.2.3. Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe.

Cantidad de solicitudes por servicio de atoro en el sector en estudio, representado por mes.

Cuadro 8 Cantidad de solicitudes de servicio por atoro de desagüe

Descripción	EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	AG	SE	OC	NO	DI
	E	B	R	R	Y	N	L	O	P	T	V	C
Solicitud	10	8	7	6	8	7	6	9	9	12	10	14

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Periodo de diseño

Para el cálculo de la población futura se ha empleado en método geométrico, con una proyección de 20 años, para el cual emplearemos los siguientes datos obtenidos del censo del 2007 del INEI.

Tasa de crecimiento (1993 – 2007): 2.59%

Promedio de personas por hogar: 4.29

Población total: 9 469

Viviendas: 2 207

Área verde y complejo deportivo: 11 418 m<sup>2</sup>

Educación, posta médica y capilla: 14 671 m<sup>2</sup>

#### 3.3.1. Método Geométrico

Según el método geométrico se asume que la población crece en proporción al tamaño de ésta. Por lo que el patrón es igual al usado en el método aritmético.

$$P_d = P_a(1 + r)^t$$

$$P_d = 9469(1 + 2.59)^{20}$$

$$P_d = 15791 \text{ habitantes para el 2039}$$

Nota: r = 2.59 según INEI para el Distrito de la Esperanza. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014)

#### 3.3.2. Dotación del agua

Al no encontrarse estudios de consumo de la zona, se usan los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Cuadro 9 Dotación de agua

DOTACIÓN		CLIMA
180 lt/hab/d		Frío
220 lt/hab/d		Templado o cálido
Lotes de área ≤ 90 m <sup>2</sup>	120 lt/hab/d	Frío
Lotes de área ≤ 90 m <sup>2</sup>	150 lt/hab/d	Templado o cálido

Fuente: OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017, p.220).



### 3.3.3. Coeficiente de retorno

Del caudal de consumo de la población, se considera el 80% como el retorno de estas aguas a la red de alcantarillado, el valor es dado por el RNE.

### 3.3.4. Variaciones de consumo (k1 y k2)

Según la norma OS.100 del RNE indica que, para conexiones domiciliarias, las variaciones de consumo del promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados por un análisis de información estadística. Los valores para k1 y k2 que presenta el RNE en forma general es de 1,3 y de 1,8 a 2,5 respectivamente.

### 3.3.5. Cálculo de caudales de aguas residuales

#### 3.3.5.1. Caudal medio (Qm)

- Caudal medio inicial

$$Q_{medio-inicial} = \left( \frac{C * Pi * Dotación}{86400} \right)$$

$$Q_{medio} = \left( \frac{0.8 * 9469 * 220}{86400} \right)$$

$$Q_p = 19.29 \text{ lps}$$

- Caudal medio final

$$Q_{medio-inicial} = \left( \frac{C * Pf * Dotación}{86400} \right)$$

$$Q_{medio} = \left( \frac{0.8 * 15791 * 220}{86400} \right)$$

$$Q_p = 32.17 \text{ lps}$$

#### 3.3.5.2. Caudal máximo diario (Qmd)

$$Q_{md} = k_1 * Q_p$$

$$Q_{md} = 1.3 * 32.17$$

$$Q_{md} = 41.82 \text{ lps}$$

#### 3.3.5.3. Caudal máximo horario (Qmh)

$$Q_{mh} = k_2 * Q_p$$

$$Q_{mh} = 1.8 * 32.17$$

$$Q_{mh} = 57.91 \text{ lps}$$

### 3.3.6. Caudal unitario de las aguas residuales

El caudal unitario a usar será en función de áreas tributarias:

- Caudal unitario inicial:

$$Q_{ui} = \frac{Q_{mh}}{\text{Área total de estudio}}$$

$$Q_u = \frac{34.72}{48.1}$$

$$Q_u = 0.72 \text{ lpt/seg} * \text{ha}$$

- Caudal unitario final:

$$Q_{uf} = \frac{Q_{mh}}{\text{Área total de estudio}}$$

$$Q_u = \frac{57.91}{48.1}$$

$$Q_{uf} = 1.2 \text{ lpt/seg} * \text{ha}$$

### 3.4. Cálculo hidráulico

Se realizaron dos cálculos, para la calle 5 y para la Mz. 40 del sector Wichanza, que es donde más incidentes se reportaron.

#### 3.4.1. Caudal para el inicio y fin del proyecto

$$Q_{calculado\ inicio} = 0.72 * 0.364 = 0.262 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{calculado\ fin} = 1.2 * 0.364 = 0.437 \text{ lt/seg}$$

#### 3.4.2. Caudal de diseño

Ya que los caudales encontrados fueron menores al que establece el RNE como mínimo, tomaremos:

$$Q_D = 1.5 \text{ lt/seg}$$

### 3.4.3. Diámetro nominal

Consideraremos un diámetro nominal mínimo según el Reglamento Nacional de Edificaciones:

$$D_N = 200 \text{ mm}$$

### 3.4.4. Diámetro interno

El diámetro interno se calcula descontando el espesor superior e inferior de la tubería para alcantarillado de 8 pulgadas.

$$D_i = 0.1922 \text{ m}$$

### 3.4.5. Pendiente

Se usarán las pendientes existentes en el sistema de alcantarillado actual, con el fin de economizar, pero se comprobará si la pendiente es la adecuada.

$$S = \frac{111.79 - 110.47}{51} = 0.0259 \text{ m/m}$$

*S = 25.9% mayor que 4.55% que es la pendiente mínima*

### 3.4.6. Caudal a tubo lleno

$$Q_o = \frac{0.312}{0.013} * 0.1922^{\frac{8}{3}} * 0.0259^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_o = 0.0475 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 47.5 \text{ lt/seg}$$

### 3.4.7. Velocidad a tubo lleno

$$V_o = \frac{0.397}{0.013} * 0.1922^{\frac{2}{3}} * 0.0259^{\frac{1}{2}}$$

$$V_o = 1.64 \text{ m/seg}$$

### 3.4.8. Q/Qo

$$\frac{Q}{Q_{o \text{ i-f}}} = \frac{1.5}{47.5} = 0.0316$$

#### 3.4.9. $V/V_o$

$$\frac{V}{V_{o\ i-f}} = 0.43 + \frac{0.49 - 0.43}{0.04 - 0.03} * (0.0316 - 0.03) = 0.4405$$

#### 3.4.10. $Y/D$

$$\frac{Y}{D_{o\ i-f}} = 0.03 + \frac{0.04 - 0.03}{0.14 - 0.12} * (0.0316 - 0.12) = 0.124$$

#### 3.4.11. Velocidad final

$$V_{f\ i-f} = 1.64 * 0.4405 = 0.721$$

#### 3.4.12. Radio hidráulico

El radio hidráulico se encuentra a partir de la fórmula de Manning.

$$R_h = \left( \frac{0.721 * 0.013}{0.0259^{1/2}} \right)^{3/2} = 0.0141$$

#### 3.4.13. Tensión tractiva

Para tener un correcto arrastre, según el RNE pide que como mínimo tenga 1Pa para una tubería con un coeficiente de Manning de 0.013

$$\tau = 1009 * 9.81 * 0.0141 * 0.0259$$

$$\tau = 3.60 \text{ Pa mayor a 1Pa}$$

#### 3.4.14. Verificación

##### 3.4.14.1. Criterio hidráulico

Para saber si el flujo es laminar o turbulento se una la velocidad crítica:

$$V_c = 6(9.81 * 0.0141)^{1/2} = 2.23 \text{ m/s}$$

$$V_f = 0.72 < V_c = 2.23 \therefore \text{El flujo es laminar}$$

Entonces el  $Y/D$  debería ser menor que 0.75 y el calculado es 0.124.

### 3.4.14.2. Criterio de autolimpieza

Comparamos nuestro resultado con el mínimo del Reglamento Nacional de Edificaciones

$$\tau = 3.6Pa > 1Pa$$

Estos cálculos se aplicaron para todos los tramos del sistema actual, de los cuales se encontraron fallas en los siguientes tramos:

Cuadro 10 Tramos con fallas por pendiente

Tramo	Long. (m)	C.F. Inicio (m)	C.F. Fin (m)	Pendiente (m/m)
43 - 51	51.6	105.51	105.3	0.0041
19 - 20	50.2	110.55	110.41	0.0028
25 - 31	54.2	110.64	110.49	0.0028
39 - 47	54.5	110.14	109.93	0.0039
48 - 49	42.2	107.48	107.3	0.0043
49 - 50	53.1	107.3	107.08	0.0041

Fuente: Elaboración propia.

En estos tramos la pendiente es menor a 0.0045 (4.5%), que es el mínimo permitido para que exista el criterio de arrastre de sólidos, ya que es fundamental para que funcione este sistema que es por gravedad.

Cuadro 11 Tramos con deficiencia por caudal excedente

Tramo	Calle	% de agua respecto al diámetro
39 - 47	Avenida 5	79%
25 - 31	Avenida 5	83%
47 - 48	Avenida 6	80%
48 - 49	Avenida 6	82%
49 - 50	Avenida 6	91%
50 - 51	Avenida 6	92%
51 - 52	Avenida 6	95%

Fuente: Elaboración propia.

El caudal máximo permitido por el Reglamento Nacional de Edificaciones es del 75% del diámetro de la tubería, y en estos tramos excede este límite.

### 3.5. Propuesta de mejora

#### 3.5.1. Cambio de pendientes

Se cambiaron las cotas de los tramos deficientes para lograr obtener una pendiente que se encuentre dentro del rango permitido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

cuadro 12 Propuesta de cambio de cotas

Tramo	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Pendiente (m/m)	% de pendiente
43 - 51	105.51	105.25	0.0050	5.00%
19 - 20	111.25	110.41	0.0167	16.70%
25 - 31	110.64	110.21	0.0079	7.90%
39 - 47	109.65	108.50	0.0211	21.10%
48 - 49	108.10	106.95	0.0273	27.3%
49 - 50	106.95	106.50	0.0085	8.50%

Fuente: Elaboración propia.

En los tramos 25 – 31 y 39 – 47, donde fallaba por caudal excesivo se le consideró una pendiente alta para evitar el cambio de tubería con un diámetro mayor. De esta manera todos los tramos superan el 4.55% mínimo según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 3.5.2. Cambio de diámetro de tubería

Para los tramos 47 – 48, 48 – 49, 49 – 50 y 50 – 51 con fallas por caudal excesivo se hizo el cambio del diámetro de tubería, del actual de 200 mm por una tubería de 250 mm, mientras que para el tramo 51 – 52 se realizó el cambio de 200mm por un diámetro de 315, ya que este tramo recibe más caudal del tramo 43 – 51.

Cuadro 13 Propuesta de diámetros corregidos

Tramo	Calle	Diámetro (mm)	S (m/m)	Vf (lt/seg)	% de agua respecto al diámetro
47 - 48	Avenida 6	250	0.0079	1.02	44%
48 - 49	Avenida 6	250	0.0273	1.78	35%
49 - 50	Avenida 6	250	0.0085	1.08	48%
50 - 51	Avenida 6	250	0.0237	1.78	45%
51 - 52	Avenida 6	315	0.0076	1.17	46%

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera todos los tramos transportan las aguas residuales con un porcentaje de caudal inferior al 75% que es el máximo permitido según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 3.5.3. Redireccionamiento de caudal

Se cambió la dirección del caudal de aguas arriba que llegan al buzón 3, para que de esta manera estas aguas sigan por el buzón 4, 5, 6, 7 y finalmente a la red principal de la Av. José Gabriel Condorcanqui.

Cuadro 14 Nuevas cotas para redireccionamiento de caudal

Tramo	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Pendiente (m/m)	% de agua respecto al diámetro
3 - 4	113.34	112.68	0.0127	19%
4 - 5	112.68	112.02	0.0133	19%
5 - 6	112.02	111.52	0.0103	21%
6 - 7	111.52	110.04	0.0296	13%
7 - 53	110.04	109.77	0.0055	32%

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de nuevas cotas para cambiar el caudal de aguas arriba en las que se aprecia en cumplimiento tanto en pendientes como en el porcentaje menor al 75% del diámetro de las tuberías.



#### IV. DISCUSIÓN

Los cálculos hidráulicos se hicieron con una proyección de 20 años, ya que es lo ideal considerando la duración de los materiales que se usan en una red de alcantarillado, usando el mismo criterio que Campomanes (2018) quien usó el mismo periodo, ya que, según el Reglamento Nacional de Edificaciones, recomienda que sean 20 años.

Con respecto a la profundidad de la red de distribución se optó por tomar unas alturas promedio, que cumpla con las mínimas pero que sea económico para el proyecto, tal y como lo hizo Tuesta (2017), considerando que la profundidad mínima es de 1m según el Reglamento Nacional de Edificaciones, con el fin de que los vehículos no deformen la tubería con el peso, o puedan dañar de una manera considerable la red de alcantarillado, ya que en PVC en máximo de deformación permitido debe encontrarse entre el 2% y 5%.

## V. CONCLUSIÓN

El diagnóstico del sistema de alcantarillado del Sector Wichanza, se realizó mediante encuestas, visita de campo, planos de la red, y cálculos hidráulicos, con los cuales se pudieron recolectar los datos suficientes para detectar el problema que presentaba la red y para poder generar una propuesta de mejora con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas del sector.

En la verificación según el diagnóstico aplicado, se encontró la falla por pendiente en los tramos 43-51, 19-20, 25-31, 39-47, 48-49 y 49-50 y excesivo caudal, que supera el 75% de la tubería en los tramos 25-31, 39-47, 47-48, 48-49, 49-50, 50-51 y 51-52. Entonces la red actual siempre presentará fallas en los tramos mencionados, ya que no existe la suficiente tensión tractiva (mayor a 1Pa) para el criterio de autolimpieza de la tubería y el flujo en los tramos de falla por caudal excesivo es turbulento.

Se planteó la propuesta de mejora cambiando las cotas de fondo, para corregir las pendientes en los tramos 43-51, 19-20, 25-31, 39-47, 48-49 y 49-50, como también en los tramos 25-31 y 39-47, para que de esta manera exista el criterio de autolimpieza, al realizar este cambio también se logró reducir del 75% del caudal que pasaba por estos tramos. En la Avenida 6 se propuso el cambio de diámetro de tubería, siendo para los tramos 25-31, 39-47, 47-48, 48-49, 49-50, 50-51 una tubería de 250mm y para el tramo 51-52 un diámetro de tubería de 315mm. También se puede optar por la propuesta planteada de redireccionar el caudal hacía la tubería principal de la Av. José Gabriel Condorcanqui, de esta los tramos de la Avenida 6 trabajaría con normalidad con el diámetro actual de 200mm.

## VI. RECOMENDACIONES

Sustituir el uso de concreto simple normalizado (CSN) por policloruro de vinilo (PVC), ya que estas son más fáciles de instalar, son más ligeras, tienen mayor resistencia y tiene una mayor resistencia a la corrosión.

Se recomienda el uso del Reglamento Nacional de Edificaciones (OS. 060, OS. 070, OS. 100), con el fin de que los cálculos hidráulicos cumplan con los parámetros mínimos.

Realizar el correcto mantenimiento de las tubería y cajas de inspección, con los tiempos adecuados planteados en la propuesta de mantenimiento; esto debe ser realizado por las autoridades competentes.

Mientras se siga de forma estricta las especificaciones técnicas planteadas en el proyecto, será posible el uso de las propuestas de mejora realizados en el proyecto.

En lo posible hacer que la velocidad final no sea superior a la velocidad crítica, y si es así, el agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector, para asegurar la ventilación del tramo.

El recubrimiento de las tuberías no debe ser menos que 1m, ya que si es menor podría verse afectado por el tránsito vehicular.

No tomar la pendiente mínima para el cálculo de las cotas, ya que podría perjudicar al caudal máximo que soporta la tubería para el final del plan (20años).

Se recomienda la implementación de charlas informativas con el fin de fomentar una correcta educación sanitaria, ya que uno de los problemas más graves es que los pobladores desechan productos inorgánicos al desagüe.

Como en toda ejecución de un proyecto, se debe hacer con el personal técnicamente calificado, con el fin de garantizar una correcta ejecución de acuerdo al expediente técnico.

Los parámetros de diseño planteados por el Reglamento Nacional de Edificaciones, están sujetos para localidades mayores a 2000 habitantes.

## REFERENCIAS

Ávila y Roncal. Modelo de red de saneamiento básico en zonas rurales caso: centro poblado Aynaca-Oyón-Lima. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería, 2014, 95pp.

Berrios y Cervantes. Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario condominial para la tercera etapa del barrio Nueva Vida en el Municipio de ciudad Sandino, Departamento de Managua, con periodo de diseño de 20 años (2018-2038). Tesis (Ingeniero Civil). Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ingeniería, 2015, 87pp.

CAMPOMANES, Anthony. Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado convencional, A.F. 12 de octubre Nueva Generación – San Juan de Lurigancho -2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 178 pp.

CASTILLO, Luis. Instalaciones sanitarias de edificaciones. 2.<sup>a</sup> ed. Lima, Perú: Macro. 2014. 50pp.  
ISBN: 9786123042417

Cerquín, Roger. Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del Jirón la cantuta en la ciudad de Cajamarca. Tesis (Bachiller en Ingeniería). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2013. 90pp.

Cortés y Suárez. Evaluación y diagnóstico de la red de saneamiento básico sanitario del centro poblado de Reventones Municipio de Anolaima de acuerdo con los criterios de RAS 2000. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José Caldas, Facultad Tecnológica, 2015. 66 pp.

Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Coyoacán, México: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, 2007. 145pp. ISBN: 9789688178805

DOROTEO, Frank. Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano Los Pollitos – Ica, usando los programas WaterCAD y SewerCAD. Tesis (Título de Ingeniero). Lima, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014. 127 pp.

FLORES, Adriana. 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 (Título de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2016. 87 pp.

FLORES, Victor. Propuesta de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del asentamiento humano Los Constructores Distrito Nuevo Chimbote. Tesis (Tesis de Grado). Chimbote: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 125pp.

GARCÍA, Elizabeth. Saneamiento en poblaciones rurales. 2.<sup>a</sup> ed. Lima, Perú: Navarro. 2009. 127pp.  
ISBN: 8572393040

GARCÍA, José. Evaluación del funcionamiento del sistema de alcantarillado condominial en la Zona R-Huaycán, Ate Vitarte, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 84 pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. Censos de población y vivienda 2007. Disponible en: <http://ineidw.inei.gob.pe/ineidw/#>

Huallpa, Fabiola. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario sin arrastre de sólidos. Tesis (Bachiller en Ingeniería). Potosí: Universidad Autónoma Tomas Frías, Facultad de Ingeniería, 2015. 98pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. 25 de noviembre de 2014. Disponible en:

<https://proyectos.inei.gob.pe/endes/endes2007/10.%20Salud/20Diarrea%20Aguda.html>

Jara, Eder y Peña, Fernando. Evaluación y diseño del sistema de alcantarillado Sector N° 1 de la ciudad de Chota del departamento de Cajamarca aplicando el programa SewerCAD versión 8i. Tesis (Bachiller en Ingeniería). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, 2016, 125pp.

LÓPEZ, Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Colombia: Escuela colombiana de ingeniería, 2003. 396pp. ISBN: 9588060362

Manual técnico tubosistemas sanitaria (Perú). PAVCO. Lima. 15 de febrero de 2014.

Melgarejo, Antuan. Evaluación para optimizar el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Marcará, del Distrito de Marcará – Provincia de Carhuaz – Áncash – 2015. Tesis (Bachiller en Ingeniería). Marcará: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Facultad de Ingeniería, 2015, 189pp.

METCALF, Eddy. Ingeniería sanitaria: redes de alcantarillado y bombeo de obras residuales. 2ª ed. Colombia: Labor, 2002. 89pp. ISBN: 958220782

NIEVES, Exilda. Sistema de alcantarillado está en crisis. El Correo: Lima, Perú, 22 de octubre del 2014. párr. 15.

Organización Mundial de Salud. 14 de junio de 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>

Organización de las Naciones Unidas. Resolución A/RES/64/292. 28 de julio de 2010.

Disponible

en:

[https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml)

PEDROZA, Edmundo. Hidráulica básica: historia, conceptos previos y ecuaciones [en línea]. México: Gema Alín Martínez Ocampo, 2018 [fecha de consulta: 15 de junio de 2019]. Disponible en: [https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros\\_html/hidraulica/Libro-hidraulica-basica.pdf](https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/hidraulica/Libro-hidraulica-basica.pdf)

ISBN: 9786078629114

PÉREZ, Rafael. Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras. Bogotá, Colombia: Andrea del pilar sierra, 2013. 13pp.

ISBN: 9789587710281

QUIJADA, Ramón. titulada Estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la colonia de las Brisas de la Ciudad de Chiquimula. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 116pp.

Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú). OS.070 Redes de aguas residuales. Lima: 2017. 187-194 pp.2

Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú). OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. Lima: 2017. 220-222 pp.

TUESTA, Yul. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para mejorar la salubridad en el AA. HH 14 de febrero, Yurimaguas – 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 101 pp.



TRAPOTE, Arturo. Infraestructuras hidráulico – sanitarias II saneamiento y drenaje urbano. 3ª ed. Madrid, España: Universidad de Alicante, 2018. 125pp. ISBN: 9788497175470

Ulloa, Martín. Diseño del sistema de agua y alcantarillado sanitario para el nuevo mercado El Progreso – la Hermelinda – Trujillo – La Libertad. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2016. 65 pp.

VÁSQUEZ, Jeiner. Diseño del sistema de alcantarillado para el centro poblado menor casa de madera, Distrito de Pomalca, Provincia de Chiclayo – Lambayeque, 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 58 pp.

VILLÓN, Máximo. Hidráulica de canales. Lima, Perú: Tecnológica de Costa Rica, 2007. 71pp. ISBN: 99778660816

ZEPEDA, Mario. En su tesis diseño de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del Municipio de Turin, Departamento de Ahuachapán, el salvador. Tesis (Tesis de Grado). El Salvador: Universidad del Salvador, Facultad de Ingeniería, 2017. 94pp.

## ANEXOS

Propuestas de mejora para el sistema de alcantarillado:

PROPUESTA 1: Cambio de pendiente en el tramo 43 – 51 con cota inicial de 105.51 y cota final de 105.3 por las cotas 105.5 para la cota inicial y cota final de 105.25. En el tramo 25 - 31 con cota inicial de 110.64 y cota final de 110.41 por las cotas 110.64 para la cota inicial y cota final de 110.21. En el tramo 39 - 47 con cota inicial de 110.14 y cota final de 109.93 por las cotas 109.65 para la cota inicial y cota final de 108.50. En el tramo 19 - 20 con cota inicial de 110.35 y cota final de 110.41 por las cotas 110.25 para la cota inicial y cota final de 110.41. En el tramo 48 - 49 con cota inicial de 107.48 y cota final de 107.30 por las cotas 108.10 para la cota inicial y cota final de 106.95. En el tramo 49 - 50 con cota inicial de 107.30 y cota final de 107.08 por las cotas 106.95 para la cota inicial y cota final de 106.50.

Beneficios según la alternativa:

- Mejoramiento del sistema de alcantarillado.
- Disminuir la incidencia de contraer enfermedades dérmicas, parasitarias y gastrointestinales.
- Ahorro económico en los gastos por salud.
- Se mejora la cobertura del sistema de alcantarillado.

PROPUESTA 2: Cambiar el diámetro de 200 mm a 250 mm para los tramos 47 – 48, 48 – 49, 49 – 50 y 50 – 51, mientras que para el tramo 51 – 52 un diámetro de tubería de 315 mm, de esta manera lograremos que el caudal que pasa por estos tramos de la Avenida 6 sea inferior al 75% del diámetro de las tuberías, con la finalidad de cumplir con los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones – OS.070 Redes de aguas residuales.

Beneficios según la alternativa:

- Mejoramiento del sistema de alcantarillado.

- Disminuir la incidencia de contraer enfermedades dérmicas, parasitarias y gastrointestinales.
- Ahorro económico en los gastos por salud.
- Se mejora la cobertura del sistema de alcantarillado.

PROPUESTA 3: Redireccionar el caudal de aguas arriba que llega al buzón 3, cambiando el curso en el tramo 3 – 11 por el tramo 3 – 4, que continuará por los tramos 4 – 5, 5 – 6, 6 – 7 y finalmente llegará a la tubería principal de la Av. José Gabriel Condorcanqui. La cota de 114.63 del buzón 4 será reemplazado por una cota de 112.68, en el buzón 5 de 113.97 por 112.02, en el buzón 6 de 113.14 por 111.52, en el buzón 7 de 111.79 por 110.04, de esta manera se reducirá el caudal que llega a la Avenida 6, así ya no se aumentará el diámetro de los tramos 47-48, 48-49, 49-50, 50-51 y 51-52.

Beneficios según la alternativa:

- Mejoramiento del sistema de alcantarillado.
- Disminuir la incidencia de contraer enfermedades dérmicas, parasitarias y gastrointestinales.
- Ahorro económico en los gastos por salud.
- Se mejora la cobertura del sistema de alcantarillado.

#### IMPACTO AMBIENTAL SEGÚN LAS TRES PROPUESTAS:

No genera ningún impacto ambiental negativo durante la ejecución de la obra; ya que se ha considerado el regado de la zona a fin de neutralizar la emanación de polvos, así también colocación de accesorios y señalizaciones para evitar accidentes y ruidos molestos en la zona de incidencia.

Así también el material excedente producto de las roturas de pistas, veredas y cambios de tuberías de cemento será trasladado a un área denominado botadero de desmonte del milagro, ubicándose a 5km de la zona de investigación.

Panel fotográfico



Midiendo diámetro de buzón.



Encuesta a la población Wichanza.



Midiendo longitud entre buzones.



Calle 5

## PROPUESTA 1: Cambio de pendientes

### Cambio de pendiente del Tramo 43 – 51

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
43 - 51	51.6	5	22	12.192	0.07	0	12.262	8.851	8.851	107.69	107.85	105.51	105.25	2.18	2.6	200	0.1922	0.0050	20.9596	0.7220	0.4223	0.9610	0.4511	0.6938	0.0453	2.2589	3.9994	Laminar	OK
								14.760	14.760												0.7042	1.1219	0.7164	0.8100	0.0571	2.8493	4.4918	Laminar	OK

### Cambio de pendiente del Tramo 25 – 31

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
25 - 31	54.2	13	56	18.602	0.182	0	18.784	13.559	13.559	113.52	112.58	110.64	110.21	2.88	2.37	200	0.1922	0.0079	26.2999	0.9059	0.5155	1.0078	0.5164	0.9129	0.0486	8.5195	4.1445	Laminar	OK
								22.611	22.611												0.8597	1.2886	0.8584	1.1674	0.0703	5.5229	4.9837	Laminar	OK

### Cambio de pendiente del Tramo 39 – 47

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
39 - 47	54.5	13	56	19.596	0.182	0	19.778	14.276	14.276	111.89	110.94	109.65	108.5	2.24	2.44	200	0.1922	0.0211	42.8915	1.4774	0.3328	0.8951	0.3954	1.3224	0.0407	8.5038	3.7919	Laminar	OK
								23.807	23.807												0.5551	1.0279	0.5065	1.5186	0.0501	10.4643	4.2064	Laminar	OK

### Cambio de pendiente del Tramo 19 – 20

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
19 - 20	50.2	14	61	0.042	0.196	0	0.238	0.172	1.500	112.54	111.7	111.25	110.41	1.29	1.29	200	0.1922	0.0167	38.1951	1.3156	0.0393	0.4864	0.1386	0.6400	0.0163	2.7016	2.4001	Laminar	OK
								0.286	1.500												0.0393	0.4864	0.1386	0.6400	0.0163	2.7016	2.4001	Laminar	OK

### Cambio de pendiente del Tramo 48 – 49

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
48 - 49	42.2	12	52	37.866	0.168	4.87	42.904	30.969	30.969	110.03	109.71	108.1	106.95	1.93	2.76	250	0.2402	0.0273	88.3280	1.9480	0.3514	0.9119	0.4115	1.7763	0.0523	14.1123	4.2985	Laminar	OK
								51.645	51.645												0.5847	1.0437	0.3926	2.0331	0.0641	17.2808	4.7566	Laminar	OK

### Cambio de pendiente del Tramo 49 – 50

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
49 - 50	53.1	15	65	42.904	0.21	0	43.114	31.121	31.121	109.71	108.53	106.95	106.5	2.76	2.03	250	0.2402	0.0085	49.2567	1.0863	0.4824	0.9912	0.4819	1.0768	0.0593	4.9737	4.5760	Laminar	OK
								51.898	51.898												0.6872	1.1088	0.6957	1.2045	0.0702	5.8846	4.9774	Laminar	OK

### PROPUESTA 2: Cambio de diámetros

#### Cambio de diámetro del Tramo 47 – 48

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
47 - 48	50.9	8	35	31.758	0.112	0	31.87	23.004	23.004	110.94	110.03	108.5	108.1	2.44	1.93	250	0.2402	0.0079	47.4326	1.0461	0.4850	0.9925	0.4841	1.0382	0.0594	4.6212	4.5805	Laminar	OK
								38.363	38.363												0.6521	1.0842	0.6547	1.1341	0.0678	5.2759	4.8942	Laminar	OK

#### Cambio de diámetro del Tramo 487 – 49

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
48 - 49	42.2	12	52	31.996	0.168	4.87	37.034	26.732	26.732	110.03	109.71	108.1	106.95	1.93	2.76	250	0.2402	0.0273	88.3280	1.9480	0.3514	0.9119	0.4115	1.7763	0.0523	14.1123	4.2985	Laminar	OK
								44.579	44.579												0.5047	1.0023	0.5053	1.9526	0.0603	16.2641	4.6145	Laminar	OK



### Cambio de diámetro del Tramo 49 – 50

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	τ (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
49 - 50	53.1	15	65	37.034	0.21	0	37.244	26.884	26.884	109.71	108.53	106.95	106.5	2.76	2.03	250	0.2402	0.0085	49.2567	1.0863	0.4824	0.9912	0.4819	1.0768	0.0593	4.9737	4.5760	Laminar	OK
								44.832	44.832												0.6872	1.1088	0.6957	1.2045	0.0702	5.8846	4.9774	Laminar	OK

### Cambio de diámetro del Tramo 50 – 51

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	τ (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
50 - 51	52.8	16	69	37.244	0.224	10.7	48.168	34.769	34.769	108.53	107.85	106.5	105.25	2.03	2.6	250	0.2402	0.0237	82.3273	1.8157	0.4578	0.9789	0.4690	1.774	0.0582	13.6368	4.5334	Laminar	OK
								57.982	57.982												0.7043	1.1219	0.7125	2.0370	0.0714	16.7318	5.0216	Laminar	OK

### Cambio de diámetro del Tramo 51 – 52

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	τ (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
51 - 52	50.1	6	26	60.43	0.084	0	60.514	43.680	43.680	107.85	106.79	105.25	104.87	2.6	1.92	315	0.3026	0.0076	86.2650	1.1988	0.4578	0.9789	0.4690	1.1735	0.0733	5.5040	5.0883	Laminar	OK
								72.843	72.843												0.7214	1.1359	0.7324	1.3617	0.0916	6.8800	5.6889	Laminar	OK



## PROPUESTA 2: Redireccionamiento de caudal

### Redireccionamiento de caudal del tramo 3 – 11 por 3 – 4

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
3 - 4	51.9	7	31	0	0.098	8.664	8.762	6.325	6.325	115.76	115.55	113.34	112.68	2.42	2.87	200	0.1922	0.0127	33.2973	1.1469	0.1899	0.7647	0.2890	0.8770	0.0321	4.0467	3.3695	Laminar	OK
								10.547	10.547												0.3168	0.8889	0.3885	1.0195	0.0403	5.0714	3.7721	Laminar	OK

### Continuación del tramo 3 – 4 a 4 – 5

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
4 - 5	49.8	7	31	0	0.098	8.664	8.762	6.325	6.325	115.76	115.29	112.68	112.02	3.08	3.27	200	0.1922	0.0133	33.9921	1.1709	0.1861	0.7586	0.2850	0.8882	0.0318	4.1667	3.3492	Laminar	OK
								10.547	10.547												0.3103	0.8862	0.3851	1.0376	0.0401	5.2616	3.7636	Laminar	OK

### Continuación del tramo 4 – 5 a 5 – 6

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
5 - 6	48.5	8	35	8.762	0.112	0	8.874	6.405	6.405	115.29	114.51	112.02	111.52	3.27	2.99	200	0.1922	0.0103	29.9802	1.0327	0.2137	0.7944	0.3136	0.8203	0.0340	3.4736	3.4672	Laminar	OK
								10.682	10.682												0.3563	0.9169	0.4166	0.9469	0.0422	4.3073	3.8609	Laminar	OK

### Continuación del tramo 5 – 6 a 6 – 7

TRAMO	LONG (m)	N°VIV	N°HAB	ÁREA CONTRIBUCIÓN (has)				Qcalculado (lt/seg)	Qdiseño (lt/seg)	COTAS DE TERRENO		COTA DE FONDO		he (m)		DN (mm)	Di (m)	S (m/m)	Qo (lt/s)	Vo (m/s)	Q/Qo	V/Vo	y/D	Vf	Rh	C (Pa)	Vc	Laminar o Turbulento	Criterio de autolimpieza
				Aarr	En Marcha	OC	Total			INICIO	FIN	INICIO	FIN	Bi	Bf														
6 - 7	50	6	26	8.874	0.084	0	8.958	6.466	6.466	114.51	113.21	111.52	110.04	2.99	3.17	200	0.1922	0.0296	50.8003	1.7498	0.1273	0.6813	0.2429	1.1922	0.0270	7.9222	3.0902	Laminar	OK
								10.783	10.783												0.2123	0.7931	0.3122	1.3879	0.0340	9.9499	3.4631	Laminar	OK

Encuesta realizada a los pobladores del sector Wichanzao



**ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL SECTOR DE WICHANZAO – DISTRITO DE LA ESPERANZA – TRUJILLO**

Nombre de la tesis: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL SECTOR WICHANZAO – LA ESPERANZA – TRUJILLO – LA LIBERTAD

Alumno: Mikhail Rolando Carpio Fernández

PREGUNTAS

1.- ¿Cuenta con el servicio de agua potable?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

2.- ¿Usted cree que el agua que recibe ha sido tratada?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

3.- ¿Cuenta con el servicio de desagüe?

4.- Si su respuesta es no, ¿Cómo evacúa las aguas residuales?

5.- ¿Cuántas personas viven en casa?

6.- ¿Cuenta su vivienda con colectores de aguas pluviales, en techo o patio?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

7.- ¿Dónde drena el agua pluvial recolectada?

Al desagüe	<input type="checkbox"/>
A la calle	<input type="checkbox"/>

8.- ¿Frecuentemente hay problemas en la red de alcantarillado?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

9.- Si su respuesta es sí, ¿Cuáles son los motivos?

Antigüedad de la red de alcantarillado	<input type="checkbox"/>
Crecimiento poblacional	<input type="checkbox"/>
Conexiones ilícitas	<input type="checkbox"/>
Atoramientos	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento inadecuado	<input type="checkbox"/>

10.- ¿Su propiedad se ve afectado ante un problema en la red de alcantarillado?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

11.- ¿Le gustaría que las aguas residuales se puedan reutilizar?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

12.- El uso del agua es de tipo:

Doméstico	<input type="checkbox"/>
Restaurant	<input type="checkbox"/>
Industrial	<input type="checkbox"/>
Centro educativo	<input type="checkbox"/>
Viviendas taller	<input type="checkbox"/>
Hotelería	<input type="checkbox"/>

Alex A. Herrera Viloche  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 68256  
 Reg. Consultor 010703

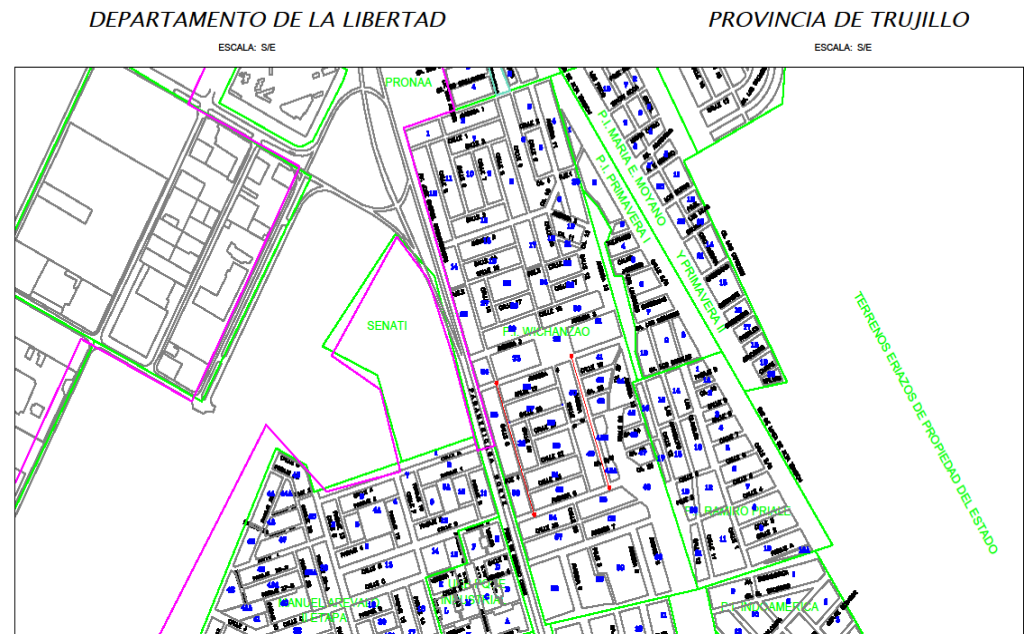
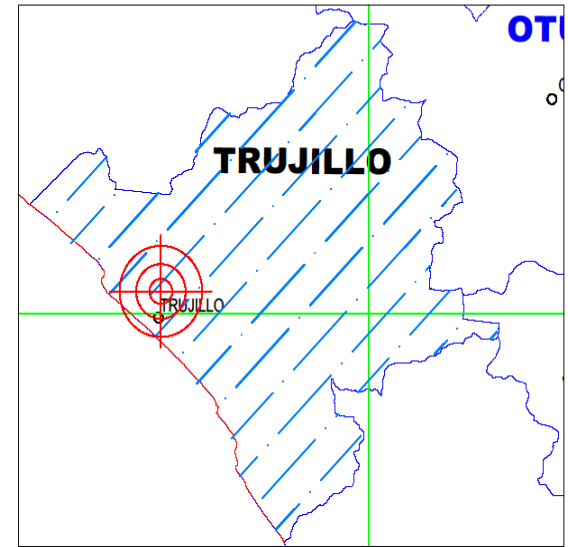
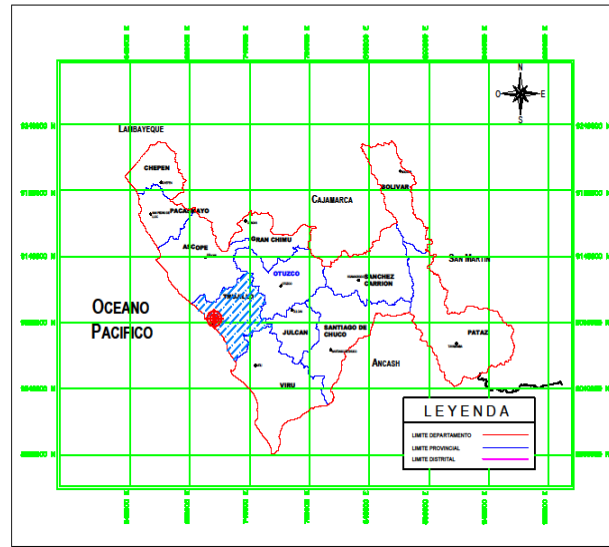
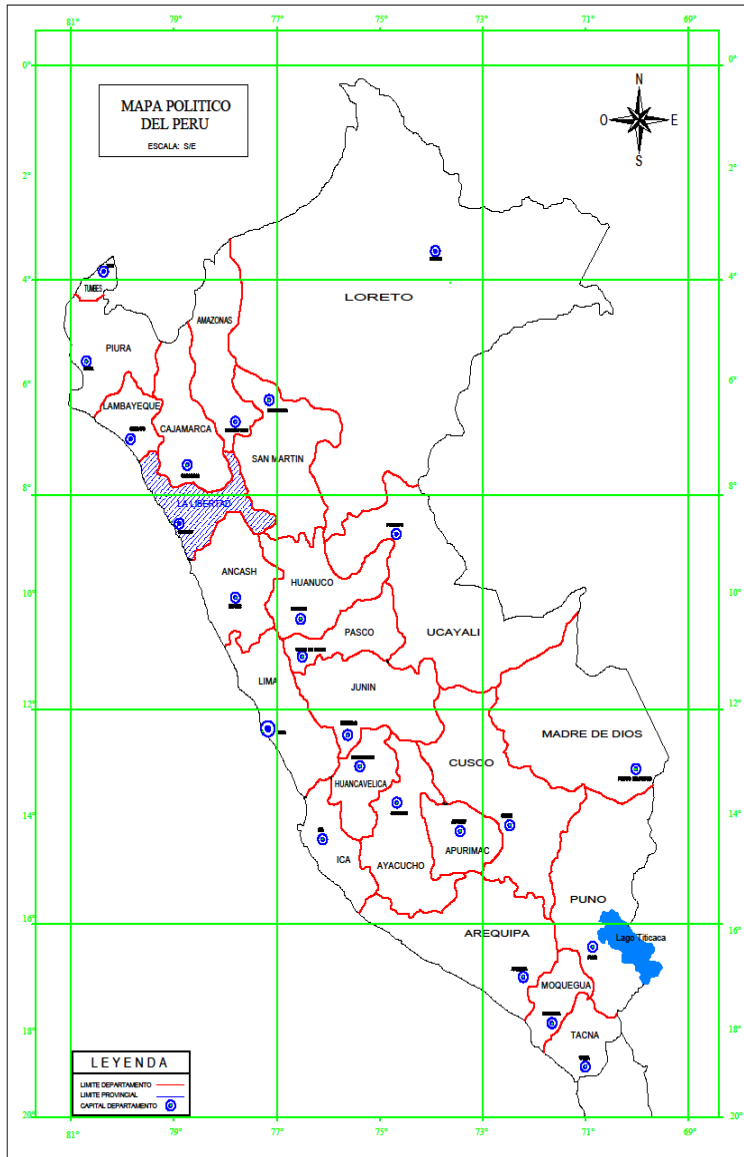
Juan H. Castillo Chávez  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. 157889

Eduar José Rodríguez Beltrán  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 213722

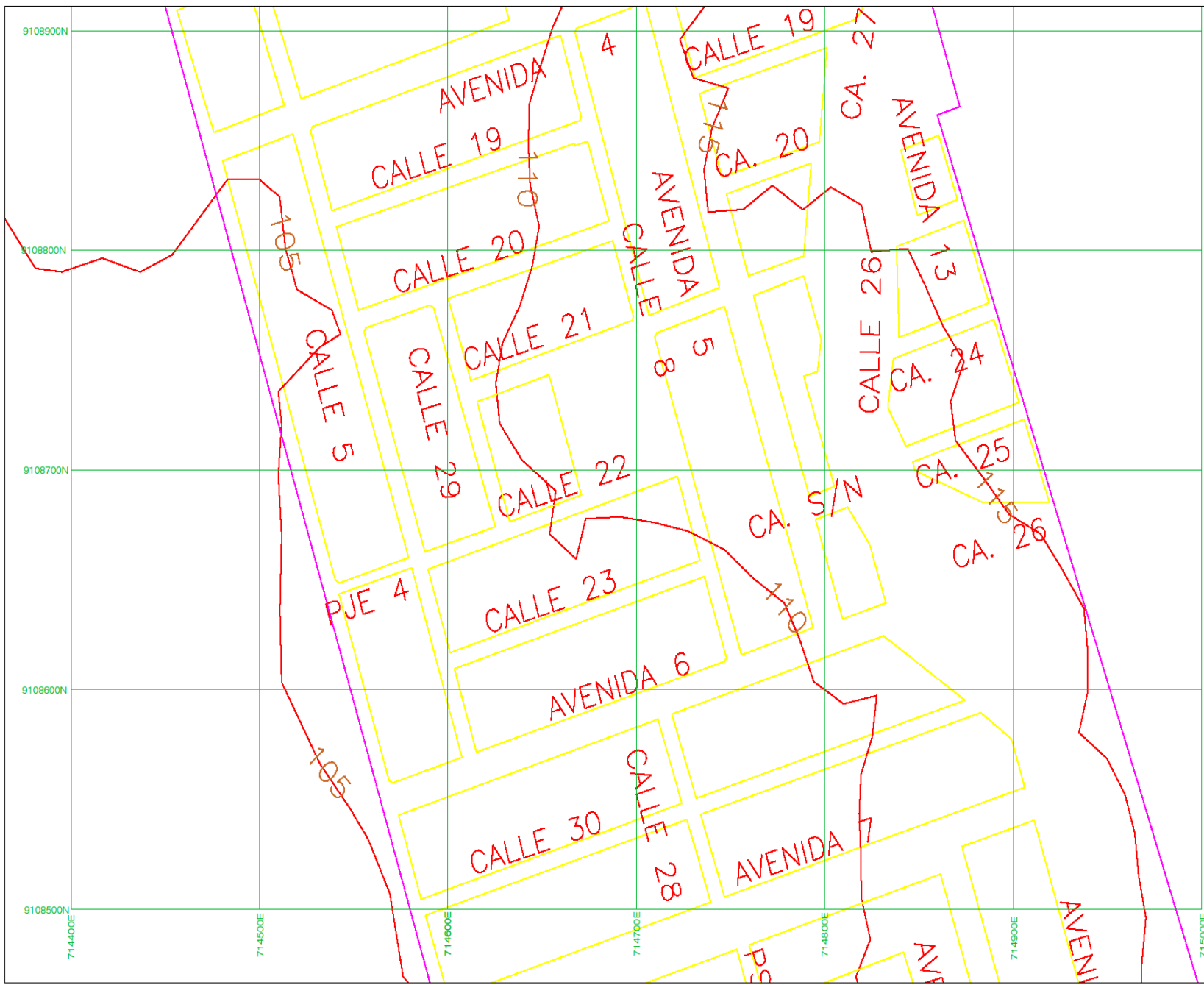
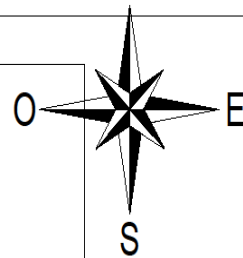
## Operacionalización de variables

	VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Diagnóstico de la red de alcantarillado actual	Recolección de información para determinar el estado del sistema de alcantarillado actual.	Encuesta	Población ( $\frac{hab}{viv}$ )	Intervalo
				Incidentes de la red de alcantarillado ( $ud$ )	
			Visita de campo	Longitud entre Bz. (m)	Ordinal
				Diámetro de buzón (m)	
				Diámetro de tubería (m)	
			Planos	Altura de buzón (m)	Razón
				Longitud entre Bz. (m)	
				Diámetro de tubería (m)	
				Altura de buzones (m)	
				Cota final (m)	
			Verificación de cálculo hidráulico actual	Cota de terreno (m)	Razón
				Pendiente (m/m)	
				Diámetro (mm)	
Tensión tractiva (Pa)					
Incidentes	Velocidad crítica (m/s)	Razón			
	Número de atoros de desagüe ( $ud$ )				
Dependiente	Propuesta de mejora	Conjunto de medidas aplicables con el fin de mejorar el sistema de alcantarillado de Wichanza. (Pérez, 2013, p.29).	Periodo de diseño	Dotación de agua ( $\frac{lt}{hab/día}$ )	Razón
				Q promedio ( $lt/s$ )	
				Q máximo diario ( $lt/s$ )	
				Q máximo horario ( $lt/s$ )	
				Caudal unitario ( $\frac{lt}{s \cdot ha}$ )	
			Cálculo Hidráulico	Cotas (m)	Razón
				Altura de buzones (m)	
				Pendiente (m/m)	
				Diámetro de tubería (m)	
				Caudal ( $lt/s$ )	
				Tensión tractiva (Pa)	
			Mantenimiento	Velocidad crítica (m/s)	Ordinal
				Cronograma para limpieza de tuberías	

Fuente: Elaboración propia.

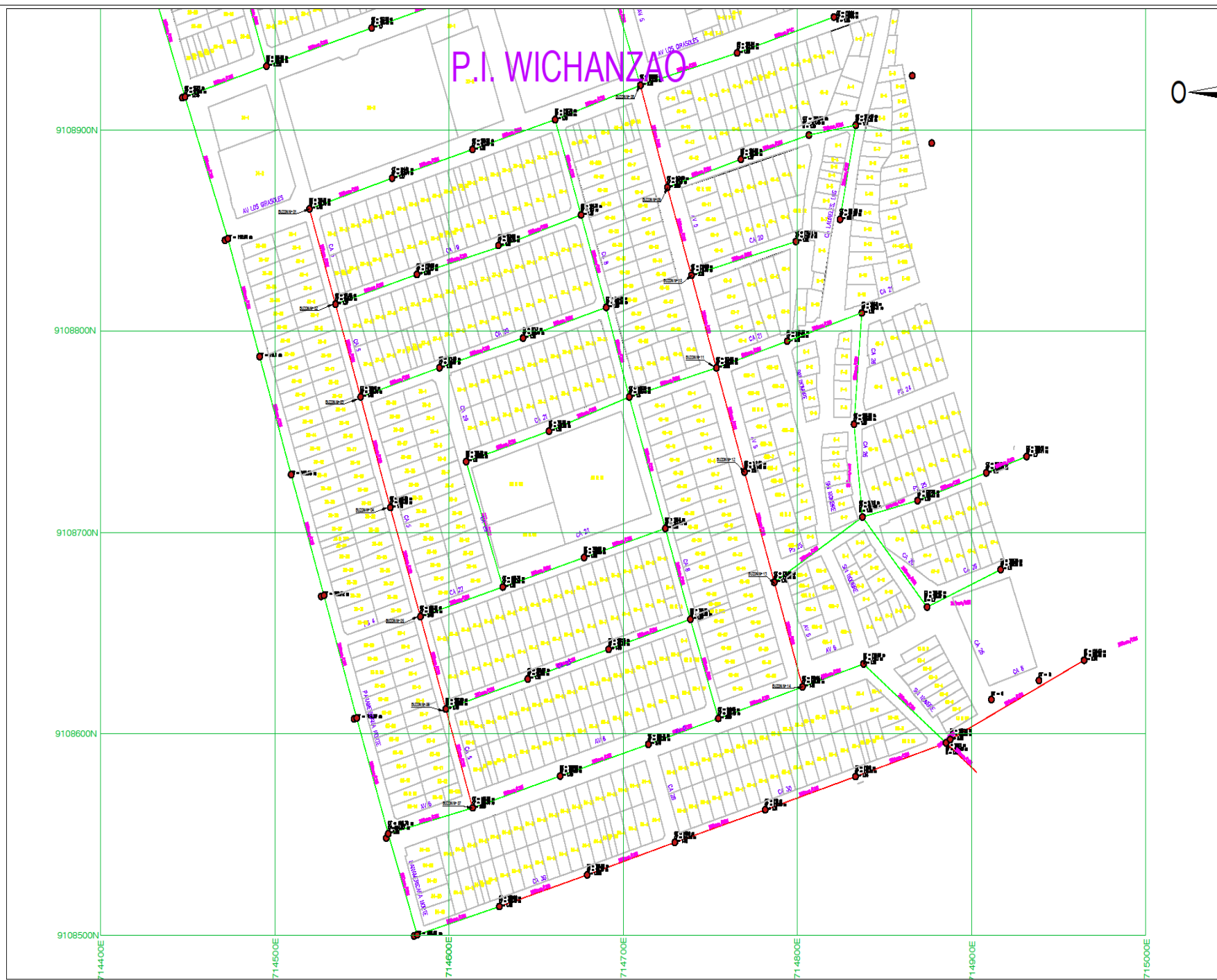
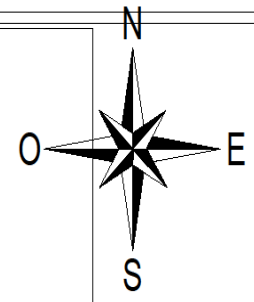


**UBICACION:**  
 Sector : Wichanzao  
 Distrito : Trujillo  
 Provincia : Trujillo  
 Departamento : La Libertad  
 Region : La Libertad




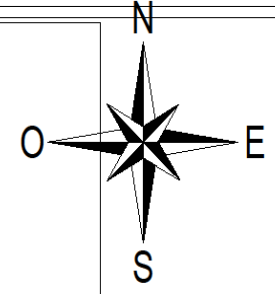
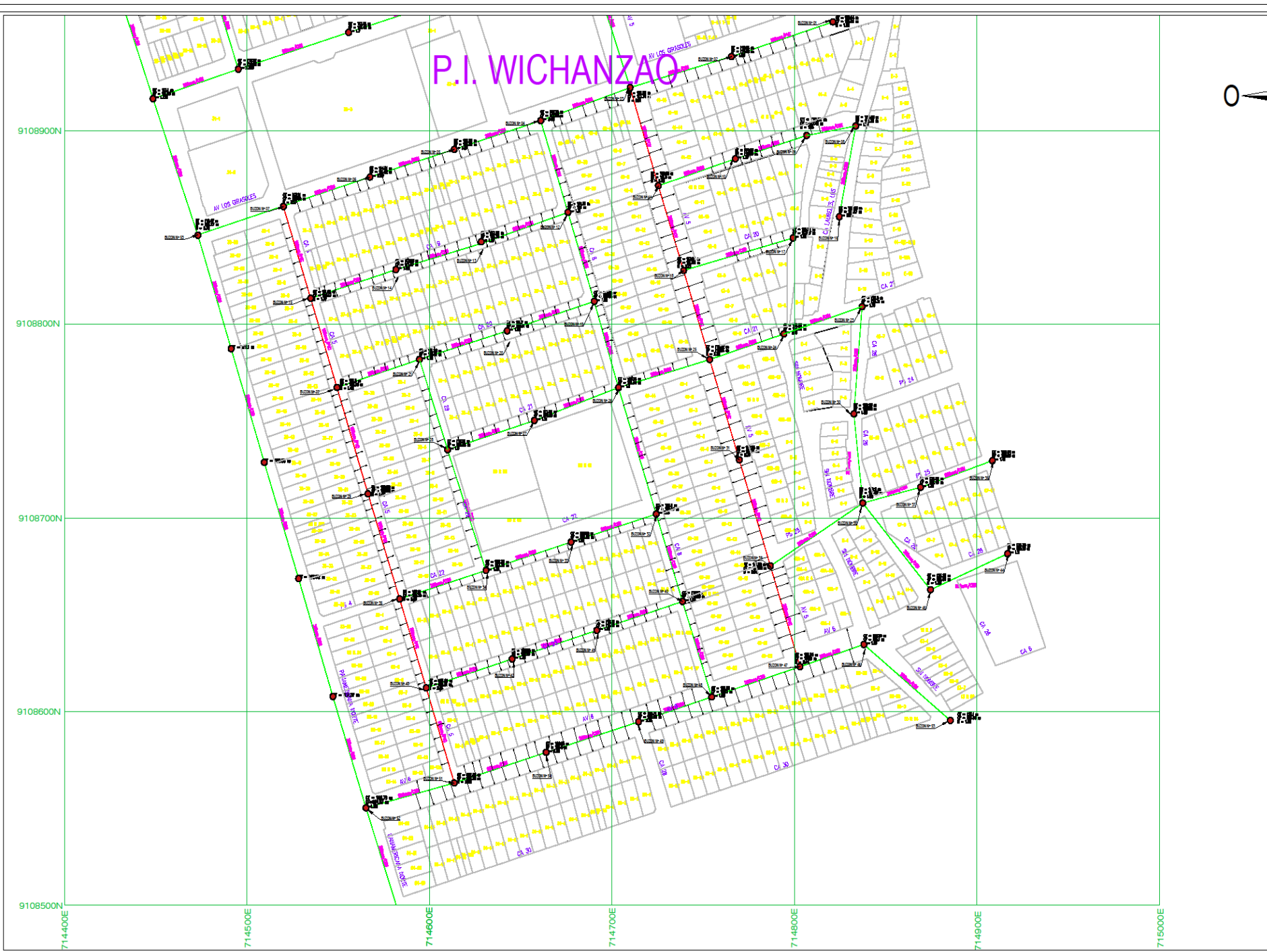
DETALLE DE RED DE DISTRIBUCION  
ESC 1:1000





DETALLE DE RED DE DISTRIBUCION  
ESC 1:1000

 FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL EN INGENIERÍA CIVIL	<b>TESISTA:</b> CARPIO FERNÁNDEZ, Mikhail R.	<b>PROYECTO:</b> "DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL SECTOR WICHANZAO - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD"	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>PLANO:</b> PLANO DE DISTRIBUCION EXISTENTE	<b>N° LAMINA:</b> <b>PDE-01</b>
		<b>ASESOR:</b> ING. RODRÍGUEZ BELTRAN, José E.		<b>FECHA:</b> DICIEMBRE 2019		



DETALLE DE RED DE DISTRIBUCION  
ESC 1:1000