

---

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL  
CENTRO POBLADO JESÚS MARÍA, SECTOR RURAL  
UBICADO EN EL DISTRITO DE LA ARENA-PROVINCIA  
DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2019

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**AUTOR:**

BACH. MADERO PINGO, LESSLIE CAROLL

ORCID: 0000-0001-9952-096X

**ASESOR:**

MGTR. CHILÓN MUÑOZ, CARMEN

ORCID: 0000-0002-7644-4201

**PIURA – PERU**

**2019**

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Madero Pingo, Lesslie Caroll

ORCID: 0000-0001-9952-096X

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado

PIURA – PERÚ

### **ASESOR**

Chilón Muñoz, Carmen

ORCID: 0000-0002-7644-4201

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad Ingeniería,

Escuela Profesional De Ingeniería Civil

### **JURADO**

Chan Heredia, Miguel Ángel

ORCID: 0000-0001-9315-8496

Córdova Córdova, Wilmer Oswaldo

ORCID: 0000-0003-2435-5642

Alzamora Román, Hermedernesto

ORCID: 0000-0002-2634-7710

**HOJA DE FIRMA DE JURADO Y ASESOR**

**Mgtr. Chan Heredia Miguel Ángel  
PRESIDENTE**

**Mgtr. Córdoba Córdoba Wilmer Oswaldo  
MIEMBRO**

**Dr. Alzamora Román, Hermedernesto  
MIEMBRO**

**Mgtr. Chilon Muñoz Carmen  
ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por permitirme llegar hasta aquí, por guiarme en cada paso dado.

A mi esposo, mis hijas, padre, madre, hermanos, y a mi segunda familia de cual formo parte ahora gracias a mi esposo. Ellos forman parte fundamental en este logro obtenido.

Un merecido reconocimiento, pues ellos son quienes han ofrecido su ayuda de todo corazón, para que se concrete con éxito la finalización de mis estudios.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida por permitirme estar en aquí en este momento tan importante, de ver lograr unas de mis muchas metas propuestas, por la fortaleza para continuar día tras día y cuidar de cada paso de mi vida en todo momento.

A la universidad católica Los Ángeles de Chimbote (Uladech – Filial Piura), por abrirme las puertas de su centro de estudios, así mismo a los docentes que ayudaron a formarme a lo largo de esta carrera, de igual manera a mi asesor por el aliento que me dio cada día para lograr que todo esto se haga posible.

A mis padres por tener ese carácter tan especial que permitieron de ser quien soy, a mi esposo que está aquí en este momento conmigo decirle gracias, formo pieza importante en este camino, a mis hijas que comprendieron mis las largas horas de ausencia, a mi segunda familia de cual formo parte ahora gracias a mi esposo, que estuvieron ahí dándome aliento para seguir adelante decirles gracias por el apoyo incondicional que me brindaron.

## RESUMEN

La presente Tesis de investigación, tiene por objetivo diseñar la red de alcantarillado sanitaria proyectada para Centro Poblado Jesús María, del Distrito de la Arena, provincia Piura, Departamento Piura. Se tuvo como objetivo general el Diseñar el sistema de alcantarillado en el Centro Poblado Jesús María, sector rural ubicado en el Distrito de la Arena, en la Provincia de Piura, Departamento de Piura. Para el área en estudio es de tipo descriptiva, cualitativa no experimental, descriptivo porque nos ayudara a estudiar el comportamiento del sistema de alcantarillado en red existente. Y cualitativo no experimental ya que recopilaremos datos del área en estudio que se encuentra en su ámbito natural. Llevando acabo el estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos con el fin de recopilar datos en campo y en laboratorio que permitan diseñar esta red de saneamiento la cual los datos obtenidos se procesaran y aplicaran utilizando las normativas correspondientes. Con información brindada por la Municipalidad Distrital de la Arena se obtuvieron datos de la población actual del proyecto, el cual cuenta con 70 viviendas, un promedio de 4 habitantes por vivienda y un total de 280 habitantes, la tasa de crecimiento en el centro poblado según datos del INEI y el cálculo respectivo es de 1.40%, y con un periodo diseño de 20 años, se realizarán los respectivos cálculos.

**Palabras clave: Diseño de Alcantarillado, mejor calidad de vida.**

## **ABSTRACT**

The purpose of this Research Thesis is to design the projected sanitary sewer network for the Jesús María Town Center, of the Arena District, Piura Province, Piura Department. The general objective was to design the sewerage system in the Jesús María Town Center, a rural sector located in the Arena District, in the Province of Piura, Department of Piura. For the area under study, it is descriptive, qualitative, not experimental, descriptive, because it will help us study the behavior of the existing network sewage system. And qualitative non-experimental since we will collect data from the area under study that is in its natural environment. Carrying out the topographic study, study of soil mechanics in order to collect data in the field and in the laboratory that allow the design of this sanitation network, which the data obtained will be processed and applied using the corresponding regulations. With information provided by the District Municipality of the Arena, data were obtained on the current population of the project, which has 70 homes, an average of 4 inhabitants per dwelling and a total of 280 inhabitants, the growth rate in the populated center according to INEI data and the respective calculation is 1.40%, and with a design period of 20 years, the respective calculations will be made.

**Keywords:** Sewer Design, better quality of life.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

TÍTULO DE LA TESIS.....	i
EQUIPO DE TRABAJO .....	ii
HOJA DE FIRMA DE JURADO Y ASESOR .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.2 BASES TEORICAS.....	14
III. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
IV. METODOLOGÍA.....	34
4.1. Diseño de la Investigación.....	34
4.2. Población y Muestra.....	35
4.3. Definición y Operacionalización de las variables.....	36
4.4. Técnica e instrumentos.....	36
4.5. Plan de análisis.....	37
4.6. Matriz de Consistencia.....	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
4.7 Principios Éticos.....	39
V. RESULTADOS.....	40
5.1 Resultados.....	40
5.2 Análisis de Resultados.....	56
VI. CONCLUSIONES .....	59
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS .....	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS .....	62
ANEXOS .....	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Trazo de una red de alcantarillado	14
Figura 2: Sistema de Alcantarillado Sanitario	17
Figura 3: Colector principal Ø 16" PVC	19
Figura 4: Corte de buzón tipo I (1.20 a 3.00)	20
Figura 5: Ubicación geográfica en el mapa de la provincia de la arena	40
Figura 5.1: ubicación del centro poblado Jesús María	41
Figura 6: Inicio del programa software SEWERCAD	49
Figura 7: Ventana de project properties	49
Figura 8: Configuración de unidades	50
Figura 9: Definición de parámetros de diseño	50
Figura 10: Ventana de conduit catalog software SEWERCAD	51
Figura 11: Cuadro de resultado de tubería	52
Figura 12: Trazo de red de alcantarillado	52
Figura 13: Cuadro de resultado de tuberías	53
Figura 14: Cuadro de resultado de buzones	53

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Distancia de Cámaras de Inspección	21
Cuadro 2: Periodos de diseño para sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y alcantarillado sanitario	25
Cuadro 3: Dotación de agua	26
Cuadro 4: Dotación de agua para colegios	27
Cuadro 5: Población censada en el año	41
Cuadro 6: Población censada en el año	42
Cuadro 7: Población censada en el año	42
Cuadro 8: Calculo de tasa de crecimiento en la zona rural distrito de la arena	42
Cuadro 9: Población actual	43
Cuadro 10: Dotación de agua	44
Cuadro 11: Resultado de tuberías	54
Cuadro 12: Altura y diámetro de los buzones	55
Cuadro 13: Clasificación de buzones del proyecto	58

## **I. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de investigación , comprende el Diseño de la red de alcantarillado en la zona en estudio Jesús María, sector rural ubicado en el Distrito de la Arena, en la Provincia de Piura, Departamento de Piura, este centro poblado es uno de los que no posee un sistema de alcantarillado, La falta de los servicios de saneamiento (alcantarillo), han conllevado a que los habitantes de este sector construyan letrinas, las mismas que no han tenido ninguna dirección técnica y han colapsado, y como consecuencias las aguas residuales discurren hasta las acequias o drenes que circulan por este sector, contaminando las aguas de los sectores colindantes. Muchos de los Centros Poblados pertenecientes al Distrito de la Arena, no tienen un Sistema de Alcantarillado instalado trayendo como consecuencia enfermedades, Gastrointestinales, Respiratorias, y otros.

Además, la falta de este servicio de saneamiento origina una brecha de una zona urbana a rural. Al carecer de este servicio tan importante, las comunidades no pueden alcanzar un buen desarrollo, ya que con los años la Población va en aumento, y por consiguiente la cantidad de familias y viviendas.

La investigación se desarrollará sobre la base de la situación actual en la que se encuentra la población de la zona, su evaluación y propuesta de intervención conforme a las metas a alcanzar; con este proyecto y utilizando la normatividad correspondiente del R.N.E de la norma OS 070 Redes De Agua Residuales que plantea las condiciones exigibles para el diseño del sistema hidráulico de las redes de agua residuales.

El centro Poblado Jesús María cuenta con 70 familias que no cuentan con el sistema de alcantarillado, este centro poblado es uno de los muchos sectores que

carecen de esta importante obra de saneamiento, por lo que la problemática influye directamente en la salud y la mala calidad de vida de sus habitantes. Con esta investigación se desea diseñar la red de sistema de alcantarillado eficiente que permita que los pobladores puedan ser beneficiados y asimismo disminuir la incidencia de enfermedades de los pobladores que conforman el área del proyecto.

**El problema de la investigación fue el siguiente** ¿En qué medida el proyecto del diseño de red de alcantarillado lograra satisfacer a la población del Centro Poblado Jesús María, distrito de la Arena - Piura?

**Para responder a esta interrogante se ha planteado como objetivo general** el Diseñar el sistema de alcantarillado en el Centro Poblado Jesús María, sector rural ubicado en el Distrito de la Arena, en la Provincia de Piura, Departamento de Piura, mejorar así mismo las condiciones de vida de la población que conforma el área del proyecto.

**Seguido se propuso como objetivos específicos:**

- Calcular todos los elementos hidráulicos del sistema de alcantarillado.
- Elaborar la topografía del área del proyecto.
- Diseñar la red de alcantarillado utilizando el software SewerCad.
- Elaborar los planos del proyecto.

**Asimismo, la presente investigación se justifica,** por la necesidad de mejorar el nivel de vida de los pobladores para dotarlos de un sistema de alcantarillado eficiente, que pueda permitir la menor incidencia de enfermedades y mejorar calidad de vida de toda esta población, teniendo también como propósito con esta tesis dejar una propuesta de diseño. Que pueda ser utilizado por las juntas administrativas (JASS). Del distrito de la Arena. Para analizar un buen sistema de

alcantarillado a futuro. Se incorporaron antecedentes internacionales, nacionales y locales como modelos de investigación, se realizó un marco teórico y conceptual como bases teóricas.

Para el área en estudio es de tipo descriptiva, cualitativa no experimental, descriptivo porque nos ayudara a estudiar el comportamiento del sistema de alcantarillado en red existente. Y cualitativo no experimental ya que recopilaremos datos del área en estudio que se encuentra en su ámbito natural.

Llevando acabo el estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos con el fin de recopilar datos en campo y en laboratorio que permitan diseñar esta red de saneamiento la cual los datos obtenidos se procesaran y aplicaran utilizando las normativas correspondientes. Con información brindada por la Municipalidad Distrital de la Arena se obtuvieron datos de la población actual del proyecto, el cual cuenta con 70 viviendas, un promedio de 4 habitantes por vivienda y un total de 280 habitantes, la tasa de crecimiento en el centro poblado según datos del INEI y el cálculo respectivo es de 1.40%, y con un periodo diseño de 20 años, se realizarán los respectivos cálculos.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### **Antecedentes Internacionales**

**León J, Salinas E. (2017). “Diseño de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del municipio de Turín, departamento de Ahuachapán, el Salvador”.** El objetivo general es mejorar las condiciones sanitarias de la población del Municipio de Turín, Departamento de Ahuachapán. La metodología del presente estudio es de tipo descriptivo, no Experimental. Cuantitativo y cualitativo, En conclusión, el sistema de red de alcantarillado, se ha logrado desarrollar de tal forma que trabaje enteramente por gravedad, sin tener necesidad de elementos de bombeo en algún punto. La excavación será manual en todas las vías y avenidas, cuyo volumen será de 23,512.03 m<sup>3</sup> aproximadamente. Las zanjas tendrán un ancho de 40 cm más el diámetro de la tubería en todos los casos. Se construirá ademados en todas las calles y avenidas, cuya cantidad es de 10,679.06 m<sup>2</sup>. 9 Se instalarán tuberías de 8 pulgadas en una longitud de 13661.70 ml, mientras que para tuberías de 10 pulgadas la longitud es de 717.70 m, tuberías de 12 pulgadas 288.70 metros y tuberías de 15 pulgadas 795.70 m..

**Celi S. Y Pesantez I. (2016). “Calculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización finca municipal, en el cantón El Chaco, provincia de Napo, Ecuador”.** Tuvo como objetivo general realizar los cálculos y diseños de la red agua potable y alcantarillado del Cantón el Chaco para la lotización de la “Finca Municipal Marcial Oña” ,

se propuso realizar un planteamiento con métodos de análisis cuantitativos y cualitativos, en la elaboración del diseño basándose en la recopilación de datos, búsqueda de información y un análisis de los valores recomendados en códigos y normativas vigentes contrastando los resultados de dichas recomendaciones. se tienen como conclusiones de este proyecto que el diseño de agua potable y alcantarillado están ligados no solo entre sí, sino también con todos los aspectos tanto sociales, físicos y geomorfológicos de la zona a servir es así que dependemos de ellos para la correcta determinación de parámetros tan importantes como periodos de diseño, análisis poblacional, cifras de consumo, en cuya apropiada elección radica el éxito de la ejecución.

**Martínez J. (2016) “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio el centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio la tejera, municipio de san juan ermita, departamento de Chiquimula, Guatemala”.** El objetivo general fue diseñar los sistemas de abastecimiento de agua potable del barrio La Tejera y alcantarillado sanitario para el barrio El Centro, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula. está dividida en dos fases muy importantes, la fase de investigación, contiene la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio; la segunda fase, servicio técnico profesional, abarca el desarrollo del diseño hidráulico de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario. Ambos proyectos fueron seleccionados con base en el diagnóstico, se tiene como conclusión la construcción del proyecto de agua potable del barrio La Tejera, beneficiará a

25 familias con el vital líquido en cantidad suficiente y de mejor calidad, elevando la calidad de vida de los habitantes de esta aldea, durante los próximos 20 años. El costo del proyecto asciende a Q 314 690,00. De acuerdo con el resultado del análisis físico-químico y bacteriológico efectuado a la muestra de agua en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, debe asegurarse la potabilidad del agua

## **ANTECEDENTES NACIONALES**

**Olivari F, y Castro S. (2016). “Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado de Médano, Lambayeque”** tuvo como objetivo general fue propone el diseño de agua potable y alcantarillado mediante la simulación hidráulica del programa Epanet, Watercad, SewerCad y con ello buscamos solucionar el problema del abastecimiento de agua potable y de la evacuación de las aguas servidas, contando con un sistema de alcantarillado. La metodología del presente estudio es del tipo descriptivo, no experimental. Es descriptivo. - porque no se altera la realidad se describe tal y como es. En conclusión, con la elaboración del presente estudio para el Centro Poblado Cruz de Médano se ha llegado a las siguientes conclusiones, el presente estudio brindara servicio de Agua Potable y Alcantarillado al Centro Poblado Cruz de Médano, satisfaciendo sus necesidades hasta el año 2027, Según el estudio de prospección que se realizó en la zona, se determinó que la fuente más apropiada sea la del pozo tubulares ya que ofrece las condiciones de cantidad y calidad adecuadas. Se ha diseñado un tanque elevado de 600m<sup>3</sup> que regulara las variaciones de consumo. Se ha

considerado una zona de presión para el Centro Poblado Cruz de Médano, El programa Watercad cumplió ampliamente con lo previsto pues su manejo es más versátil, debido al rápido proceso de edición y análisis de simulación hidráulica. Es mucho y amplio a diferencia del Epanet. El programa Sewercad cumplió ampliamente con lo planteado pues analiza de forma eficiente las redes de alcantarillado, dando soluciones alternas, que puedan ser viables en el proyecto. En cuanto al sistema de alcantarillado se asegurara una cobertura del 100% para el Centro Poblado Cruz de Médano. El sistema de tratamiento de aguas residuales consistirá en la construcción de una laguna de estabilización.

**Chunga M. (2015). “Diseño del sistema de alcantarillado de la caleta de Yacila, distrito de Paita, provincia de Paita”**, tiene como objetivo general Elaborar un diseño adecuado que cumpla con la normatividad vigente y sea técnicamente viable para la población afectada, contribuyendo a mejorar el sistema de eliminación de aguas residuales en la población de la caleta de Yacila, Distrito de Paita, Provincia de Paita, Departamento de Piura. Su metodología utilizada para el desarrollo del proyecto de investigación es de corte transversal, tipo explicativo – analítico, cuantitativo y descriptivo. Se concluye que los tipos de suelos detectados durante las excavaciones y ensayos de laboratorio están catalogados por medio del sistema de clasificación SUCS; así tenemos que el sondaje N° 01 presenta dos estratos de 0.00 a 0.50 material tipo relleno y desde 0.50 a 2.00 metros, limo arcilloso (ML-CL) y el sondaje N° 02 presenta tres estratos de 0.00 a 0.50 metros

presenta material tipo relleno, de 0.50 a 2.10 arena limosa (SM), y de 2.10 a 3.00 metros arcilla de baja plasticidad con arena (CL). Los suelos investigados presentan contenido de sales solubles, cloruros, sulfatos, lo que nos indican media agresividad al concreto. Los diámetros de la tubería en la red de alcantarillado son de 8 pulgadas y en el tramo final de 10 pulgadas.

**Cusquisibán F. (2015) “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO EL PRADO, PROVINCIA DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA ”,** Tuvo como objetivo general Realizar el estudio del Proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Distrito El Prado, Provincia de San Miguel, Departamento de Cajamarca". La metodología que se utiliza para obtener la información ha sido considerada de tipo cualitativo, en la identificación y evaluación se ha optado por metodología basada en la comparación de escenarios es decir, se han tomado las previsiones de análisis para las etapas de construcción y funcionamiento del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario. En conclusión, se realizó el estudio y elaboración del documento técnico del Proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Distrito El Prado, Provincia de San Miguel, Departamento de Cajamarca", el cual luego de su ejecución brindará mejores servicios básicos de saneamiento a la población beneficiada. Se realizó el diagnóstico del estado actual del sistema de agua potable y alcantarillado de la zona en estudio. Se propuso el mejoramiento de diversas estructuras del sistema de

agua potable y alcantarillado que se encuentran en mal estado; calculando y diseñando cada una de ellas de acuerdo a diversas bibliografías, normas y reglamentos vigentes en nuestro país. Se amplió la cobertura del sistema de agua y alcantarillado del Distrito El Prado, la cual beneficiará a una población final de 634 habitantes en un periodo de diseño de 20 años la cual finaliza en el año 2033. Se realizó la ingeniería de costos del proyecto, cuyo presupuesto asciende a la suma de S/. 2,188,08/.68 (Dos millones ciento ochenta y ocho mil ochenta y siete con 68/100 nuevos soles); así mismo se programó dicho proyecto con una duración de ejecución de las obras de 120 días calendarios.

#### **ANTECEDENTES LOCALES**

**Sandoval S. (2019). “Mejoramiento del sistema de alcantarillado en el asentamiento humano Las Malvinas del distrito de La Arena, provincia Piura, departamento Piura”**, el objetivo general fue Diseñar y Evaluar la red de alcantarillado sanitario del AA. HH Las Malvinas del distrito de La Arena. Para el estudio realizado el tipo de investigación, será del tipo descriptiva y transversal, descriptiva porque permitirá describir el comportamiento hidráulico que se produce en la red de alcantarillado existente; y transversal porque se realizará en un determinado tiempo. en conclusión, se tiene que la evaluación de la red de alcantarillado sanitario en el AA.HH. Las Malvinas, se determinó que esta es deficiente hidráulicamente; ya que tramos de la red no cumplen tensión y velocidad mínima indicada en la norma OS-070. Se diseñó una red nueva de alcantarillado sanitario en el AA. HH las Malvinas del distrito de la arena, provincia Piura, departamento de Piura. Se evaluó la red de alcantarillado

sanitario existente la cual está en pésimo estado debido al colapso de buzones existentes en el AA. HH las Malvinas del distrito de la arena, provincia Piura, departamento de Piura. El caudal de diseño es de 4.624 pudiéndose identificar en los cuatro tramos iniciales, que el caudal es pequeño para el diámetro de la tubería instalada (160mm). Se determinó la pendiente mínima la cual es de 1.5% y la pendiente máxima es de adecuada teniendo un valor promedio de 6.3%. Se determinó que las velocidades de diseño cumplen con lo estipulado en la norma OS 070. La Velocidad mínima en esta investigación es de 0.66 m/seg y la máxima es de 1.84 m/seg. En cuanto a la Tensión Tractiva esta cumple en todos los tramos de la línea de alcantarillado sanitario y esta tensión es igual a 2.14.

**Martínez E (2018). “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO HUEREQUEQUE – LA UNION - PIURA”**

Como principal objetivo se tuvo Elaborar el diseño hidráulico, de alcantarillado del Centro Poblado Huerequeque, distrito de La Unión, provincia de Piura, departamento de Piura, la metodología muestra que es de tipo descriptivo porque no se alterará la realidad, se describe tal y como es. También según su naturaleza es de tipo cualitativo y cuantitativo porque se basa en hechos numéricos. Finalmente se concluye que se realizó el diseño hidráulico teniendo en cuenta los elementos encontrados en el Centro Poblado Huerequeque que el sistema diseñado es viable técnicamente. Se desarrollaron los estudios básicos y se comprobó de acuerdo al estudio de suelos que la estratigrafía del terreno donde se enfatiza el proyecto es en su

mayoría arenas pobremente graduadas y existe napa freática a 2.20 m. de profundidad por lo que se recomienda el entibado de zanjas a profundidades mayores a 1.50

m. y considerar equipo de bombeo para reprimir la napa freática durante las excavaciones. Asimismo, las cotas adquiridas en el estudio topográfico nos muestran que el C.P Huerequeque tiene un terreno llano que no admitía llevar por gravedad las aguas residuales hasta el lugar de la planta de tratamiento, por lo que la cámara de bombeo era la expectativa más viable para trasladar los desechos a un lugar que cumpla las distancias mínimas según la norma OS 0.90.

**Ortiz, M. (2018). “Diseño del sistema de alcantarillado de la localidad de Narihualá, distrito de Catacaos, Piura”.** El objetivo general se basa en alcanzar las condiciones de salubridad adecuadas en el centro poblado de Narihualá, lo cual conlleva un conjunto de actividades destinadas a mejorar el nivel de vida de la población. La metodología que se utiliza para obtener la información ha sido considerada de tipo cualitativo ya que los datos trabajados se basan en los cálculos para así llegar al diseño correspondiente. En conclusión se dice que ante la inexistencia de datos censales renovados a la fecha de elaboración de dicha tesis de investigación, se han tomado datos referenciales concernientes a la tasa de crecimiento poblacional de Catacaos y otros elementos de juicio e investigación de campo que han permitido establecer una población actual para Narihualá de 1678 habitantes, con una tasa de crecimiento anual de 2.35 %. Se ha asumido un periodo de diseño de

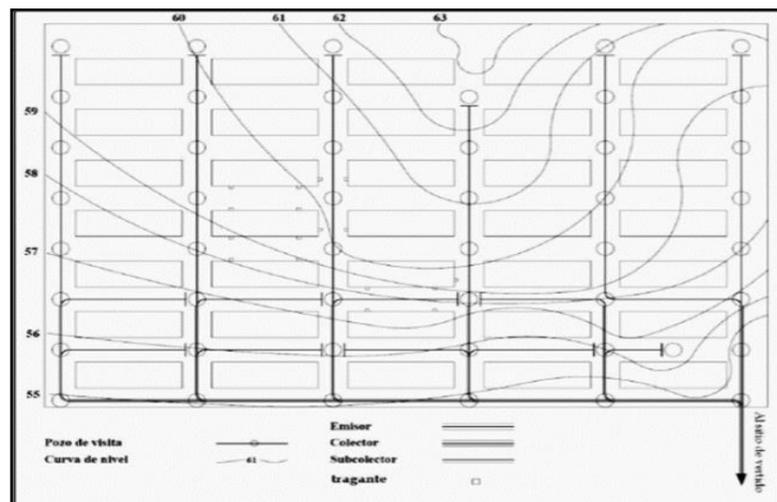
20 años (2007-2027) y una población futura de 2467 habitantes. En base a recomendaciones reglamentarias, características propias de la localidad y sobre todo en base a registros tomados de la EPS Grau sobre niveles de consumo de agua potable en Narihualá, se han establecido para fines del presente estudio, una dotación de agua potable de 120 l/hab/día y una contribución de aguas servidas equivalente al 80 % de la demanda de agua. En relación a las variaciones de demanda de agua potable y la correspondiente contribución de aguas servidas, se han obtenido los siguientes caudales de diseño para el sistema de alcantarillado: Caudal promedio diario: 2.74 l/s, Caudal máximo diario: 3.56 l/s, Caudal máximo horario: 5.48 l/s. Se considera la Construcción de 68 cámaras de inspección para el sistema de colectores, las mismas que serán de 1.20 m de diámetro interior, construidas de concreto simple para profundidades menores o iguales a 3.00 m y de concreto armado para profundidades mayores a 3.00 m. El sistema contempla la instalación de una línea de impulsión de PVC de 110 mm de diámetro, clase 7.5 Kg/cm<sup>2</sup> y de una longitud de 1449.05 m, que conducirá los desagües desde la cámara de bombeo hasta la planta de tratamiento. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales por las razones indicadas en la concepción del proyecto, serán de dos tipos; 377 viviendas descargarán sus efluentes a la red colectora para su tratamiento en el sistema de lagunas de estabilización, mientras que las 21 viviendas restantes, utilizarán sistemas individuales fosa séptica-pozo percolador para el tratamiento y disposición final de las aguas servidas. La planta de tratamiento consta de dos lagunas anaeróbicas en paralelo y una laguna facultativa, con

un tiempo de retención total de 20 días, cuenta además con sistemas de medición, control e interconexión. Las aguas tratadas, podrán ser utilizadas para fines de reforestación o descargadas al medio receptor colindante existente (dren Vega Chato).

## 2.2 Bases Teóricas

### Alcantarillado

Benito O. (2018). El término “alcantarillado” hace referencia a la recolección, tratamiento de residuos líquidos. El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población. De no existir estas redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales.



*Figura 1:* Trazo de una red de alcantarillado

Fuente: Norma Técnica ANDA. .

### Importancia del alcantarillado

El alcantarillado, tiene como su principal función la conducción por transporte hidráulico de las aguas residuales que pueden ser conducidos de esta forma hasta sitios donde no provoquen daños e inconvenientes a los

habitantes de poblaciones de donde provienen o poblaciones cercanas. Un sistema de alcantarillado está constituido por una red de conductos e instalaciones complementarias que permiten la operación, mantenimiento y reparación del mismo. Su objetivo es recolectar las aguas de desecho y transportarlas de forma segura y rápida a un lugar donde no afecte a la salubridad de su población.

### **Tipos de Sistemas del alcantarillado**

Las alcantarillas combinadas son aquellas que además de transportar aguas residuales, también transportan aguas lluvias, los sistemas de alcantarilla modernos son generalmente separados. Las excepciones a esta regla general se encuentran en algunas ciudades grandes y antiguas donde las alcantarillas combinadas fueron construidas en el pasado y donde nuevas adiciones siguieron a las existentes en la práctica. En muchos casos, estas comunidades se poblaron densamente y tuvieron construcciones de alcantarillas pluviales antes de que la necesidad de alcantarillas sanitarias fuera en general aceptada. (Saavedra, J., 2010)

Los sistemas de alcantarillado modernos son clasificados como sanitarios cuando conducen solo aguas residuales, pluviales cuando transportan únicamente aguas producto del escurrimiento superficial del agua lluvia y combinados cuando conduce simultáneamente las aguas domésticas, industriales y lluvias. Desde la hidráulica los sistemas alcantarillados son se clasifican de la siguiente forma:

**Alcantarillados por gravedad:** Se caracterizan por ser del tipo de flujo a gravedad, donde obedece la forma de la topografía del sitio, factor que se

busca aprovechar para conformar la red en el lugar que se ubique el proyecto.

**Alcantarillados a presión:** Empleado en la recolección de aguas residuales en zonas residenciales donde la construcción de la red por gravedad es problemática, por lo tanto, se hace uso de estaciones de bombeo. Además, se pueden incluir aguas residuales de origen comercial y solo una pequeña fracción de origen industrial. Este tipo de redes son por lo general pequeñas.

### **Componentes de un sistema del alcantarillado sanitario**

Un sistema de alcantarillado principalmente se compone de los siguientes elementos:

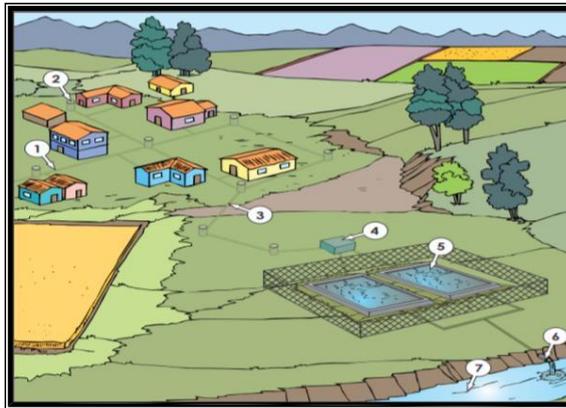
#### **Tubería**

La tubería de alcantarillado se compone de dos o más tubos acoplados mediante un sistema de unión, el cual permite la conducción de las aguas residuales. En la selección del material de la tubería de alcantarillado, intervienen diversas características tales como: hermeticidad, resistencia, mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de manejo e instalación, flexibilidad y facilidad de mantenimiento y reparación. Las tuberías para alcantarillado sanitario se fabrican de diversos materiales, siendo los más utilizados: concreto simple (CS), concreto reforzado (CR), fibrocemento (FC), plástico poli (cloruro de vinilo) (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD) así como acero. (Cloruro de vinilo) (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD) así como acero. (CONAGUA, 2009).

## Clasificación de las Tuberías

Según Vásquez, 2011, Las tuberías de alcantarillado se clasifican en:

- **Laterales o iniciales:** Reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.
- **Secundarias:** Reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.
- **Colector Secundario:** Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.
- **Colector principal:** Capta el caudal de dos o más colectores secundarios.
- **Emisor final:** Conduce todo el caudal de aguas residuales o de lluvias a su punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento a un cuerpo de agua como un río, lago o mar.
- **Interceptor:** Es un colector colocado paralelamente a un río o canal.



*Figura 2: Sistema de Alcantarillado*

## Obras accesorias

CONAGUA (2009). Construidas para mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado son:

- a) Descarga domiciliaria
- b) Cámara de inspección
- c) Estructuras de caída

A continuación, se hace una descripción de sus características y funciones.

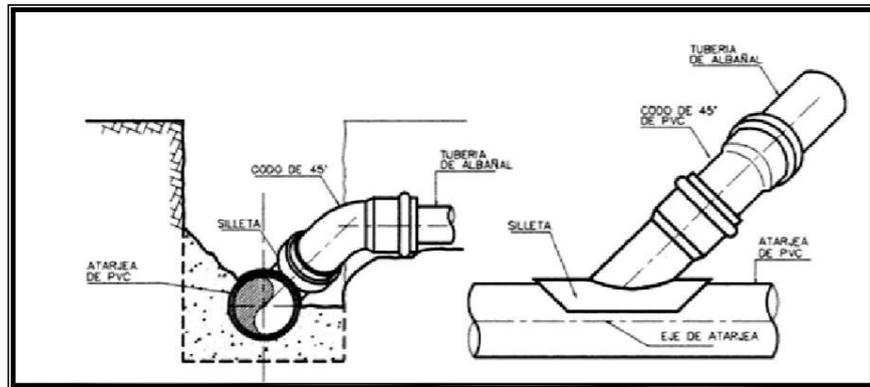
#### **a) Descarga Domiciliaria**

Norma Técnica OS.070 Aguas Residuales, menciona que la descarga domiciliaria deberá tener los siguientes componentes:

- El elemento de reunión constituido por una caja de registro.
- El elemento de conducción conformado por una tubería con una pendiente mínima de 15 por mil (acometida)
- El elemento de empalme o empotramiento constituido por un accesorio de empalme que permita libre descarga sobre la clave del tubo colector.

Se deberá ubicar a una distancia entre 1,20 a 2,00 m de la línea de propiedad, izquierda o derecha. El diámetro mínimo de la conexión será 100 mm.

En este tipo de conexión, se utiliza una silleta de PVC a 45 grados con campana (para unir con anillo) y extremo de apoyo para unir a la atarjea o colector y un codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule. La silleta se acopla a la atarjea por cementación, o bien, se sujeta por medio de un par de abrazaderas o cinturones de material resistente a la corrosión en este segundo caso, la silleta está provista de un anillo de hule con el que se logra la hermeticidad con la atarjea.



*Figura 3: Colector principal Ø 16” PVC*

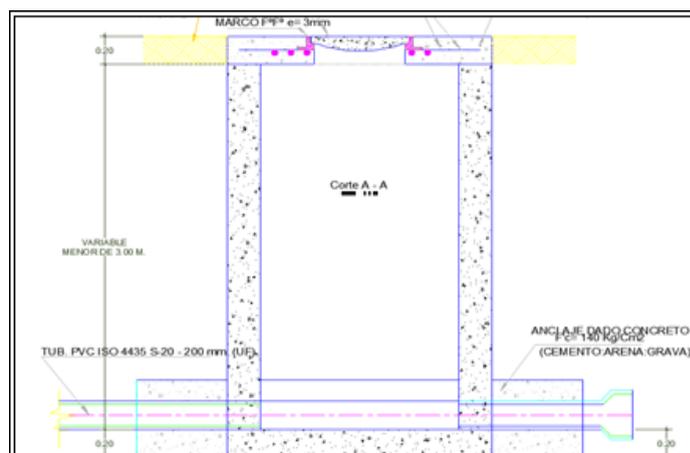
### b) Cámara de inspección (Buzón)

**Norma Técnica OS.070 Aguas Residuales** Estructura de forma cilíndrica habitualmente de 1.20 m de diámetro. Son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o contruidos en el sitio, puede tener recubrimiento de material plástico o no, en la base del cilindro se hace una sección semicircular la cual es delegada de hacer la transición entre un colector y otro. Se usan al inicio de la red, en las intersecciones, cambios de dirección, cambios de diámetro, cambios de pendiente, su separación es función del diámetro de los conductos y tiene la finalidad de facilitar las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general de las tuberías así como proveer una adecuada ventilación. En la superficie tiene una tapa de 60 cm de diámetro con orificios de ventilación.

Las buzonetas se utilizan en las tuberías principales en vías peatonales cuando la profundidad sea menor de 1.00 m sobre la clave del tubo. Se proyectarán sólo para tuberías principales de hasta 200 mm de diámetro.

Los buzones de inspección se usarán cuando la profundidad sea mayor de

1.0 m sobre la clave de la tubería, el diámetro interior de los buzones será de 1.20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1.50 m para las tuberías de hasta 1,200 mm. Para tuberías de mayor diámetro las cámaras de inspección serán de diseño especial. Los techos de los buzones contarán con una tapa de acceso de 0.60 m de diámetro. Los buzones y buzonetas se proyectarán en todos los lugares donde sea necesario, como : En el inicio de todo colector, en todos los empalmes de colectores, en los cambios de dirección, en los cambios de pendiente, en los cambios de diámetro, en los cambios de material de las tuberías, en los cambios de diámetro, debido a variaciones de pendiente o aumento de caudal, las buzonetas y/o buzones se diseñarán de manera tal que las tuberías coincidan en la clave, cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro En los buzones en que las tuberías no lleguen al mismo nivel, se deberá proyectar un dispositivo de caída cuando la altura de descarga o caída con respecto al fondo de la cámara sea mayor de 1 m.



*Figura 4: Corte de buzón tipo I (de 1.20m a 3.00m)*  
Fuente: Blog. CYPE Ingenieros

Las distancias entre cámara de inspección y limpieza consecutivas están limitadas por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende diámetro de las tuberías, según se muestra en la tabla a continuación:

**Cuadro 1: Distancia de Cámaras de Inspección**

<b>Diámetro Nominal de Tubería (mm)</b>	<b>Distancia máxima(m)</b>
<b>100</b>	<b>60</b>
<b>150</b>	<b>60</b>
<b>200</b>	<b>80</b>
<b>250 a 300</b>	<b>100</b>
<b>Diámetros mayores</b>	<b>150</b>

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones OS.070*

#### **c) Descarga Domiciliaria**

Es la estructura que evita el ingreso de materiales gruesos a la estructura de tratamiento. (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018).

#### **d) Lagunas de Estabilización**

Son estanques que generan cuerpos de aguas artificiales y grandes, para el tratamiento del agua residual mediante procesos naturales. (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018).

### **e) Efluentes**

Es la tubería que lleva las aguas tratadas al punto de disposición final o cuerpo receptor. Las plantas de tratamiento de aguas residuales más utilizadas en el ámbito rural son las lagunas de estabilización y los tanques sépticos. (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018).

### **Normas Técnicas de Diseño**

Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el Ámbito Rural. (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018).

#### **a. Marco conceptual.**

El presente escrito se enmarca en la investigación de la sostenibilidad de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural a nivel nacional, para lograrlo, deben desempeñar ciertas condiciones que certifiquen que los servicios de saneamiento sean permanentes, dichas condiciones son: técnicas (relacionadas a las condiciones del lugar y su compatibilidad con la opción tecnológica seleccionada), económicas (relacionadas a los precios operativos y de mantenimiento) y sociales (relacionadas al nivel de aceptación de la opción tecnológica seleccionada en cuanto a la operación y mantenimiento); en general, dichas opciones tecnológicas deben asegurar el uso apropiado del agua evitando el desperdicio o consumo exagerado y a la vez la opción tecnológica para la disposición sanitaria permitir una disposición adecuada de las aguas residuales, además de ser de fácil operación y mantenimiento. Las condiciones que avalan la sostenibilidad de los servicios de saneamiento en el ámbito rural deben permitir lo siguiente:

- ✓ Funcionar de forma conveniente y continua durante el periodo de diseño o vida útil de la infraestructura instalada.
- ✓ Que la opción tecnológica efectuada para la disposición sanitaria de aguas residuales no afecte de ninguna manera al medio ambiente.
- ✓ Las opciones tecnológicas para los servicios de saneamiento deben ser admitidas previamente por la población, desde los aspectos constructivos hasta los de operación y mantenimiento.

#### **b. Aplicación**

Las opciones tecnológicas desarrolladas en el presente documento y en los anexos que lo completen, son de uso obligatorio del Ingeniero responsable del proyecto de saneamiento en el ámbito rural. Adicionalmente, para los casos en donde el Ingeniero responsable del proyecto precise una opción tecnológica no comprendida en el presente documento, deberá sostener técnica y económicamente tomando de referencia los criterios técnicos incluidos para ser considerada. Se consideran como zonas de aplicación de la presente norma los ámbitos rurales de las tres regiones naturales del Perú.

- ✓ Costa
- ✓ Sierra
- ✓ Selva

La ubicación geográfica establecerá especialmente la dotación de abastecimiento de agua para consumo humano a considerar para el dimensionamiento de la infraestructura sanitaria, según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

### **c. Periodos de Diseño**

El período de diseño para las redes de alcantarillado y conexiones domiciliarias, se calculan de acuerdo a las recomendaciones del ministerio de vivienda de construcción y saneamiento. El período será de 20 años durante los cuales el sistema proyectado deberá desempeñar a su máxima capacidad, además considerando la vida útil de los elementos. En los proyectos de alcantarillado en zonas rurales se recomienda asumir periodos de diseño relativamente cortos, del orden de 20 años, considerando la construcción por etapas, con el fin que se oprima al mínimo y se puedan ajustar los posibles errores en las tasas de crecimiento de población y su consumo de agua. Se determinará considerando las siguientes fases:

- Vida útil de los equipos
- Crecimiento poblacional
- Capacidad económica para la ejecución de obras.
- Situación geográfica

**Cuadro N 02:** Periodos de diseños para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y alcantarillado sanitario

COMPONENTE	TIEMPO (AÑOS)
-Fuente de abasto	20
- Obras de captación	20
- Pozos	20
- Planta de tratamiento de Agua Para consumo Humano	20
- Reservorio	20
- Tuberías de conducción, impulsión y distribución.	20
- Estación de bombeo de agua. - Equipo de bombeo	20
- Estación de bombeo de Aguas Residuales	20
- Colectores, emisores e interceptores	20
- Planta de tratamiento de aguas Residuales	20

#### **d. Población**

Se deberá hallar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño conveniente. El valor de la población final para el periodo de diseño obtenido se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento por distritos y/o provincias establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores. Para el cálculo de la Población futura se utiliza el método geométrico y se calcula con la siguiente fórmula.

Se utilizó para este caso la fórmula geométrica

$$P_f = P_i (1 + r/100)^t$$

$P_0$  = población inicial

$P_f$  = Población futura o de diseño

$r$  = Tasa de crecimiento

$t$  = Tiempo

#### e. Dotación

La dotación es la cantidad de agua que consume una población de acuerdo a sus necesidades. La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

**Cuadro 3: Dotación de agua**

<b>REGIÓN</b>	<b>SIN ARRASTRE HIDRAULICO</b>	<b>CON ARRASTRE HIDRAULICO</b>	<b>CON REDES</b>
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d	110 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	60 l/h/d	100 l/h/d
Selva	70 l/h/d	60 l/h/d	120 l/h/d

*Fuente: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2018).*

#### f. Variaciones de consumo

En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada.

De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes:

**Cuadro 4: Coeficientes de variación.**

<b>COEFICIENTE</b>	<b>VALOR</b>	<b>COEFICIENTE A TOMAR</b>
<b>Máximo anual de la demanda diaria (K1)</b>	<b>1.3</b>	<b>1.3</b>
<b>Máximo anual de la demanda horaria (K2)</b>	<b>1.8 a 2.5</b>	<b>2.0</b>

*Fuente: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2018)*

#### **Contribuciones al sistema de alcantarillado**

**Según la Norma Técnica OS.070 Aguas Residuales**, las contribuciones de aguas servidas al sistema de alcantarillado son las siguientes: Contribución Domestica, la contribución doméstica se refiere al generado por las viviendas de la zona.

Contribución por infiltración, el caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.

- Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección. Material de la tubería y tipo de unión.

**Según el R.N.E, en el anexo 01 de la Norma OS.070 establece: A.8.5.**

**T = tasa de contribución de infiltración**, que depende de las condiciones locales, el valor adoptado debe ser justificado 0.05 a 1.0 L/(s\*km).

Contribución por conexiones ilícitas, se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios que incorporan al sistema aguas pluviales.

**El caudal por conexiones erradas** puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario de aguas residuales.

**a) Coeficiente de retorno (Cr)**

EL coeficiente de retorno establece que toda el agua consumida dentro del domicilio no siempre es devuelta al alcantarillado, estas aguas residuales generadas por una población son menores a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos. El porcentaje de agua distribuida que se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado, depende de diversos factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua, y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población.

Establece que el caudal de contribución debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80% del caudal de agua potable consumida.

## b) Caudales de diseño

**Caudal medio diario de aguas residuales:** Este caudal se define como la contribución durante un período de 24 horas, obtenida como el promedio durante un año.

$$Q_p = \frac{P_f \times d}{86400 \text{ s/día}}$$

Dónde:  $Q_{med}$  = Caudal medio (L/s)

$C_r$  = Coeficiente de retorno (0.80)

$d$  = (dotación) (L/Hab/día)

$P_d$  = Población para alcance de proyecto (Hab.)

**Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ):** Para el diseño de la red de colectores debe corresponder un caudal máximo horario. Este caudal se determina manejando el caudal medio con el coeficiente de variación de consumo.

$$Q_{mh} = K_2 * Q_{med}$$

Dónde:  $Q_{mh}$  = Caudal máximo horario (L/s)

$K_2$  = Coeficiente de caudal máximo horario

**Caudal de contribución por conexiones al alcantarillado ( $Q_{alc}$ )** El caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80 % del caudal de agua potable consumida.

Ecuación:

$$Q_{alc} = Q_{mh} * 0.8$$

Dónde:

$Q_{mh}$  = Caudal máximo horario (L/s)

$C_r$  = Coeficiente de retorno (0.80)

### **Caudal de diseño**

**RNE O.S 070 (2006)**<sup>12</sup> Establece que el diseño del sistema se realizara con el valor del caudal máximo horario futuro.

$$\mathbf{Qd = Qmh+Qi+Qe}$$

Dónde: Qmh = Caudal máximo horario.

Qi = Caudal de infiltración.

Qe = Caudal por conexiones erradas

### **Parámetros para el diseño**

**Según la Norma Técnica OS.070 Aguas Residuales**, las aguas residuales que forman el caudal de diseño para el alcantarillado son: Las Aguas residuales domésticas: (viviendas, comercio público), se considera el 80% del caudal máximo horario.

Aguas de infiltración: estipulan considerar por aguas de infiltración del subsuelo a la red de desagüe las siguientes cantidades. Para colector o emisor: 20 000 l/día/Km (Para tubería de Concreto Simple Normalizado) y para buzones 380 l/día/buzón.

- Velocidades permisibles: la velocidad Mínima de 0.60 m/seg y la velocidad Máxima de 5.00 m/seg. Se recomienda lograr una velocidad de 1 m/s para un buen funcionamiento.
- Diámetros mínimos: los diámetros mínimos son de Diámetro de 6" para colectores y diámetro de 4" para las conexiones domiciliarias.

- Según el tipo de suelo: los diámetros mínimos son para la Sierra y topografía accidentada de 6" y para la costa y topografía plana de 8".
- Pendientes mínimas: Son aquellas que de acuerdo a los diámetros y para las consideraciones de tubo lleno que satisfagan la velocidad mínima de 0.6m/seg. Debido que en los primeros tramos se tiene caudal reducido, se previene colocando una pendiente mínima del 1% en los primeros 300m de tramo inicial.
- Dimensiones de la tubería: para el cálculo de diámetro de las tuberías se aplica el criterio de que la tubería funciona con un tirante del 75% de su diámetro, en consecuencia para dicho cálculo se deberá aplicar la fórmula de Manning;

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

$$R_h = \frac{A}{P_m}$$

Dónde:

V =velocidad (m/seg.)

A = área hidráulica {m<sup>2</sup>}

R<sub>h</sub> = radio hidráulico (m)

S= pendiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad (depende del tipo del material de la tubería)

P<sub>m</sub>=Perímetro mojado

## Dimensionamiento hidráulico

Dentro de la Norma Técnica OS.070 Aguas Residuales, los tramos de las redes de alcantarillado se deben calcular el caudal inicial y final ( $Q_i$  y  $Q_f$ ). El valor mínimo del flujo en las redes a considerar será de 1.5 l/s.

Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media ( $\sigma$ ) la tensión

Tractiva media para los sistemas de alcantarillado debe tener como valor mínimo  $\sigma = 1.0$  Pa, calculada para el caudal inicial ( $Q_i$ ), valor correspondiente para un coeficiente de Manning  $n = 0.013$ .

La pendiente mínima que satisface esta condición de tensión tractiva debe cumplir con la condición de auto limpieza en cada tramo, puede ser determinada por la siguiente expresión:

$$S_{o\min} = 0,0055 Q_i^{-0,47}$$

Dónde:  $S_{o\min}$ . = Pendiente mínima (m/m)

$Q_i$  = Caudal inicial (l/s)

En la práctica normal se debe diseñar una pendiente que asegure una velocidad mínima de 0.6 m/s, transportando el caudal máximo con un nivel de agua de 75% del diámetro de la tubería.

Si no se consigue las condiciones de flujo favorables debido a evacuaciones de pequeños caudales, en los tramos iniciales de cada colector de debe considerar una pendiente mínima de 0.8%. La expresión recomendada para el cálculo hidráulico es la Fórmula de Manning.

La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final  $V_f = 5$  m/s; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista.

Cuando la velocidad final ( $V_f$ ) es superior a la velocidad crítica ( $V_c$ ), la mayor altura de lámina de agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

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

Donde:

$V_c$  = Velocidad crítica (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$R_H$  = Radio hidráulico (m)

Los diámetros nominales de las tuberías no deben ser menores de 100 mm. Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160 mm.

### **III. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

Con el diseño del sistema de alcantarillado el centro poblado de Jesús María, los pobladores serán beneficiados.

El Centro Poblado Jesús María, Con el diseño del alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas residuales, se garantiza las condiciones de salud así mismo mejora la calidad de vida en la población de esta zona. así mismo cumple con los parámetros establecidos en la norma OS.070 Redes de aguas residuales.

### **IV. METODOLOGÍA**

#### **4.1. Tipo de Investigación**

Para el proyecto de tesis realizada se define de tipo descriptiva, descriptivo porque nos ayudará a estudiar el comportamiento del sistema de alcantarillado en red existente que además nos permitirá describir los datos obtenidos en términos claros sin alterar su condición geográfica natural.

#### **4.2. Nivel de Investigación**

Es de nivel cualitativo, pues estos datos han sido obtenidos y analizados de acuerdo a su ámbito natural, observando y recopilando las necesidades que se suscitan en esta zona y poder lograr nuestro objetivo de diseñar un sistema, de acuerdo a lo establecido en esta investigación.

#### **4.3. Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación es no experimental, porque se basa en la

recolección de información que nos llevara a procesar los datos que podamos obtener en campo y por lo consiguiente diseñar un sistema que logre cubrir las expectativas que se requiera en nuestra investigación; y así mismo poder beneficiar a esta área en estudio sin perjudicar su ámbito geográfico natural.

#### **4.4. Población y Muestra.**

**Universo:** El Universo del proyecto está conformada por todas las redes del servicio de alcantarillado en el Departamento de Piura.

**Población:** La población estará formada con todas las redes del alcantarillado del Distrito de la Arena, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

**Muestra:** la muestra está conformada por todas las redes de alcantarillado del Centro Poblado Jesús María del Distrito de la Arena, la cual beneficiara a los habitantes de esta zona, generando desarrollo y bienestar, actualmente la población total es de 280 habitantes, ocupando un área conformada por 70 Predios.

### 4.3. Definición y Operacionalización de las variables

#### Matriz de Operacionalización

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO JESÚS MARIA, SECTOR RURAL UBICADO EN EL DISTRITO DE LA ARENA-PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA OCTUBRE 2019				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLES	MEDICIONES	INDICADORES
El problema fundamental es la inexistencia del servicio de alcantarillado, en el Centro Poblado Jesús María del Distrito de la Arena esta población tiene la necesidad de contar con un sistema de alcantarillado sanitario.	Con el diseño del sistema de alcantarillado el centro poblado de Jesús María, los pobladores serán beneficiados. Con este diseño del alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas residuales, se garantiza las condiciones de salud así mismo mejora la calidad de vida en la población de esta zona.	<b>Variable Independiente:</b> Sistema de alcantarillado.  <b>Variable Dependiente:</b> Calidad de vida de la población del centro poblado Jesús María.	Caudales Población Velocidades mínimas y máximas Pendientes mínimas y máximas.	Recolectar de manera constante las aguas residuales de la población del proyecto. Se disminuirán los problemas de salud en la población.

*Fuente: Elaboración propia*

### 4.4. Técnica e instrumentos

#### Técnica

La técnica que se utilizó en este proyecto fue la observación, de tal forma que permitió analizar los datos recolectados en campo para lograr la investigación necesaria e identificar y diseñar los tramos para la red de alcantarillado.

#### Instrumentos

La evaluación de la condición incluyo los siguientes aspectos

#### EQUIPOS:

- Trípode
- Estación total
- GPS
- Cinta métrica de 5 metros y 30 metros de lona para medir longitudes en general.
- Pintura (1/4 gln)
- Estacas de madera de 40 cm.
- Bloc de notas para realizar los diversos registros de medición u otros.
- Cámara fotográfica de un dispositivo celular y digital.

#### **4.5. Plan de análisis**

El plan de análisis adoptado, estará comprendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizará, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área del proyecto.
- Aplicación de la encuesta a la zona de estudio.
- Evaluación y procesamiento de los datos recopilados en la zona del proyecto.
- Levantamiento topográfico empleando el equipo necesario para su posterior procesamiento de datos en el AutoCAD Civil3D.
- Realizamos el cálculo hidráulico para las redes de alcantarillado

7.8. Matriz de Consistencia:

Cuadro 6: Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CENTRO POBLADO JESÚS MARIA, SECTOR RURAL UBICADO EN EL DISTRITO DE LA ARENA-PROVINCIA DE PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA OCTUBRE 2019			
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA
<p><b>Caracterización del problema</b> El centro Poblado Jesús María cuenta con 70 familias que no cuentan con el sistema de alcantarillado, este centro poblado es uno de los muchos sectores que carecen de esta importante obra de saneamiento, por lo que la problemática influye directamente en la salud y la mala calidad de vida de sus habitantes. Con esta investigación se desea diseñar la red de sistema de alcantarillado eficiente que permita que los pobladores puedan ser beneficiados y asimismo disminuir la incidencia de enfermedades de los pobladores que conforman el área del proyecto.</p> <p><b>Enunciado del Problema</b> ¿En qué medida el proyecto del diseño del sistema de alcantarillado lograra satisfacer a la población del Centro Poblado Jesús María, distrito de la Arena - Piura?</p>	<p><b>Objetivos general</b> Diseñar el sistema de alcantarillado en el Centro Poblado Jesús María, sector rural ubicado en el Distrito de la Arena, en la Provincia de Piura, Departamento de Piura, mejorando así las condiciones de vida de la población que conforma el área del proyecto.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> a. Calcular todos los elementos hidráulicos del sistema de alcantarillado c. Elaborar la topografía del área del proyecto. d. Diseñar la red de alcantarillado utilizando el software SewerCad. e. Elaborar los planos del proyecto</p>	<p>Con el diseño del sistema de alcantarillado el centro poblado de Jesús María, los pobladores serán beneficiados.</p> <p>Con este diseño del alcantarillado sanitario para la evacuación de las aguas residuales, se garantiza las condiciones de salud así mismo mejora la calidad de vida en la población de esta zona. Por lo tanto, cumple con los parámetros establecidos en la norma OS.070 Redes de aguas residuales.</p>	<p><b>El tipo de investigación:</b> Para el proyecto de tesis realizada se define de tipo descriptiva.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Es de tipo cualitativa.</p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b> El diseño de la investigación es no experimental.</p> <p><b>Universo y muestra:</b> El Universo del proyecto está conformada por todas las redes de alcantarillado en el Departamento de Piura.</p> <p><b>Muestra:</b> conformada por todas las redes de alcantarillado del Centro Poblado Jesús María.</p> <p><b>Plan de Análisis:</b> Establecer el tipo de sistema que se va a diseñar se evalúa en forma general y finalmente el resultado.</p>

#### **4.7 Principios Éticos**

Los principios éticos de una investigación nos permiten resguardar y promover la dignidad, bienestar e integridad, honradez moral desde lado científico. Toda persona que hace una investigación debe regirse a un código de ética de esta disciplina por lo tanto se debe reconocer y respetar la voluntad y esfuerzo realizado de los investigadores dándole un mérito por realizar y ocupar un lapso determinado. Hoy en día la demanda de proyectos que evalúan y realizan los estudiantes se involucra en obtener las expresiones o apropiarse ideas de otros autores sin ninguna autorización, por lo que se establece una usurpación ilícita la cual se determina una estafa o fraude asía el autor. De ello se establece toda averiguación de un proyecto tener un preámbulo Moral y la responsabilidad o compromiso de que cada proyecto original se respete en conciencia al autor.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados

**Ubicación Geográfica:** El área de estudio se encuentra Ubicada en el Departamento de Piura, Distrito de la Arena, Centro Poblado Jesús María.

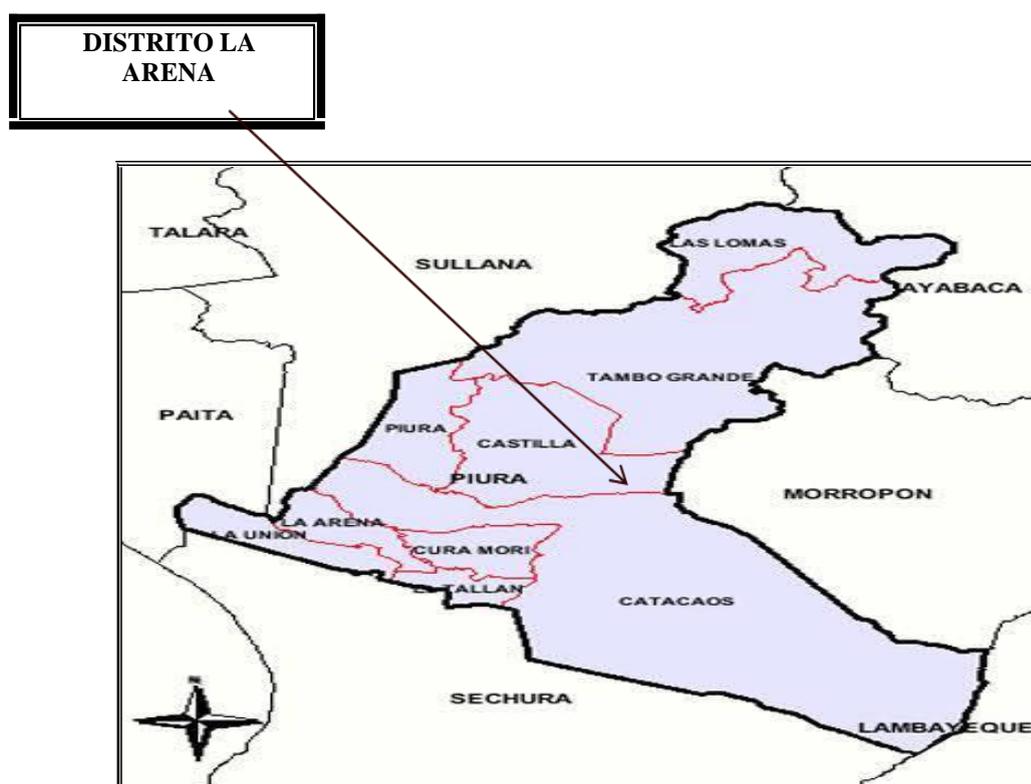


Figura 5: Ubicación Geográfica en el mapa de la Provincia de Arena  
Fuente: Elaboración Propia. (2019).

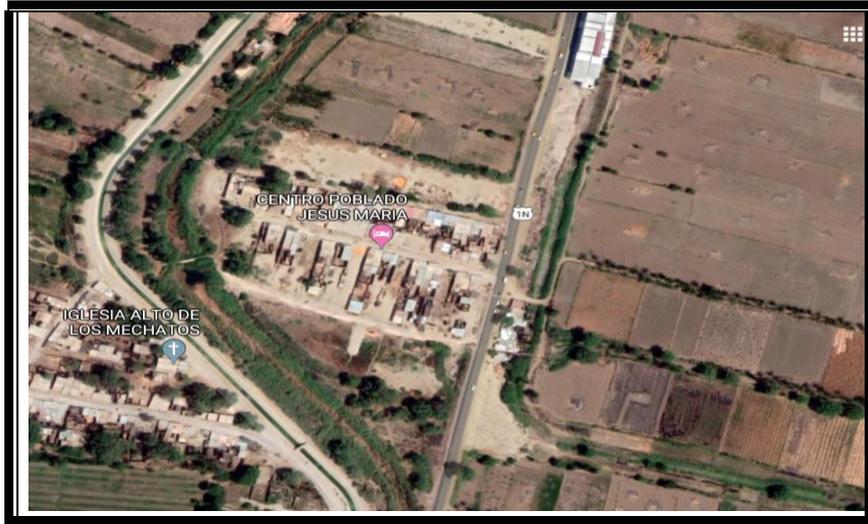


Figura 5.1. Ubicación del centro poblado Jesús María

## Criterios y parámetros de diseño para el cálculo poblacional

### Periodo de Diseño

Para Proyectos de agua potable y alcantarillado, las normas del ministerio de vivienda recomiendan un periodo de diseño de 20 años para todos los componentes.

<b>t =</b>	<b>20</b>	<b>años</b>
------------	-----------	-------------

### Tasa de Crecimiento

Calculo de la tasa de Crecimiento (T.C)

Cuadro N° 5: Fuente INEI Población censada del año 1993

<b>1993</b>			
<b>Categorías</b>	<b>casos</b>	<b>%</b>	<b>acumulado</b>
Urbano	25,530	88.82%	88.82%
<b>Rural</b>	3,212	11.18%	11.18%
<b>TOTAL</b>	<b>28,742</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Cuadro N° 6: Fuente INEI Población censada del año 2007

<b>2007</b>			
<b>Categorías</b>	<b>casos</b>	<b>%</b>	<b>acumulado</b>
Urbano	31,494	91,07%	91,07%
<b>Rural</b>	3,530	8.93%	8.93%
<b>TOTAL</b>	<b>34,584</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Cuadro N° 7: Fuente INEI Población censada del año 2017

<b>2017</b>			
<b>Categorías</b>	<b>casos</b>	<b>%</b>	<b>acumulado</b>
Urbano	35,494	89,57%	89,57%
<b>Rural</b>	4,162	10.43%	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>39,907</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Cuadro N° 8: Calculo de la tasa de crecimiento en zona rural del distrito de la Arena

<b>AÑO</b>	<b>POBLACION</b>	<b>t (años)</b>	<b>p (pf-pa)</b>	<b>pa.t</b>	<b>r(p/pa.t)</b>	<b>r.t</b>
1993	3212					
		10				
2007	3530		318	32120	0.010	0.10
		10				
2017	4162		632	35300	0.018	0.18
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>				<b>0.28</b>

$$\frac{0.28}{20} = 0.014 \times 100 = 1.4$$

**Tasa de crecimiento= 1.4 %**

**r= 1.4 %**

## Población actual

**Cuadro 9: Población Actual**

POBLACIÓN			
Año 2019	N° de viviendas habitadas	Densidad (Hab/Viv)	Total de habitantes
Centro Poblado Jesús María	70	4	280

*Fuente: Elaboración Propia (2019)*

## Calculo de la población futura con método Geométrico

Se utilizó para este caso la formula geométrica

$$P_f = P_i (1 + r/100)^t$$

$P_0$  = población inicial

$P_f$  = Población futura o de diseño

$r$  = Tasa de crecimiento

$t$  = Tiempo

## Proyección de la población futura

Población actual: 280

Tasa de Crecimiento: 1.40 %

Periodo de diseño: 20 años

$$P_f = 280 * (1 + \frac{1.40}{100})^{20} = 370 \text{ hab. al 2039}$$

## Dotaciones de agua

Para el cálculo de consumo de agua se utilizó el valor de 110 lt/hab./d según el ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2018)

Cuadro 10: Dotación de agua

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAULICO	CON ARRASTRE HIDRAULICO	CON REDES
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d	110 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	60 l/h/d	100 l/h/d
Selva	70 l/h/d	60 l/h/d	120 l/h/d

*Fuente: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2018).*

Demanda = 110 lt/hab/día (cuadro N° 10).

## Cálculo de Caudales.

Para el cálculo del consumo de agua se utilizó el valor de 110 lt/hab/d según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

## Caudal promedio anual

Ecuación:

$$Q_p = \frac{P_f \times d}{86400 \text{ s/día}}$$

Dónde:

QP = caudal promedio anual

P.f=población futura= 370 hab.

Dot.=dotación= 110 lt/hab/día

$$Q_p = \frac{(370 * 110)}{86400}$$
$$Q_p = 0.47 \text{ Lts/s}$$

### **Caudal máximo diario**

Ecuación:

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

Dónde:

Q.md= Caudal máximo diario

Q.p = Caudal promedio anual

k1 = Coeficiente de variación diario = 1.30

$$Q_{.md} = 0.47 * 1.30$$
$$Q_{.md} = 0.61 \text{ lts/s}$$

### **Caudal Máximo horario**

Ecuación:

$$Q_{.mh} = Q_p * k_2 \text{ LT/S}$$

Dónde:

Q.mh = Caudal máximo horario

Q.p = Caudal promedio

K2 = Coeficiente de variación horario = 2.0

$$Q.mh = 0.47 * 2.0$$

$$Q.mh = 0.94 \text{ lts/s}$$

### **Caudal de contribución por conexiones al alcantarillado**

Ecuación:

$$Q.alc. = Q.mh * 0.8$$

$$Q. alc = 0.94 * 0.8$$

$$Q. alc = 0.75 \text{ lts/s}$$

### **Caudal por infiltración y entradas ilícitas:**

Estos caudales de infiltración se deben a las aguas del subsuelo, principalmente freáticas que ingresan través de arreglos en los colectores, cuando presentan fisuras o en la unión de colectores con las cámaras de inspección y en las mismas cámaras cuando permiten la infiltración del agua.

### **Según la Norma OS. 070**

$$0.00005 \text{ Lt}/(\text{Seg} * \text{m.}) < T_i < 0.0010 \text{ Lt}/(\text{Seg} * \text{m.})$$

$$Q.inf = T_i * L_t \text{ (lt/s)}$$

Para la seguridad del diseño se considera el mayor valor

$$T_i = 0.0010 \text{ Lt}/(\text{Seg}*\text{m.})$$

Ecuación:

$$Q_{\text{inf}} = T_i * L$$

Dónde:

$Q_{\text{inf}}$  = Coeficiente de infiltración (l/s/m).

L= Longitud total de la red (m)= 732 mts.

$$Q_{\text{inf}} = q_i * L_t \text{ (lt/s)}$$

$$Q_{\text{inf}} = 0.0010 \text{ Lt}/(\text{Seg}*\text{m.}) * 732 \text{ m} = \mathbf{0.73 \text{ lt/seg.}}$$

### **Caudal por conexiones erradas**

Se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios que incorporan al sistema aguas pluviales.

Ecuación:

$$Q_{\text{ce.}} = A_{\text{ce}} * A \text{ (há)}$$

Donde:

$A_{\text{ce}}$  = Aporte por conexiones erradas (l/s \* ha) =2

A = Área de influencia (ha)=4.46 ha.

$$Q_{\text{ce.}} = A_{\text{ce}} * A$$

$$Q_{\text{ce.}} = 2 \text{ (l/s * ha)} * 4.46 \text{ ha}$$

$$Q_{\text{ce}} = \mathbf{8.92 \text{ lt/s}}$$

### **Caudal de diseño**

Será la sumatoria de caudal de contribución al alcantarillado ( $Q_{\text{alc}}$ ), caudal infiltración ( $Q_{\text{inf}}$ ), caudal por conexiones erradas ( $Q_{\text{ce}}$ ).

Ecuación:

$$Q.\text{diseño} = Q.\text{alc} + Q.\text{inf} + Q.\text{ce}$$

$$Q.\text{diseño} = 0.75 + 0.73 + 8.92$$

<b><math>Q.\text{ diseño} = 10.40 \text{ lt/sg}</math></b>
--

## Modelamiento de la red de alcantarillado mediante el software SEWERCAD.

Iniciamos abriendo el programa SEWERCAD.

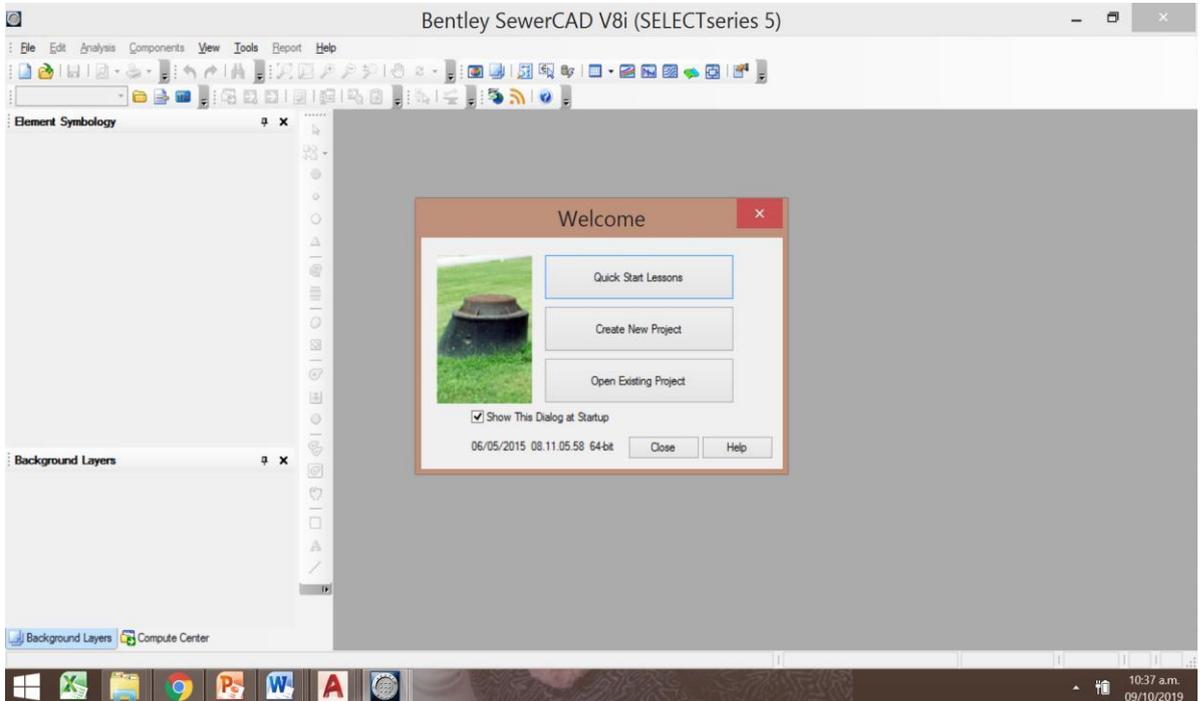


Figura 06: Inicio del Programa

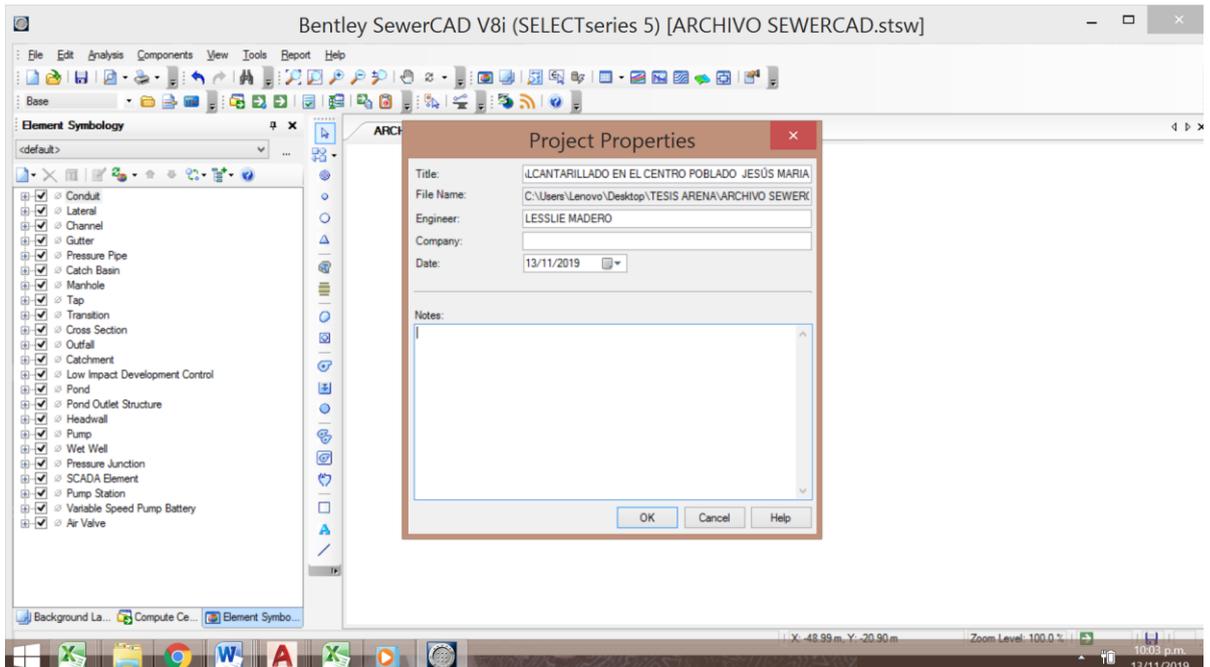


Figura 07: ventana de Project Properties

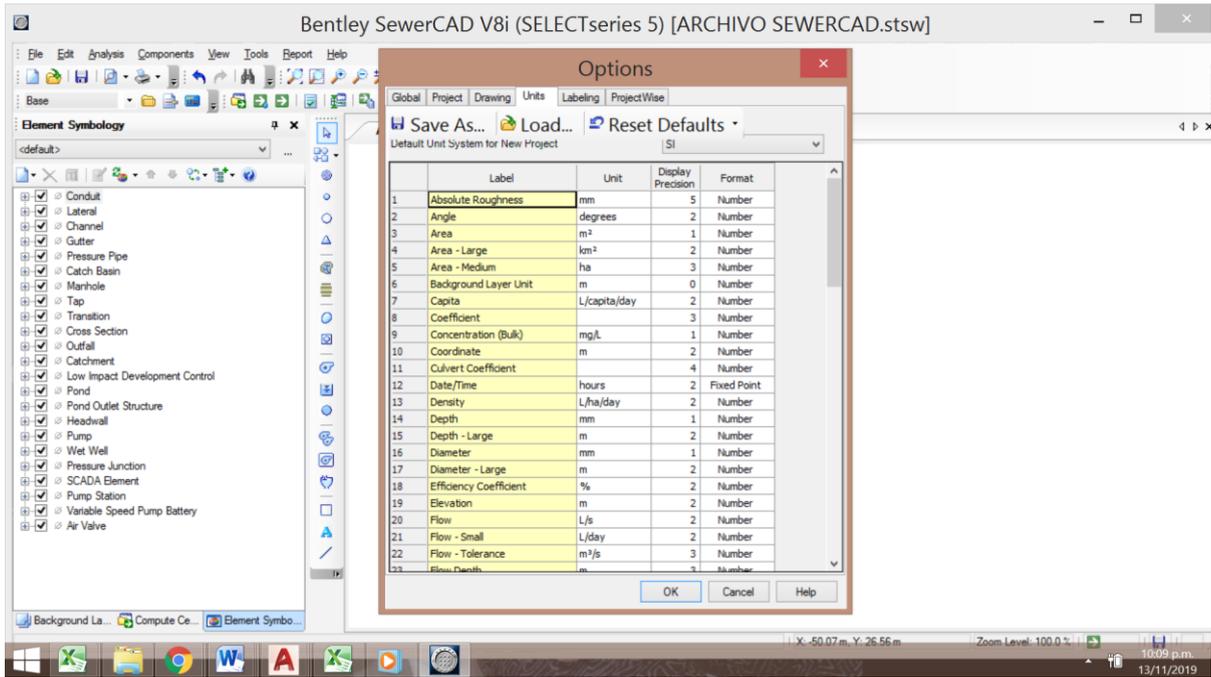


Figura 08: Configuración de unidades

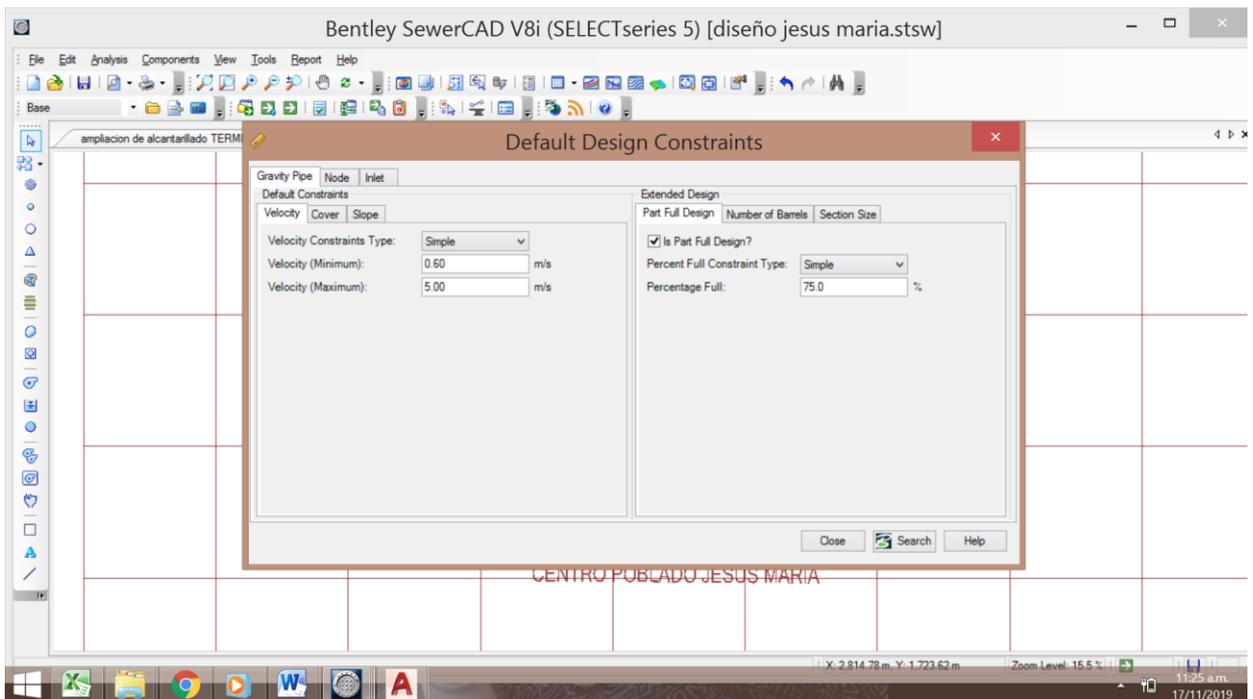


Figura 09: Definición de parámetros de diseño según Norma OS 070.  
Fuente: Software Sewercad

Configuramos el tipo de tubería y diámetro que se utilizarán en el proyecto

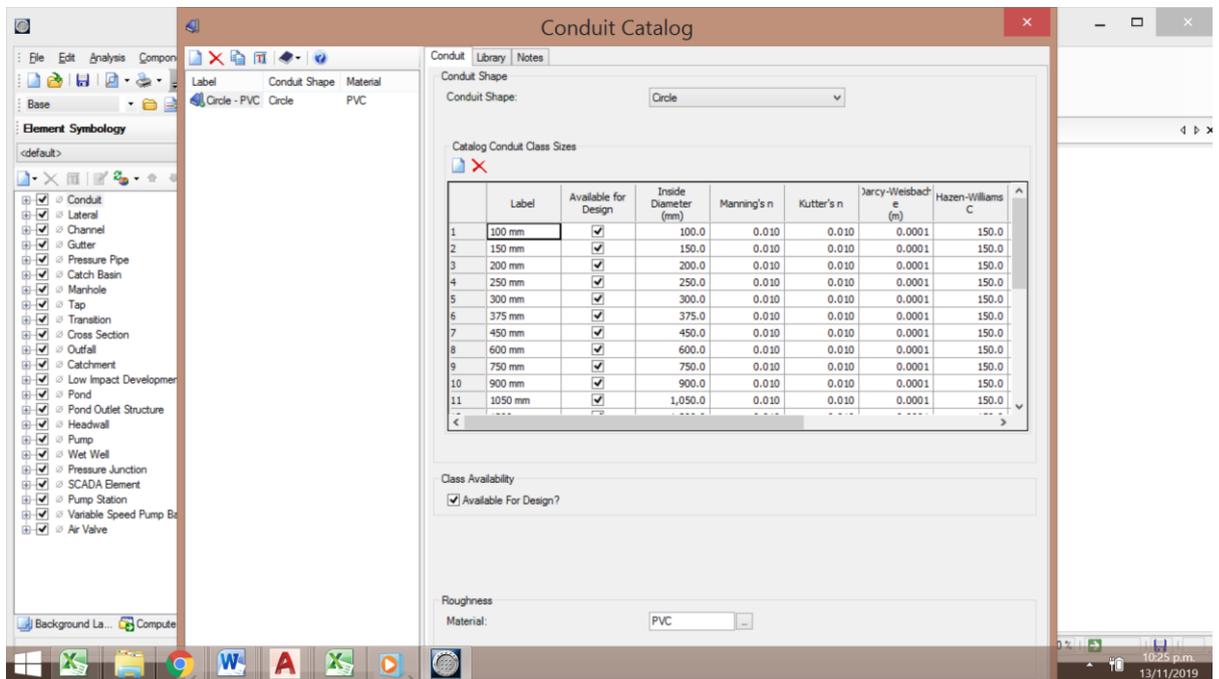


Figura 10: Ventana Conduit Catalog Fuente: Software Sewercad

## Resultado de análisis del software

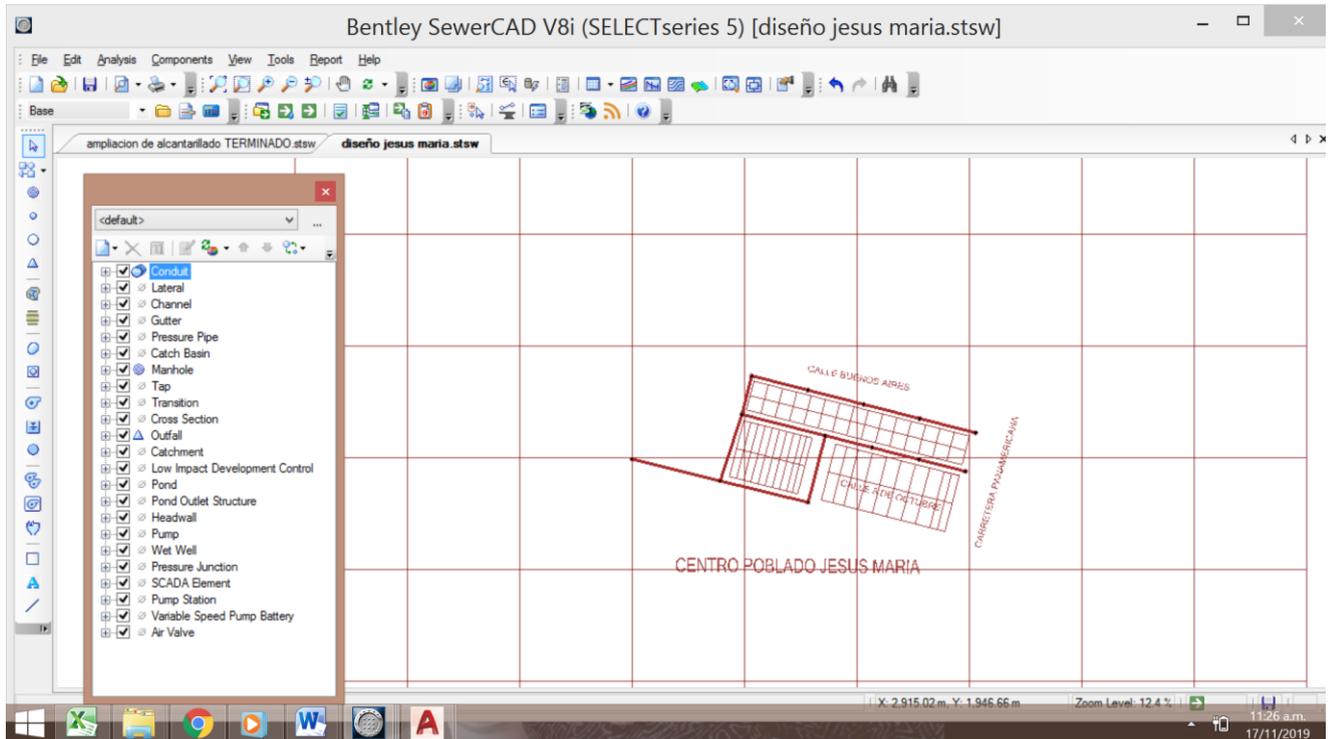


Figura 11: Cuadro de resultado de tuberías Fuente: Software Sewercad  
Modelamiento de las redes, flujos y buzones

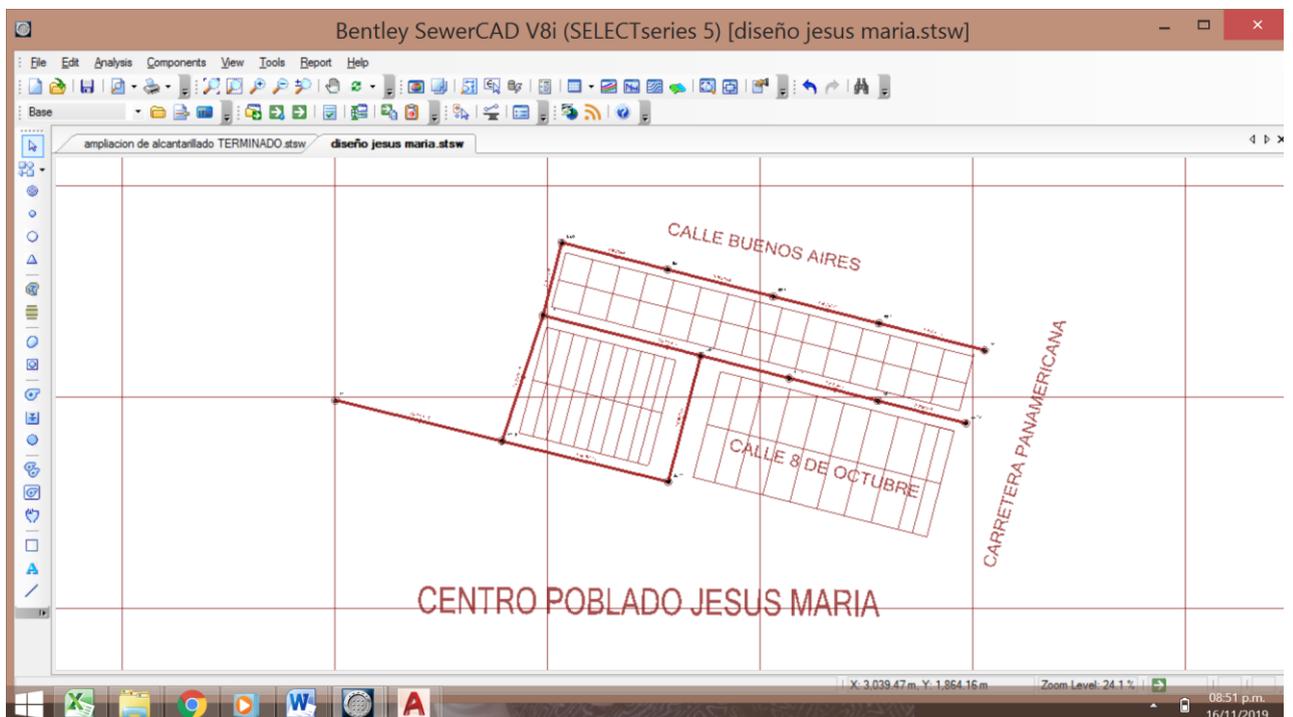


Figura 12: Trazo de la red de alcantarillado Fuente: Software Sewercad

## Resultado de análisis del software

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0.000 hours) (diseño jesus maria.stsw)

ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope Calculated (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Depth Middle (m)	Flow / apact Design (l/s)	Depth Average End) / Rise (%)	
53: TUBERIA -	53 TUBERIA -1	BZ-1	<input type="checkbox"/>	48.80	BZ-2	<input type="checkbox"/>	48.30	<input type="checkbox"/>		51.3	0.010	Circle	198.0	0.010	1.50	0.63	0.04	4.0	19.6	
54: TUBERIA -	54 TUBERIA -2	BZ-2	<input type="checkbox"/>	48.30	BZ-3	<input type="checkbox"/>	48.05	<input type="checkbox"/>		51.4	0.005	Circle	198.0	0.010	3.00	0.61	0.05	2...	11.2	25.7
49: TUBERIA-3	49 TUBERIA-3	BZ-3	<input type="checkbox"/>	48.05	BZ-4	<input type="checkbox"/>	47.79	<input type="checkbox"/>		51.3	0.005	Circle	198.0	0.010	4.50	0.69	0.06	2...	16.8	30.6
50: TUBERIA-4	50 TUBERIA-4	BZ-4	<input type="checkbox"/>	47.79	BZ-5	<input type="checkbox"/>	47.53	<input type="checkbox"/>		51.3	0.005	Circle	198.0	0.010	6.00	0.75	0.07	2...	22.4	34.8
31: TUBERIA-5	31 TUBERIA-5	BZ-5	<input type="checkbox"/>	47.53	BZ-6	<input type="checkbox"/>	47.31	<input type="checkbox"/>		35.7	0.006	Circle	198.0	0.010	7.50	0.86	0.09	3...	25.4	43.5
58: TUBERIA-6	58 TUBERIA-6	BZ-8	<input type="checkbox"/>	47.91	BZ-6	<input type="checkbox"/>	47.31	<input type="checkbox"/>		119.6	0.005	Circle	198.0	0.010	4.50	0.69	0.08	2...	16.8	39.2
61: TUBERIA-7	61 TUBERIA-7	BZ-9	<input type="checkbox"/>	48.21	BZ-8	<input type="checkbox"/>	47.91	<input type="checkbox"/>		43.0	0.007	Circle	198.0	0.010	3.00	0.69	0.05	3...	9.5	25.7
60: TUBERIA-8	60 TUBERIA-8	BZ-10	<input type="checkbox"/>	48.71	BZ-9	<input type="checkbox"/>	48.21	<input type="checkbox"/>		42.7	0.012	Circle	198.0	0.010	1.50	0.67	0.04	4...	3.7	19.6
34: TUBERIA-9	34 TUBERIA-9	BZ-7	<input type="checkbox"/>	47.82	BZ-11	<input type="checkbox"/>	47.30	<input type="checkbox"/>		61.6	0.008	Circle	198.0	0.010	1.50	0.60	0.04	3...	4.3	19.6
68: TUBERIA-1	68 TUBERIA-10	BZ-6	<input type="checkbox"/>	47.31	BZ-12	<input type="checkbox"/>	46.90	<input type="checkbox"/>		62.6	0.007	Circle	198.0	0.010	13.50	1.03	0.10	3...	44.0	52.9
66: TUBERIA-1	66 TUBERIA-11	BZ-11	<input type="checkbox"/>	47.30	BZ-12	<input type="checkbox"/>	46.90	<input type="checkbox"/>		80.5	0.005	Circle	198.0	0.010	3.00	0.61	0.08	2...	11.2	39.4
67: TUBERIA-1	67 TUBERIA-12	BZ-12	<input type="checkbox"/>	46.90	O-1	<input type="checkbox"/>	46.50	<input type="checkbox"/>		81.0	0.005	Circle	198.0	0.010	16.50	0.98	0.11	2...	61.6	54.7

12 of 12 elements displayed

SORTED

X: 2.993,28 m, Y: 1.900,71 m Zoom Level: 73.7%

08:50 p.m. 16/11/2019

Figura 13: Cuadro de resultado de tuberías Fuente: Software Sewercad

FlexTable: Manhole Table (Current Time: 0.000 hours) (diseño jesus maria.stsw)

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert) (m)	Inflow (Wet) Collection	Flow (Total In) (L/s)	Flow (Total Out) (L/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (In) (m)	Is Overflowing?	Is Eve Overflow
40: BZ-1	40 BZ-1	50.00	<input checked="" type="checkbox"/>	50.00	<input type="checkbox"/>	48.80	<Collection	0.00	1.50	0.03	48.83	48.83	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55: BZ-2	55 BZ-2	50.00	<input checked="" type="checkbox"/>	49.50	<input type="checkbox"/>	48.30	<Collection	1.50	3.00	0.05	48.35	48.35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47: BZ-3	47 BZ-3	49.50	<input checked="" type="checkbox"/>	49.50	<input type="checkbox"/>	48.05	<Collection	3.00	4.50	0.06	48.10	48.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51: BZ-4	51 BZ-4	49.44	<input checked="" type="checkbox"/>	49.44	<input type="checkbox"/>	47.79	<Collection	4.50	6.00	0.07	47.85	47.85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32: BZ-5	32 BZ-5	49.21	<input checked="" type="checkbox"/>	49.21	<input type="checkbox"/>	47.53	<Collection	6.00	7.50	0.07	47.60	47.60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33: BZ-6	33 BZ-6	49.18	<input checked="" type="checkbox"/>	49.18	<input type="checkbox"/>	47.31	<Collection	12.00	13.50	0.10	47.41	47.41	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35: BZ-7	35 BZ-7	49.02	<input checked="" type="checkbox"/>	49.02	<input type="checkbox"/>	47.82	<Collection	0.00	1.50	0.03	47.85	47.85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
56: BZ-8	56 BZ-8	49.11	<input checked="" type="checkbox"/>	49.11	<input type="checkbox"/>	47.91	<Collection	3.00	4.50	0.06	47.97	47.97	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
59: BZ-9	59 BZ-9	49.41	<input checked="" type="checkbox"/>	49.41	<input type="checkbox"/>	48.21	<Collection	1.50	3.00	0.05	48.26	48.26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42: BZ-10	42 BZ-10	49.91	<input checked="" type="checkbox"/>	49.91	<input type="checkbox"/>	48.71	<Collection	0.00	1.50	0.03	48.74	48.74	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36: BZ-11	36 BZ-11	48.85	<input checked="" type="checkbox"/>	48.85	<input type="checkbox"/>	47.30	<Collection	1.50	3.00	0.05	47.35	47.35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
65: BZ-12	65 BZ-12	48.58	<input checked="" type="checkbox"/>	48.58	<input type="checkbox"/>	46.90	<Collection	16.50	16.50	0.11	47.01	47.01	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12 of 12 elements displayed

SORTED

08:52 p.m. 16/11/2019

Figura 14: Cuadro de resultado de Buzones Fuente: Software Sewercad

### Cálculo y Diseño del Sistema Proyectado con el SEWERCAD

Dotación..... 110 lt/ha/d  
 Coeficiente de retorno..... 80 %  
 Caudal de alcantarillado..... 0.75 lt/s  
 Caudal de diseño..... 10.40 lt/s

**Cuadro11: Resultado de Tuberías**

TRAMO	BUZON AGUAS ARRIBA	BUZON AGUAS ABAJO	DIAMETRO (pulg)	Manning.	PENDIENTE (%)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	RELACION TIRANTE DIAMETRO (%)	TENSION TRACTIVA (pascal)
TUBERIA 1	BZ-1	BZ-2	8"	0.010	9.74	1.50	0.63	4.00	1.54
TUBERIA 2	BZ-2	BZ-3	8"	0.010	5.00	3.00	0.61	11.20	1.25
TUBERIA 3	BZ-3	BZ-4	8"	0.010	5.00	4.50	0.69	16.80	1.49
TUBERIA 4	BZ-4	BZ-5	8"	0.010	5.00	6.00	0.75	22.40	1.68
TUBERIA 5	BZ-5	BZ-6	8"	0.010	6.11	7.50	0.86	25.40	2.17
TUBERIA 6	BZ-8	BZ-7	8"	0.010	5.00	4.50	0.69	16.80	1.49
TUBERIA 7	BZ-9	BZ-8	8"	0.010	6.97	3.00	0.69	9.50	1.62
TUBERIA 8	BZ-10	BZ-9	8"	0.010	11.70	1.50	0.67	3.70	1.78
TUBERIA 9	BZ-7	BZ-11	8"	0.010	8.40	1.50	0.60	4.30	1.37
TUBERIA 10	BZ-6	BZ-12	8"	0.010	6.58	13.50	1.03	44.00	2.93
TUBERIA 11	BZ-11	BZ-12	8"	0.010	5.00	3.00	0.61	11.20	1.25
TUBERIA 12	BZ-12	BZ O-01	8"	0.010	5.00	16.50	0.98	61.60	2.53

Fuente: Software Sewercad

**Cuadro 12: Altura y diámetro de buzones**

<b>ALTURA Y DIAMETRO DE BUZONES</b>						
<b>BUZON</b>	<b>ELVACION DE TERRENO</b>	<b>COTA TAPA(m)</b>	<b>COTA FONDO(m)</b>	<b>ALTRA DE BUZON(m)</b>	<b>DIAMETRO (mm)</b>	<b>GRADIENTE HIDRAULICA</b>
BZ-1	50.00	50.00	48.80	1.20	1200	48.83
BZ-2	49.50	49.50	48.30	1.20	1200	48.35
BZ-3	49.50	49.50	48.05	1.45	1200	48.10
BZ-4	49.44	49.44	47.79	1.65	1200	47.85
BZ-5	49.21	49.21	47.53	1.68	1200	47.60
BZ-6	49.18	49.18	47.31	1.87	1200	47.41
BZ-7	49.02	49.02	47.82	1.20	1200	47.85
BZ-8	49.11	49.11	47.91	1.20	1200	47.97
BZ-9	49.41	49.41	48.21	1.20	1200	48.26
BZ-10	49.91	49.91	48.71	1.20	1200	48.74
BZ-11	48.85	48.85	47.30	1.55	1200	47.35
BZ-12	48.58	48.58	46.90	1.68	1200	47.01

Fuente: Software Sewercad

## **5.2 Análisis de Resultados**

Según información estadística por las encuestas realizadas en campo, en el área de proyecto existen 70 viviendas, encontrando una densidad de 4 habitantes por vivienda y una población total de 280 pobladores. Se estima que la tasa de crecimiento es 1.44 %, para un periodo de 20 años.

El diseño proyectado, deberá desempeñar a su máxima capacidad, además considerando la vida útil de los mismos.

La población futura será de 370 Habitantes, la Dotación: 110 lt/hab./día. De acuerdo a esta información se ha calculado los caudales de diseño y el caudal que ingresaría a la red del alcantarillado,  $Q_{alc.} = 0.75 \text{ lt/s}$ .

### **a. Red Colectora**

El sistema de alcantarillado para el proyecto de tesis comprende el diseño de una red colectora de tubería de PVC UF DN 200 mm S-20, estos colectores tienen longitud total de 732.00 m, estas tuberías de PVC de 200 mm de diámetro, se han diseñado cumpliendo la norma, para diámetros mínimos en el diseño de redes de alcantarillado la cual debe ser de 200 mm (milímetros) de acuerdo a la Norma OS.070.

## **b. Buzones**

Los buzones proyectados para Diseño del sistema del alcantarillado en el Centro Poblado Jesús María, sector rural ubicado en el Distrito de la Arena, tienen un diámetro interno de 1.20 m. Los buzones de arranque en donde empieza la red de alcantarillado serán diseñados con una altura mínima de 1.20 m. Los buzones del proyecto serán del tipo I, la profundidad máxima de buzón del proyecto es de 1.87 m. La cantidad de buzones del diseño de alcantarillado propuesto será de 12 buzones de tipo I, los cuales serán elaborados de concreto simple y presentarán las siguientes características:

- Pared, solado y canaleta serán de 175 kg/cm<sup>2</sup>.
- La tapa del buzón será de concreto armado, marco de fierro fundido 12.5 kg.
- La altura de losa de techo tendrá una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- La losa de fondo de 175 kg/cm<sup>2</sup>, ambos tendrán una altura de 0.20 cm.
- El muro tendrá un espesor de 0.15 cm.
- El dado de anclaje es de 20 x 20 cm y una resistencia de 140 kg/cm<sup>2</sup>.
- El solado tiene una altura de 0.10 cm.

**Cuadro 13: Clasificación de buzones del proyecto**

<b>BUZON</b>	<b>ALTRA DE BUZON(m)</b>	<b>TIPO</b>
BZ-1	1.20	<b>I</b>
BZ-2	1.20	<b>I</b>
BZ-3	1.45	<b>I</b>
BZ-4	1.65	<b>I</b>
BZ-5	1.68	<b>I</b>
BZ-6	1.87	<b>I</b>
BZ-7	1.20	<b>I</b>
BZ-8	1.20	<b>I</b>
BZ-9	1.20	<b>I</b>
BZ-10	1.20	<b>I</b>
BZ-11	1.55	<b>I</b>
BZ-12	1.68	<b>I</b>

Fuente: Elaboración propia

**c. Conexiones Domiciliarias**

Las conexiones domiciliarias serán instaladas con tubería de PVC UF 160 mm S-25, para recolectar las aguas servidas de las viviendas domésticas, para este proyecto tenemos según el diseño realizado que existen:

- 70 Conexiones domiciliarias, en las cuales se utilizarán, codos de PVC H-H 110 – 160 mm, Tubería de descarga de PVC UF 160 mm y anclajes de concreto de 140 kg/cm<sup>2</sup> y Cachimbas de 6”x 8”.

## VI. CONCLUSIONES

Se proyectó que para el año 2039 se estima una población de 370 habitantes

El diseño del sistema de alcantarillado trabaja totalmente por gravedad, cumpliendo los parámetros normados.

En el proyecto se adoptó una dotación de 110 lt/hab/día, por ser una cantidad razonable en zonas rurales, de acuerdo al ministerio de vivienda construcción y saneamiento 2018.

Los caudales de diseño que se calcularon con los coeficientes de variación diaria horaria son los siguientes: Caudal máximo diario: 0.61 lts/s. Caudal máximo horario: 0.94 lts/s.

El caudal de diseño es de 10.40 lts/s, lo cual cumple para tubería de 200 mm.

Se determinó la cota mínima y cota máxima de terreno en el área del proyecto. Cota máxima: 50.00 m; Cota mínima: 48.58 m

Con la topografía realiza se hallaron las cotas de terreno y cotas de fondo de los buzones, y con los resultados de diseñaron, buzones Tipo I: 1.20 m – 1.87 m. En total se diseñaron 12 buzones de tipo I y para el armado de los techos se utilizará acero de ½”.

Para el diseño de la red de alcantarillado se utilizó el software SEWERCAD para calcular las pendientes, velocidades, tensión tractiva las cuales cumplen con los reglamentos, como resultados obtuvimos:

- Velocidad mínima de 0.60 m/s
- Velocidad máxima de 1.03 m/s.
- Códmo pendiente mínima 5.00 ‰
- Códmo pendiente máxima 11.70 ‰

- Tensión tractiva mínima 1.25 Pa,
- tensión tractiva máxima 2.93 Pa.

El sistema de alcantarillado diseñado, estará conformado por tuberías de PVC UF DN 200 mm S-20. Para las conexiones domiciliarias se utilizará Tubería de descarga de PVC UF 160 mm y codos de PVC H-H 110 – 160 mm, se han proyectado 70 conexiones domiciliarias, cada una con su caja de registro.

## **RECOMENDACIONES**

- Para que el diseño funcione al 100% es necesario que se ejecute con personal capacitado y así poder lograr que se cumplan cada una de las especificaciones técnicas propuestas como también las normas vigentes de nuestro País.
- Tener cuidado con el transporte y almacenamiento de los materiales.
- Respetar el diseño hidráulico para su buen funcionamiento.
- Dar mantenimiento constante a las redes y buzones, para evitar atoros y desbordes de aguas servidas.

## REFERENCIAS

- Benito O. (2018). El término “alcantarillado” hace referencia a la recolección, tratamiento de residuos líquidos. <https://repositorio.unp.edu.pe>
- Celi S. Y Pesantez I. (2016) calculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización finca municipal, en el cantón el chaco, provincia de napo, ecuador”. <https://repositorio.espe.edu.ec>
- CONAGUA (2009) Componentes de un sistema del alcantarillado sanitario. <https://www.conagua.gob>.
- Cusquisibán F. (2015) Mejoramiento y ampliación del sistema de potable y alcantarillado del distrito el prado, provincia de san miguel, departamento de Cajamarca” <https://repositorio.unc.edu.pe>
- Chunga m. (2015) Diseño del sistema de alcantarillado de la caleta de Yacila, distrito de Paita, provincia de Paita” <https://tesis-chunga-more>
- Jimeno Saavedra (2010). Tipos de Sistemas del alcantarillado. <https://repositorio.ucv.edu.pe>
- León J, Salinas E. (2017). Diseño de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del municipio de Turín, departamento de Ahuachapán, el salvador” <https://www.google.com/>
- Martínez J. (2016) diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio el centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio la tejara, municipio de san juan ermita, departamento de Chiquimula, Guatemala”. <https://biblioteca.usac.edu>.
- Martínez E (2018). Diseño del sistema de alcantarillado del centro poblado huerequeque – la unión – Piura

Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2018). Normas Técnicas de Diseño. <https://busquedas.elperuano.pe>

Norma Técnica OS.070 Aguas Residuales) Contribuciones al sistema de alcantarillado. <https://www.vivienda.gob.pe>

Olivari F; Castro S. (2016) Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado de Médano, Lambayeque” <https://repositorio.urp.edu.pe>

Ortiz, M. (2018) Diseño del sistema de alcantarillado de la localidad de Narihualá, distrito de Catacaos, Piura

Sandoval, S. (2019). Mejoramiento del sistema de alcantarillado en el asentamiento humano las Malvinas del distrito de la arena, provincia Piura, departamento Piura

VÁSQUEZ (2011). Clasificación de las Tuberías. <https://diferentes-clases-de-tuberas-tipos-usos-y-su-normativa>