

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS DE RED Y TUBERÍAS EXISTENTES PARA  
MEJORAR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA JUNTA  
VECINAL- ATMAT- PAMPA DE VIÑANI SECTOR VI, DISTRITO  
DE GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA – TACNA - 2020”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. RENAN ANDREÉ ORTEGA SALAZAR CALDERÓN**

**BACH. BASILIO GUTIERREZ LAURA**

**TACNA – PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ANÁLISIS DE RED Y TUBERÍAS EXISTENTES PARA MEJORAR  
EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA JUNTA VECINAL-  
ATMAT- PAMPA DE VIÑANI SECTOR VI, DISTRITO DE  
GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA – TACNA - 2020”**

**Tesis sustentada y aprobada el 12 de abril del 2021; estando el jurado  
calificador integrado por:**

**PRESIDENTE: Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores**

**SECRETARIO: Mag. Alfonso Oswaldo Flores Mello**

**VOCAL: Mtro. Jimmi Yury Silva Charaja**

**ASESOR: Mg. Ulianov Farfán Kehuarucho**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Basilio Gutierrez Laura, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 73998906.

Declaro bajo juramento que:

1) Soy autor (a) de la tesis titulada:

“ANÁLISIS DE RED Y TUBERÍAS EXISTENTES PARA MEJORAR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA JUNTA VECINAL- ATMAT- PAMPA DE VIÑANI SECTOR VI, DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA – TACNA - 2020”, la misma que presento para optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

2) La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3) La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4) La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: Tacna 12 de abril del 2021

Firma: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Basilio Gutierrez Laura

DNI: 73998906

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Renan Andreé Ortega Salazar Calderón, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 70216180.

Declaro bajo juramento que:

1) Soy autor (a) de la tesis titulada:

“ANÁLISIS DE RED Y TUBERÍAS EXISTENTES PARA MEJORAR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA JUNTA VECINAL- ATMAT- PAMPA DE VIÑANI SECTOR VI, DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA – TACNA - 2020”, la misma que presento para optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

2) La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3) La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4) La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: Tacna 12 de abril del 2021

Firma: 

Nombres y apellidos: Renan Andreé Ortega Salazar Calderón

DNI: 70216180

## DEDICATORIA

A mi familia y en memoria de mis padres, que fueron pieza fundamental e impulso para seguir adelante.

Basilio Gutierrez Laura

A mis seres queridos, que estuvieron siguiendo paso a paso este logro tan importante en mi vida y me lo dedico a mi mismo, ya que fue un gran esfuerzo en todo sentido.

Renan Andreé Ortega Salazar Calderón

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme alcanzar una de mis metas, a mis tías claudia, Genera y Adriana por la motivación y el apoyo permanente en el transcurso de mi vida.

A mi asesor ing. Ulianov Farfán Kehuarucho, por su paciencia consejos y conocimientos compartidos, en el desarrollo de esta tesis.

Basilio Gutierrez Laura

En primer lugar, agradecer a Dios y a la Virgen de la Candelaria que siempre estuvieron guiándome e iluminándome para tomar las mejores decisiones en mi vida universitaria, también quiero agradecer a mi familia que me acompañó en el transcurso de lograr mis metas y por último a mis seres queridos que no se cansaron de alentarme.

Renan Andreé Ortega Salazar Calderón

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
ÍNDICE GENERAL.....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
ÍNDICE DE FIGURAS .....	10
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN .....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
1.1 Descripción del problema.....	17
1.2 Formulación del problema.....	19
1.3 Justificación e importancia .....	19
1.3.1 Desde el punto de vista científico .....	19
1.3.2 Desde el punto de vista social .....	22
1.3.3 Desde el punto de vista económico.....	24
1.4 Objetivos.....	27
1.5 Hipótesis.....	27
MARCO TEÓRICO.....	29
2.1 Antecedentes del estudio.....	29
2.1.1 Regional .....	29
2.1.2 Nacional .....	30
2.1.3 Internacional.....	32
2.2 Bases teóricas .....	34
2.2.1 Aguas residuales.....	34
2.2.2 Clasificación de aguas residuales .....	35
2.2.2.1 Aguas Residuales Urbanas.....	35
2.2.2.2 Aguas Residuales Industriales.....	35

2.2.3	Inadecuada educación sanitaria .....	35
2.2.3.1	Tipos de contaminantes .....	35
2.2.4	Agua y salud.....	36
2.2.5	Factores que afectan los sistemas que transportan aguas residuales 36	
2.2.6	Limpieza de la red de alcantarillado .....	37
2.2.7	Reparaciones de la red de alcantarillado .....	37
2.2.8	Período de diseño .....	38
2.2.9	Criterio de diseño .....	39
2.2.10	Población.....	40
2.2.10.1	Población de diseño .....	40
2.2.10.2	Métodos matemáticos de proyección poblacional.....	41
2.2.10.3	Densidad de población.....	43
2.2.11	Usos del agua - dotación .....	44
2.2.11.1	Usos del agua.....	45
2.2.11.2	Dotación.....	47
2.2.12	Variaciones del consumo.....	48
2.2.12.1	Consumo promedio diario anual (qm).....	48
2.2.12.2	Caudal máximo horario de aguas residuales .....	48
2.2.12.3	Coeficiente de punta .....	48
	Coeficiente de Harmon.....	49
	Coeficiente de Babbit.....	49
	Coeficiente de Giffit .....	49
2.2.12.4	Caudal de infiltración.....	50
2.2.12.5	Caudal de conexiones erradas .....	50
2.2.12.6	Caudal de diseño.....	51
2.2.13	Características de la red de conducción y evacuación .....	51
2.2.13.1	Tipos de tuberías utilizadas en alcantarillados sanitarios .....	51
2.2.13.2	Profundidad de la tubería .....	52

	8
2.2.13.3	Diámetro mínimo ..... 52
2.2.13.4	Coeficiente de rugosidad ..... 52
2.2.13.5	Velocidades máximas y mínimas..... 52
2.3	Definición de términos..... 53
	MARCO METODOLÓGICO ..... 56
3.1	Tipo y diseño de la investigación ..... 56
3.2	Población y/o muestra de estudio..... 56
3.3	Operacionalización de variables ..... 59
3.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos ..... 60
3.5	Procesamiento y análisis de datos ..... 70
	RESULTADOS ..... 72
	DISCUSIÓN..... 88
	CONCLUSIONES..... 93
	RECOMENDACIONES ..... 94
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 95
ANEXOS	..... 97

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Períodos de diseño de obras hidráulicas .....	39
Tabla 2. Densidad poblacional .....	44
Tabla 3. Consumos típicos de los sectores: domésticos, industrial, comercial, público y pérdidas .....	46
Tabla 4. Dotación media diaria .....	47
Tabla 5. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d) .....	47
Tabla 6. Valores de infiltración en tubos Qi (L/s/m) .....	50
Tabla 7. Velocidades Máximas .....	53
Tabla 8. Operacionalización de variables .....	59
Tabla 9. Libreta de campo .....	64
Tabla 10. Cuadro técnico .....	64
Tabla 11. Ocupación del entrevistado .....	72
Tabla 12. Cantidad de personas que hacen uso de la vivienda .....	74
Tabla 13. Adecuado diseño de la red .....	81
Tabla 14. Mantenimiento de la red de alcantarillado .....	81
Tabla 15. Manual sobre la correcta utilización del servicio .....	82
Tabla 16. Solución al problema de los atoros .....	82
Tabla 17. Cuadro de resumen del análisis del sistema de alcantarillado actual .....	83
Tabla 18. Cantidad de habitantes .....	86
Tabla 19. Cuadro de resumen de la propuesta de diseño para el sistema de alcantarillado .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Daño por corrosión causada por sulfuro de hidrogeno en una tubería de concreto (Basurto el al., 2012) .....	20
Figura 2. Representación esquemática de las transformaciones del ciclo del azufre en colectores de aguas residuales. Adaptado de: Vincke et al. (2000) y Beeldens y Van Gemert (2000) .....	20
Figura 3. Ubicación de la zona de estudio. ....	56
Figura 4. Intersección entre la Av. Los Escritores y Av. Alameda Ecológica. ....	57
Figura 5. Intersección entre la Av. Los Escritores y Av. Nicolas Arriola. ....	58
Figura 6. Vista Panorámica de Plaza Central de la Junta Vecinal- ATMAT. ....	58
Figura 7. Intersección entre la Ca. Guillermo Billinghurts y Av. Villa el Salvador. ...	59
Figura 8. Vista Panorámica “01” de lotes habitados y no habitados. ....	67
Figura 9. Vista Panorámica “02” de lotes habitados y no habitados. ....	67
Figura 10. Vista Panorámica “03” de lotes habitados y no habitados. ....	68
Figura 11. Buzón de inspección estancado y Concreto Simple Normalizado como material de tubería en redes. ....	68
Figura 12. Pozo de inspección estancado y tubería de CSN perdiendo sección. ...	69
Figura 13. Tubería de CSN y buzón de inspección agrietados. ....	69
Figura 14. Pozo de inspección arenado y tubería de CSN completamente seca. ...	70
Figura 15. Nivel de instrucción. ....	73
Figura 16. El número de habitantes por vivienda oscila de 3 a 6 en su gran mayoría. ....	74
Figura 17. Uso de la vivienda. ....	75
Figura 18. Servicio de agua potable las 24 hrs. ....	75
Figura 19. Uso de la ducha por día. ....	76
Figura 20. Tipo de servicio higiénico. ....	76
Figura 21. Conexión a la red de desagüe. ....	77
Figura 22. Depósito de desechos generados en la cocina y en el baño. ....	77
Figura 23. Consciencia sobre la correcta utilización del servicio. ....	78
Figura 24. Problemas con el sistema de alcantarillado de la zona. ....	78
Figura 25. Época del año donde se observa mayor cantidad de problemas en la red. ....	79
Figura 26. Deposición de agua de lluvia recolectada en la vivienda. ....	79

	11
Figura 27. Enfermedades producto de los colapsos. ....	80
Figura 28. Construcción de la red de manera empírica. ....	80
Figura 29. Material de tubería utilizada. ....	81

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó con la finalidad de analizar los factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa- Tacna- 2020, para lo cual se *recolectó información en campo*, a través de la observación y encuestas, para tener conocimiento de la población total, número de viviendas, existencia de red de desagüe, red de drenaje pluvial para la evaluación de la red se realizó un levantamiento topográfico determinando las características y *topografía del terreno*.

Se procedió al *modelamiento hidráulico* de las redes existentes en el software SEWERGEMS , tomando como datos el levantamiento topográfico realizado en campo , considerando la ubicación y densidad de las viviendas, que nos permitió medir cuán deficiente es el sistema con respecto a los parámetros que exige la norma OS.070, se realizaron calicatas para identificar el tipo y estado de tuberías utilizadas en la red actual, la cantidad y ubicación de lotes no habitados para proponer un *material óptimo de tuberías*, y se propuso un sistema de alcantarillado que cumpla todos los requisitos establecidos.

Se obtiene que los habitantes de la junta vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna tienen una *regular educación sanitaria*, la cual afecta el funcionamiento correcto del sistema de alcantarillado sanitario , la realizar las encuestas a los usuarios dio como resultado la aceptación de adquirir nuevos conocimientos de cómo hacer un adecuado uso de este servicio, una vez realizado la *simulación hidráulica* mediante software se ha encontrado que la mayoría de tramos de la red de alcantarillado no cumplen con la Norma OS 0.70, teniendo velocidades por debajo de la velocidad mínima (0.60 m/s), tensiones tractivas menores a la estipulada en la norma (1,00 Pa), tramos con pendientes en contra verificados en campo, a esto se le suma el mal uso que le da la población , según las encuestas realizadas.

Se comprueba que realizando un *adecuado diseño de la red* de alcantarillado sanitario y utilizando un material óptimo para las tuberías, logramos cumplir con todos los requisitos estipulados en la Norma OS 0.70 y tener un sistema que funcione correctamente.

Se concluye que una correcta evaluación de la influencia de la educación sanitaria en el estado actual de la red y tuberías es de suma importancia ya que influye significativamente en la *funcionabilidad de la red de alcantarillado*, es necesario proponer sistemas de alcantarillado basados en criterios técnicos y bajo normatividad, ya que la construcción empírica causa problemas constantes en la red además de un elevado costo de mantenimiento para la entidad que brinda el servicio, la adecuada elección del tipo de tubería, en nuestro caso PVC, nos garantiza que el diseño planteado funcionará eficientemente durante toda la vida útil del sistema de alcantarillado.

Palabras claves: **Recolectó información en campo, Topografía del terreno, Modelamiento hidráulico, Material óptimo de tuberías, Regular educación sanitaria, Simulación hidráulica, Adecuado diseño de la red, Funcionabilidad de la red de alcantarillado.**

## ABSTRACT

This research work was carried out with the purpose of analyzing the factors that will improve the existing network and pipes of the sewage system of the neighborhood council ATMAT- Pampa de Viñani in sector VI of the district of Gregorio Albarracín Lanchipa- Tacna- 2020, for which information was collected in the field, through observation and surveys, in order to have knowledge of the total population, number of houses, existence of a sewage network, For the evaluation of the rainwater drainage network, a topographic survey was carried out to determine the characteristics and topography of the terrain.

The hydraulic modeling of the existing networks in the SEWERGEMS software was carried out, taking as data the topographic survey carried out in the field, considering the location and density of the houses, which allowed us to measure how deficient the system is with respect to the parameters required by the OS standard. 070, the project was carried out to identify the type and condition of pipes used in the current network, the quantity and location of uninhabited lots in order to propose an optimal pipe material, and a sewerage system that meets all the established requirements was proposed.

The inhabitants of the neighborhood council - ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, district of Gregorio Albarracín Lanchipa in the city of Tacna have regular health education, which affects the proper functioning of the sanitary sewerage system. The user surveys resulted in the acceptance of acquiring new knowledge on how to make proper use of this service, once the hydraulic simulation by software has been carried out, it has been found that most sections of the sewerage network do not comply with the OS 0 Standard. 70, having speeds below the minimum speed (0.60 m/s), tractive stresses lower than those stipulated in the standard (1.00 Pa), sections with counter slopes verified in the field, and the bad use given to it by the population, according to the surveys carried out.

It is verified that by making an adequate design of the sanitary sewerage network and using an optimal material for the pipes, we manage to comply with all the requirements stipulated in the OS 0.70 Standard and have a system that works correctly.

It is concluded that a correct evaluation of the influence of the sanitary education in the current state of the network and pipes is of great importance since it significantly influences the functionality of the sewage network, it is necessary to propose sewerage

systems based on technical criteria and under regulations, since the empirical construction causes constant problems in the network in addition to a high maintenance cost for the entity that provides the service, the adequate choice of the type of pipe, in our case PVC, guarantees that the proposed design will work efficiently during the entire useful life of the sewage system.

Keywords: **Collected information in the field, Land topography, Hydraulic modeling, Optimal pipe material, Regular sanitary education, Hydraulic simulation, Adequate network design, Functionality of the sewer network.**

## INTRODUCCIÓN

Los servicios básicos de saneamiento son necesarios en el florecimiento de las áreas urbanas debido a la interacción entre las actividades humanas y el ciclo natural del agua, estos minimizan los problemas en la salud pública y el ambiente, en el Perú se utilizan dos tipos de sistemas de alcantarillado de sanitario y pluvial este último es favorable en zonas donde la contribución de las aguas pluviales es distintivo y en algunos casos es posible darle otro uso para enriquecer alguna otra necesidad, pero esto en la mayoría de zonas no se cumple, ya que los pobladores utilizan las conexiones domiciliarias para descargar también el agua proveniente de las precipitaciones pluviales, la cual ocasiona que los colectores colapsen

Al realizar una indagación exhaustiva se identifica que bastantes problemas en la redes de alcantarillado surgen también por la deposición de residuos sólidos dentro de los buzones lo cual indica que los pobladores de ciertas zonas no tienen conocimiento de cómo hacer un correcto uso de los servicios de saneamiento, es por ello que al hacer un análisis de los factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa- Tacna- 2020, se tendrá una base de datos del comportamiento cultural de los habitantes de la zona y a la vez el comportamiento hidráulico de una red de alcantarillado construida de manera empírica, para así darle la mejor solución, mejorando la calidad de vida de los pobladores.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

En estos últimos años en el Perú se vienen presentando constantemente problemas en los sistemas de alcantarillado, esto se debe usualmente a que la población usa las redes de alcantarillado como basureros y arrojan residuos sólidos que al obstruir las tuberías provocan atoros, colapsos, cabe resaltar que esto con lleva problemas de salud en el pueblo y la intoxicación del medio ambiente.

Este parece ser el caso en la junta vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna, que cuenta con una red de alcantarillado de tuberías de concreto simple con diámetro de 8 pulgadas, un total de 57 buzones en buen estado, 350 conexiones domiciliarias y 15 buzones colapsados.

La asociación tiene una población total de 1318 habitantes, 324 viviendas, 07 talleres, 01 colegio y 48 lotes inhabitados, se ha especulado las posibles deficiencias que afectan de manera directa e indirecta a la red de alcantarillado, siendo estas, la no habitabilidad, la mala práctica del uso de los servicios higiénicos, la inadecuada eliminación de residuos sólidos a través de los buzones. Es probable también que las deficiencias en la red de alcantarillado que han producido sedimentación en los buzones se deban al mal diseño de la red y un inadecuado proceso constructivo, producto de la construcción empírica sin manejo técnico por parte del área involucrada.

(Quintana & otros, 2000), Mediante un aparador representación de separación transversal, realizan una tasación de los conocimientos y el ánimo de la localidad indígena en la alcaldía Centro Habana (Cuba) en listado con el barrido ambiental. Construyeron un examen que fue investigado a un indicio elegido por muestreo sencillo probabilístico sin reemplazo, ajustando el volumen a 200 personas por consejo. Exploraron la bodega de agua, la disposición de residuales líquidos y desechos sólidos, y la prueba de vectores entre otros. La tasación de las variables relativas a conocimientos y actitudes se realizó asignando a cada un valor de 10 puntos. La tasación posterior de cada indagación se realizó calificando las respuestas obtenidas en cada continuo y clasificándose en 5 niveles. Para la interpretación de los resultados se creó un pulvínulo de datos mediante el procesador ACCES. Los

resultados de la instrucción en cuanto al saneamiento fundamental ambiental y su listado con la salud, demuestran una insuficiencia en la instrucción sanitaria en una parte apreciable de la localidad, lo que a su vez incide en el humor de los habitantes para participar de forma activa en la posibilidad de las deficiencias que aún existen en los excusados comunitarios de barrido.

Asimismo, (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), 2017), verificó in situ la limpieza de las redes de alcantarillado por parte de SEDAPAL, después del colapso de un buzón de desagüe situado en la calle Ramon Castilla que afectó las calles de Santa Rosa y Los Ángeles del distrito de la Esperanza.

“Según el reporte de SEDALIB el colapso del buzón de desagüe se generó por una obstrucción causada por residuos sólidos y otros enseres que arrojan los mismos usuarios a las redes de alcantarillado y que por encontrarse en una zona baja se acumula en grandes cantidades produciéndose los atoros”, sostuvo la ejecutante de la Oficina Macrorregional Norte de la SUNASS en Trujillo, Lucy Katy Arroyo Sánchez.

“La SUNASS recuerda a los usuarios que no deben descargar en el sistema de alcantarillado objetos sólidos de cualquier naturaleza o líquidos que no cumplan con la normatividad de descarga a la red públicas, de esta manera se evitara el colapso de las redes que afecta principalmente a los mismos usuarios”, añadió Arroyo Sánchez.

Del mismo modo, la Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno (EMSAPUNO S.A.) (2017), mediante el Programa de Educación Sanitaria emprende actividades de extensión social para el uso apto del recurso hídrico, asimismo de empezar acciones de sensibilización para la tutela del alcantarillado sanitario en cumplimiento a la normatividad vigente. De la misma forma, según decisión judicial N° 613 Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, señala que es cometido del estado acostumbrar integridad acerca de la cumbre del medio ambiental, promoviendo la transmisión de los conocimientos, la prosperidad de las habilidades y destrezas y la instrucción de valores, en torno de los procesos ecológicos esenciales, los sistemas vitales de la diversidad biológica y del uso sostenido de los recursos. De acuerdo a Decreto Supremo 021-2009-VIVIENDA, Los Valores Máximos Admisibles, prohíbe lanzar al alcantarillado los residuos que superen los VMA como; aceites, grasas, sustancias químicas, sangre, vísceras y demás, al hacerlo ponemos en amenaza la vitalidad pública y el entorno ambiental. De acuerdo a las investigaciones mencionadas el colapso del sistema de red y tuberías de la junta vecinal ATMAT es un problema primordial por resolver, en vista que existe la

probabilidad de que las enfermedades gastrointestinales, cutáneas e infecciones, empiecen a brotar prontamente en los pobladores de la zona de estudio; asimismo este problema arraiga también temas económicos como el mantenimiento constante de los buzones y tuberías.

Es de suma importancia conocer la cultura sanitaria que poseen los habitantes de la junta vecinal ATMAT, para tomar decisiones en cuanto al diseño de la red.

Se conoce que las tuberías utilizadas en el sistema de red de alcantarillado son tuberías de concreto simple, las cuales según estudios anteriores demuestran que este tipo de tuberías tienden a deteriorarse con rapidez (Redón et al., 2012).

Por ello, un adecuado planteamiento de factores que colaboran con el diseño y uso del sistema, optimizará tremendamente su funcionamiento.

## **1.2 Formulación del problema**

### **Problema general**

¿Qué factores mejorarían el diseño de red y tuberías del sistema de alcantarillado actual de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa- Tacna?

### **Problemas específicos**

¿Cómo influye la educación sanitaria en el estado actual de la red y tuberías de la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani?

¿Es necesario proponer un nuevo sistema de red?

¿Qué factores externos influyen directamente en el tipo de tubería actual?

## **1.3 Justificación e importancia**

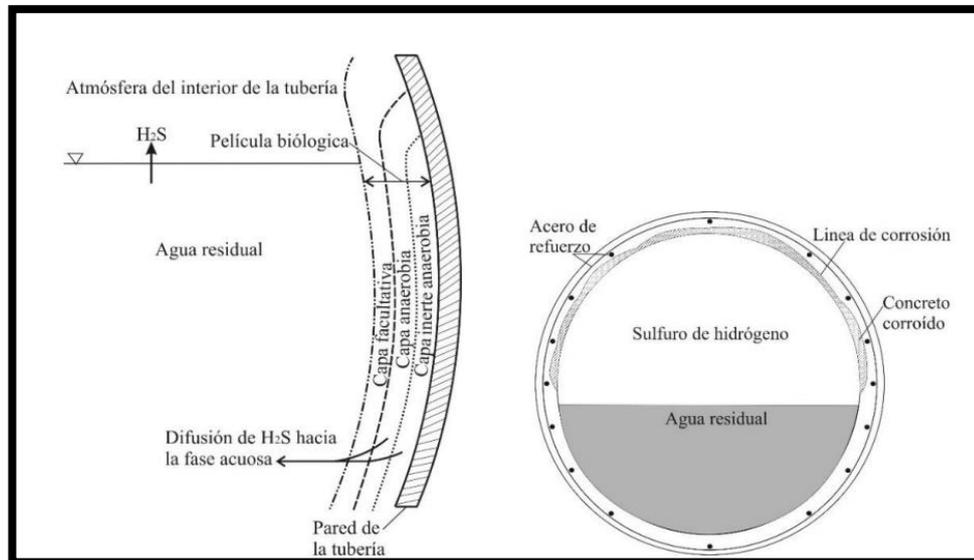
### **1.3.1 Desde el punto de vista científico**

Las tuberías de la red de alcantarillado de la junta vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa– Tacna en su gran mayoría son de concreto, las cuales según investigaciones tienen un raudo deterioro (Redón et al., 2012).

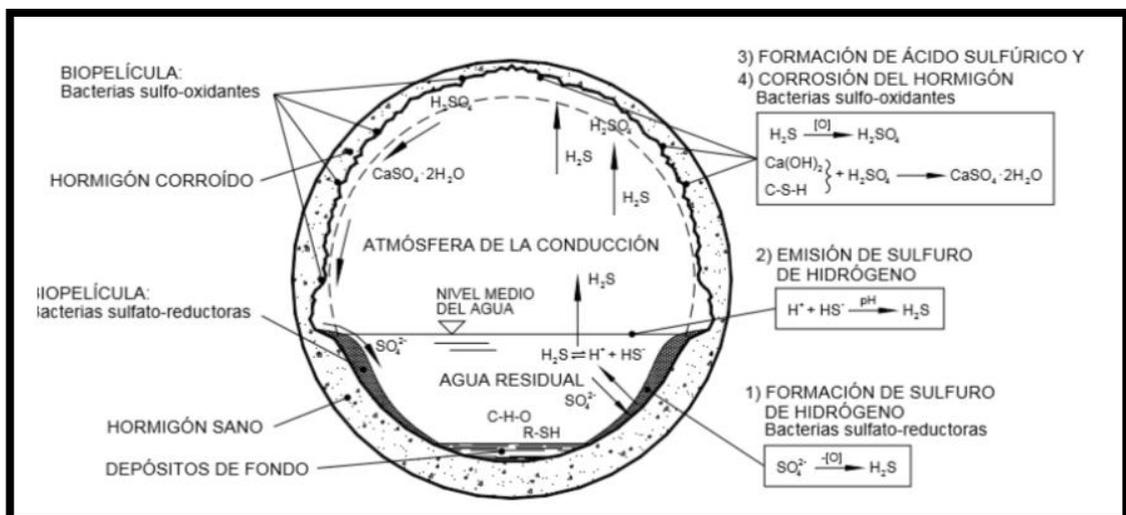
Esta degeneración es producida por las bacterias asociadas a la producción de sulfuro de hidrógeno en los sistemas que transportan aguas residuales, las cuales requieren un ámbito anaerobio (privación de oxígeno) para su incremento celular. Normalmente este ámbito se presenta en la parte sumergida de la tubería donde se desarrolla una película biológica (Basurto et al., 2012)

**Figura 1.**

*Daño por corrosión causada por sulfuro de hidrógeno en una tubería de concreto (Basurto et al.,2012)*

**Figura 2.**

*Representación esquemática de las transformaciones del ciclo del azufre en colectores de aguas residuales. Adaptado de: Vincke et al. (2000) y Beeldens y Van Gemert (2000)*



Las primeras evidencias de que las estructuras de concreto de los sistemas de drenaje podían sostener una rápida y extensiva degradación aparecen documentadas en California en 1900 (Sand, 2001). Pero, no es hasta 1945 cuando Parker descubre que la corrosión acelerada de las superficies de concreto es causada por poblaciones de bacterias del género *Thiobacillus*, y asocia el

florecimiento de este parecer al aspecto de atmósferas con altos contenidos de sulfuro hidrógeno H<sub>2</sub>S (Vincke et al., 2000).

En 1946 Pomeroy y Bowlus publican las conclusiones de diferentes estudios realizados de colectores por gravedad de Estados Unidos con el objetivo de determinar las condiciones marginales que separan el acopio de sulfuro de hidrogeno en las aguas residuales del no acopio (USEPA, 1974). Holder y Hauser (1987) comentan que existe una correlación directa entre el crecimiento de la velocidad de flujo y la reducción de los problemas derivados de la presencia de sulfuro de hidrogeno, del mismo modo que se constata el apareamiento de los efectos que la concentración de materia orgánica y la temperatura ejercen sobre el acopio de esta sustancia.

(Holder & Hauser, 1987) Aclaran que, en 1950, Davy presenta un aspecto que relaciona el apresuramiento de derrame indispensable para la inmunización del acopio de sulfuro de hidrogeno con diversas variables del sistema. Éste utiliza como dirigente herramienta de responsabilidad la mezcla de conceptos teóricos con correlación numérica a partir de datos obtenidos en colectores de Melbourne.

Se realizaron pruebas de corrosión a largo plazo, las cuales se llevaron a cabo en cupones de hormigón en condiciones simuladas de alcantarillas reales que se mantuvieron en un total de treinta y seis laboratorios con cámaras de corrosión. Las variables de evidencia del estudio combinaron dos diferentes ubicaciones de los cupones de concreto (etapa gaseosa (GP) y parcialmente sumergida (PS) en aguas residuales reales), dos niveles de humedad relativa (RH) (100% y 90%), seis niveles de H<sub>2</sub>S en etapa gaseosa (0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 25 ppm y 50 ppm) y tres temperaturas de etapa gaseosa (17 ° C, 25 ° C y 30 ° C) (Jiang et al., 2014).

Las ubicaciones de los cupones en las cámaras eran representativas de la corona de alcantarillado (fase gaseosa) y las regiones de marea (parcialmente sumergidas). El rango de humedad relativa, la temperatura y las concentraciones de H<sub>2</sub>S se eligieron en función de condiciones reales de alcantarillado (Wells et al., 2012). Para estudiar tanto la corrosión de iniciación y los periodos de corrosión activa en el ambiente del alcantarillado, examinaron la exposición de nuevos cupones de tubería de concreto, hechos de una nueva tubería de alcantarillado (1,2 m de diámetro y 0,07 m de espesor, HUMES, Sydney, Australia), y la exposición de cupones previamente corroídos, preparados a partir de losas de alcantarilla de hormigón obtenidas de Sydney Water Corporation, Australia.

Los cupones estaban incrustados en marcos de acero inoxidable utilizando una resina epoxi (epoxi FGIR180 y endurecedor H180).

Este estudio desarrollo y evaluó tres modelos basados en datos para la predicción de la vida útil del alcantarillado basado en la estimación de tiempo de inicio de corrosión y velocidad de corrosión. El desempeño de los modelos se evaluó utilizando extensos conjuntos de datos de corrosión del hormigón. Determinado a partir de cámaras de laboratorio que simulan condiciones de alcantarillado. La sensibilidad de estos modelos a los datos de entrada parciales se analizó también para determinar su robustez en aplicaciones reales.

Se concluye:

- La ubicación de la sección transversal en una tubería de alcantarillado tenía una correlación significativa con el impacto de la humedad relativa y la concentración de H<sub>2</sub>S sobre la predicción del tiempo de inicio de corrosión y la tasa de corrosión, respectivamente.
- La predicción del tiempo de inicio de corrosión fue sensible a las entradas parciales, mientras que los modelos fueron robustos en predecir la tasa de corrosión usando datos de entrada parcial.
- La vida útil del alcantarillado se puede predecir razonablemente usando solo el H<sub>2</sub>S concentración como entrada única en los tres modelos basados en datos (Xuan Li, Faezehossadat Khademi, Yiqi Liu, Mahmoud Akbari, Chengduan Wang, Philip L. Bond, Jurg Keller, Guangming Jiang et al., 2019)

### **1.3.2 Desde el punto de vista social**

Una adecuada cultura sanitaria es esencial para el buen funcionamiento de un sistema de red de alcantarillado.

(Ghebreyesus, 2019), aclara, que el saneamiento salva vidas. Pero el relato nos asoma que todavía es uno de los pilares fundamentales del desarrollo.

Las antiguas civilizaciones que invirtieron en mejoras sanitarias se convirtieron en sociedades sanas, ricas y poderosas. En tiempos más recientes la puesta al día y el florecimiento económico han seguido a las inversiones en sistemas de saneamiento.

El saneamiento previene enfermedades y promueve la pureza y la satisfacción humana, lo que concuerda proporcionadamente con la explicación de sanidad de la OMS, expresada en su constitución, como “Un estado de completa sanidad física, mental y social, y no simplemente la desaparición de afección o dolencia”.

El derecho al agua y el saneamiento es básico para varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Después de décadas de descuido de atención, la

importancia del acceso al saneamiento certero para todos, en todas partes, se reconoce ahora con razón como un componente fundamental de la cobertura universal de salud. Pero un inodoro por sí solo no es suficiente para lograr los ODs, se requieren sistemas seguros, sostenibles y perfectamente gestionados.

A nivel mundial, miles de millones de personas viven sin entrada a los servicios de saneamiento más básico. Miles de millones más están expuestos a organismos patógenos dañinos debido al manejo inoportuno de los sistemas de saneamiento, lo que ocasiona la exposición del pueblo a las excretas en sus comunidades, en su agua potable, en sus artículos agrícolas y en sus actividades recreativas por el contacto con agua contaminada. El grandor de esta exposición se ve agravada por la urbanización, el cambio climático, la resistencia a los antimicrobianos, la asimetría y los conflictos.

(Meneses Rivas, 2012), en su indagación sobre “La dificultad del agua y el saneamiento en Lima Sur 2008”, tiene como objetivos específicos: saber las características de los Asentamiento Humanos que sufre la dificultad del agua y saneamiento en Lima a comienzo del siglo XXI. Conocer las características socioculturales que presentan los pobladores de las ampliaciones de los AH. Conocer las condiciones sanitarias en que viven los pobladores de los AAHH.

Este argumento es una novedad metodología para labrar sistemas de alcantarillado económicos en AAHH que son considerados con escases extrema.

Cuyos resultados fueron los siguientes:

- Los Asentamientos Humanos que padecen el problema del agua y saneamiento a inicios del Siglo XXI en Lima Sur son Asentamientos precarios que carecen de los servicios básicos más elementales.
- Las características socioculturales que presentan los pobladores de las ampliaciones de los Asentamientos Humanos son las de un pueblo joven, pero heterogénea conformada por limeños y migrantes pobres del Perú.
- Las condiciones sanitarias en que viven los pobladores de las ampliaciones de los Asentamientos Humanos son deplorables porque carecen de los servicios básicos más elementales, ocasión por que el que padecen de muchas enfermedades enfrentando altas tasas de mortalidad sobre todo infantil y baja clase de vitalidad.

- El boceto condominal como alternativa a los problemas de agua y saneamiento en los sectores populares es un boceto participativo que mejora la clase de vida de los pobladores.

Desde la década del agua se reconoce que la tecnología por sí misma no es sostenible, pues solo basta investigar las diferentes inversiones que se realizaron en América Latina y Colombia durante este periodo, para encontrar que las obras funcionaron un lapso y se deterioraron ya que faltó un integrante importante, la participación de la comunidad en la planeación, diseño, construcción y administración de los sistemas (IRC, 1995).

El concepto de apropiación se constituye en un elemento importante que gira alrededor de la sostenibilidad, pues solo en la medida que la comunidad siente que las obras contribuyen a mejorar sus condiciones de agua y saneamiento, que son obras que están al alcance de su manejo, y que han podido participar en el proceso de su adaptación, se encuentra una comunidad comprometida en su funcionamiento y administración.

La Gestión Comunitaria se constituye de esta manera en un dato de sostenibilidad porque son las comunidades organizadas en diferentes formas jurídicas que vienen realizando la prestación de sus servicios a inicio de la negociación de una serie de bienes locales, pues no solo brindan agua de buena categoría o buen servicio de recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales, sino todavía realizan el recaudo de tarifas, negocian con los usuarios morosos en el pago del servicio, realizan acciones de acoplamiento o mejora del servicio, gestionan ante las instituciones nacionales e internacionales bienes y enfrentan las dificultades ante políticas y reglamentaciones nacionales que no responden a sus condiciones particulares (Bastidas y García, 2009).

### **1.3.3 Desde el punto de vista económico**

Los problemas diversos que puedan existir en el sistema a causa de diferentes factores, afectan directamente en la economía de la región, ya que se vincula al tratamiento y compra de medicamentos para vecinos que se puedan enfermar a causa del aniego, al mantenimiento del sistema, a un estudio y replanteo de la red de alcantarillado, y a un cambio de tuberías posiblemente averiadas.

En la parte sur de los Estados Unidos y México, la pronta grieta del equipamiento para el empleo de agua residual presenta problemas serios y caros de resolver. Este tipo de grieta de la infraestructura hidráulica, causado por

microorganismos productores de ácido está afectando a casi todas las ciudades en el corredor del Río Bravo (Rendón et al., 2012).

Las redes de alcantarillado son uno de los componentes más críticos de la infraestructura urbana en las sociedades modernas. Además de coleccionar y trasladar las aguas residuales, las alcantarillas juegan un papel decisivo en la prevención de exposición a aguas residuales antihigiénicas y resumir el riesgo de transmisión de enfermedades. El valor universal escogido de los activos de estas redes se informa a ser alrededor de un billón de dólares en Estados Unidos y 100 mil millones de dólares en Australia (Jiang et al., 2015<sup>a</sup>).

Sin embargo, la grieta estructural estricto y precoz, el defecto de las alcantarillas ocurre en todo el mundo. Varios factores, incluida la tubería, propiedades del material, estado de la tubería, tensión de carga, características del suelo, etc. Afectan la vitalidad útil de las alcantarillas (Baur y Herz, 2002).

El reemplazo y la rehabilitación de estas alcantarillas dañadas se implementa a un gran costo. Solo en los Estados Unidos, este gasto aproximadamente es de 14 mil millones de dólares por año, y esto aumenta anualmente a media que la infraestructura envejecida continúa fallando (Alexander et al., 2013; Jiang et al. 2016).

Las tuberías de alcantarillado son un ingrediente crítico de la infraestructura urbana, no solo su importante funcionalidad, cuyo objetivo es trasladar aguas residuales y pluviales a plantas de tratamiento o agua, sino incluso necesario al costo necesitado para su edificación y corrección (E.V. Ana y W. Bauwens, 2010).

Para estar operativos en todo momento, las tuberías del sistema de drenaje deben ser estructuralmente sólidas y libres de despojos o depósitos debido a fallas (estructurales y/u operativo) puede conducir a calles y edificios inundados (D.H. Tran, K.J. Mcmanus y S. Burn, 2008).

El deterioro, una dificultad causada por el envejecimiento u otros factores, puede influir en sostener un nivel apto de servicio del sistema de tubería de alcantarillado y aumenta la probabilidad de error de la tubería (por ejemplo, obstrucción o colapso), lo que conduciría a reparaciones importantes o trabajos de reemplazo. Por lo tanto, las fallas causadas por la quiebra en la tubería no solo conducirán a impactos en el entorno ambiental, no obstante, igualmente conducen a grandes costos de reparación (Hassan, Dang, Mehmood, Im y Choi, 2019).

Según un aviso en el 2016, en Canadá, cerca del 35% las aguas residuales y el 23% las infraestructuras de aguas pluviales están en muy malas condiciones físicas requiriendo \$ 78 mil millones y \$ 31 mil millones para su reemplazo, respectivamente (CIRC, 2016).

Estados Unidos tiene más de 800,000 millas de tuberías de alcantarillado público y 500,000 millas de laterales de alcantarillado privado (ASCE, 2017). Mientras que los municipios han invertido en el auge de los sistemas de alcantarillado para cumplir con el aumento y las actualizaciones de las plantas de tratamiento, se invirtió una adición relativamente menor que la rehabilitación de las alcantarillas (Caradot, Kropp y Ringe, 2017) (American Water Works Association AWWA, 2012). La falta de capital para las aguas residuales, la rehabilitación de la infraestructura se destaca en las Cuenca Limpies, con un sondeo de necesidades, que estimo los requisitos de tratamiento y recolección de aguas residuales y pluviales para los Estado Unidos en \$ 271 mil millones, a partir del 1 de enero del 2012 (EPA y CWNS, 2012).

Como resultado, los municipios de los Estados Unidos enfrentan la dificultad del envejecimiento de la infraestructura de alcantarillado en extrema urgencia de reparación, rehabilitación o renovación. El mantenimiento inapropiado provoca entradas e infiltración, desagües de alcantarillado sanitario y sumideros, que no solo amenazan la salud humana, sino que incluso tienden a ser costosos de corregir.

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), afluencia e infiltración, que a menudo son causadas por grietas en las paredes de alcantarillado.

Las intrusiones de origen a alcantarillas con fugas le cuestan a los municipios un adicional de \$ 2 a \$ 5 por mil galones de aguas residuales (EPA, 2014). La EPA incluso estima entre 23,000 y 75,000 desagües de alcantarillado sanitario cada año en los Estados Unidos, liberan grandes cantidades de aguas residuales no tratadas en el entorno ambiental, exponiendo a los humanos a una variedad de enfermedades (EPA y SSOs, 2017).

Sumideros causados por colapsos de alcantarillado causan decadencia de vidas y daños extensos a propiedad. Por ejemplo, el costo de reparar el desagüe Fraser en Michigan en diciembre del 2016 se pasmo en más de US \$ 78 millones. Los municipios han encontrado económicamente viable aplicar estrategias reactivas, corrección cuando ocurren fallas, sin embargo, se estima que este encuadre se vuelve menos viable a medida que envejecen los sistemas de alcantarillado y la

financiación de la infraestructura la rajadura continúa aumentando (Rokstad y Ugarelli, 2016).

El saneamiento previene enfermedades y promueve la comodidad humana , lo que concuerda bien con la explicación de salud de la OMS, expresada en su constitución, como “Un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no simplemente la ausencia de enfermedad o dolencia”, es claro que en otros países como estados unidos se da mucha importancia al correcto funcionamiento de los sistemas de alcantarillado ya que estos liberan grandes cantidades de aguas residuales no tratadas en el medio ambiente exponiendo a los humanos a una variedad de enfermedades, y produciendo mayores costos en la reparación de estos.

#### **1.4 Objetivos**

##### **Objetivo general**

- Analizar los factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa- Tacna- 2020

##### **Objetivos específicos**

- Evaluación de la influencia de la educación sanitaria en el estado actual de la red y tuberías de la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani
- Verificación de la necesidad de proponer un nuevo sistema de alcantarillado
- Identificación de los factores externos que influyen directamente en el tipo de tubería actual

#### **1.5 Hipótesis**

##### **Hipótesis general**

- Los factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa- Tacna- 2020 son: educación sanitaria, diseño técnico de la red y el tipo de material de las tuberías.

**Hipótesis específicas**

- La educación sanitaria influye significativamente en el estado actual de la red y tuberías de la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani.
- Sí es necesario proponer un nuevo sistema de alcantarillado.
- Los factores externos que influyen directamente en el tipo de tubería actual son: la inhabitabilidad, el material de la tubería y la resequedad de residuos sólidos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes del estudio

##### 2.1.1 Regional

(Gutiérrez, 2000), realiza la tesis sobre la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la población de Tacna, investiga las principales redes en la localidad, así como su requerido funcionamiento; analiza su deterioro, de igual manera evalúa la operación de los sistemas de agua bebible no solo para lograr recobrar el servicio sino para poder esquivar ofensa a terceros.

La (Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno, 2017), mediante el Plan del Programa de Educación Sanitaria, plantea instruir y concientizar a la localidad en general (escolar, superior, docente, organizaciones sociales y padres de familia) de la población de Puno y la administración de Desaguadero, respecto al proceso de obtención, potabilización y distribución del recurso hídrico en sus diferentes etapas, así como proteger y corregir el uso del alcantarillado sanitario.

Del cual se esperan los siguientes resultados:

- 70% Usuarios que usan en manera razonable el agua bebible y de modo adecuado el alcantarillado sanitario.
- 70% Usuarios que reparan sus conexiones intra domiciliarias.
- 80% Usuarios que conocen los beneficios para la salubridad del servicio de agua bebible.
- 70% Usuarios que conocen los procesos de obtención del agua potable.
- 60% Usuarios que conocen los componentes de un sistema de agua bebible y los costos de administración, transacción y mantenimiento de la prestación del servicio.
- 70% Usuarios que conocen el valor de las pérdidas de agua.
- 50% Usuarios que hacen un correcto uso del alcantarillado sanitario.
- 60% Usuarios que conocen el costo que implica efectuar el mantenimiento de las redes de alcantarillado sanitario.

(Llave Torres & Hilacondo Condori , 2017), en su tesis “Diseño y estimación de las redes de alcantarillado sanitario del megaproyecto inmobiliario Challapampa de

Arequipa, en base al espacio de caudales de consumo y evacuación de agua”, analizan la evacuación de aguas servidas realizando aforos de caudales en redes de alcantarillado de microcuencas que abarcan únicamente viviendas multifamiliares y viviendas convencionales, de esa forma logran identificar evacuaciones promedias diarios, horarios e instantáneos.

Se destaca que en cuanto a coeficiente de retorno propuesto por el RNE (80%) es un valor promedio que está por abajo de lo hallado en campo (89%), no obstante que ambos (RNE y CAMPO), representan correctamente el grado que se indica en la bibliografía para países de características similares al nuestro en su sistema de “gestión de aguas servidas” (entre 80% y 90%), asimismo, con respecto a los valores de evacuación, concluyen que la lista de los valores del RNE es aproximadamente 3 veces más altos que los valores comprobados en campo, y resaltan que estos valores tomados del campo, son resultado del análisis de un territorio específico y no deberían ser generalizados o usados para otras zonas.

### **2.1.2 Nacional**

(El Ministerio de Salud, 2018), Instituto Nacional de Salud con el Programa de Entrenamiento en Salud Pública, en la temática “Vigilancia de residuos sólidos”, propone librar la importancia de la buena disposición de excretas y distinguir las principales enfermedades de emisión fecal-oral de acuerdo a las normas vigentes, y explica que la supresión de excretas es una parte decisiva del saneamiento del medio. En vastas regiones del mundo la extirpación de excretas constituye uno de los más apremiantes problemas sanitarios.

La insuficiencia y falta de condiciones higiénicas de los medios de erradicación de heces humanas infectadas, provoca el envenenamiento de la tierra y de las aguas. Esas condiciones son especialmente propicias para que ciertas especies de moscas, pongan sus huevos, se críen y se alimenten con el material no eliminado sanitariamente y transmitan infecciones. También atraen a los animales domésticos, roedores e insectos que propagan las heces pudiendo, en muchos casos ser una causa de diarrea.

La deficiencia de los sistemas de erradicación de excretas va asociada frecuentemente a la deficiencia de adecuados suministros de agua y otros medios de saneamiento; así como un bajo nivel socio-económico de la población rural y urbano-marginal.

Por lo tanto, la adecuada distribución y eliminación de excretas va íntimamente ligada con la vitalidad de la población.

(Cerquin , 2013), en la tesis “Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del jirón la cantuta en la ciudad de Cajamarca”, evalúa las estructuras de la red de alcantarillado sanitario existente en el Jirón La Cantuta. Realiza la recolección de los datos de campo en el mes de febrero del año 2013, en el cual se usa; una wincha, para calcular la profundidad de buzones y el tirante de agua por tramos; un nivel de ingeniero, para emparejar las tapas de buzón y una estación universal para realizar el levantamiento topográfico de la zona.

En el tramo en estudio se evalúa 14 buzones, de los cuales 2 tienen una profundidad inferior a la mínima, 3 se encuentran sedimentados y 2 parcialmente colapsados, también se obtiene, que un tramo no cumple con la tensión tractiva y pendiente mínima indicada en la pauta y 5 tienen una velocidad inferior a la mínima. Determina que un tramo de red la división máxima entre buzones es superior a la sentencia permitida, lo que no permiten un buen funcionamiento hidráulico y conveniente mantenimiento de la red, y que para mejorar la capacidad hidráulica es necesaria una combinación del sistema convencional y condominal en el tramo inicial.

(Lorenzetti, 2012), en la tesis “Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la manutención, limpieza y recuperación hidráulica de las tuberías de alcantarillado sanitario y pluvial en las empresas sanitarias”, realiza una indagación de la situación actual de cómo operan actualmente las empresas sanitarias, de forma que se puedan identificar algunos problemas y sus causas con el fin de hacer una evaluación significativa de cada una de ellas.

Entre estas empresas resalta la EPS Grau, la cual opera en la ciudad de Piura y la data abarca solamente hasta Setiembre del 2011, y que según su diagnóstico de la situación actual se determinó que de forma general los servicios de saneamiento, básicamente el de Alcantarillado, presenta problemas en cuanto a un servicio eficiente. Esto justo a que en primera circunstancia la cobertura del servicio no se encuentra dada al 100% lo cual tiene una cifra de población desatendida.

Por otro lado, las tuberías de las redes de alcantarillado en su colectividad tienen un plazo de antigüedad máximo a los 20 años lo que podría provocar derrumbamientos por un mal manejo en los trabajos de manutención de las mismas. A su vez esta ha traído como consecuencia una gran cifra de roturas y atoros en las tuberías, las cuales para el período de tiempo analizado se observa que los problemas por mes son muy frecuentes.

También es valioso que se determine el tipo de tecnología a utilizar necesario a la condición de las tuberías y al tipo de sustento a realizar con el fin de prolongar

la vida provechosa de la tubería, así como de resumir costos de inversión en los servicios de limpieza.

Por último, es valioso un adecuado análisis de las redes con el fin de no llevar a cabo cambios de tuberías innecesarios. Esto necesario a que se pudo determinar que se producen constantes cambios de tuberías los cuales implican costos elevados que podrías evitarse con un conveniente plan de mantenimiento preventivo.

### **2.1.3 Internacional**

(Fernández de Lara, 2014), en su tesis “Problemática de los sistemas de alcantarillado”, expone que la existencia de una o varias condiciones adversas puede producir daños en la infraestructura de alcantarillado, como es el acontecimiento de la corrosión por sulfuro de hidrogeno, la cual produce un debilitamiento en las paredes de la conducción. Este proceso surge cuando las condiciones de flujo y pendiente, permiten la formación de la película biológica en la parte acuosa, que es responsable de descargar sulfuro de hidrógeno al agua residual, para luego ser libre en la atmósfera interna de la tubería, donde al interactuar con las bacterias en las paredes produce ácido sulfúrico, el cual es el responsable de la corrosión del material.

Tanto el agravio por corrosión, la formación de obstrucciones o el llenado rápido de una línea de alcantarillado, pueden crear daños en los conductos, por lo cual surge la necesidad de sustituir o rehabilitar las líneas. Para obtener restaurar las condiciones de operación de los conductos afectados, existen varios métodos de rehabilitación o sustitución como la sustitución con zanja, sustitución sin zanja, rehabilitación por recubrimiento interno, capa interna con tubo flexible o curado de tubería en espacio entre otros. La elección del método a contratar dependerá de factores como el presupuesto disponible, el espacio apto para trabajar, disponibilidad de herramientas o equipo, gravedad del daño, etc.

(Valderrama & Moreno , 2017), realizan la tesis “Diagnostico de la infraestructura de la red de alcantarillado de la calle 40 de la ciudad de Girardot”, en la que caracterizan el estado y funcionamiento de la infraestructura del sistema de alcantarillado del tramo de la calle 40 de la ciudad de Girardot (Cundinamarca), producto de ello identifican que es una estructura hidráulica que funciona por tramos breves, comprende una longitud de 509 metro bajo la calle y está constituida por tuberías en PVC y en concreto cuyos diámetros oscilan entre 8 y 16 pulgadas que conectan 7 pozos de inspección fabricados en concreto los cuales cumple con parámetros normativos de diseño y 23 pozos, con características similares,

distribuidos en zonas urbanísticas, que influyen en el comportamiento hidráulico de la red.

Por ser un sistema de alcantarillado sanitario evidencia también, 52 sumideros en su totalidad de tipo lateral e igualmente distribuidos que captan las aguas de escorrentía superficial y las entregan directamente a la red a través de dichas tuberías.

La variación de los diámetros de las tuberías del sistema de alcantarillado se ajusta a normas preestablecidas a diferencia de la tubería de salida del flujo del pozo No 1 que cuenta con un diámetro que está por debajo del índice mínimo de diseño.

En el ámbito sanitario la red adopta un comportamiento adecuado no se registra algún tipo de problemática que interrumpa su funcionamiento en tiempos secos a diferencia del ámbito pluvial de la red ya que en tiempos de lluvia se presentan inundaciones en la vía.

La red refleja una falencia en términos de mantenimiento ya que algunos pozos de inspección y sumideros contienen diferente tipo de sedimentos como arcillas, arenas, gravas, lodos, material vegetal y residuos sólidos.

Las entidades responsables de la prestación del servicio de saneamiento básico no registran algún manual de mantenimiento.

Hasta la fecha del estudio 1398 habitantes distribuidos en 4 conjuntos residenciales se benefician del servicio y comparten hábitos de consumo de agua potable relativamente similares generando una descarga de 163.5 metro cubios al día y un caudal de 0.00185 m<sup>3</sup>/s muy por debajo de la capacidad de caudal a tubo lleno de un colector de 8 pulgadas. Para un periodo de diseño de 25 años se proyecta la población teniendo un resultado de 2040 habitantes que, si se mantiene la tendencia de consumo, generarían un caudal de 0.00228 m<sup>3</sup>/s cifra que aun se mantiene por debajo de la capacidad de un colector de 8 pulgadas.

Se resalta que existen predios urbanizables que colindan con el tramo de la calle en estudio y uno de ellos actualmente se encuentra sometido a un desarrollo inmobiliario inminentemente se servirá de la red cuyas características de diseño no proporcionará problema alguno en cuanto a la cobertura de descarga hidráulica siempre y cuando las entidades encargadas del funcionamiento de la red adopten mecanismos de mantenimiento de la misma.

(Souza , José, & Vitor, 2014), en el artículo científico “Determinantes estructurales en la difusión de las patologías del agua en Brasil”, analizan las variables representativas de la calidad de vida y ambiental de la población brasileña, centrándose en las enfermedades transmitidas por el agua y el saneamiento. Para

ello, utilizaron el análisis factorial y un modelo econométrico con datos de panel, de los cuales se obtuvo que la variable saneamiento fue estadísticamente significativa con 1% probabilidad. El valor del coeficiente muestra que, en términos porcentuales, el crecimiento de 1% en los niveles de calidad sanitaria reduce en 1.02% la cifra de camas ocupadas en el SUS. Este resultado pone claro el valor que tiene la mejora de los niveles de saneamiento básico para restablecer la calidad de vitalidad de la población, ya que la prevención sanitaria genera un nivel de decesos más bajo, ahorrando medios públicos.

(La Organización Panamericana de la Salud, 2007), en su guía “¿Cómo reducir el impacto de los desastres en los sistemas de agua y saneamiento rural?”, con el tema “Patrones de daños y medidas para la reducción de la vulnerabilidad”, explica que al igual que los sistemas de abastecimiento de agua, los de saneamiento (alcantarillado, plantas de tratamiento) y disposición de excretas igualmente pueden afectarse por el suceso de una tragedia natural. Sin embargo, incluso del golpe por la reducción y suspensión de estos servicios, estos tienen el riesgo adicional de convertirse en focos de infección y transmisión de enfermedades de origen hídrico.

Presentación de agravios:

- Obstrucción de las redes de alcantarillado (tuberías y buzones y/o pozas de inspección) y suspensión del servicio.
- Almacenamiento de las aguas residuales dentro del sistema, alrededor de la obstrucción y rebalse a través de buzones.
- Esparcimiento del desagüe, combinado con el agua de inundación, por las calles y posible ingreso a las viviendas o contaminación de estructuras de almacenamiento de agua (pozos o cisternas). Cuando esto sucede existe un gran riesgo para la salud por la transmisión de enfermedades como diarrea, afecciones a la piel, etc. Y la aparición de vectores (moscas, ratas, etc.).
- Contaminación por el ingreso de aguas residuales en las redes de distribución de agua.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Aguas residuales**

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un procedimiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. (Peternell, 2010).

## **2.2.2 Clasificación de aguas residuales**

### **2.2.2.1 Aguas Residuales Urbanas**

Son los vertidos que se generan en los núcleos de un pueblo urbano como consecuencia de las actividades propias de éstos. Los aportes que generan esta agua son: aguas negras o fecales, aguas de lavado doméstico, aguas de limpieza de calles, aguas de precipitación y lixiviados, etc.

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta igualdad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta igualdad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a necesitar del núcleo de pueblo en el que se genere, influyendo parámetros tales como la cifra de habitantes, la existencia de industrias en el interior del núcleo, tipo de industria, etc. (Peternell, 2010)

### **2.2.2.2 Aguas Residuales Industriales**

Son aquellas que proceden de cualquier acción o negocio en cuyo proceso de producción, variación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no solo de una industria a otro, sino todavía en el interior de un mismo tipo de industria. A veces, las industrias no emiten vertidos de manera continua, si no exclusivamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de fabricación y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo amplio del día.

Son enormemente más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación enormemente más complicada de eliminar. Su alta carga unida a la desmesurado variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio especial para cada caso. (Peternell, 2010).

## **2.2.3 Inadecuada educación sanitaria**

### **2.2.3.1 Tipos de contaminantes**

Arenas: son partículas de dimensión apreciable y que en su conjunto son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar. (Peternell, 2010)

Grasas y aceites: Son todas aquellas sustancias de especie lipídica, que, al ser inmiscibles con el agua, van a quedarse en la cubierta dando lugar a la manifestación de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual. (Peternell, 2010)

Nitrógeno y fósforo: Tienen un papel esencial en la pérdida de las masas acuáticas. Su aparición en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico asimismo es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas. (Peternell, 2010)

#### **2.2.4 Agua y salud**

Para la prueba de las enfermedades es precisado disponer de una cantidad suficiente de agua potable. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 80 por ciento de todas las enfermedades infecciosas en el mundo está mezclado a agua en malas condiciones. (Basteiro, Oliete, & Pérez, 2005)

El Estado está en el deber de comprometer tres aspectos: el acceso, la calidad y la suficiencia; así como impulsar que el agua bebible se constituya no sólo en un derecho de continuo gozo y disfrute, sino a la par, en un ingrediente al servicio de un interminable índice de derechos, como instrumento de desarrollo del sector saneamiento, orientada a llegar a la entrada y la funda universal a los servicios de saneamiento en los ámbitos urbano y rural, que como Anexo forma parte componente del presente Decreto Supremo. (El Peruano, 2017) Decreto supremo que aprueba la política nacional de saneamiento D.S. N.º 007-2017-VIVIENDA

#### **2.2.5 Factores que afectan los sistemas que transportan aguas residuales**

Las primeras evidencias de que las estructuras de concreto de los sistemas de drenaje podían padecer una rápida y extensiva degradación aparecen documentadas en California en 1900 (Sand, 2001). Sin embargo, no es hasta 1945 cuando Parker descubre que la corrosión acelerada de las superficies de concreto es causada por poblaciones de bacterias de clase Thiobacillus, y asocia el florecimiento de este proceso a la presencia de atmósferas con altos contenidos de sulfuro de hidrógeno H<sub>2</sub>S. (Vincke et al., 2000)

En 1946 Pomeroy y Bowlus publican las conclusiones de diferentes estudios realizados en colectores por gravedad de Estados Unidos con la intención de evaluar las condiciones marginales que separan la acumulación de sulfuro de hidrógeno en

las aguas residuales de la no acumulación (USEPA, 1974). Holder y Hauser (1987) comentan que existe una correlación directa entre el aumento de la velocidad de flujo y la reducción de los problemas derivados de la existencia de sulfuro de hidrógeno, de la misma forma que se constata el acoplamiento de los efectos que el agrupamiento de materia orgánica y la temperatura ejercen sobre la acumulación de esta sustancia.

En 1974 la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos (USEPA, 1974) bajo la gestión de Pomeroy, reúne las experiencias precedentes y publica el primer manual práctico orientado hacia el control de la formación de sulfuro de hidrógeno en los sistemas de alcantarillado. El documento incluye incluso diversas expresiones que permiten estimar sobre el terreno la organización de magnitud del proceso de corrosión desarrollado. En años sucesivos la información contenida en esta referencia se va actualizando con publicaciones (ASCE-WPCF, 1982; USEPA, 1985) de la misma trascendencia que la anterior.

#### **2.2.6 Limpieza de la red de alcantarillado**

Desde que una cloaca se pone en servicio, se producen en ella una serie de deposiciones que pueden asistir a disminuir considerablemente la cabida de desagüe de su sección, y en el límite a obstruirla. Por ende, es necesario limpiarla.

Se recomienda proceder una limpieza entera de la red cada tres años, si bien algunos colectores precisarán de una limpieza anual y además de dos, dependiendo del porcentaje de colmatación admisible. La distancia de red a limpiar en tres años, la de limpieza anual o bianual, y el rendimiento que se espera obtener, nos dimensionará el grupo de limpieza de la red. (AEAS.1998)

#### **2.2.7 Reparaciones de la red de alcantarillado**

Bajo esta noción entendemos todo tipo de reparaciones, rehabilitaciones y reformas que se realicen en la red de alcantarillado con objeto de solucionar los problemas surgidos durante la explotación, y no eliminables con la limpieza. Dichos problemas pueden ser entre otros:

a) Problemas de obturaciones: Producidos por intrusión en la red de alcantarillado de elementos tales como palos, bolsas, plásticos, que unido con las arenas y demás detritus que lleva el agua pueden transportar a formar un tapón en el conducto que impide o dificulta la circulación del caudal. Es una de las causas más

frecuentes de problemas en las alcantarillas. Muchas veces bastará la limpieza para eliminar el problema, pero si el tapón está solidificado puede no alcanzar ésta.

b) Problemas de estanquidad: En las juntas de elementos fisurados de albañales mal conectados.

c) Problemas de estructuras: Elementos de hormigón, fibrocemento, PVC, etc., rotos, dislocados o, deformados a causa de movimientos del terreno, sobrecargas puntuales o simplemente envejecimiento del material.

Elementos corroídos por efluentes agresivos.

d) Problemas de los pozos de registro: Infiltraciones en las paredes, Infiltraciones en la solera, mala conexión de los ramales de alcantarilla. (AEAS.1998)

### **2.2.8 Período de diseño**

Es el lapso durante el cual un sistema de alcantarillado puede funcionar sin ningún inconveniente o emergencia de ampliaciones u obras considerables de reposición.

Todo proyecto no se debe planificar únicamente para dar solución al problema actual es decir con el pueblo actual y el área ocupada obras de este tipo se basa en condiciones futuras calculando la aparente localidad que tendrá en ese entonces lo que influirá en la cantidad de agua que se consumirá y la ampliación de las aguas servidas.

Luego que se realice las estimaciones a las cuales este tipo de proyectos ameritan y considerando las recomendaciones que nos hace la norma del OS 070 que dicen:

- Alcantarillas superficiales, laterales y pequeñas y plantas de depuración un período de vida comprendida entre 20 y 25 años.
- Para el caso de obras de gran envergadura como son: descargas submarinas, colectores principales, emisarios y otras tuberías de gran diámetro se recomienda períodos que pueden ser mayores de 30 años.
- En ningún caso se diseñan obras definitivas con períodos menores de 20 años de vida útil.

Fuente: NORMA OS. 070

Como podemos ver el período de diseño para este tipo de obras se limita a un período de 20 años a partir de la fecha del proyecto considerando varias condiciones como sociales y económicas.

**Tabla 1.***Períodos de diseño de obras hidráulicas*

Componentes		Vida Útil
Obras de Captación		25 a 50
Diques grandes o Túneles		30 a 60
Pozos		10 a 25
Conducciones	Acero	40 a 50
	PVC o AC	20 a 30
	Plantas de Tratamiento	20 a 30
Distribución	Acero	40 a 50
	PVC o AC	20 a 30

Nota: Norma OS 070.

**2.2.9 Criterio de diseño**

Cualquiera que fuese el tipo de alcantarillado debe obrar con varias condiciones de funcionamiento entre las que podemos citar para nuestro tipo de alcantarillado las siguientes:

- Los conductos empleados son exclusivamente para que funcionen con flujo libre o a gravedad.
- El sistema debe conducir el máximo caudal de diseño.
- Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según sus respectivos cálculos hidráulicos de posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.
- Que la velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.
- El diseño hidráulico de las tuberías de alcantarillado puede realizarse utilizando la fórmula de Manning para tuberías parcialmente llenas. Se recomienda las velocidades máximas reales y los coeficientes de rugosidad correspondientes a cada material.

- Como ya habíamos venido diciendo las aguas negras que se transportan, las tuberías arrastran consigo residuos líquidos los mismos que deberán en lo máximo tratar de reducir la sedimentación razón por la cual se producen los malos olores.

Fuente: "Metodología De Diseño Del Drenaje Urbano"

### 2.2.10 Población

Es la población que ocupa el área de aporte en cada tramo de la red de alcantarillado sanitario.

Esta población se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$P = D A (Hab.) \quad (1)$$

Donde:

D = Densidad de población (Hab./ Ha)

A = Área de aporte (Ha)

#### 2.2.10.1 Población de diseño

Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente formula

$$P_d = P_i * \left(1 + \frac{r*t}{100}\right) \quad (2)$$

Donde:

Pi: Población inicial (habitantes)

Pd: Población futura o de diseño (habitantes)

r: Tasa de crecimiento anual (%)

t: Período de diseño (años)

Es importante indicar:

La medida de aumento anual debe aludir a los períodos intercensales, de la localidad específica.

En caso de no existir, se debe avalar la medida de otra población con características similares, o en su defecto, la medida de incremento distrital rural.

En caso, la tasa de aumento anual presente un valor negativo, se debe cobijar una población de diseño, similar a la actual ( $r = 0$ ), caso contrario, se debe solicitar una valoración al INEI.

Para fines de consideración de la proyección poblacional, es precisado que se consideren todos los datos censales del INEI; además, de contar con un padrón de usuarios de la localidad. Este documento debe existir debidamente legalizado, para su validez.

### **2.2.10.2 Métodos matemáticos de proyección poblacional**

Los métodos matemáticos que se aplican en el cálculo de la población futura del país, se basan en ecuaciones que expresan el aumento demográfico en dependencia del tiempo, dicho aumento medido y expresado en una tasa o en un porcentaje de cambio, se obtiene a partir de la especificación o estimación de volumen poblacional en dos o más fechas del pasado reciente. Por lo general los censos de población, realizados con un intervalo cercano de diez años, permiten dicha medición. De otro lado, si no existe esa información, es válido utilizar por analogía, tasa de aumento demográfico de otros países que hayan experimentado circunstancias similares.

En la aplicación de los métodos matemáticos de extrapolación se supone que el incremento global del pueblo sigue un ritmo bastante regular, que se mantendrá firme en el futuro. Ello implica que las características pertinentes de la situación económica y social del futuro serán iguales que en el pasado, o serán consecuencia de una evaluación gradual, de tal modo que no afecten significativamente a la dinámica demográfica.

A continuación, se presenta estos métodos de proyección.

a) Método del Crecimiento Aritmético (Cambio Lineal).

Es este el método más sencillo de extrapolación. Consiste en calcular la cifra media anual de crecimiento de la población entre un censo y el próximo y sumar una cifra pareja por cada año transcurrido luego del último censo. Ello supone un listado de crecimiento lineal de la población de la siguiente naturaleza:

$$N_i = N_o + \Delta_{ok} * t \quad (3)$$

Donde:

$\Delta_{0k}$ : La cifra media anual de aumento de la población entre los años 0 y k del pasado

$N_0$  y  $N_k$ : Las poblaciones observadas en dos fechas del pasado reciente

$N_i$ : La población futura o resultado de la proyección

k: Período en años, entre  $N_0$  y  $N_k$

t: Es el número de años que se va a proyectar la población

Al aplicarse este método deberá considerarse, también de su relativa sencillez, que el posible básico de un incremento firme de población significa en verdad un ritmo descendente del incremento de la población.

#### b) Método del Crecimiento Geométrico (Cambio Geométrico)

La aplicación de este método supone que la población aumenta constantemente en un número proporcional a su volumen cambiante. Para alcanzar la población futura se aplica al último dato poblacional que se tenga, la fórmula del "interés compuesto" manteniendo constante la misma tasa anual de aumento del plazo anterior:

$$N_t = N_0(1 + r)^t \quad (4)$$

Donde:

$N_0$ : Población al inicio del período

$N_t$ : Población futura, resultado de la proyección

r: Tasa media anual de crecimiento

t: Número de años que se va proyectar la población

La aplicación de una tasa constante de crecimiento geométrico siempre da una estimación de la población más elevada que cuando se aplica proporciones aritméticas.

No es posible suponer que la población de un país crecerá durante un período indiferente a un ritmo constante, pues llegaría a ser tan extenso que resultaría casi inútil más aumentos. Por tanto, conviene restringir la extrapolación geométrica a períodos, si es plausible suponer que determinada población aumentará siguiendo una armonía geométrica, ya sea porque los niveles de natalidad, mortalidad y migraciones se mantendrán constantes, o porque las variaciones de alguno de dichos

factores se verán compensadas con variaciones en dirección contrario, de otro de los factores.

También deberá escogerse con sumo cuidado la población base de la proyección, como el plazo al cual se refiere la medida de incremento que se va aplicar. Si han transcurrido varias décadas desde la fecha a la cual se refiere la población base, la extrapolación geométrica resultará cada vez menos exacto y puede ocasionar a una exuberancia acumulativa de la población acumulada. Ocurrirá del mismo modo, si la tasa de incremento seleccionada pertenece a un plazo muy lejano en el tiempo, cuando el incremento alcanzaba niveles distintos.

#### c) Método del Crecimiento Parabólico

En los casos en que se dispone de estimaciones de la población referidas a tres o más fechas pasadas y la tendencia observada no responde ni a una línea recta, ni a una curva geométrica o exponencial, es factible el empleo de una función polinómica siendo las más utilizadas las de segundo o tercer grado.

Una parábola de segundo grado puede calcularse a partir de los resultados de tres censos o estimaciones. Este tipo de curva no sólo es sensible al ritmo medio de crecimiento, sino también al incremento o disminución de la velocidad de ese ritmo.

La Fórmula general de las funciones polinómicas de segundo grado es la siguiente:  $y = a + bx + cx^2$  la misma que aplicada con fines de extrapolación de la población se simboliza de la siguiente manera:

$$N_t = a + bt + ct^2 \quad (5)$$

Donde:

t: es el intervalo cronológico en años, medido desde la fecha de la primera estimación

N: es el volumen poblacional estimado t años después de la fecha inicial

a, b, c: son constantes que pueden calcularse resolviendo la ecuación para cada una de las tres fechas censales o de estimación pasadas.

#### **2.2.10.3 Densidad de población**

A fin de complementar los resultados obtenidos por los métodos matemáticos, se pueden realizar estudios de población por métodos indirectos. Este método se sustenta, en que hay factores que gobiernan el crecimiento de una población como son:

- a) Condición topográfica, ya que esta limita el crecimiento.
- b) Zonificación a base de planos reguladores que gobiernan el crecimiento.
- c) Facilidades de expansión.
- d) Facilidades de transporte.
- e) Condiciones, hábitos y nivel de vida.

Este análisis pondrá realce en la valoración de la población futura, resultante de la ocupación universal del área de acuerdo al plan maestro de florecimiento urbano o plan controlador de uso de suelo establecido por el municipio. El resultado será la población de saturación, producto de la cifra de viviendas por la densidad de ocupación prevista; no obstante, sin referencia temporal.

Un estudio de densidad de población es muy útil, para orientarnos que población de diseño debemos escoger; ya que la obtenida por métodos matemáticos a veces nos dan resultados algo fríos y fuera de la realidad. (Victor Hugo sanchez ramirez-2010 expediente técnico del sistema de alcantarillado del centro poblado santa rosa de Asia-cañete)

Un indicador importante que se tendrá que tomar en cuenta en el valor de la densidad poblacional, tiene coherencia directa con el nivel de entradas de la comunidad.

**Tabla 2.**

*Densidad poblacional*

Tipo de Zona según Nivel de Ingresos	Densidad Poblacional (hab./vivienda)
Alto	4,0
Medio	5,5
Bajo	7,0

Nota: Manual de diseño y construcción de sistemas condominales de alcantarillado sanitario. Programa de Aguas y Saneamiento. Bolivia

### **2.2.11 Usos del agua - dotación**

Para efecto del Proyecto, es de sumo interés conocer el consumo de agua que tiene la población, ya que este parámetro tiene mucha relación con la cantidad de agua por evacuar por el sistema de alcantarillado. Este se mide por el número de litros que consume cada habitante por día (l/hab/día), factor al cual se le denomina "Dotación de Agua". Entre los principales factores que afectan este consumo se tienen los siguientes:

- Importancia de la ciudad

Investigaciones realizadas en poblaciones estadounidenses; se observó que el consumo de agua por habitante, tiende a incrementarse en un 1 % por cada 10% de incremento poblacional; igualmente se realizó estudios en poblaciones francesas obteniendo curvas de porcentaje de aumento anual de la dotación según el mejoramiento de los servicios de una ciudad.

- Características de la población

Los requerimientos de agua de un habitante, está en razón directa con su estándar de vida, condiciones económicas y sus costumbres; debido a estas características y según la distribución de zonas, habrá un mayor consumo de agua en las zonas residenciales que en las de condiciones humilde.

- Clima de la zona

En las zonas tropicales o de clima muy cálido el uso del agua será más significativo que en las zonas de climas templados o fríos. Asimismo, varía este consumo según las estaciones, siendo mayor en el verano que en cualquiera de las demás estaciones.

- Actividad industrial y comercial

En ciudades que tienen gran actividad industrial y comercial, el consumo de agua se incrementará. La diferencia entre el consumo de agua que necesita una industria, del requerimiento para consumo doméstico es significativamente apreciable, por lo que es necesario fijar específicamente una dotación industrial según el tipo que se adecue a este.

#### **2.2.11.1 Usos del agua**

Estos se clasifican como sigue:

a) Uso doméstico: viene a ser el agua usada en las viviendas que se destinan al uso sanitario, culinario, bebida, lavado, ase personal, baño, riego de jardines, etc.

b) Uso comercial: es el agua suministrada a las plantas industriales para ser usadas; ya sea en función productiva como en las necesidades de sus trabajadores y a los locales comerciales como: mercado, almacenes, hoteles, restaurantes, etc.

c) Uso público: Es el consumo de agua destinada para el riego de jardines públicos, limpieza de calles, alimentación para fuentes, surtidores, piscinas públicas.

d) Pérdidas y desperdicios.

**Tabla 3.**

*Consumos típicos de los sectores: domésticos, industrial, comercial, público y pérdidas*

Consumos	Ítem	Consumo (L/hab./día)
Domestico	Aseo Personal	45,0
	Descarga de Sanitarios	40,0
	Lavado de Ropa	20,0
	Cocina	15,0
	Riego de Jardines	10,0
	Lavado de Pisos	5,0
	<b>Total Consumo Domestico</b>	<b>135,0</b>
Industria y Comercial	Lecherías	0,8
	Fábricas de Bebidas	0,2
	Fábricas de Hielo	1,0
	Curtiembres	0,5
	Edificios Industriales	10,0
	Almacenes	3,5
	<b>Total Consumo Industrial y Comercial</b>	<b>16,0</b>
Publico	Lavado de Calles	8,0
	Mataderos	0,4
	Hospitales	0,6
	Riego de Parques	9,0
	Lavado de Alcantarillado	3,0
	<b>Total Publico</b>	<b>21,0</b>
<b>Subtotal</b>		<b>172,0</b>
Perdidas y Desperdicios	% del Subtotal anterior se puede adoptar un 17% (*)	28,0
<b>Consumo total para el Caudal de Diseño</b>		<b>200,0</b>

Nota: "Diseño de Acueductos y Alcantarillados", Ricardo A López Cualla

### 2.2.11.2 Dotación

El consumo de agua potable o dotación, se establecerá o adoptará de manera que será suficiente para abastecer los usos para los cuales fue contemplado y dependerá de:

- a) Oferta de agua (capacidad de la fuente)
- b) Aspectos socio-culturales.
- c) Aspectos económicos.
- d) Opción técnica y nivel de servicio (piletas públicas, conexiones domiciliarias, etc)
- e) Condiciones de operación y mantenimiento.
- f) Pérdidas en el sistema.
- g) Otros usos de la fuente: riego, ganadería, etc.

**Tabla 4.**

*Dotación media diaria.*

ZONAS	Dotación Media (L/hab/día)					
	Población					
	Hasta 500 hab.	De 500 a 2000	De 2000 a 5000	De 5000 a 20000	De 20000 a 100000	Más de 100000 hab.
Altiplánica	30 – 50	30 - 70	50 - 80	80 -100	100 - 150	150 - 250
De los Valles	50 – 70	50 - 90	70 - 100	100 - 140	150 - 200	200 - 300
De los Llanos	70 – 90	70 - 110	90 - 120	120 - 180	200 - 250	250 - 350

Nota: Norma Técnica de diseño para sistemas de alcantarillado de aguas residuales

**Tabla 5.**

*Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)*

Región	Dotación Según Tipo de Opción Tecnológica (L/hab.d)	
	Sin arrastre Hidráulico (compostera y hoyo seco ventilado)	Con arrastre Hidráulico (tanque séptico mejorado)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Nota: Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural – Perú.

## 2.2.12 Variaciones del consumo

El consumo de agua varía constantemente durante los días del año. Los consumos máximos se dan durante la estación de calor, en esta época del año, es cuando se consume grandes volúmenes de agua para refrescar y satisfacer las necesidades del hombre.

### 2.2.12.1 Consumo promedio diario anual (qm)

Denominado también "Gasto" o "Caudal Medio", que se obtiene de promediar un año de registro de consumos diarios. De no existir registros, se calcula:

$$Q_m = \text{Dotación} \times \text{Población} \quad (6)$$

$$Q_m(\text{L/s}) = \text{Dotación (L/hab./día)} \times \text{Población (hab.)} / 86400$$

### 2.2.12.2 Caudal máximo horario de aguas residuales

El caudal de diseño de la red de colectores debe corresponder al caudal máximo horario. Este caudal se determina a partir de factores de mayoración del caudal medio diario obtenido anteriormente, los cuales se seleccionan de acuerdo con las características propias de la población.

$$Q_{max} = M \cdot Q_m \quad (7)$$

$$Q_{max} = K_1 \cdot K_2 \cdot Q_m \quad (8)$$

Donde:

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

$Q_m$  = Caudal medio diario ( L/s )

$M$  = Coeficiente de punta

$K_1, K_2$  = Coeficientes de mayoración

### 2.2.12.3 Coeficiente de punta

Es la relación entre el gasto máximo horario y el gasto medio diario. Para la determinación se utilizan fórmulas que relacionen el coeficiente con la magnitud de población, por considerar que las mismas cubren los factores que están ligados a los aportes. Los coeficientes de punta más usuales son los siguientes:

### **Coeficiente de Harmon**

Su alcance está recomendado a poblaciones de 1000 a 100000 habitantes, sin embargo, no se señala ninguna limitación.

$$M = 1 + \frac{14}{4+p^{0.5}} \quad (9)$$

### **Coeficiente de Babbitt**

Se restringe la aplicación de esta fórmula a un valor máximo de 1000 habitantes y un valor mínimo 1 habitante.

$$M = \frac{5}{p^{0.5}} \quad (10)$$

### **Coeficiente de Giff**

Para Giff la fórmula no tiene límites poblacionales.

$$M = \frac{5}{p^{0.167}} \quad (11)$$

En todos los casos:

M = Coeficiente de punta

P = Población en miles de habitantes.

Para poblaciones con el orden de magnitud superior a 100000 habitantes. Se recomienda utilizar los valores que se refieren a los máximos consumos horarios de agua potable:

M = 2.00 a 2.50

La experiencia brasileña que es recomendable para América Latina, deduce el valor de M como la multiplicación de los factores K1 del máximo caudal diario y K2 de máximo caudal horario.

El coeficiente K1 varía entre 1.2 a 1.5 según las características de la población. Los valores mayores de K 1 corresponden a poblaciones menores, donde los hábitos y costumbres de la población son uniformes.

El coeficiente K2 varía entre 1.5 a 2.2 según el número de habitantes como se indican a continuación.

#### 2.2.12.4 Caudal de infiltración

No se puede obviar la infiltración de aguas subterráneas principalmente freáticas a través de fisuras en los colectores, juntas mal ejecutadas y en la agrupación de colectores con las cámaras de inspección. y en las mismas cámaras cuando permiten la infiltración del agua.

El coeficiente de infiltración varía según:

- La 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.

Se presentan valores del caudal de infiltración por metro, en función del tipo de unión entre tuberías y la ubicación del nivel freático.

**Tabla 6.**

*Valores de infiltración en tubos Qi (L/s/m)*

	Tubo de Cemento		Tubo de Arcilla		Tubo de Arcilla Vitrificada		Tubo de P.V.C	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Unión con: N. Freático Bajo	0,0005	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,00005
N. Freático Alto	0,0008	0,0002	0,0007	0,0001	0,0003	0,0001	0,00015	0,0005

Nota: Manual para el cálculo, diseño y proyecto de redes de alcantarillado "Ing. Waldo Peñaranda"

Cuando no existe la previsión de implementación de un sistema pluvial a escaso o mediano plazo, es precisado pensar un máximo aporte de aguas pluviales, desde patios interiores debido a las características especiales de la población, para este propósito se adopta un valor mayor de 2.0 L/s/Ha.

#### 2.2.12.5 Caudal de conexiones erradas

En los caudales de aguas residuales se deben pensar los caudales pluviales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, los cuales determinan fijar un coeficiente de seguridad del 5 – 10 % del caudal máximo previsto de aguas residuales.

### 2.2.12.6 Caudal de diseño

El caudal de diseño para alcantarillas es el caudal máximo, para el caso de alcantarillado con un adecuado control en las conexiones domiciliarias. Sin embargo, la máxima parte de los sistemas presentan caudales adicionales como ser: Caudal de infiltración  $Q_i$ , el caudal de conexiones erradas  $Q_e$ , por lo cual el caudal de diseño se expresa de la posterior forma:

$$Q_d = Q_{max} + Q_i + Q_e \quad (12)$$

Donde:

$Q_d$ = Caudal de diseño ( l/s)

$Q_{max}$ = Caudal máximo ( l/s )

$Q_i$ = Caudal de infiltración ( l/s )

$Q_e$ = Caudal de conexiones erradas ( l/s )

### 2.2.13 Características de la red de conducción y evacuación

#### 2.2.13.1 Tipos de tuberías utilizadas en alcantarillados sanitarios

Hoy en día existen tuberías construidas o diseñadas con varios tipos de materiales entre los cuales analizaremos algunos de ellos:

**Tubería de arcilla vitrificada.** - Cumple con algunas de las especificaciones del resto de tuberías existentes en el mercado, aunque su imputación resulta muy laboriosa en nuestro medio, por lo tanto, su uso no es muy amplio.

**Tubería de Hormigón Simple.** - Es la tubería más ampliamente usada a nivel local y nacional. Presenta diversificación de diámetros comerciales y su costo es menor en listado a otros tipos de tubería comercializados.

**Tubería de Asbesto Cemento.** - Son recomendadas en suelos inestables y donde existan problemas con el nivel freático, debido a que la dificultad de infiltraciones se ve reducido por la reducción de la cifra de juntas, dada la máxima longitud de la tubería comercial.

**Tubería PVC.** - Presenta muchas ventajas para el diseño como: superficie lisa por ende un bajo coeficiente de rugosidad, mayor facilidad de distribución y mejor resistencia con el paso del tiempo. A la vez, esta tubería tiene un costo superior a las demás por su mejor calidad.

Fuente: "Metodología De Diseño Del Drenaje Urbano"

### **2.2.13.2 Profundidad de la tubería**

Las tuberías se diseñan a una bajura suficiente para guardar las aguas servidas de las conexiones de las casas con niveles más bajos y que trabajen a gravedad la profundidad a la que irá la tubería incluso está en función del tipo de suelo y de las cargas a las que está sujeta la tubería.

El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1,0 m en las vías vehiculares y de 0,60 m en las vías peatonales. Los recubrimientos menores deben ser justificados.

Las redes del sistema de alcantarillado siempre deben estar por debajo de las redes del sistema de agua potable, debiendo bajarse una altura libre de 30cm cuando ellas sean paralelas y 20cm cuando se crucen.

FUENTE: NORMA OS 070

### **2.2.13.3 Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo está en función de las características hidráulicas de la tubería y no del problema o facilidad de taponarse. El diámetro mínimo para tuberías de alcantarillado sanitario aconsejado por el OS -070 es de 200mm pero para las conexiones domiciliarias se puede emplear tubos de hasta 100mm y 150mm de diámetro.

FUENTE: NORMA OS 070

### **2.2.13.4 Coeficiente de rugosidad**

El coeficiente de rugosidad  $n$  de la fórmula de Manning, está determinado por el tipo de material del conducto. En consecuencia, algunos fabricantes de tuberías de PVC o polietileno recomiendan emplear valores de  $n=0.010$ . Sin embargo, la cifra de conexiones domiciliarias cámaras de examen y otras instalaciones provocan mayor rugosidad, por el grado de desasosiego se recomienda no emplear un valor menor a 0.013. Valores de  $n = 0.016$  pueden ser utilizados en conductos viejos y en mal estado, o en eventual de observar desviaciones en línea y pendiente, variación de las dimensiones interiores debido a sedimentación o uniones de baja calidad.

Fuente: NORMA OS 070

### **2.2.13.5 Velocidades máximas y mínimas**

Para considerar las velocidades mínimas como máximas nos sujetaremos en la norma del OS – 070 que recomienda que la aceleración del líquido en los colectores sean estos principales, secundarios o terciarios bajo condiciones de caudales máximos instantáneos, en cualquier año del período de diseño no sean

máximo que 0.45m/seg y recomienda que sea máximo de 0.6m/seg para decomisar el acopiamiento de gas sulfhídrico en el líquido incluso para que se produzca la auto limpieza de estos canales. La aceleración sentencia a tubo repleto y para los coeficientes de rugosidad es de 4.5 m/s.

Cuando se tiene velocidades altas se puede causar problemas por efecto de fuerzas frente a determinadas partes de la red y de los efectos abrasivos de los detritos sobre el fondo y las paredes de los conductos por lo que las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material que están fabricados.

A continuación, presentamos una tabla con las velocidades máximas con sus respectivos coeficientes de rugosidad para cada tipo de material.

**Tabla 7.**

*Velocidades Máximas*

Material	Vel. Máxima M/S	Coef. Rugosidad
Hormigón simple		
Con uniones de mortero	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,50 – 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 - 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Nota: Norma OS -070.

### 2.3 Definición de términos

**Periodo óptimo de diseño:** Número de años para el cual se diseña una obra de abastecimiento considerando que durante esa temporada se proporcionara un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto sin abandonar los elementos técnicos y de sostenibilidad.

**Redes de recolección:** Conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en las viviendas.

**Ramal Colector:** Es la tubería que se ubica en la vereda de los lotes, recolecta el agua residual de una o más viviendas y la descarga a una tubería principal.

**Tubería Principal:** Es el colector que recibe las aguas residuales provenientes de otras redes y/o ramales colectores.

**Tensión Tractiva:** Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado.

**Pendiente Mínima:** Valor mínimo de la pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la autolimpieza de la tubería.

**Recubrimiento:** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

**Conexión Domiciliaria de Alcantarillado:** Conjunto de elementos sanitarios instalados con la finalidad de permitir la evacuación del agua residual proveniente de cada lote.

**Grasa:** En aguas residuales, el término grasa incluye a las grasas propiamente dichas, ceras, ácidos grasos libres, jabones de calcio y de magnesio, aceites minerales y otros materiales no grasosos.

**Lecho de secado de lodos:** Aquella superficie natural confinada o lechos artificiales de material poroso, en los cuales son secados los lodos digeridos de las aguas residuales por escurrimiento y evaporación. Un lecho de secado de lodos puede quedar a la intemperie o cubierto, usualmente, con un armazón del tipo invernadero.

**Lodos:** Los sólidos depositados por las aguas residuales domésticas o desechos industriales crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanques y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

**Percolación:** El flujo o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante

**Flujo a superficie libre y flujo a presión:** El flujo de un líquido en una tubería puede ser con superficie libre o bajo carga, lo que depende de si la conducción fluye llena o no

**Línea piezométrica:** Es la línea que conecta los puntos a los que el líquido puede subir en distintos lugares a lo largo de la tubería o conducción, si se insertasen tubos piezométricos

**Área de drenaje:** El área de drenaje que influye en cada colector se debe obtener trazando las diagonales o bisectrices sobre las manzanas de la población

**Flujo a superficie libre y flujo a presión:** El flujo de un líquido en una tubería puede ser con superficie libre o bajo carga, lo que depende de si la conducción fluye llena o no.

**Línea piezométrica:** es la línea que conecta los puntos a los que el líquido puede subir en distintos lugares a lo largo de la tubería o conducción, si se insertasen tubos piezométricos.

**Línea de energía:** La energía total del flujo en cualquier sección respecto a una referencia dada es la suma de la altura de elevación

**Flujo permanente:** Dicho flujo tiene lugar cuando la descarga o caudal en cualquier sección transversal es constante.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación es Explicativa, se utiliza para clarificar el comportamiento de una variable (variable dependiente) en función de una a más variables independientes. Este tipo de estudio permite clarificar, captar e interpretar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Con este tipo de investigación se busca encontrar las causas del problema.

El tipo de diseño de investigación es de:

**Diseño de campo**, porque la investigación se realiza en un ambiente natural, en el que no hay manipulación de variables, trabajos de campo como levantamiento topográfico, nivelación.

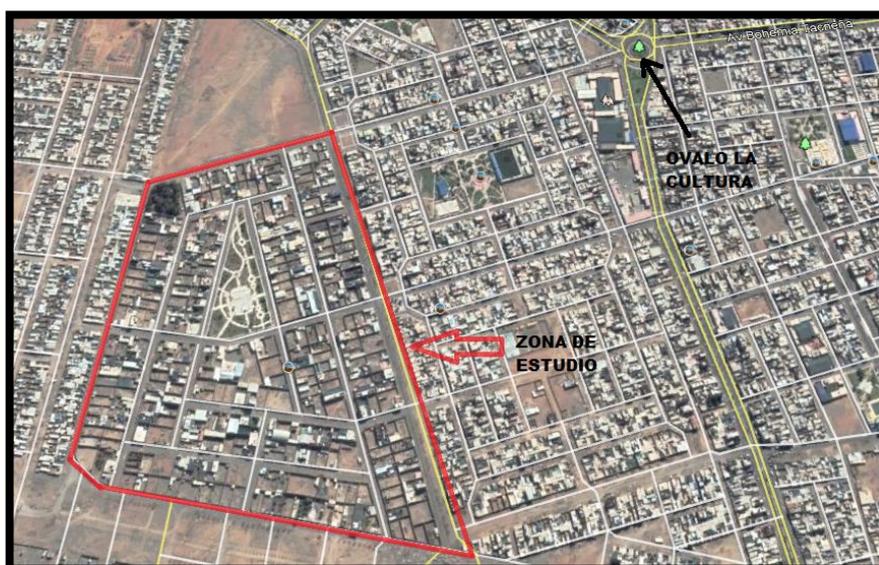
**Diseño documental**, porque la obtención de información o datos se realiza a partir de documentos como encuestas a los residentes de la asociación.

#### 3.2 Población y/o muestra de estudio

Junta Vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna.

#### Figura 3.

*Ubicación de la zona de estudio.*



Nota: Google Earth.

Esta junta vecinal cuenta con 1318 habitantes actualmente; los usos que se le da a la asociación son de viviendas, talleres y un (01) colegio, no posee mercados, solo dispone de un comedor popular para familias con extrema pobreza, y cuenta con un parque que sirve para la recreación de los niños de la zona; en cuanto a costumbres se festejan los carnavales en el mes de febrero y las cruces de mayo, suelen hacerse reuniones al final de cada mes el día domingo para plantear las necesidades como sector.

Es un barrio en pleno desarrollo, por lo cual sus actividades económicas son variadas, una gran parte de los habitantes se dedica a la crianza de animales que sirven como alimento (gallinas, conejos y cuyes), otros habitantes cuentan con talleres propios de fabricación de diferentes materiales para la construcción, y los demás trabajan fuera del barrio.

**Figura 4.**

*Intersección entre la Av. Los Escritores y Av. Alameda Ecológica.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 5.**

*Intersección entre la Av. Los Escritores y Av. Nicolas Arriola.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 6.**

*Vista Panorámica de Plaza Central de la Junta Vecinal- ATMAT.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 7.**

*Intersección entre la Ca. Guillermo Billinghurst y Av. Villa el Salvador.*



Nota: Elaboración propia.

### 3.3 Operacionalización de variables

**Tabla 8.**

*Operacionalización de variables*

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador
Educación sanitaria	Uso adecuado del servicio de desagüe, por parte de los pobladores de la zona.	Cultura sanitaria	Buena
Sistema de red de alcantarillado correcto	Sistema de red y tuberías que estén diseñados bajo criterios de la Norma Peruana.	Tensión tractiva Velocidad mín. Velocidad máx.	1,00 Pa 0,60 m/s 5,00 m/s
Tipo de tubería	Tubería que cumpla con la funcionalidad del sistema de alcantarillado.	Eficiencia	Óptimo

Nota: Elaboración propia.

### **3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

Primero, se recolectó información en campo, a través de la observación y encuestas, para tener conocimiento de la población total, cifra de viviendas, medida poblacional por vivienda, existencia de suministro de agua potable, existencia de red de desagüe, red de drenaje pluvial y sistema de deposición de excretas (fotografía 17 de anexos).

Segundo, se utilizaron equipos geodésicos para realizar un estudio y levantamiento topográfico de la Junta Vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI y determinar las características y topografía del terreno, las curvas de nivel, la ubicación georeferencial de las viviendas, se destapó los buzones para medir la profundidad e identificar el flujo de la red (fotografía 01, 02, 03, 15 y 16 de anexos).

Tercero, se realizó el trazo de la red de desagüe existente en el software SEWERGEMS, considerando la ubicación y densidad de las viviendas, que nos permitió medir cuán deficiente es el sistema con respecto a los parámetros que exige la norma OS.070.

Cuarto, se realizó una entrevista a ingenieros expertos en el tema investigado y mediante la observación se identificó el tipo y estado de tuberías utilizadas en la red actual, la cantidad y ubicación de lotes no habitados para proponer un material óptimo de tuberías (fotografía 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13 y 14 de anexos).

Quinto, de acuerdo a los resultados de la investigación se enlistó los principales factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la Junta Vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI.

Formato de encuesta realizada:

---

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENCUESTA A RESIDENTES DE CASA DE LA JUNTA VECINAL- ATMAT- PAMPA  
DE VIÑANI SECTOR VI, DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA-  
TACNA”

Nombre de la tesis: **“ANÁLISIS DE RED Y TUBERIAS EXISTENTES PARA  
MEJORAR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA  
JUNTA VECINAL- ATMAT- PAMPA DE VIÑANI  
SECTOR VI, DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACIN  
LANCHIPA – TACNA - 2020”**

Alumnos: Bach. Renan Andreé Ortega Salazar Calderón

Bach. Basilio Gutiérrez Laura

### PREGUNTAS

1. Ocupación del entrevistado

---

2. Nivel de instrucción

---

3. ¿Cuántos años lleva viviendo en esa casa?

---

4. Cuantas personas hacen uso de su vivienda

---

## 5. Uso de vivienda

 DOMESTICO COMERCIAL

## 6. ¿Cuenta con servicio de agua potable las 24 hrs?

 SI NO

## 7. ¿Cuántas veces al día hacen uso de la ducha?

 1 - 2 DE 3 A MAS

## 8. ¿Qué tipo de servicio higiénico tiene?

 INODORO SILO

## 9. ¿Su servicio higiénico está conectado a la red de desagüe?

 Si No

## 10. ¿Dónde bota los desechos generados en la cocina? ¿Y dónde bota los desechos generados en el baño?

 BASURERO INODORO LAVATORIO DE COCINA

## 11. ¿Es usted consciente de que el sistema de alcantarillado sólo se utiliza para transportar excretas?

 SI NO

## 12. ¿Existen problemas con las redes de alcantarillado de la zona donde vive?

 SI NO

## 13. ¿En qué época del año observa mayor cantidad de problemas en la red de alcantarillado?

A. De enero a junio

B. De junio a diciembre

C. Todo el año

14. ¿Dónde se vierte el agua de lluvia recolectada en su vivienda?

CALLE  DESAGÜE |

15. ¿Alguna vez alguien de su vivienda se enfermó producto de los colapsos en las redes de alcantarillado?

SI  NO |

16. ¿La construcción de la red fue de manera empírica?

SI  NO |

17. ¿Cuál es el material de la tubería utilizada?

CONCRETO SIMPLE  PVC |  
 HDPE

18. ¿Cree usted que con un adecuado diseño de la red se podría mejorar el problema de los atoros?

SI  NO |

19. ¿Cree usted que si la EPS realizara mantenimiento anual al sistema de alcantarillado ya no existirían inconvenientes en esta?

SI  NO |

20. ¿Cree usted si se le proporcionaría un manual sobre la correcta utilización del servicio de alcantarillado mejoraría la calidad de este?

SI  NO |

21. ¿Cree usted que es importante la solución al problema de los atoros de la zona en la que vive?

SI  NO |

---

**Tabla 9.***Libreta de campo*

<b>N° BUZÓN</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>-----</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Prof. De buzón</b>
01		-		
02				
03				
04				
05				
06				
07				

---

Nota: Elaboración propia.

**Tabla 10.***Cuadro técnico*

<b>BM</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Cota</b>
BM 1			
BM 2			
BM 3			
BM 4			

---

Nota: Elaboración propia.

Formato de entrevista a ingenieros expertos:

---

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
ENTREVISTA A EXPERTOS SOBRE PROBLEMAS EN REDES DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO

Nombre de la tesis: **“ANÁLISIS DE RED Y TUBERIAS EXISTENTES PARA MEJORAR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA JUNTA VECINAL- ATMAT- PAMPA DE VIÑANI SECTOR VI, DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA – TACNA - 2020”**

Alumnos: Bach. Renan Andreé Ortega Salazar Calderón  
Bach. Basilio Gutiérrez Laura

**DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:**

En estos últimos años en el Perú se vienen presentando constantemente problemas en los sistemas de alcantarillado, esto se debe usualmente a que la población usa las redes de alcantarillado como basureros y arrojan residuos sólidos que al obstruir las tuberías provocan atoros, colapsos, cabe resaltar que esto con lleva problemas de salud en la población y la contaminación del medio ambiente.

Este parece ser el caso en la junta vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna, que cuenta con una red de alcantarillado de tuberías de concreto simple con diámetro de 8 pulgadas, un total de 57 buzones en buen estado, 350 conexiones domiciliarias y 15 buzones colapsados.

La asociación tiene una población total de 1318 habitantes, 324 viviendas, 07 talleres, 01 colegio y 48 lotes inhabitados, se ha especulado las posibles deficiencias

que afectan de manera directa e indirecta a la red de alcantarillado, siendo estas, la no habitabilidad, la mala práctica del uso de los servicios higiénicos, la inadecuada eliminación de residuos sólidos a través de los buzones. Es probable también que las deficiencias en la red de alcantarillado que han producido estancamiento en los buzones, se deban al mal diseño de la red y un inadecuado proceso constructivo, producto de la construcción empírica sin manejo técnico por parte del área involucrada.

### **PREGUNTAS:**

1. ¿Es posible que la inhabitabilidad en bastantes lotes de la zona, cause problemas en las tuberías? ¿Por qué?
2. ¿Es el concreto simple normalizado, un material óptimo para redes de alcantarillado? ¿Por qué? Y ¿Para usted, qué tipo de tubería es la más funcional?
3. ¿Para usted que factores influyen directamente en el tipo de tubería (Concreto Normalizado Simple)?
4. ¿El agua de lluvia depositada en el desagüe, es un factor causal importante de los colapsos en las redes?
5. ¿La eliminación de desechos generados en la cocina y el baño por medio del desagüe, afecta el funcionamiento correcto del sistema de alcantarillado?
6. ¿Para usted cuáles son las principales causas de aniegos en redes de alcantarillado sanitario?
7. ¿Cuál sería su recomendación para prevenir colapsos en redes de alcantarillado?

**Firma:**

**Nombre del experto:**

**CIP:**

**DNI:**

---

**Figura 8.**

Vista Panorámica "01" de lotes habitados y no habitados.



Nota: Google maps 2020.

**Figura 9.**

Vista Panorámica "02" de lotes habitados y no habitados.



Nota: Google maps 2020.

**Figura 10.**

*Vista Panorámica "03" de lotes habitados y no habitados.*



Nota: Google maps 2020.

**Figura 11.**

*Buzón de inspección estancado y Concreto Simple Normalizado como material de tubería en redes.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 12.**

*Pozo de inspección estancado y tubería de CSN perdiendo sección.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 13.**

*Tubería de CSN y buzón de inspección agrietados.*



Nota: Elaboración propia.

**Figura 14.**

*Pozo de inspección arenado y tubería de CSN completamente seca.*



Nota: Elaboración propia.

### **3.5 Procesamiento y análisis de datos**

1.- Se recolectó información de campo, a través de la observación y uso de equipos topográficos, teniendo en consideración como punto de inicio el bm que proporcionó las coordenadas de partida para la ubicación de buzones, y cajas de inspección sanitarias domiciliarias, con la utilización del nivel topográfico se midió el desnivel entre buzones y también la profundidad de estos.

2.- Se realizó encuestas de veinte preguntas a los habitantes de la zona para conocer el nivel de educación sanitaria que poseen, el estado de la conexión domiciliar entre la red domiciliar y principal, y si cuentan con el servicio de agua y desagüe.

3.- Se formuló una entrevista a ingenieros expertos en el tema investigado, sobre problemas de alcantarillado sanitario, para conocer cuáles son los factores principales que afectan al diseño y funcionamiento de una red de alcantarillado.

4.- Mediante la observación se identificó el tipo y estado de tuberías utilizadas en la red actual, la cantidad y ubicación de lotes no habitados para proponer un material óptimo de tuberías, de acuerdo a los resultados de la investigación se enlistó los principales factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la Junta Vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Esta encuesta se realizó a 45 viviendas de la Junta Vecinal ATMAT- Pampas de Viñani- Sector VI, los días 14, 15 y 16 de Julio del año 2020; en los parámetros analizados en la encuesta se determina el número de habitantes por vivienda, los hábitos de deposición de residuos y la frecuencia en la utilización del recurso hídrico, la cual nos permite realizar un análisis cualitativo.

La asociación de vivienda de estudio debería tener más familias ligadas al rubro de talleres, sin embargo, se aprecia que en su mayoría no lo están.

**Tabla 11.**

*Ocupación del entrevistado*

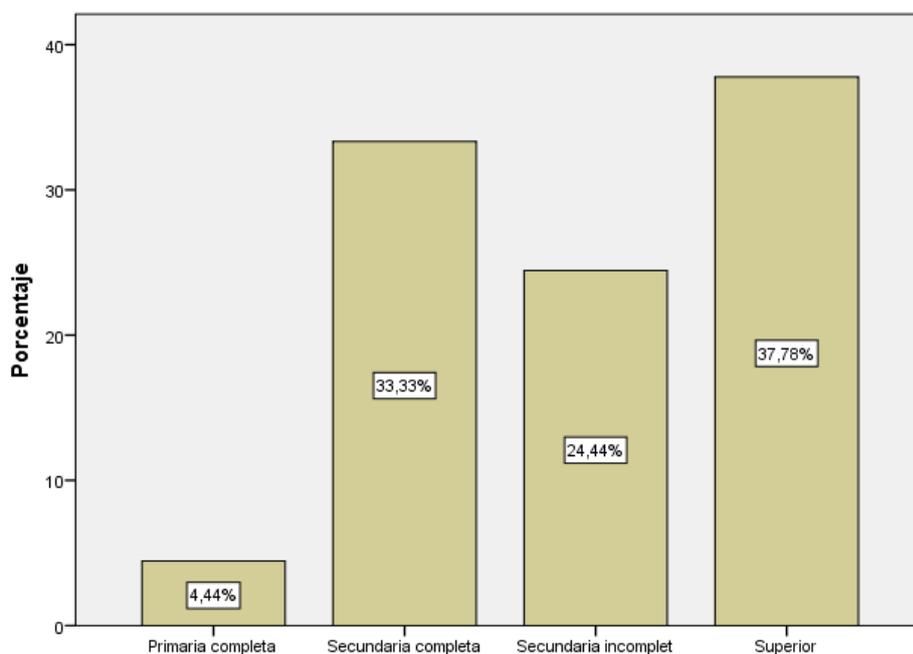
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
Valido	Ama de casa	8	17,8	17,8	17,8
	Carpintero	2	4,4	4,4	22,2
	Chef	1	2,2	2,2	24,4
	Chofer	2	4,4	4,4	28,9
	Cocinera	1	2,2	2,2	31,1
	Cocinero	2	4,4	4,4	35,6
	Comerciante	11	24,4	24,4	60,0
	Electricista	1	2,2	2,2	62,2
	Ganadero	1	2,2	2,2	64,4
	Gasfitero	2	4,4	4,4	68,9
	Mecánico	5	11,1	11,1	80,0
	Obrera	1	2,2	2,2	82,2
	Obrero	4	8,9	8,9	91,1
	Secretaria	1	2,2	2,2	93,3
	Soldador	3	6,7	6,7	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Elaboración propia.

El 4.44% (02 personas) de los encuestados estudiaron primaria completa, el 33.33% (15 personas) estudiaron secundaria completa, el 24.44% (11 personas) estudiaron secundaria incompleta y el 37.78% (17 personas) estudiaron hasta nivel superior.

**Figura 15.**

*Nivel de instrucción.*

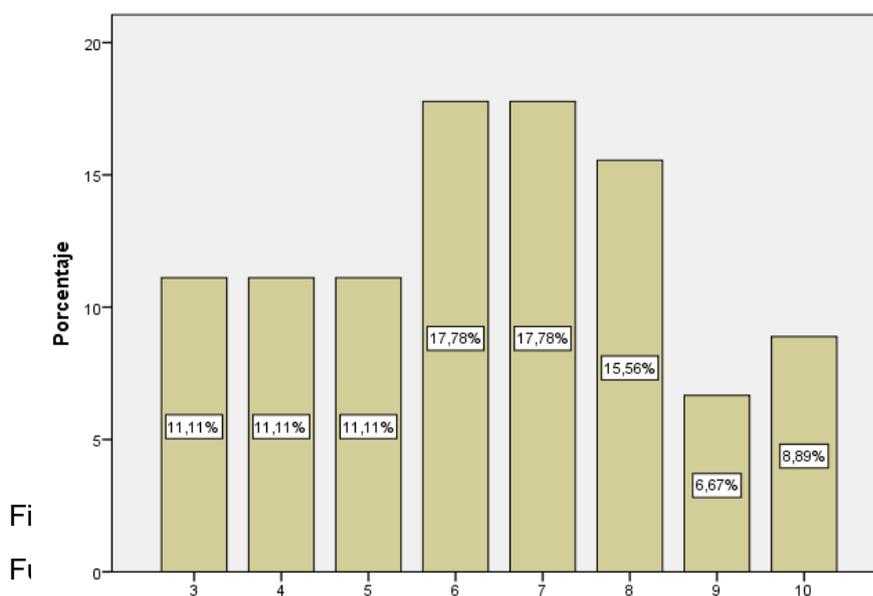


Nota: Elaboración propia.

El 11.11% (05 personas) llevan viviendo 03 años en la casa, el 11.11% (05 personas) llevan viviendo 04 años en la casa, el 11.11% (05 personas) llevan viviendo 05 años en la casa, el 17.78% (08 personas) llevan viviendo 06 años en la casa, el 17.78% (08 personas) llevan viviendo 07 años en la casa, el 15.56% (07 personas) llevan viviendo 08 años en la casa, el 6.67% (03 personas) llevan viviendo 09 años en la casa, el 8.89% (04 personas) llevan viviendo 10 años en la casa.

**Figura 16.**

*El número de habitantes por vivienda oscila de 3 a 6 en su gran mayoría.*



Nota: Elaboración propia.

**Tabla 12.**

*Cantidad de personas que hacen uso de la vivienda*

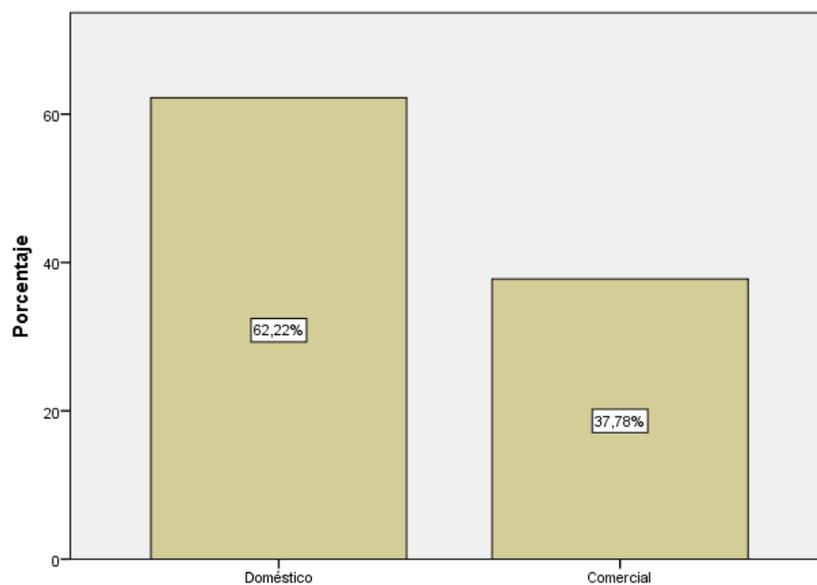
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
Valido	2	1	2,2	2,2
	3	4	8,9	11,1
	4	17	37,8	48,9
	5	15	33,3	82,2
	6	7	15,6	97,8
	7	1	2,2	100,0
Total	45	100,0	100,0	

Nota: Elaboración propia.

El 62.22% (28 personas) hacen uso doméstico de la vivienda y el 37.78% (17 personas) hacen uso comercial de la vivienda.

**Figura 17.**

*Uso de la vivienda.*

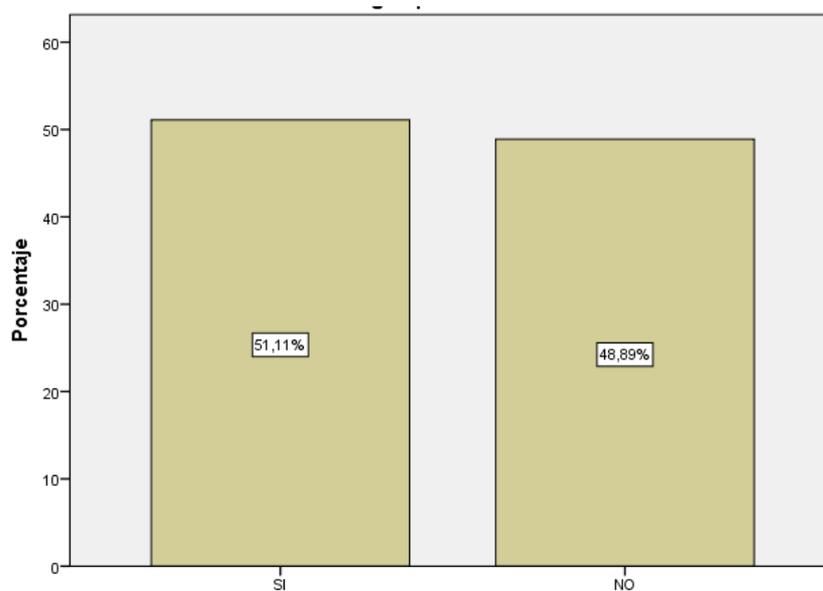


Nota: Elaboración propia.

El 51.11% (23 personas) si cuentan con servicio de agua potable las 24 hrs y el 48.89% (22 personas) no cuentan con servicio de agua potable las 24 hrs.

**Figura 18.**

*Servicio de agua potable las 24 hrs.*

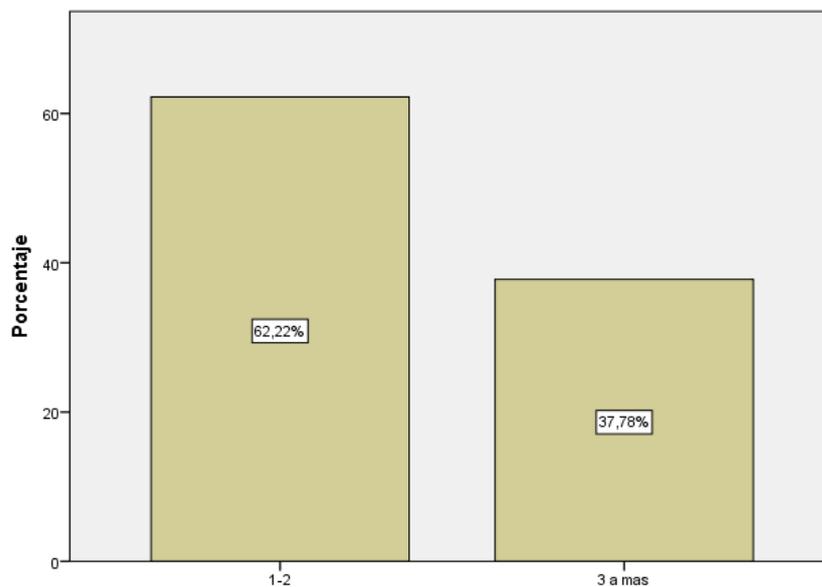


Nota: Elaboración propia.

El 62.22% (28 personas) hacen uso de la ducha 1-2 veces al día y el 37.78% (17 personas) hacen uso de la ducha 3 a más veces al día.

**Figura 19.**

*Uso de la ducha por día.*

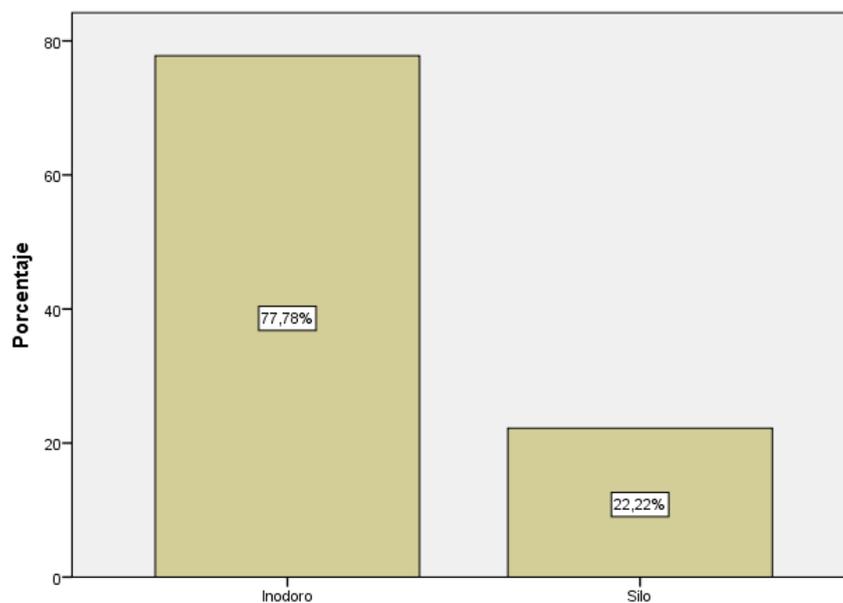


Nota: Elaboración propia.

El 77.78% (35 personas) usan inodoro como servicio higiénico y el 22.22% (10 personas) usan silo como servicio higiénico.

**Figura 20.**

*Tipo de servicio higiénico.*

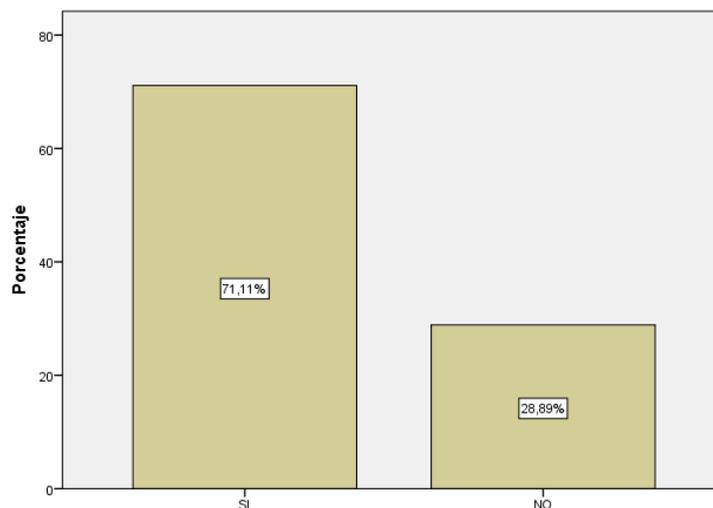


Nota: Elaboración propia.

El 71.11% (32 personas) si tienen el servicio higiénico conectado a la red de desagüe y el 28.89% (13 personas) no tienen el servicio higiénico conectado a la red de desagüe.

**Figura 21.**

*Conexión a la red de desagüe.*

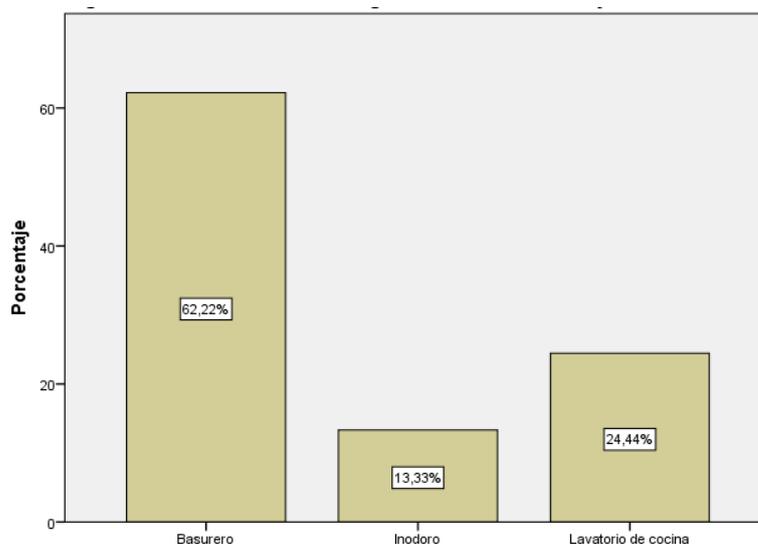


Nota: Elaboración propia.

El 62.22% (28 personas) botan al basurero los desechos generados en la cocina y en el baño, el 13.33% (06 personas) botan al inodoro los desechos generados en la cocina y en el baño, y el 24.44% (11 personas) botan al lavatorio de cocina los desechos generados en la cocina y en el baño.

**Figura 22.**

*Depósito de desechos generados en la cocina y en el baño.*

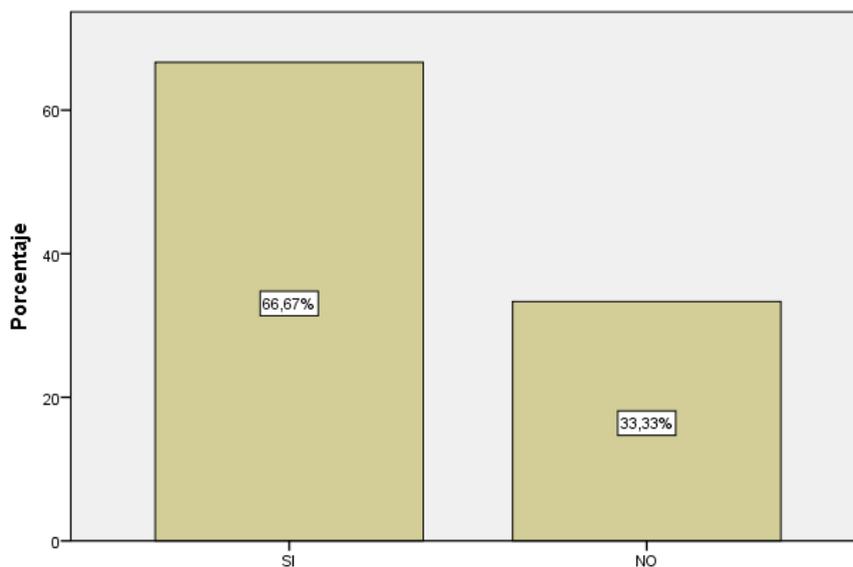


Nota: Elaboración propia.

El 66.67% (30 personas) si son conscientes de que el sistema de alcantarillado solo se emplea para transportar excretas y el 33.33% (15 personas) no son conscientes de ello.

**Figura 23.**

*Consciencia sobre la correcta utilización del servicio.*

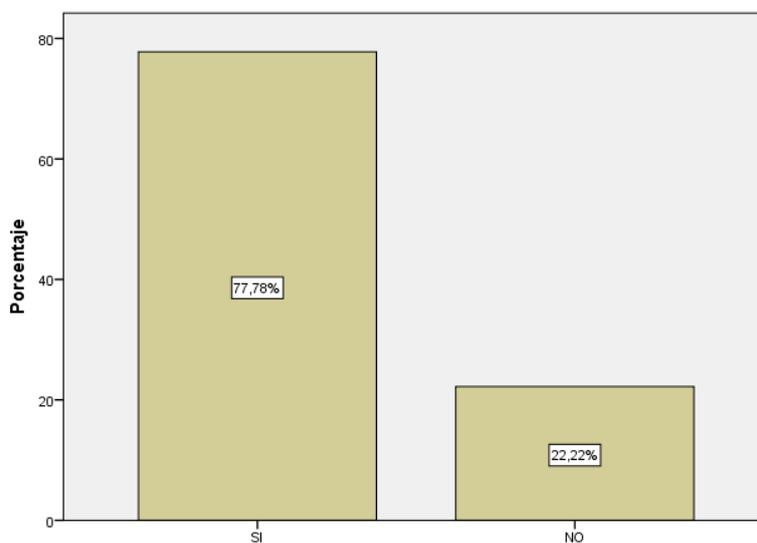


Nota: Elaboración propia.

El 77.78% (35 personas) aseveran que existen dificultades con las redes de alcantarillado en la zona donde vive y el 22.22% (10 personas) aseveran que no.

**Figura 24.**

*Problemas con el sistema de alcantarillado de la zona.*

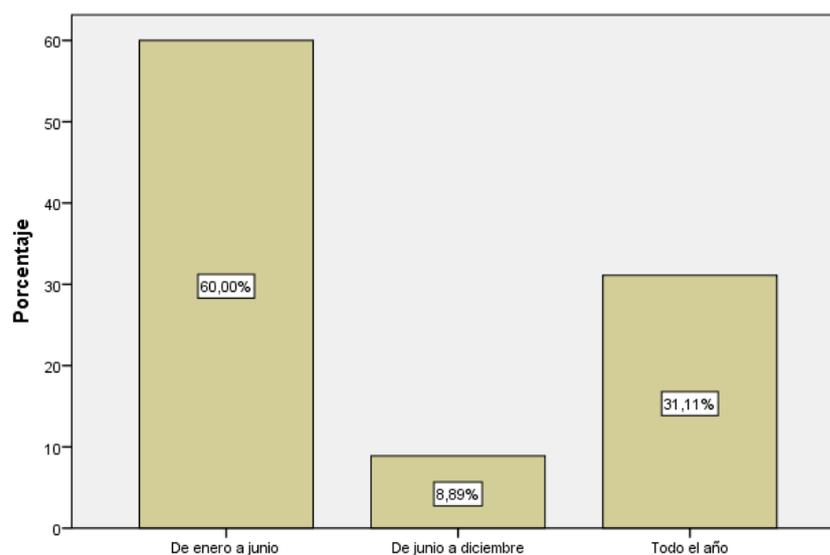


Nota: Elaboración propia.

El 60.00% (27 personas) dicen que la época del año donde se observa mayor cantidad de dificultades en la red de alcantarillado es de enero a junio, el 8.89% (04 personas) dicen que de junio a diciembre y el 31.11% (14 personas) dicen que todo el año.

**Figura 25.**

*Época del año donde se observa mayor cantidad de problemas en la red.*

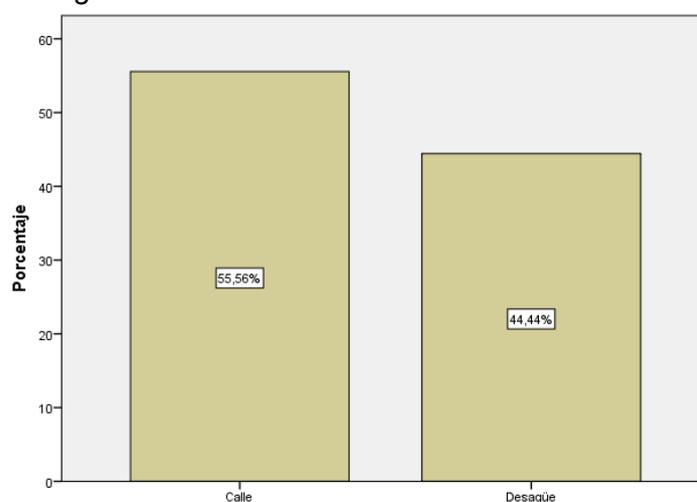


Nota: Elaboración propia.

El 55.56% (25 personas) depositan el agua de lluvia recolectada en su vivienda a la calle y el 44.44% (20 personas) depositan el agua de lluvia recolectada en su vivienda al desagüe.

**Figura 26.**

*Deposición de agua de lluvia recolectada en la vivienda.*

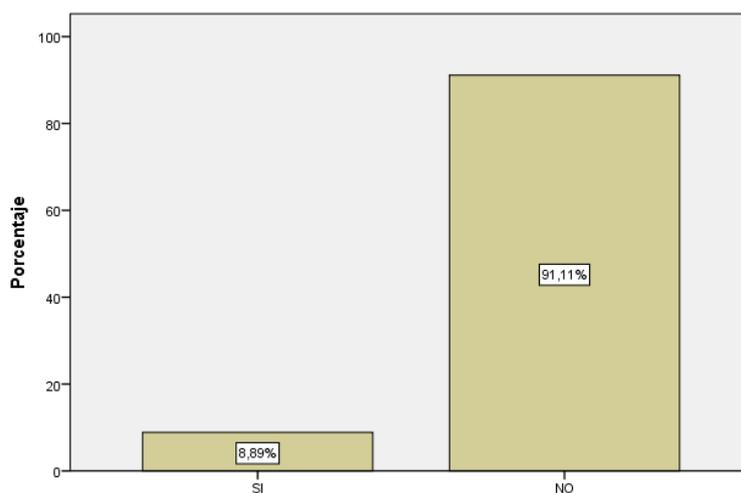


Nota: Elaboración propia.

El 8.89% (04 personas) aseguran que alguna vez alguien de su vivienda se enfermó producto de los colapsos en las redes de alcantarillado y el 91.11% (41 personas) aseguran que no, por consiguiente, se tendrá que tomar en consideración a la hora de la educación sanitaria.

**Figura 27.**

*Enfermedades producto de los colapsos.*

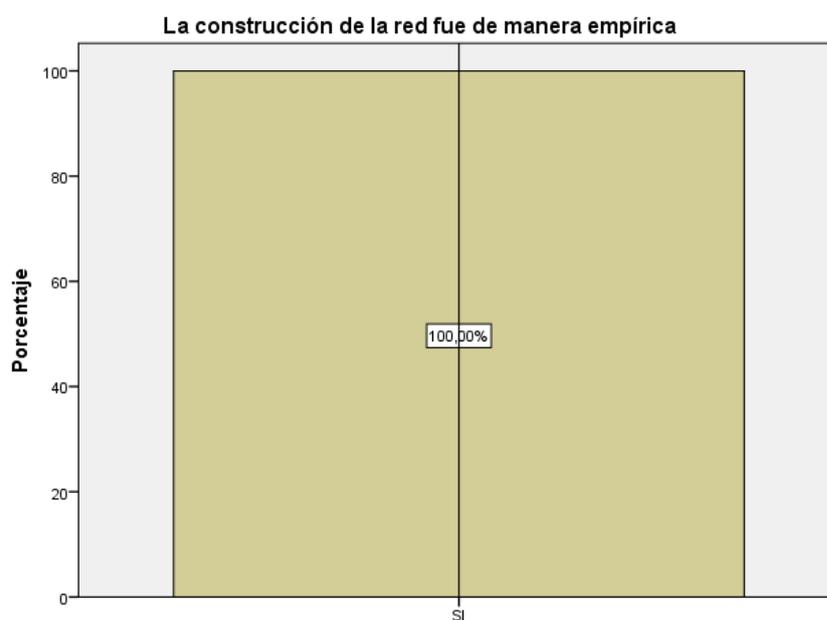


Nota: Elaboración propia.

El 100.00% (45 personas) dicen que efectivamente, la construcción de la red fue de manera empírica.

**Figura 28.**

*Construcción de la red de manera empírica.*

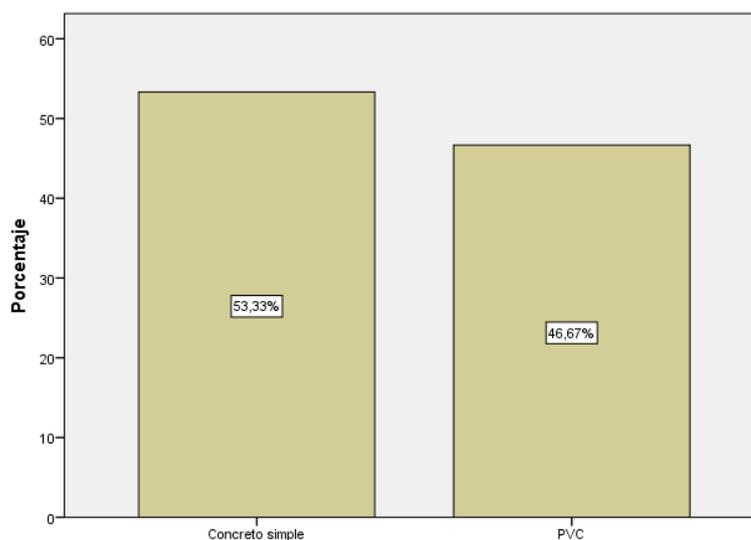


Nota: Elaboración propia.

El 53.33% (24 personas) afirman que el material de la tubería utilizado fue de Concreto Simple Normalizado y el 46.67% (21 personas) afirman que el material de la tubería utilizado fue de PVC.

**Figura 29.**

*Material de tubería utilizada.*



Nota: Elaboración propia.

El 100 % de los encuestados creen que con un adecuado diseño de la red se podría mejorar el problema de los atoros.

**Tabla 13.**

*Adecuado diseño de la red*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
Valido	SI	45	100,0	100,0	100,0

Nota: Elaboración propia.

Los encuestados en su totalidad creen que si la EPS realizara mantenimiento anual al sistema de alcantarillado ya no existirían inconvenientes en esta.

**Tabla 14.**

*Mantenimiento de la red de alcantarillado*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
Valido	SI	45	100,0	100,0	100,0

Nota: Elaboración propia.

Todos los encuestados creen que si se le proporcionaría un manual sobre la correcta utilización del servicio de alcantarillado mejoraría la calidad de este.

**Tabla 15.**

*Manual sobre la correcta utilización del servicio*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
Valido	SI	45	100,0	100,0	100,0

Nota: Elaboración propia.

El 100% de los encuestados creen que es importante la solución al problema de los atoros de la zona en la que vive.

**Tabla 16.**

*Solución al problema de los atoros*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
Valido	SI	45	100,0	100,0	100,0

Nota: Elaboración propia.

## RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO ACTUAL EN SOFTWARE SEWERGEMS

El cálculo se realizó para una población de 1318 habitantes, un sistema de alcantarillado hecho con tuberías de Concreto Simple Normalizado y buzones de inspección construidos con concreto armado (se adjunta cuadro completo en la memoria de cálculo de anexos).

**Tabla 17.**

*Cuadro de resumen del análisis del sistema de alcantarillado actual*

Buzón inicio	Buzón final	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pendiente (%)	Tensión Tractiva (Pa)	Cumple Normativa	Observación
BZ-13	O-1	4,19	1,07	3,083	6,718	SI	
BZ-12	BZ-13	0,22	0,39	2,287	1,42	NO	Veloc. <Veloc. Min.
BZ-55	BZ-36	0,23	0,26	0,654	0,548	NO	Veloc. <Veloc. Min., T.T.<1,00Pa
BZ-37	BZ-38	0,6	0,47	1,529	1,624	NO	Veloc. <Veloc. Min.
BZ-43	BZ-44	0,2	0,31	1,253	0,844	NO	Veloc. <Veloc. Min., T.T.<1,00Pa
BZ-39	BZ-40	0,86	0,53	1,58	1,962	NO	Veloc. <Veloc. Min.
BZ-38	BZ-39	0,83	0,54	1,758	2,09	NO	Veloc. <Veloc. Min.
BZ-42	BZ-43	0,13	0,31	1,727	0,909	NO	Veloc. <Veloc. Min., T.T.<1,00Pa
BZ-19	BZ-20	0,4	0,34	0,883	0,886	NO	Veloc. <Veloc. Min., T.T.<1,00Pa
BZ-18	BZ-19	0,38	0,45	2,105	1,699	NO	Veloc. <Veloc. Min.
BZ-18	BZ-55	0,21	0,01	-0,666	-3,262	NO	Pend. Negativa
BZ-12	O-2	0,61	0,55	2,465	2,382	NO	Veloc. <Veloc. Min.
BZ-66	BZ-65	0,14	0	-1,186	-5,809	NO	Pend. Negativa

Nota: Elaboración propia.

## **RESULTADOS DE LA ENTREVISTA A EXPERTOS E INSPECCIÓN EN CAMPO CON RESPECTO A BUZONES Y MATERIAL DE TUBERÍAS**

Se entrevistó a 06 expertos en el tema los cuales indican que:

**¿Es posible que la inhabilitación en bastantes lotes de la zona, cause problemas en las tuberías? ¿Por qué?**

- La inhabilitación de lotes no afecta al material de la tubería, porque no hay flujo que circule en las tuberías por lo tanto no causa problemas hidráulicos, además los sistemas de alcantarillado son sistemas que transportan aguas residuales por gravedad y no a presión; donde afectaría es en los buzones de inspección dependiendo de la zona, estos pueden llegar a arenarse, debido a las lluvias se presenta contaminación de material friccionante o cohesivo que ingresan por los buzones y no es posible evacuar por la discontinuidad de flujo.

**¿Es el concreto simple normalizado, un material óptimo para redes de alcantarillado? ¿Por qué? Y ¿Para usted, qué tipo de tubería es la más funcional?**

- El Concreto Simple Normalizado no es óptimo para redes de alcantarillado, porque tienen la desventaja que a través de su porosidad permitan la infiltración, también por su coeficiente de Manning (0.013) que por ser rugoso sus paredes no permiten el normal transporte de los residuos y se necesita más pendiente para condiciones auto-limpiantes; y por lo tanto los expertos proponen utilizar tuberías de PVC para el transporte de residuos.

**¿Para usted que factores influyen directamente en el tipo de tubería (Concreto Normalizado Simple)?**

- Recomiendan la utilización de tuberías de PVC en vista que necesita menos pendiente para cumplir con los criterios de tensión tractiva y presenta propiedades físicas favorables para el desplazamiento de los residuos, tienen más avance para la instalación ya que son más largos que la tubería de CSN, y no permiten infiltración.

**¿El agua de lluvia depositada en el desagüe, es un factor causal importante de los colapsos en las redes?**

- El ingreso de las aguas producto de una precipitación pluvial a las redes de alcantarillado sanitario, si causa problemas, porque no

fueron diseñados para el aporte de estas aguas y esto reduce su capacidad de conducción, colmatando los buzones.

**¿La eliminación de desechos generados en la cocina y el baño por medio del desagüe, afecta el funcionamiento correcto del sistema de alcantarillado?**

- Los desechos generados en la cocina afectan el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado sobre todo los sólidos suspendidos, la presencia de grasa y aceites generan una costra alrededor del perímetro interior del tubo, disminuyendo su capacidad de transporte y obstruyendo el tubo al mismo tiempo, en el baño el papel higiénico causa la colmatación de tuberías e incluso las cajas de registro.

**¿Para usted cuáles son las principales causas de aniegos en redes de alcantarillado sanitario?**

- Las principales causas de aniegos son las siguientes: Falta de mantenimiento periódico de las redes de alcantarillado, colmatación de las redes de alcantarillado sanitario, inclusión de aguas pluviales a las redes de alcantarillado, falta de capacidad de conducción de las redes de alcantarillado, pendientes menores a las normativas, mala instalación de redes de alcantarillado, el vertido de desechos sólidos, viseras, plástico, basura, etc.

**¿Cuál sería su recomendación para prevenir colapsos en redes de alcantarillado?**

- Recomiendan tener el diseño de alcantarillado individual, que sea solo para aguas residuales, realizar mantenimientos periódicos del alcantarillado sanitario y la concientización del correcto uso del sistema de alcantarillado en la población, también recomiendan que en épocas de lluvia no levantar las tapas de los registros, porque si bien logra una rápida evacuación de las aguas represadas, también se ocasiona el ingreso al sistema de alcantarillado de piedras, barro, pasticos y todo clase de residuos sólidos que taponan las tuberías, provocando el rebosamiento de las aguas residuales sobre las calles.

## PROPUESTA DE UN NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROCESADO EN SEWERGEMS

El cálculo de la población futura se realizó para una vida útil del sistema de red y tuberías de 20 años de utilización, y se consideró 03 años más para la etapa de inversión. Se utilizaron tres métodos para este cálculo: Aritmético, Geométrico y de crecimiento Wappaus.

**Tabla 18.**

*Cantidad de habitantes*

Método	Población actual (2019)	Población futura (2042)
Aritmético	1318 hab.	3307 hab.
Geométrico	1318 hab.	4031 hab.
De crecimiento Wappaus	1318 hab.	3420 hab.

Nota: Elaboración propia.

Se utilizó el resultado de la población futura estimado con el método Geométrico, esto quiere decir que la junta vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna tendrá una población de 4031 habitantes en el año 2042.

En vista que el tipo de tubería más adecuado para un sistema de alcantarillado es la de PVC, la propuesta del nuevo diseño de la red es con este material (se adjunta cuadro completo en la memoria de cálculo de anexos).

**Tabla 19.**

*Cuadro de resumen de la propuesta de diseño para el sistema de alcantarillado*

Buzón inicio	Buzón final	Caudal (L/s)	Pendiente (%)	Tensión Tractiva (Pa)	Velocidad (m/s)	Tirante (%)
BZ-13	O-1	4,19	0,609	1,891	0,6	27,2
BZ-12	BZ-13	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-55	BZ-36	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-37	BZ-38	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-43	BZ-44	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-39	BZ-40	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-38	BZ-39	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-42	BZ-43	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-19	BZ-20	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-18	BZ-19	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-18	BZ-55	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7
BZ-66	BZ-65	1,5	1,424	2,33	0,6	14,7

Nota: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

En cuanto a las hipótesis específicas tenemos:

**Como hipótesis específica 01 se propuso:**

- **La educación sanitaria influye significativamente en el estado actual de la red y tuberías de la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani.**

Los resultados de la encuesta realizada nos indican que los habitantes de la junta vecinal- ATMAT- Pampa de Viñani Sector VI, distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna tienen una regular educación sanitaria, ya que sus desechos productos de las labores del hogar o del trabajo, son depositados en los basureros, pero un buen porcentaje de habitante vierte el agua de lluvia en la red de alcantarillado, la cual afecta el funcionamiento correcto de esta, además son conscientes de que esta red fue construida de manera empírica y que frecuentemente tienen problemas de colapsos; los pobladores de esta zona están dispuestos a brindar su tiempo para adquirir conocimientos de cómo hacer un adecuado uso de este servicio, porque ellos creen que es importante dar solución al problema de atoros de la zona en la que viven.

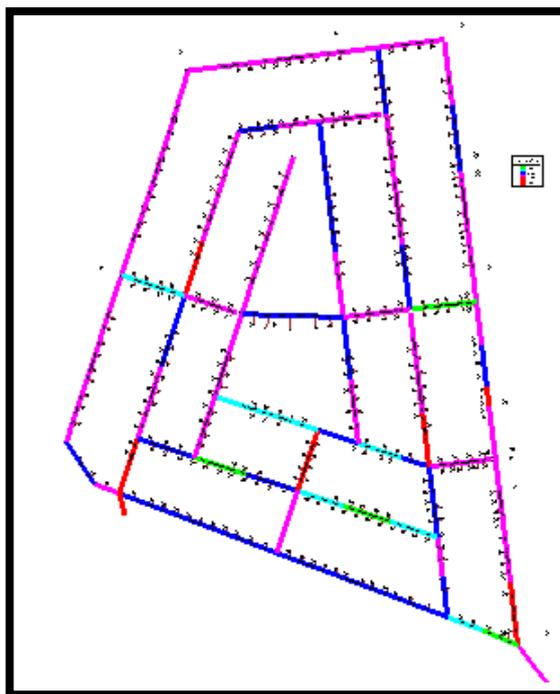
**Como hipótesis específica 02 se propuso:**

- **Sí es necesario proponer un nuevo sistema de alcantarillado.**

La evaluación de la red de alcantarillado actual, se realizó con los caudales máximos horarios, caudal de conexiones desacertadas, caudal de infiltración y caudal de contribución no doméstica (se adjunta memoria de cálculo en anexos); se aprecia según los resultados que la mayoría de tramos de la red de alcantarillado no cumplen con la Norma OS 0.70, teniendo velocidades por debajo de la velocidad mínima (0.60 m/s), tensiones tractivas menores a la estipulada en la norma (1,00 Pa) y tramos con pendientes en contra verificados en campo.

Por lo cual se propone un nuevo sistema de alcantarillado que satisfaga los requisitos mencionados y optimizando pendientes mínimas.

## MODELADO DE LA RED SANITARIA ACTUAL



### LEYENDA

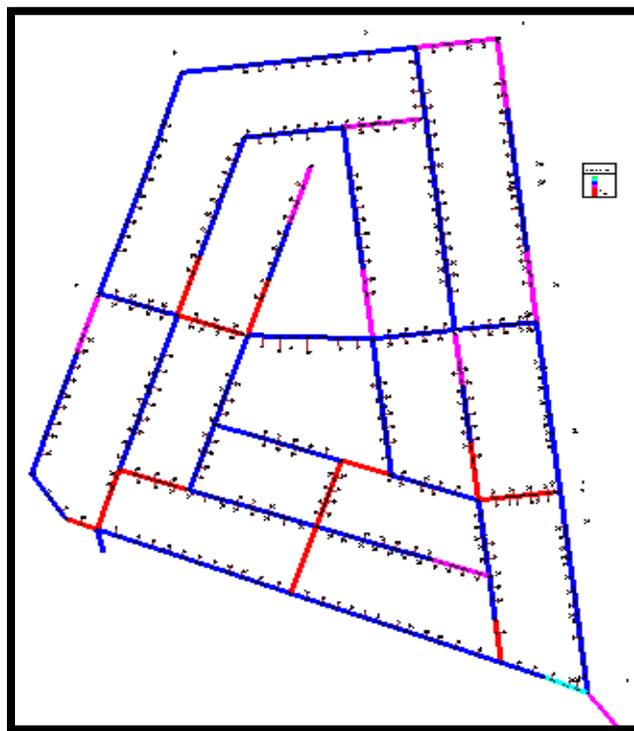
Color Coding Legend	
Conduit: Slope (Calculated) (m/m)	
<span style="color: green;">—</span>	$\leq -0.009$
<span style="color: cyan;">—</span>	$\leq 0.003$
<span style="color: blue;">—</span>	$\leq 0.016$
<span style="color: magenta;">—</span>	$\leq 0.028$
<span style="color: red;">—</span>	$\leq 0.041$
<span style="color: red;">—</span>	Other

De la imagen, nos muestra las pendientes de las tuberías actuales de las cuales por el análisis realizado con el software sewer gems podemos concluir que en la avenida los escritores y los deportes presentan pendientes máximas entre 2.8 % y 1.6% siendo estas avenidas las principales y con mayor carga representadas por el color magenta y azul, los tramos de las calles villa el salvador, cristina vildoso presentan problemas con pendientes negativas de 0.03 % y 0.09% representados

por colores verde y celeste en tal sentido son estos tramos en los cuales se presentan los problemas de estancamiento y colapso de buzones.

Por lo tanto, se comprueba que realizando un adecuado diseño de la red de alcantarillado sanitario, utilizando un material óptimo para las tuberías y manteniendo los parámetros anexados en la memoria de cálculo (caudales máximos horarios, caudal de conexiones desacertadas, caudal de infiltración y caudal de contribución no doméstica), logramos cumplir con todos los requisitos estipulados en la Norma OS 0.70 y tener un sistema que funcione correctamente, conectándose a la red principal en una cota fondo de 457.40 m.s.n.m.

### MODELADO DE RED OPTIMA CON TUBERIA DE PVC



#### LEYENDA

Color Coding Legend	
Conduit: Slope (Calculated) (%)	
	$\leq -0.940$
	$\leq 0.320$
	$\leq 1.580$
	$\leq 2.840$
	$\leq 4.100$
	Other

De la imagen, nos muestra las pendientes de las tuberías actuales de las cuales por el análisis realizado con el software sewer gems podemos concluir que en la avenida los escritores y los deportes presentan pendientes máximas entre 2.84 % y 1.58% siendo estas avenidas las principales y con mayor carga representadas por el color magenta y azul , los tramos de las calles villa el salvador , cristina vildoso tienen pendiente mínima de 1.58 % representados por azul como se puede observar esta red nueva no presenta problemas de pendiente .

**Como hipótesis específica 03 se propuso:**

- **Los factores externos que influyen directamente en el tipo de tubería actual son: la inhabitabilidad, el material de la tubería y la resequedad de residuos sólidos.**

Mediante la inspección realizada en campo y revisión de bibliografía para corroborar las respuestas y recomendaciones de los expertos se analizó lo siguiente:

- Efectivamente como afirman los expertos, existen varios buzones que se encuentran arenados y confirmando con imágenes satelitales estos se encuentran en los tramos donde hay lotes inhabitados.
- Existen pozos de inspección donde se presenta demasiada cantidad de barro y piedras, esto según la entrevista a expertos, es debido a una mala educación sanitaria en la cual cuando ocurren aniegos levantan las tapas de registro y permiten la intrusión de diferentes sólidos.
- Debido al transporte de heces por las tuberías de Concreto Simple Normalizado, estos tubos están perdiendo sección a causa de la corrosión química del concreto por aguas alcalinas, lo cual indica que no es un óptimo material a utilizar en redes de alcantarillado sanitario.
- La educación sanitaria de los pobladores de la zona no es la correcta ya que mediante la observación se pueden apreciar buzones con bastante basura y pajas, buzones con piedras de gran tamaño y ladrillos dentro de ellos produciendo el estancamiento del agua residual.

- Producto de la construcción empírica del sistema de alcantarillado existen bastantes buzones donde la cota fondo se encuentra entre 30 cm y 40 cm de desnivel al eje de la tubería que llega al pozo de inspección, provocando de esta manera el estancamiento.

## CONCLUSIONES

- La educación sanitaria, el tipo de tubería adecuado y un buen diseño de red, mejorará el funcionamiento correcto del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani.
- En la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani, se determinó una educación sanitaria regular, por lo tanto, esta mejorará con capacitaciones a los 1318 habitantes.
- Proponer sistemas de alcantarillado basados en criterios técnicos y bajo normatividad OS.070, ya que la construcción empírica causa problemas constantes en la red.
- El tipo de tubería PVC utilizado en el nuevo sistema de alcantarillado, garantiza que el diseño planteado funcionará eficientemente durante toda la vida útil de 23 años de la red.

## RECOMENDACIONES

- Para la etapa de elaboración del proyecto, los proyectistas deben tener en cuenta la educación sanitaria de los habitantes de la zona y elegir un tipo de tubería acorde al diseño que se planteará.
- Se recomienda que la Empresa Prestadora de Servicios realice un programa de capacitación de educación sanitaria a los beneficiarios de todos sus proyectos para evitar problemas de estancamiento en sus redes.
- En el diseño de una red de alcantarillado, los proyectistas deben tener especial cuidado en el cumplimiento de la velocidad mínima, ya que nos garantiza una tensión tractiva no menor de 1,00 Pa y evita la sedimentación de partículas.
- Al diseñar, es importante la elección del tipo de tuberías a utilizar, pero esto no garantiza el correcto funcionamiento de la red si es que la ejecución es deficiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AA. VV., (2007) Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano.
- Alvarez C. & Chicangana Y., (2015) Inicios del alcantarillado en Medellín (Colombia), 1920- 1955.
- Cabrera Davila, A. A. y Carranza Cárdenas, & W. M. A, (2004). Diseño de un sistema condominial de alcantarillado sanitario de los barrios 3 y 4, centro poblado Alto Trujillo, El Porvenir. (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Catalá Moreno & Fernando, (1992). Cálculo de caudales en las redes de saneamiento (2ª edición).
- EMSA Puno , (2017) Programa de educación sanitaria.
- EPS SEDACUSCO, (2017) Plan anual de educación sanitaria.
- EPS TACNA S.A. , (2013) Plan Maestro Optimizado Actualizado (2013 – 2043).
- Espadas Solís, García Sosa, & Castillo Borges, (2007) Redes de alcantarillado sin arrastre de sólidos: una alternativa para la ciudad de Mérida, Yucatán.
- Espinoza Silva & L. E. , (2014). Sostenibilidad de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con pozo séptico y con biodigestor en la comunidad de Quinuamayo Alto-- distrito La Encañada-- Cajamarca 2014. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Fernandez Guiuseppe , (2014) Problemática de los sistemas de alcantarillado
- Gomezjurado S.,(2014). Competividad para los alcantarillados: Tuberías de concreto.
- Grupo Aristegui, (2015). Tubería enterrada rígida o flexible.
- Hernández Muñoz, (1997). Saneamiento y alcantarillado. Vertidos residuales (5ª edición).
- Jiménez Gallardo, (1999). Contaminación por escorrentía urbana.
- Davies, Clarke, Whiter, Cunningham, & Leidi, (2001) El estado estructural de las tuberías rígidas de alcantarillado: una investigación estadística.
- Llave Danny & Hilacondo Boris , (2017) Diseño y evaluación de las redes de alcantarillado sanitario del megaproyecto inmobiliario Challapampa de Arequipa, en base al aforo de caudales de consumo y evacuación de agua.
- Lorenzetti Lozano, (2012) Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la manutención, limpieza y recuperación hidráulica de las tuberías de alcantarillado sanitario y pluvial en las empresas sanitarias.

- Metcalf, L. , & H.P. Eddy, (1928). American Sewerage Practice, vol I 2.<sup>a</sup> ed., McGraw Hill, New York.
- Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, (2018) Programa de entrenamiento en salud publica dirigido a personal del servicio militar voluntario.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2004). Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales. Lima, Perú.
- Organización Mundial de la Salud , (2019) Guía para el saneamiento y la salud.
- Organización Panamericana de la Salud , (2007) ¿Cómo reducir el impacto de los desastres en los sistemas de agua y saneamiento rural?
- Palma Culipichún, (2015). Estudio de factibilidad técnica de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas en población de 60 viviendas, comuna de Porvenir. (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Perez Farras, Luis E., & Perez, Sandra, (2007). Criterios de Diseño, Cálculo y Selección de Tuberías en Base al Criterio de las Prestaciones Equivalentes Reglamento Nacional de Edificaciones , (2006) (DS N° 011-2006-VIVIENDA). Habilitaciones Urbanas OS. 070
- Soto S., Gaviria L., & Pino M., (2019) Estudio de caso: disposición de las aguas residuales domesticas en zonas rurales de Costa Rica.
- Tchobanoglous G., (1985) Ingeniería Sanitaria - Redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales. Editorial Labor, S.A.
- Tumi Quispe, (2012) Conocimientos de la población de la ciudad de Puno sobre la gestión de residuos sólidos.
- Xianfei Yin, Yuan Chen , Ahmed Bouferguene, & Mohamed Al-Hussein, (2020) Modelo de deterioro de tuberías de alcantarillado de dos niveles basado en datos: diseño y análisis.
- Xuan Li, y otros, (2019) Evaluación de modelos basados en datos para predecir la vida útil de tuberías de alcantarillado de hormigón sometidas a corrosión.

**ANEXOS**

# PLANOS

# **MEMORIA DE CÁLCULO**

TASA DE CRECIMIENTO Y POBLACIÓN FUTURA  
CENSOS DISTRITO CGAL

EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA (HABITANTES)

1993	2001	2007	2017	2027
32 319	65 mil	68 989	110 417	Censo 2027

MÉTODO DE CRECIMIENTO ARITMÉTICO

	AÑO	TOTAL	r	
	1993	32319	0,1264	
8	2001	65000	0,0102	
6	2007	68989	0,0601	
10	2017	110417	0,0656	r=6,56%

MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMETRICO

	AÑO	TOTAL	r	
	1993	32319	0,09126928	
8	2001	65000	0,00997607	
6	2007	68989	0,04815524	
10	2017	110417	r=0,050	r=4,98%

MÉTODO DE CRECIMIENTO WAPPAUS

	AÑO	TOTAL	r	
	1993	32319	0,08395329	
8	2001	65000	0,0099237	
6	2007	68989	0,04618352	
10	2017	110417	r=0,047	r=4,67%

MÉTODO DE CRECIMIENTO ARITMETICO

		AÑO	TOTAL	r	
	0	2019	P=1318	<b>r=0.0656</b> $r = \frac{\frac{P_f}{P_0} - 1}{t}$	<b>r=6.56%</b>
	1	2020	P=1404		
	2	2021	P=1491		
	3	2022	P=1577		
INVERSION	1	4	P=1664	METODO DE CRECIMIENTO ARITMETICO $P_f = P_0(1 + r \cdot t)$	
	2	5	P=1750		
	3	6	P=1837		
	4	7	P=1923		
	5	8	P=2010		
	6	9	P=2096		
	7	10	P=2183		
	8	11	P=2269		
	9	12	P=2356		
10	13	2032	P=2442		
11	14	2033	P=2528		
12	15	2034	P=2615		
12	16	2035	P=2701		
14	17	2036	P=2788		
15	18	2037	P=2874		
16	19	2038	P=2961		
17	20	2039	P=3047		
18	21	2040	P=3134		
19	22	2041	P=3220		
20	23	2042	P=3307		

MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMETRICO

	AÑO	TOTAL	r
0	2019	P=1318	<b>r=0,0498</b> $r = \left(\frac{P_f}{P_o}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$  $P_f = P_o(1 + r)^t$
1	2020	P=1384	
2	2021	P=1453	
3	2022	P=1525	
4	2023	P=1601	
5	2024	P=1681	
6	2025	P=1764	METODO GEOMETRICO
7	2026	P=1852	
8	2027	P=1944	
9	2028	P=2041	
10	2029	P=2143	
11	2030	P=2250	
12	2031	P=2362	
13	2032	P=2479	
14	2033	P=2603	
15	2034	P=2732	
16	2035	P=2868	
17	2036	P=3011	
18	2037	P=3161	
19	2038	P=3318	
20	2039	P=3484	
21	2040	P=3657	
22	2041	P=3839	
23	2042	P=4031	

**r=4,98%**

MÉTODO DE CRECIMIENTO WAPPAUS

	<b>AÑO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>r</b>	
-1	<b>2018</b>	<b>P=1318</b>	$r = \frac{2(P_f - P_0)}{t(P_f + P_0)}$	
0	2019	<b>P=1318</b>		
1	2020	<b>P=1381</b>		
2	2021	<b>P=1447</b>		
3	2022	<b>P=1517</b>	$r = 0,0467$ $P_f = \frac{P_0(2 + rt)}{2 - rt}$	<b>r=4,67%</b>
4	2023	<b>P=1590</b>	METODO DE CRECIMIENTO WAPPAUS	
5	2024	<b>P=1666</b>		
6	2025	<b>P=1747</b>		
7	2026	<b>P=1833</b>		
8	2027	<b>P=1924</b>		
9	2028	<b>P=2019</b>		
10	2029	<b>P=2121</b>		
11	2030	<b>P=2229</b>		
12	2031	<b>P=2344</b>		
13	2032	<b>P=2467</b>		
14	2033	<b>P=2598</b>		
15	2034	<b>P=2739</b>		
16	2035	<b>P=2890</b>		
17	2036	<b>P=3053</b>		
18	2037	<b>P=3229</b>		
19	2038	<b>P=3420</b>		

## CAUDALES

Población inicial =	1318 hab.	
Población futura =	4031 hab.	
Área total del proyecto =	14,727 ha.	
Densidad Poblacional =	273,72 hab./ha.	
# viviendas =	380	
Dotación =	150 lts/hab/día	
Coefficiente de retorno =	80%	
Coefficiente de infiltración (CSN) =	0,2 lts/seg/km	Por tramo de acuerdo a long. de tubería
Coefficiente de infiltración (PVC) =	0,05 lts/seg/km	Por tramo de acuerdo a long. de tubería
Caudal por conexiones erradas =	0,1 (caudal máximo)	
Caudal máximo horario =	1,3729 l/s	
Caudal de aportación =	1,0983 l/s	
Coefficiente de variación horaria		
k2	2,2	
<b>Caudal máximo horario</b>	<b>2,4163 l/s</b>	
Caudal unitario	0,0063587 7 l/s	

Caudales de contribución no domesticas (solo en el tramo donde existe colegio)

	Alumnos	Grado	Dotación x Alumno	
1	39	1	0,195	0,02
2	40	1	0,2	0,02
3	38	1	0,19	0,02
4	40	1	0,2	0,02
5	38	1	0,19	0,02
6	40	1	0,2	0,02

Suma 1,175 0,12

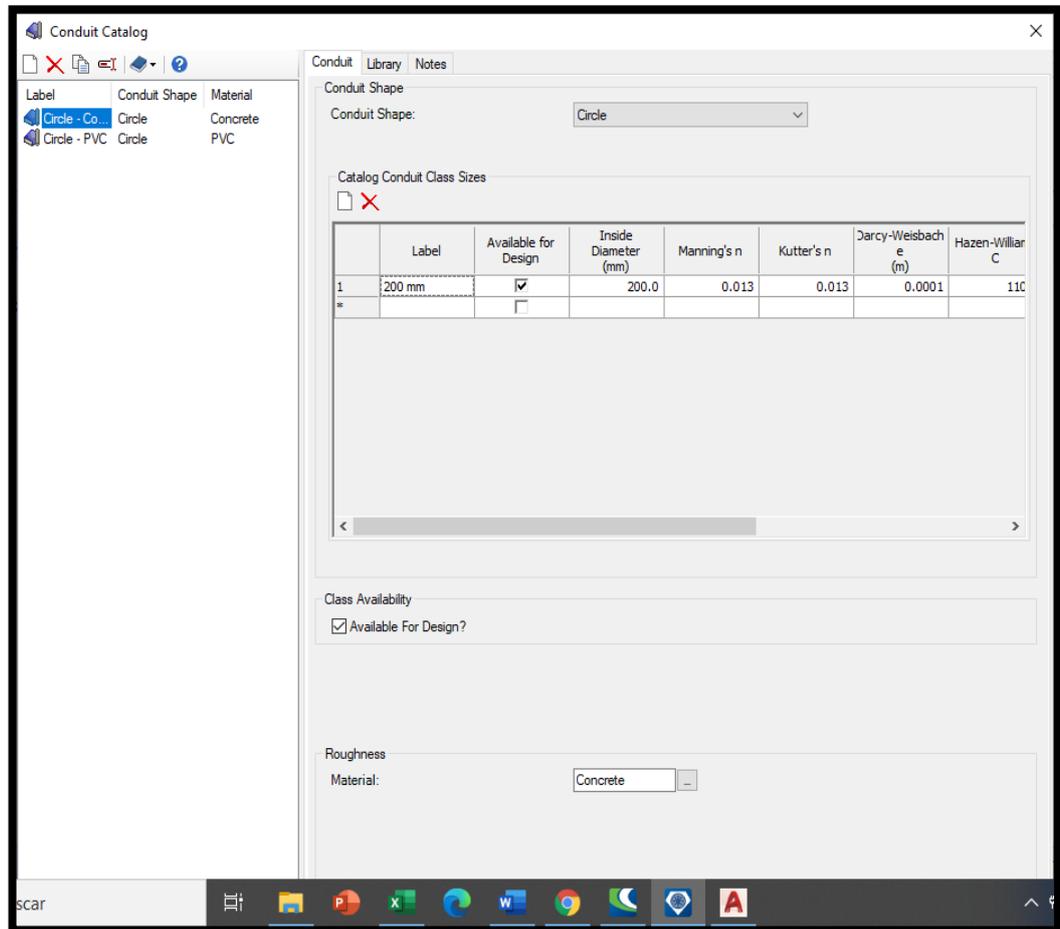
Caudal de Aportacion (80%)

1,295

1,036 l/s

## PROCESAMIENTO EN SEWER GEMS

## Selección de tubería a utilizar



## Base de cálculo

Properties - Solver - Base Calculation Options (29)

BZ-72  Add to Selection

<Show All>

Property Search

<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	29
Label	Base Calculation Options
Notes	
Active Numerical Solver	GVF-Convex (SewerCAD)
Time Analysis Type	Steady State
Calculation Type	Analysis
<b>Convex Routing</b>	
Peak Flow Ratio (%)	75.0
<b>Gravity Hydraulics</b>	
Tractive Stress (Global Minimum)	0.000
Maximum Network Traversals	5
Flow Convergence Test	0.001
Flow Profile Method	Backwater Analysis
Number of Flow Profile Steps	5
Hydraulic Grade Convergence Test	0.00
Average Velocity Method	Actual Uniform Flow Velocity
Minimum Structure Headloss (m)	0.00
Governing Upstream Pipe Selection	Pipe with Maximum QV
Structure Loss Mode	Hydraulic Grade
Save Detailed Headloss Data?	False
Gravity Friction Method	Manning's
Use Explicit Depth and Slope Equa	False

**ID**  
Unique identifier assigned to this element.

## Condiciones de cálculo

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node Inlet

Default Constraints

Velocity Cover Slope Tractive Stress

Velocity Constraints Type: Simple

Velocity (Minimum): 0.60 m/s

Velocity (Maximum): 5.00 m/s

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type: Simple

Percentage Full: 75.0 %

Close Search Help

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node Inlet

Default Constraints

Velocity Cover Slope Tractive Stress

Consider Cover Along Pipe Length?

Active Terrain Model: <none>

Measure Cover To: Pipe Crown

Cover Constraints Type: Simple

Cover (Minimum): 1.00 m

Cover (Maximum): 10.00 m

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type: Simple

Percentage Full: 75.0 %

Close Search Help

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node Inlet

Default Constraints

Velocity Cover Slope Tractive Stress

Slope Constraints Type: Simple

Slope (Minimum): 0.100 %

Slope (Maximum): 4.000 %

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type: Simple

Percentage Full: 75.0 %

Close Search Help

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node Inlet

Default Constraints

Velocity Cover Slope Tractive Stress

Include Tractive Stress Design?

Tractive Stress (Design Minimum): 1.000 Pascals

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type: Simple

Percentage Full: 75.0 %

Close Search Help

## Caudales unitarios

Unit Sanitary (Dry Weather) Loads

Unit Sanitary (Dry Weather) Load Library Notes

Label	Unit Sanitary Load Type
vivienda	Count

Count

Count Load Unit: vivienda

Unit Load: 0.0064 L/s

Population Equivalent: 14.726 Capita

Report Adjusted Population:

Close Help



## RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO ACTUAL EN SOFTWARE SEWERGEMS

Buzón inicio	Buzón final	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pendiente (%)	Tensión Tractiva (Pa)	CUMPLE NORMATIVA	OBSERVACIÓN
BZ-13	O-1	4.19	1.07	3.083	6.718	si	
BZ-12	BZ-13	0.22	0.39	2.287	1.42	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-55	BZ-36	0.23	0.26	0.654	0.548	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-37	BZ-38	0.6	0.47	1.529	1.624	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-43	BZ-44	0.2	0.31	1.253	0.844	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-39	BZ-40	0.86	0.53	1.58	1.962	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-38	BZ-39	0.83	0.54	1.758	2.09	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-42	BZ-43	0.13	0.31	1.727	0.909	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-19	BZ-20	0.4	0.34	0.883	0.886	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-18	BZ-19	0.38	0.45	2.105	1.699	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-18	BZ-55	0.21	0.01	-0.666	-3.262	no	Pend. Negativa
BZ-12	O-2	0.61	0.55	2.465	2.382	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-66	BZ-65	0.14	0	-1.186	-5.809	no	Pend. Negativa
BZ-65	BZ-38	0.19	0.01	-0.884	-4.334	no	Pend. Negativa
BZ-11	BZ-12	0.2	0.29	1.003	0.715	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-34	BZ-35	0.13	0.32	1.913	0.976	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-28	BZ-29	0.44	0.47	2.085	1.81	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-35	BZ-36	0.18	0.4	2.951	1.56	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-61	BZ-68	1.08	0.03	-0.974	-4.771	no	Pend. Negativa
BZ-68	BZ-67	1.15	0.55	1.388	2.025	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-58	BZ-59	0.15	0.31	1.647	0.905	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-56	BZ-57	0.05	0.25	2.116	0.677	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-13	BZ-73	2.68	0.59	0.819	1.961	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-57	BZ-58	0.1	0.33	2.518	1.06	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-72	BZ-71	2.56	0.5	0.55	1.409	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-73	BZ-72	2.62	0.68	1.256	2.71	si	
BZ-46	BZ-47	0.36	0.52	3.252	2.329	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-44	BZ-45	0.26	0.43	2.548	1.646	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-45	BZ-46	0.32	0.44	2.339	1.699	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-9	BZ-10	0.11	0.33	2.519	1.073	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-10	BZ-11	0.16	0.32	1.66	0.945	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-71	BZ-70	1.09	0.46	0.89	1.402	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-69	BZ-40	0.97	0.41	0.684	1.083	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-70	BZ-69	1.02	0.45	0.844	1.306	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-29	BZ-24	0.5	0.45	1.682	1.617	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-24	BZ-25	0.56	0.5	1.884	1.847	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-02	BZ-03	0.11	0.29	1.599	0.79	no	Veloc. < Veloc. Mín., T.T. < 1,00 Pa
BZ-25	BZ-12	0.61	0.64	3.826	3.347	si	
BZ-03	BZ-4	0.18	0.34	1.683	1.025	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-4	BZ-05	0.23	0.39	2.061	1.334	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-60	BZ-61	1.01	0.56	1.664	2.201	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-63	BZ-67	0.23	0.45	3.109	1.812	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-32	BZ-33	0.33	0.36	1.262	1.08	no	Veloc. < Veloc. Mín.
BZ-51	BZ-52	0.17	0.36	2.089	1.165	no	Veloc. < Veloc. Mín.

BZ-30	BZ-31	0.16	0.35	2.112	1.121	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-50	BZ-51	0.12	0.28	1.481	0.768	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
BZ-16	BZ-17	0.2	0.34	1.59	1.016	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-15	BZ-16	0.12	0.28	1.493	0.773	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-31	BZ-32	0.26	0.37	1.653	1.191	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-17	BZ-18	0.25	0.39	1.944	1.318	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-01	BZ-02	0.06	0.28	2.452	0.844	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
BZ-6	BZ-7	0.36	0.46	2.28	1.767	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-7	BZ-8	0.42	0.46	2.015	1.725	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-05	BZ-6	0.29	0.44	2.47	1.688	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-47	BZ-48	1.04	0.53	1.349	1.897	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-48	BZ-49	1.14	0.61	1.88	2.555	si	
BZ-59	BZ-60	0.93	0.61	2.232	2.655	si	
BZ-49	BZ-13	1.26	0.83	4.067	4.837	si	
BZ-52	BZ-59	0.69	0.46	1.316	1.542	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-47	BZ-8	0.46	0.24	0.287	0.395	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
BZ-67	BZ-71	1.41	0.67	2.061	3.021	si	
BZ-20	BZ-28	0.41	0.56	3.634	2.69	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
*BZ-71	BZ-42	0.08	0.31	2.567	0.989	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
BZ-36	*BZ-72	0.03	0.23	2.246	0.588	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
BZ-63	*BZ-73	0.02	0.15	1.062	0.274	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
*BZ-74	BZ-47	0.08	0.28	2.151	0.847	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
*BZ-77	BZ-66	0.05	0	-0.923	-4.524	no	Pend. Negativa
BZ-49	*BZ-78	0.03	0.18	1.157	0.336	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
*BZ-81	BZ-30	0.08	0.24	1.288	0.556	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
*BZ-82	BZ-9	0.05	0.25	2.413	0.701	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
*BZ-85	BZ-15	0.05	0.26	2.52	0.756	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
*BZ-86	BZ-50	0.05	0.22	1.477	0.504	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
*BZ-87	BZ-64	0.05	0	-0.903	-4.423	no	Pend. Negativa
*BZ-88	BZ-18	0.11	0	-1.282	-6.282	no	Pend. Negativa
BZ-53	BZ-18	0.14	0.31	1.775	0.946	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
*BZ-91	BZ-53	0.06	0.23	1.515	0.572	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
BZ-33	BZ-52	0.43	0.5	2.531	2.067	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
*BZ-92	BZ-34	0.05	0.24	2.08	0.647	no	Veloc. <Veloc. MÍN., T.T. < 1,00 Pa
BZ-36	BZ-37	0.54	0.46	1.575	1.587	no	Veloc. <Veloc. MÍN.
BZ-11	BZ-12	0.02	0	-1.166	-5.712	no	Pend. Negativa
BZ-40	BZ-11	0.06	0	-0.804	-3.94	no	Pend. Negativa
BZ-63	BZ-64	0.08	0	-0.418	-2.046	no	Pend. Negativa

Activar y configurar  
ve a Configuraci

PROPUESTA DE UN NUEVO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROCESADO EN SEWERGEMS

Buzón inicio	Buzón final	Caudal (L/s)	Pendiente (%)	Tensión Tractiva (Pa)	Velocidad (m/s)	Tirante (%)
BZ-13	O-1	4.19	0.609	1.891	0.6	27.2
BZ-12	BZ-13	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-55	BZ-36	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-37	BZ-38	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-43	BZ-44	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-39	BZ-40	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-38	BZ-39	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-42	BZ-43	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-19	BZ-20	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-18	BZ-19	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-18	BZ-55	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-66	BZ-65	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-65	BZ-38	1.5	2.19	3.249	0.7	14
BZ-11	BZ-12	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-34	BZ-35	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-28	BZ-29	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-35	BZ-36	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-61	BZ-68	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-68	BZ-67	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-58	BZ-59	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-56	BZ-57	1.5	2.071	3.112	0.69	14.1
BZ-13	BZ-73	2.68	0.874	2.065	0.6	20.7
BZ-57	BZ-58	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-72	BZ-71	2.56	0.913	2.095	0.6	20.1
BZ-73	BZ-72	2.62	0.891	2.074	0.6	20.4
BZ-46	BZ-47	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-44	BZ-45	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-45	BZ-46	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-9	BZ-10	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-10	BZ-11	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-71	BZ-70	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-69	BZ-40	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-70	BZ-69	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-29	BZ-24	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-24	BZ-25	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-02	BZ-03	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-25	BZ-12	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-03	BZ-4	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-4	BZ-05	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-60	BZ-61	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-63	BZ-67	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-32	BZ-33	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-51	BZ-52	1.5	2.667	3.793	0.75	13.7
BZ-30	BZ-31	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-50	BZ-51	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-16	BZ-17	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-15	BZ-16	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-31	BZ-32	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-17	BZ-18	1.5	1.938	2.957	0.67	14.2
BZ-01	BZ-02	1.5	2.306	3.388	0.71	13.9

BZ-6	BZ-7	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-7	BZ-8	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-05	BZ-6	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-47	BZ-48	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-48	BZ-49	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-59	BZ-60	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-49	BZ-13	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-52	BZ-59	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-47	BZ-8	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-67	BZ-71	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-20	BZ-28	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
*BZ-71	BZ-42	1.5	2.36	3.45	0.72	13.9
BZ-36	*BZ-72	1.5	1.869	2.875	0.66	14.2
BZ-63	*BZ-73	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
*BZ-74	BZ-47	1.5	1.578	2.523	0.62	14.5
*BZ-77	BZ-66	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-49	*BZ-78	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
*BZ-81	BZ-30	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
*BZ-82	BZ-9	1.5	2.414	3.511	0.72	13.9
*BZ-85	BZ-15	1.5	2.397	3.491	0.72	13.9
*BZ-86	BZ-50	1.5	1.464	2.381	0.61	14.6
*BZ-87	BZ-64	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
*BZ-88	BZ-18	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-53	BZ-18	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
*BZ-91	BZ-53	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-33	BZ-52	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
*BZ-92	BZ-34	1.5	1.665	2.63	0.63	14.4
BZ-36	BZ-37	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-11	BZ-12	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-40	BZ-11	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7
BZ-63	BZ-64	1.5	1.424	2.33	0.6	14.7

# **PANEL FOTOGRAFÍCO**



**Fotografía 01: Medición de cotas tapa con nivel y mira.**



**Fotografía 02: Inspección de buzones y tuberías.**



**Fotografía 03: Medida de cota fondo y cota tapa.**



**Fotografía 04: Estado de buzones.**



**Fotografía 05: Estado de buzones.**



**Fotografía 06: Estado de buzones.**



**Fotografía 07: Estado de buzones.**



**Fotografía 08: Estado de buzones.**



**Fotografía 09: Estado de buzones.**



**Fotografía 10: Estado de buzones.**



**Fotografía 11: Estado de buzones.**



**Fotografía 12: Estado de buzones.**



**Fotografía 13: Estado de buzones.**



**Fotografía 14: Estado de buzones.**



**Fotografía 15: Levantamiento topográfico con GPS Diferencial.**



**Fotografía 16: Levantamiento topográfico con GPS Diferencial.**



**Fotografía 17: Encuesta a habitantes de la Junta.**

### Matriz de consistencia

Planteamiento del problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Indicadores
<p>P.G.: ¿Qué factores mejorarían el diseño de red y tuberías del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna?</p> <p>P.E.1: ¿Cómo influye la educación sanitaria en el estado actual de la red y tuberías de la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani?</p> <p>P.E.2: ¿Es necesario proponer un nuevo sistema de red?</p> <p>P.E.3: ¿Qué factores externos influyen directamente en el tipo de tubería actual?</p>	<p>H.G.: Los factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna- 2020 son: educación sanitaria, diseño técnico de la red y el tipo de material de las tuberías.</p> <p>H.E.1: La educación sanitaria influye significativamente en el estado actual de la red y tuberías de la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani.</p> <p>H.E.2: Sí es necesario proponer un nuevo sistema de alcantarillado.</p> <p>H.E.3: Los factores externos que influyen directamente en el tipo de tubería actual son: la inhabilitación, el material de la tubería y la resequedad de residuos sólidos.</p>	<p>O.G.: Analizar los factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna- 2020</p> <p>O.E.1: Evaluación de la influencia de la educación sanitaria en el estado actual de la red y tuberías de la junta vecinal ATMAT – Pampa de Viñani</p> <p>O.E.2: Verificación de la necesidad de proponer un nuevo sistema de alcantarillado</p> <p>O.E.3: Identificación de los factores externos que influyen directamente en el tipo de tubería actual</p>	<p>V.I.: Análisis de factores que mejorarán la red y tuberías existentes del sistema de alcantarillado de la junta vecinal ATMAT- Pampa de Viñani en el sector VI del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna- 2020</p> <p>V.D.: Diseño de red y tuberías actual, educación sanitaria, higiene y salud</p>	<p>-Análisis pseudo estadístico.</p> <p>-Encuesta sobre educación sanitaria.</p> <p>-Material de tuberías.</p> <p>-Sistema de red actual.</p> <p>-Agresión del suelo.</p> <p>-Viviendas no habitadas.</p>