



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD - 2022

N° 096 – 86734806 / 2022

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

**ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA
DEL ANEXO UNIÓN SANTA ROSA, DISTRITO DE CORONEL
CASTAÑEDA, PARINACOCHAS, AYACUCHO**

presentado por:

QUISPE LEON, DIEGO CESAR

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **11% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 31 de mayo del 2022

DAVID MOTTA HUAYANCA
Técnico Operador Tecnológico:

PECIAL COMPORTE

Univer. sidad Nacional San Luis Gonzaga Ica
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DR. ING. MARTIN WASHINGTON HUAMANMAYUMO
Director de la Unidad de Investigación de la FIC

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Civil



“Análisis y diseño integral del sistema de alcantarillado para mejorar la calidad de vida del Anexo Unión Santa Rosa, distrito Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho”

Línea de investigación:

Recursos hídricos, riesgo de desastres y cambio climático

AUTOR:

BACH. QUISPE LEÓN DIEGO CÉSAR

Ica - Perú

2019

Dedicatoria

A mi familia, por inculcarme valores, que han sido la base de mi formación, tanto personal como profesional, por su apoyo incondicional para poder terminar mi carrera y hacer posible el desarrollo de mi tesis.

Agradecimientos

A mi Alma Mater, a mi familia, mis mejores amigos, compañeros y en especial a mis profesores que me forjaron durante mi vida universitaria.

Índice de contenidos

Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Índice de contenidos.....	4
Índice de tablas.....	6
Índice de figuras.....	7
Resumen	8
Abstract	9
I. Introducción.....	10
1.1. Situación problemática	10
1.2. Formulación de problemas.....	10
1.2.1. Problema general	10
1.2.2. Problemas específicos.....	10
1.3. Antecedentes del problema de investigación.....	10
1.3.1. Antecedentes a nivel internacional	10
1.3.2. Antecedentes a nivel nacional.....	11
1.3.3. Antecedentes a nivel local	11
1.4. Justificación e importancia de la investigación	11
1.4.1. Justificación	12
1.4.2. Importancia	12
1.5. Objetivos de la investigación.....	12
1.5.1. Objetivo general.....	12
1.5.2. Objetivos específicos	12
1.6. Contenido de capítulos.....	13
II. Estrategia Metodológica	14
2.1. Procedimientos.	14
2.2. Diseño metodológico.	14
2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	14
2.2.2. Operacionalización de variables	15
2.3. Participantes.....	16
2.4. Universo y muestra	16
2.4.1. Población y muestra.....	16
2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.....	16
2.5.1. Instrumentos de recolección de datos	16
2.5.2. Técnicas de recolección de datos.....	16
2.5.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos	16
III. Resultados	18

3.1 Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.....	18
3.1.1 Generalidades	18
3.1.2 Criterios de diseño para el proyecto.....	25
3.1.3 Estudios topográficos.....	25
3.1.4 Población de diseño	26
3.1.5 Consumo	28
3.1.6 Caudales de diseño.....	29
3.2 Consideraciones técnicas para el diseño del proyecto.	30
3.2.1 Conexiones domiciliarias.....	30
3.2.2 Redes colectoras	31
3.2.3 Modelo numérico SewerGEMS V8i.....	35
3.2.4 Tratamiento de aguas residuales	42
IV. Discusión de resultados.....	50
4.1 Evaluación del cumplimiento de objetivos	50
4.2 Contrastación de hipótesis general.....	51
4.3 Contrastación de hipótesis específicas.....	51
V. Conclusiones	53
VI. Recomendaciones	54
VII. Referencias bibliográficas	55

Índice de tablas

Tabla 1.	Operacionalización de variables.....	18
Tabla 2.	Rutas de accesibilidad.....	26
Tabla 3.	Enfermedades diarreicas agudas – Parinacochas 2011	27
Tabla 4.	Población escolar del Anexo Unión Santa Rosa	28
Tabla 5.	Períodos de diseño para estructuras hidráulicas de alcantarillado.....	30
Tabla 6.	Proyecciones de población departamento de Ayacucho	30
Tabla 7.	Cálculo de la Tasa de Crecimiento (Método de Interés Simple).....	31
Tabla 8.	Dotación para servicios diversos.....	32
Tabla 9.	Dotación total para el proyecto	32
Tabla 10.	Dotación total con población equivalente para el proyecto	33
Tabla 11.	Cálculos previos para entrar al programa SewerGems V8i	33
Tabla 12.	Resultados de la red de alcantarillado	33
Tabla 13.	Resultados del diseño de buzones	33
Tabla 14.	Tasa de acumulación de lodos.....	34
Tabla 15.	Medición y cálculo del tiempo de infiltración (ti)	35
Tabla 16.	Clasificación de los terrenos según los resultados de la prueba de percolación	36

Índice de figuras

Figura.1	Ubicación del departamento de Ayacucho.....	20
Figura.2	Ubicación de la provincia de Parinacochas.....	21
Figura.3	Ubicación del distrito de Coronel Castañeda	22
Figura.4	Ubicación del Anexo Unión Santa Rosa.....	25
Figura.5	Acceso al Anexo Unión Santa Rosa.....	27
Figura.6	Vista panorámica del Anexo Unión Santa Rosa	29
Figura.7	Vista de las características de las edificaciones	29
Figura.8	Vista de las características de las edificaciones	36
Figura.9	Aforo de caudal en la red de agua potable	37
Figura.10	Reservorio del Anexo Unión Santa Rosa.....	37
Figura.11	Instalación de una conexión domiciliaria.....	39
Figura.12	Esquema de la red de alcantarillado propuesta	40
Figura.13	Ingreso a SewerGEMS.....	42
Figura.14	Vista de zoom, ingreso a SewerGEMS	42
Figura.15	Ingreso de diámetros y material de tuberías.....	43
Figura.16	Ingreso de parámetros y restricciones	43
Figura.17	Coberturas máximas y mínimas para las tuberías de la red	44
Figura.18	Pendientes máximas y mínimas permisibles según normas.....	45
Figura.19	Herramienta Flex Tables. Permite generar tablas de resultados	45
Figura.20	Validación de datos y procesamiento de diseño.....	47
Figura.21	A continuación se corre la rutina del programa	48
Figura.22	Ventana de advertencias.....	48
Figura.23	Red de alcantarillado procesada.....	50
Figura.24	Esquema del tanque séptico	51
Figura.25	Planta y elevación final del tanque séptico	53
Figura.26	Detalle de las instalaciones del tánque séptico.....	55
Figura.27	Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo	56

Resumen

Esta investigación aporta solución a la necesidad del Anexo Unión Santa Rosa, en el distrito de Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas, departamento de Ayacucho, para mejorar la calidad de vida vinculada a su salubridad.

El objetivo principal fue analizar datos relevantes para el diseño del sistema de alcantarillado, proponiendo una red de desagüe y planta de tratamiento de aguas residuales. La hipótesis afirma que el desarrollo del objetivo principal influye significativamente en mejorar la calidad de vida.

Desarrollándose una investigación cuantitativa, aplicada, con modelación numérica para el diseño hidráulico y equipo convencional para las mediciones, en un nivel descriptivo y correlacional, con diseño de investigación no experimental-transversal. La población de estudio es el Anexo Unión Santa Rosa con sus 147 habitantes.

Como principales resultados, se calculó una población futura de 312 habitantes, que aportarían un caudal de desagüe de 0.477 lt/seg y para la planta de tratamiento 1.665 lt/seg. Se requerirá instalar 766.48 m de tuberías PVC-160 mm para la red colectora, 27 buzones de concreto, 45 conexiones domiciliarias y 270.55 m de tuberías PVC 200mm para el emisor. La PTAR consistirá en un tanque séptico y 2 pozos percoladores.

Finalmente, se desarrolló un análisis probabilístico, a partir de información estadística nacional del Ministerio de Salud y datos de la OMS estandarizados, demostrando que el proyecto influye indefectiblemente en mejora de la calidad de vida de los pobladores del Anexo Unión Santa Rosa, confirmando la hipótesis principal.

Palabras Clave: Saneamiento Básico, Calidad de vida, Aguas residuales

Abstract

This research provides a solution to the need for the Unión Santa Rosa Annex, in the district of Coronel Castañeda, province of Parinacochas, department of Ayacucho, to improve the quality of life linked to its health.

The main objective was to analyze relevant data for the design of the sewage system, proposing a drainage network and a wastewater treatment plant. The hypothesis states that the development of the main objective has a significant influence on improving the quality of life.

Developing a quantitative, applied research, with numerical modeling for hydraulic design and conventional equipment for measurements, at a descriptive and correlational level, with a non-experimental-cross-sectional research design. The study population is the Unión Santa Rosa Annex with its 147 inhabitants.

As main results, a future population of 312 inhabitants was calculated, which would provide a drainage flow of 0.477 lt/sec and for the treatment plant 1,665 lt/sec. It will be required to install 766.48 m of PVC-160 mm pipes for the collection network, 27 concrete mailboxes, 45 home connections and 270.55 m of 200 mm PVC pipes for the emitter. The WWTP will consist of a septic tank and 2 percolating wells.

Finally, a probabilistic analysis was developed, based on national statistical information from the Ministry of Health and standardized WHO data, demonstrating that the project inevitably influences the improvement of the quality of life of the inhabitants of the Unión Santa Rosa Annex, confirming the hypothesis major.

Keywords: Basic Sanitation, Quality of life, Wastewater

I. Introducción

1.1. Situación problemática

El problema principal del Anexo Unión Santa Rosa es la **inexistencia de un Sistema de Alcantarillado**. Los problemas relacionados con esta carencia, se concentran fundamentalmente en la inexistencia de redes de recolección y plantas de tratamiento de las aguas servidas. Esta situación origina un alarmante nivel de contaminación en sus calles, manifestándose como una significativa prevalencia de enfermedades diarreicas y gastrointestinales, especialmente en los niños que son altamente vulnerables a esta problemática.

Mientras que la cobertura del agua es al 100% con instalaciones aun eficientes, en alcantarillado no existe cobertura 0%, el 100 % de la población no tiene descarga de sus aguas servidas a plantas de tratamientos y sus excretas se acumulan en sus pozos sépticos en cada vivienda, que con el tiempo se han venido saturando y generando que usen los terrenos aledaños a la zona de viviendas, al aire libre, generando contaminación del aire y la presencia de vectores que transmiten enfermedades relacionadas a la falta de alcantarillado.

1.2. Formulación de problemas

1.2.1. Problema general

¿En qué medida influye el análisis y diseño integral del sistema de alcantarillado para mejorar la calidad de vida del Anexo Unión Santa Rosa, distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida influye el análisis para el diseño del sistema de alcantarillado, en el Anexo Unión Santa Rosa, distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho?
- b) ¿En qué medida influye el diseño integral del sistema de alcantarillado, en el mejoramiento de la calidad de vida del Anexo Unión Santa Rosa, distrito de coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho?

1.3. Antecedentes del problema de investigación

1.3.1. Antecedentes a nivel internacional

Choez y Zambrano, en 2017 mencionan:

[1] El contenido de esta tesis ha sido seleccionado, para facilitar el estudio de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, basado sobre los métodos técnicos y criterios de diseño, siendo estos cálculos; operaciones simples y breves.

En el desarrollo del proyecto de tesis, se presentaron diferentes aspectos como el clima, la topografía del terreno, niveles, la población de servicio, tipos de tuberías, pendientes y el Impacto Ambiental.

Es necesario también tener en consideración una visión clara de donde se realiza el estudio, conocer las características del terreno para dar un criterio muy acertado de lo investigado.

Siendo el diseño una proyección óptima que permita un buen funcionamiento de dichos sistemas con materiales y especificaciones técnicas consideradas para que la realización del proyecto sea viable.

En conclusión, debe mencionarse que la tesis contará con tablas actualizadas, los mismos que contienen fórmulas y datos actualizados para que los profesionales tengan una herramienta valiosa de trabajo para el estudio y diseño de estos sistemas que actualmente se desarrollan en la Ingeniería Civil.

1.3.2. Antecedentes a nivel nacional

Mendoza, en 2018, propone:

[2] Esta investigación trata del diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado mediante sistema condominial para mejoramiento de calidad de vida, Asociación Las Vegas Carabayllo, Lima, 2018. Su objetivo es determinar de qué manera el diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado mediante sistema condominial puede mejorar la calidad de vida, en la asociación “Las Vegas” Carabayllo-Lima. Presenta una metodología de diseño no experimental, método científico de nivel descriptivo- explicativo con enfoque cuantitativo, de tipo aplicada tecnológica. La población de esta investigación es el diseño de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en Carabayllo (Asociación Las Vegas). Para la toma de datos se utilizó técnicas como la observación directa, entrevista, cuestionarios, recopilación de datos, levantamiento topográfico, análisis de Suelos (calicatas), e instrumentos de laboratorio de suelos, topográficos (Estación total), Conocimientos de: Hidrología, obras hidráulicas, sanitaria, geología [...] Las tuberías de agua potable y alcantarillado estarán en función a cálculos hidráulicos con parámetros del reglamento, que a su vez estarán cimentados a una profundidad mínima de 0.75m sobre roca intrusiva ígnea diorita, este generara asentamientos despreciables debido a las cargas aplicadas sobre el terreno; finalmente el sistema condominial de agua potable y alcantarillado abastecido por el reservorio cumplirá su función adecuada bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones (Proyectos Condominiales).

1.3.3. Antecedentes a nivel local

Madrid, en 2015 propuso: [3] Con el desarrollo de la presente tesis, y posterior ejecución del proyecto, se logrará una mejora en las condiciones sanitarias y de salubridad del AA. HH., reduciendo así los índices de morbilidad y de enfermedades diarreicas aguas EDA.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación

Según Bernal, [4] “En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone una metodología o una estrategia para generar conocimiento válido y confiable”.

El presente estudio se justifica, por cuanto se pretende aportar a una solución para la población del Anexo Santa Rosa que además está enmarcada en el Plan Nacional de Saneamiento Rural que el Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento ha emprendido para mejorar las condiciones de salubridad y calidad de vida de todo centro urbano o rural. Se mejorará el medio ambiente y progresivamente la incidencia de enfermedades parasitarias disminuirá a niveles aceptables.

1.4.2. Importancia

El presente estudio aportará soluciones viables que pueden ser útiles para solucionar problemas similares en otras localidades, donde busca mejorar la calidad de vida a través del acceso a los servicios de alcantarillado y la disposición final de las aguas residuales.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

En la investigación científica, los objetivos definen de forma específica aquello que el investigador desea alcanzar o conseguir. Están estrechamente vinculados al título de la investigación. Así, en 2006, Hernández señala:

[5] En la investigación científica, los objetivos deben manifestarse claramente para prevenir probables desviaciones dentro del proceso de la investigación cuantitativa y ser capaces de alcanzarse; son las reglas del estudio y hay que considerarlos en todo momento durante todo el desarrollo. Obviamente, los objetivos que se determinen deben ser coherentes entre sí.

Consecuentemente con lo descrito en la cita, el objetivo general es:

- Desarrollar el análisis y diseño integral del sistema de alcantarillado que influya en la calidad de vida del Anexo Unión Santa Rosa, distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

1.5.2. Objetivos específicos

Según Arias, 2006: [6] los objetivos específicos: "indican con precisión los conceptos, variables o dimensiones que serán objeto de estudio. Se derivan del objetivo general y contribuyen al logro de éste".

- a) Determinar el análisis que influye en el diseño del sistema de alcantarillado, en el Anexo Unión Santa Rosa, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.
- b) Determinar el diseño integral del sistema de alcantarillado que influye en el

mejoramiento de la calidad de vida del Anexo Unión Santa Rosa, Distrito de coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

1.6. Contenido de capítulos

✓ Capítulo I – Introducción

Este expresa de manera puntual el preámbulo y definiciones de nuestro proyecto a desarrollar, así como la problemática, objetivos, justificaciones y antecedentes necesarios.

✓ Capítulo II – Estrategia Metodológica

Esta muestra el planeamiento metodológico, nos brinda detalladamente como fue realizada y los elementos utilizados en esta, así como los sujetos y grupos de asignación, instrumentos de medición y procedimientos.

✓ Capítulo III – Resultados

Esta muestra de forma puntual y simple los resultados obtenidos, así como sus tablas, gráficos, imágenes y programas que se emplearon para su desarrollo, la justificación de porque se utilizaron; este capítulo muestra los datos más importantes, ya nos ayudara a dar desenlace a la problemática y objetivos propuestos para así lograr corroborar las hipótesis planteadas.

✓ Capítulo IV – Discusión

En este capítulo examinamos e interpretamos resultados, recalando los aspectos cruciales del proyecto, insistiendo que no se debe repetir la información presentada.

✓ Capítulo V – Conclusiones

Estas hacen referencia a los resultados que obtuvimos en el desarrollo de la tesis, estas van a la par de la cifra de objetivos presentados en la investigación.

✓ Capítulo VI – Recomendaciones

Estas recomendaciones son desde la perspectiva del autor con respecto a su punto de vista, deben de estar directamente vinculadas con las conclusiones, siendo puntuales y resumidas.

✓ Capítulo VII – Referencias Bibliográficas.

En esta parte de la tesis agrupamos todos nuestros orígenes de consulta empleados para este proyecto.

✓ Capítulo VIII – Anexos

En este capítulo final se colocarán fotos de la zona a desarrollar y planos necesarios.

II. Estrategia Metodológica.

2.1. Procedimientos.

La secuencia metodológica será estructurada en tres etapas, las cuales son:

- a) Etapa preliminar de gabinete, consiste en la recopilación, procesamiento, evaluación y análisis de la información temática preliminar, relacionada con el ámbito de influencia del estudio, que en este caso es:
 - Recopilación de información relacionada con enfermedades de origen hídrico e índices de salubridad en la zona.
 - Datos censales para determinar la tasa de crecimiento poblacional.
- b) Etapa de campo, tiene como finalidad evaluar los peligros, vulnerabilidades y riesgos de la zona donde se ubica el proyecto, así como su área de influencia, teniendo en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades:
 - Reconocimiento de campo de toda el área de influencia del proyecto.
 - Determinar la población actual mediante encuesta de campo
 - Desarrollar el levantamiento topográfico que permita estructurar la red de alcantarillado y planta de tratamiento en planta y perfil.
 - Ejecutar estudios de Suelos para la planta de tratamiento
- c) Etapa final de gabinete, Comprende principalmente las tareas de análisis y diseño hidráulico:
 - Identificación de población futura
 - Caudal de diseño
 - Trazo de la red en planta y perfil
 - Trazo de la planta de tratamiento de aguas residuales en planta y perfil.

2.2. Diseño metodológico.

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

- ✓ Tipo de investigación

Es una investigación **Cuantitativa**, que corresponde a una **investigación aplicada**. Porque se basa en informaciones e indaga sobre el uso de los conocimientos que se adquieren mediante su desarrollo a favor de la sociedad.

Según Salinas, 2010:

[7] La clásica definición de la investigación aplicada es “La investigación que soluciona una cuestión raudamente”. Se apoya sobre revelaciones, hallazgos y conclusiones de la investigación dirigida. Se le denomina aplicada porque sus conclusiones se pueden aplicar para la solución inmediata y directa de los problemas que les concierne. Tiene propósitos utilitarios. Ejemplos de este tipo de

investigaciones son las empleadas en ciencias tales como la medicina, la agronomía, mineralogía, la ingeniería, galénica, veterinaria, arquitectura, etc.

✓ Nivel de investigación

Descriptivo: Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. En el caso de la tesis es descriptiva, porque se detallarán un conjunto de pasos sistémicos para llegar a la solución del problema planteado y obtener conclusiones de ello.

Según Sabino, 1992: [8] “En este tipo de investigación se ahonda más nuestro entendimiento de la realidad, porque esclarece la razón, el motivo de las cosas, y por consiguiente es más delicado y complejo, pues el peligro de incurrir en errores se intensifica considerablemente”.

✓ Diseño de investigación

Diseño no experimental: La presente tesis es un diseño no experimental, ya que se basa en la obtención de información sin manipular los valores de las variables.

Según Hernández et al, 2014:

[5] ya que se observan fenómenos ya realizados, de tal manera que no son provocados intencionalmente por el investigador y esta situación puede ser indirecta, porque se recaudan datos en un solo acto de medición. En estas investigaciones las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

2.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente: Análisis y diseño integral del sistema de alcantarillado	Evaluar condiciones actuales de la zona de intervención y Calcular la red de alcantarillado y su planta de tratamiento de aguas residuales	Red de alcantarillado	<ul style="list-style-type: none"> • Población actual • Población futura • Configuración topográfica
		Planta de tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal de ingreso a la PTAR • Estudio de Suelos
Dependiente: Calidad de vida del anexo Unión Santa Rosa, distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.	Mejoramiento de la calidad de vida de la población	Mejores índices de salubridad y bajas tasas de morbilidad por enfermedades de origen hídrico	Estructuración final de la red de alcantarillado y su planta de tratamiento de aguas residuales

2.3. Participantes.

- Asesorado: Bach. Diego César Quispe León
- Asesor: **Mag. Tello Gonzales, Jorge Amadeo (Asesor Interno)**

2.4. Universo y muestra.

2.4.1. Población y muestra.

- ✓ Población de estudio
Distrito de Coronel Castañeda, en la provincia de Parinacochas, Ayacucho
- ✓ Tamaño de la muestra
Anexo Santa Rosa

2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

Las principales técnicas que se ha empleado en la investigación son: Observación de campo no experimental, recopilación de información temática.

2.5.1 Instrumentos de recolección de datos

- Los principales instrumentos que se aplicaron en las técnicas son:
- Equipo fotográfico
- Equipo topográfico.
- Software de dibujo: para el dibujo de planos se utilizará el AutoCAD.
- Hojas de cálculo (MS Excel)
- Software para modelación y diseño de alcantarillado SewerGems V8i

2.5.2 Técnicas de recolección de datos

En nuestro caso, hemos utilizado el *Análisis documental* pues este nos admite a exploraciones **retrospectivas y recobrar el documento** cuando se necesite. En consecuencia, podemos afirmar que el Análisis Documental está ligado al Rescate de Información. Sin embargo, hemos tenido que desarrollar además un análisis de contenidos de acuerdo a la metodología aplicada.

También se ha utilizado la *observación directa*, según Valderrama (2015): [9] “Consiste en la observación metódica, confiable y válida de conductas y realidades observables a través de un conjunto de dimensiones e indicadores”.

Entonces, se priorizará la observación directa, mediante levantamientos topográficos, mediciones de caudal, recolección de datos visuales y de laboratorio del suelo de la zona.

2.5.3 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Delinea las diversas operaciones para procesar de datos o respuestas obtenidas como: Ordenamiento, tabulación, registro, codificación de ser necesario. Respecto al Análisis se

establecerán Técnicas Estadísticas o Lógicas, para interpretar lo que muestran los datos recogidos. Seguiremos la siguiente secuencia:

2.5.3.1. Recolección de respuestas o datos

Incluye instaurar un plan detallado de procesos que conlleven a juntar datos para un determinado propósito.

2.5.3.2. Procesamiento de la información

Mediante este proceso se agrupan datos individuales y se estructuran para responder al:

- Problema de Investigación
- Objetivos
- Hipótesis del estudio

Transformándose los datos en información importante.

2.5.3.3. Presentación y publicación de los resultados

El producto se muestra por medio de ecuaciones, tablas y gráficos, y se descifran, en nuestro caso con análisis de contenido descriptivo.

III. Resultados

3.1 Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.

3.1.1 Generalidades

3.1.1.1 Descripción de la zona del proyecto

- a) Ubicación: Anexo Unión Santa Rosa, distrito Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas, departamento de Ayacucho. Su centro se ubica en las Coordenadas UTM, 698,400 m E y 8'366,900 m S. Sobre los 4,473.20 m.s.n.m.



Fig 1. Ubicación del departamento de Ayacucho
Fuente: es.wikipedia.org



Fig. 2. Ubicación de la provincia de Parinacochas
Fuente: es.wikipedia.org



Fig. 3. Ubicación del distrito de Coronel Castañeda
Fuente: seace.gob.pe



Fig. 4. Ubicación del Anexo Unión Santa Rosa

- b) Accesibilidad: La ruta de acceso desde la ciudad de Ica, es a través de la Carretera Panamericana Sur, pasando por Palpa, Nazca (Ruta Nacional 001S); Pampa Galeras, Condorcencca (Ruta 026A); Lucanas, San Juan, Puquio (Ruta 651 asfaltada); Chaviña, Coracora (Ruta 115 asfaltada), desde allí pasa por Upahuacho (Ruta 660 Afirmada); luego por trocha carrozable, Tauca, Huayta, Anizo y finalmente el Anexo Unión Santa Rosa, haciendo un recorrido de 14horas y 20 minutos aproximadamente.

Tabla 2
Rutas de accesibilidad

Ruta	Distancia (km)	Tiempo (horas)	Tipo de vía
Ica - Coracora	396.2	07 h 30'	Asfaltada
Coracora - Upahuacho	87.9	02 h 50'	Afirmada
Upahuacho - Anizo	122.7	02 h 00'	Afirmada
Anizo - Pallancata	28	00 h 40'	Afirmada
	634.8	13 h 00 mín	

Fuente: MTC – Elaboración propia



Fig. 5. Acceso al Anexo Unión Santa Rosa
Fuente: MTC

c) **Clima:** La zona de estudio afectada se encuentra en la región natural denominada Janca o Cordillera que posee un clima frío y seco de tipo pluvial alpino subtropical, donde la temperatura mínimo promedio es de 3 °C y una máxima de 15 °C. Básicamente es considerado como clima muy frío, ya que durante la mayor parte del año las temperaturas llegan a estar bajo 3 °C.

d) **Topografía y tipo de suelos**

Topografía: El relieve es moderado a abrupto, con pendientes fuertes, sus elevaciones están definidos como contrafuertes de la Cordillera Occidental Andina, su topografía es de altiplanicies y cerros generalmente ovalados. presenta altitudes que van desde los 2,600 m.s.n.m. hasta 5,000 m.s.n.m., lo que conlleva a una diferencia de altitud de 2,400 m. debido a esta fuerte diferencia, el drenaje del sector presenta una pendiente muy pronunciada con la consiguiente erosión muy pronunciada.

Geología y Suelos: El valle del Río Aniso presenta una geología conformada por rocas antiguas correspondientes a la formación Soraya pertenecientes a la formación Soraya del Jurásico Superior, continua la secuencia con la formación Ferrobamba del Cretáceo, en el Terciario afloran las rocas volcánicas de las formaciones Alpbamba y Aniso, cubiertas en parte por la formación Saycata, en el Plioceno se deposita el volcánico Sencca, en el Cuaternario Pleistocénico se emplazan las rocas volcánicas domo-lava, la secuencia sedimentaria culmina con los depósitos morrénicos, glaciofluviales y fluviales. Cortando a toda esta secuencia se emplazan los intrusivos y subvolcánicos. Localmente presenta una serie de derrames lávicos pertenecientes al Terciario Superior y que están conformando la unidad litoestratigráfica Alpbamba hacia la parte inferior y la formación Saycata en la parte superior, sobre estos volcánicos se asienta los depósitos morrénicos, glaciales y coluviales, cortando a éstas

se emplazan las rocas subvolcánicas riolitas y dacitas. Presenta una serie de fallas definidas e inferidas, cuyas direcciones predominantes son NO, coincidente con la dirección de la tectónica andina, asimismo presenta direcciones NE y E-W coincidentes con la formación de vetas Explorador Pablo, como vetas Yurika Piso y Yaneli.

- e) Características urbanas y vivienda: El C.P. Unión Santa Rosa, muestra un desarrollo urbano parcial, desordenado debido a la configuración topográfica y porque que se formó inicialmente como campamento minero. Las viviendas están construidas principalmente de piedra asentada con barro, otras son de bloques de adobe, de una sola planta, con cobertura de planchas de calamina. Las construcciones más modernas son los centros educativos, de material noble.



Fig. 6: *Vista panorámica del Anexo Unión Santa Rosa*



Fig. 7: *Vista de las características de las edificaciones*



Fig. 8: *Vista de las características de las edificaciones*

f) Servicios públicos existentes

Salud

El anexo Unión Santa Rosa, cuenta con un topico de salud financiado por las empresas mineras que operan en la zona, donde labora una enfermero y 01 auxiliar de apoyo, con una atención de 24 horas en forma diaria.

Condiciones Sanitarias

El saneamiento básico de una localidad influye en forma directa con su estado de salud. Según reportes del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades, [10] en el año 2021 se notificaron 1816 casos de enfermedades diarreicas agudas (EDA).

Según la DIRESA –AYACUCHO, en el año 2011, [11] el 40,32% de los casos atendidos se diagnosticaron como infecciones intestinales debidas a organismos sin identificar y el 39,22% como enfermedad diarreica sin deshidratación.

El 41,5 de los casos se presentaron en niños de 0 a 3 años de edad y el 18,2% en adultos de 20 a 49 años.

Tabla 3
Enfermedades diarreicas agudas – Parinacochas 2011

Descripción	Total	%	Edad cronológica								
			0-2	3-4	5-9	10-14	15-19	20-49	50-59	60-64	65+
Infección intestinal debido a otros organismos sin especificar	402	40.3	160	33	28	25	18	72	24	6	36
Diarrea acuosa incluye colitis, enteritis, genterocolitis	107	10.7	16	8	7	7	5	38	6	4	16
Enfermedad diarreica acuosa sin deshidratación	391	39.2	200	33	26	20	8	53	10	7	34
Enfermedad diarreica acuosa con deshidratación	12	1.2	1	1	2	1	0	3	1	0	3
Enfermedad diarreica acuosa + deshidratación + shock	2	0.2	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Enfermedad diarreica disentérica sin deshidratación	31	3.1	13	4	0	3	0	9	0	1	1
Enfermedad diarreica persistente	5	0.5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Diarreica disentérica	46	4.61	18	5	5	2	0	5	3	3	5
Enfermedad diarreica disentérica + deshid. + shock	1	0.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	997		414	84	68	59	31	181	44	21	95
Porcentaje	100		41	8.4	6.8	5.9	3.1	18.1	4.4	2.1	9.5

Fuente: DIRESA – Ayacucho – Parinacochas [11]

Educación

El Anexo Unión Santa Rosa, cuenta con dos instituciones educativas estatales distribuidos en nivel inicial y primaria, en cuanto a infraestructura se hace referencia que se cuenta con aulas adecuadas que albergan a los estudiantes apoyados por la plana docente entre profesores, auxiliares y personal administrativos.

Tabla 4
Población escolar del Anexo Unión Santa Rosa

Institución educativa	Nivel	Docentes	Alumnos
24257	Primaria	2	7
981	Inicial - Jardín	1	7

Fuente: MINEDU – ESCALE [12]

g) Otros servicios

El Anexo Unión Santa Rosa, cuenta con servicio eléctrico y un puesto de comunicación telefónica local, tienen un Local comunal además de los servicios anteriormente mencionados.

Servicio de abastecimiento de agua potable

De acuerdo a lo evaluado en campo, se describe la situación del actual sistema de abastecimiento de agua potable, el cual cuenta con los siguientes elementos:

a) Captación:

Estructura de captación a media ladera, ubicada a 985m del centro poblado, sobre los 4529 m.s.n.m., se encuentra en buen estado de conservación. La fuente aporta un caudal mínimo de 2.00 l/seg en época de estiaje.



Fig. 9: *Aforo de caudal en la red de agua potable*

b) Línea de conducción:

Compuesta de tuberías de PVC de 1.1/2" con una longitud aproximada de 985 m, se encuentra en buen estado de conservación.

c) Reservorio:

Se ubica sobre los 4,495 m.s.n.m. Su estructura de concreto armado y se encuentra en buen estado de conservación. Tiene una capacidad de 10 m³. Cuenta con una caseta de cloración.



Fig. 10: *Reservorio del Anexo Unión Santa Rosa*

d) Red de agua potable:

La red está conformada de tuberías de PCV, con diámetros variables. Tienen válvulas de cierre de bronce pesado y las respectivas conexiones domiciliarias. No se han apreciado fugas ni deterioros.

3.1.2 Criterios de diseño para el proyecto

3.1.2.1 Período de Diseño

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, se recomienda:

Tabla 5

Períodos de diseño para estructuras hidráulicas de alcantarillado

Tipo de Estructura	Período de diseño recomendado
Red de desagüe	20 años
Emisor	20 años
Caseta de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	5 a 10 años
Plantas de tratamiento	20 a 30 años

Fuente: MVCS – Elaboración propia [13]

En consecuencia, se tomará 20 años para todas las estructuras del sistema de alcantarillado.

3.1.3. Estudios topográficos

a) Proceso topográfico

Red de Control Horizontal y vertical

Primero se estableció puntos de control con coordenadas UTM en el Datum WGS 84, utilizando un GPS manual, que permitió posicionar puntos de control para la red de apoyo topográfico. De esta manera se logra geo referenciar todos los datos de los puntos levantados.

El uso de la estación total permite a la vez llevar el control vertical (cotas) de todos los puntos levantados, sin necesidad de utilizar un nivel óptico o nivel de ingeniero, ya que su precisión es milimétrica (± 0.02 mm).

De esta forma se colocaron BMs de control vertical que sirvan tanto para el levantamiento como para el replanteo final.

La ventaja del uso de Estación Total es la reducción de errores en poligonales cerradas. Esto ha permitido reducir errores a ± 0.03 mm. Los puntos de interés son todos aquellos que servirán para graficar un plano detallado, como, por ejemplo: Donde el terreno cambia de pendiente, en las esquinas de las viviendas, postes, arboles, buzones existentes, ancho de vías, veredas, puntos de agua, etc.

Equipos topográficos:

Se utilizaron los siguientes:

- 01 estación Total marca TopCon ES-105
- 01 GPS Navegador marca Garmin III.
- 04 equipos de radiocomunicación marca Motorola.
- 01 cámara fotográfica digital marca Panasonic
- 03 prismas
- Trípodes, Wincha, cargadores, pintura en spray, cemento, etc.

b) Trabajos de Gabinete

Una vez terminado el trabajo de campo se procede al procesamiento de los datos que consiste en convertirlos a coordenadas rectangulares. La estación total está dotada de programas internos que transmiten los datos en forma de coordenadas mediante un software propio, hacia una hoja de cálculo, el cual puede ser procesado por cualquier software para dibujo topográfico. Dicha Información se procesó en el Software CivilCad.

3.1.4 Población de diseño

3.1.4.1 Datos censales

La población actual del Anexo Unión Santa Rosa, se determinó realizando una encuesta lote por lote, estableciéndose una población base de 147 habitantes.

Para efectos de proyectar a dicha población, se tomará la tasa de crecimiento distrital para determinar la población futura. Las proyecciones del INEI, para el departamento de Ayacucho son:

Tabla 6
Proyecciones de población departamento de Ayacucho

Año	Distrital (hab)	Provincial (hab)	Departamental (hab)
2,000	989	26,897	571,739
2,001	936	27,273	578,465
2,002	986	27,701	586,290
2,003	1,039	28,158	594,733
2,004	1,096	28,621	603,311
2,005	1,154	29,067	611,542
2,006	1,215	29,497	619,437
2,007	1,278	29,925	627,317
2,008	1,343	30,351	635,167
2,009	1,411	30,775	642,972
2,010	1,482	31,194	650,718
2,011	155	31,610	658,400
2,012	1,630	32,023	666,029
2,013	1,709	32,432	676,609
2,014	1,789	32,838	681,149
2,015	1,872	33,242	688,657

Fuente: INEI [14]

Tomando la población del distrito, la razón de crecimiento es:

Tabla 7
Cálculo de la Tasa de Crecimiento (Método de Interés Simple)

Año	Población (hab)	P_{i+1} (hab)	$t_{i+1}-t_i$ (años)	$P_i (P_{i+1}-P_i)$	r_i
2,000	889	-	-		
2,001	936	47	1	889	0.0529
2,002	986	50	1	936	0.0534
2,003	1,039	53	1	986	0.0538
2,004	1,096	57	1	1,039	0.0549
2,005	1,154	58	1	1,096	0.0529
2,006	1,215	61	1	1,154	0.0529
2,007	1,278	63	1	1,215	0.0519
2,008	1,343	65	1	1,278	0.0509
2,009	1,411	68	1	1,343	0.0506
2,010	1,482	71	1	1,411	0.0503
2,011	1,555	73	1	1,482	0.0493
2,012	1,630	75	1	1,555	0.0482
2,013	1,709	79	1	1,630	0.0485
2,014	1,789	80	1	1,709	0.0468
2,015	1,872	83	1	1,789	0.0464
				$\sum r_i =$	0.7635
				$r =$	0.0509

La densidad poblacional:

- No. de lotes : 45 unidades
- Densidad Poblacional : 3.419 hab/lote (promedio)
- Población actual : 147 hab

Para la proyección, se considerará 20 años de vida útil más dos (02) años más para el período de formulación y ejecución. Estando en el año 2019, se proyecta la población actual al año 2041.

3.1.4.2 Cálculo de la población de diseño

La "Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural" [13] del MVCS recomienda usar el Método de Crecimiento Aritmético que mejor se ajusta al crecimiento de poblaciones menores a 2,000 habitantes, aplicando la siguiente expresión:

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{r \times t}{100} \right)$$

Dónde: P_f = población futura

t = periodo de diseño en años

P_o = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional en %

Luego aplicamos la tasa de crecimiento distrital de 5.09%, tenemos:

$$P_f = 147 \times \left(1 + \frac{5.09}{100} \times 22 \right) = 311.61 \cong 312 \text{ hab}$$

3.1.5 Consumo

3.1.5.1 Dotación

Cálculo de la Dotación para el proyecto

Para la población futura (312 hab.), le corresponden 80 lt/hab/día, luego:

$$Q_{Pob} = 80 \text{ lt} \times 312 \frac{\text{lt}}{\text{hab/día}} = 24,960 \text{ lt/día}$$

Asimismo, para la población escolar se considera:

Tabla 8

Dotación para servicios diversos

Tipo de servicio	Dotación
Escuela Primaria	20lts/alumno/día
Escuela Secundaria	25lts/alumno/día
Consultorios Médicos	500lts/día
Riego de Áreas Verdes	2lts/m2/día

Fuente: RNE

Para el tópico de salud, atendida por 01 enfermero, 01auxiliar, la dotación es:

$$Q_{PS} = 500 \text{ lt/día}$$

Resumiendo, la dotación total para el sistema:

Tabla 9
Dotación total para el proyecto

Tipo de dotación	Población (hab)	Dotación (lt/hab/día)	Dotación Q_p (lt/día)	Dotación Q_p (lt/seg)
Poblacional	312.00	80	24,960	0.289
Escolar Inicial - Jardín	7.00	20	140	0.002
Escolar primaria	7.00	20	140	0.002
Instituciones de salud	1.00	500	500	0.006
Total:			25,740	0.298

3.1.6 Caudales de diseño

3.1.6.1 Caudal máximo diario

$$Q_{md}(l/s) = 1.3 \times Q_p(l/s)$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 0.298 = 0.387 \text{ lt/seg}$$

3.1.6.2 Caudal máximo horario

$$Q_{mh}(l/s) = 2.0 \times Q_p(l/s)$$

$$Q_{mh} = 2.0 \times 0.298 = 0.596 \text{ lt/seg}$$

3.1.6.3 Gastos considerados en el diseño de alcantarillado

Caudal de contribución de alcantarillado

El caudal de contribución que ingresa al alcantarillado, según la norma OS.070 del RNE, [15] es el 80% del caudal de agua potable consumido, luego:

$$Q_D = 0.80 \times Q_{mh}$$

$$Q_D = 0.80 \times 0.596 = 0.477 \text{ lt/seg}$$

Caudal de contribución de Excretas

Según la Norma OS.100 del RNE, [15] se considera que la contribución de excretas es 0.20 kg/hab/día. Considerando un peso específico de la excreta $\gamma_E=1,400 \text{ kg/m}^3$, el volumen de contribución de excretas, expresado en lt/hab/día se determina por:

$$Q_E = \frac{1\text{lt} \times 0.20\text{kg} / \text{hab} / \text{día}}{\gamma_E(\text{kg} / \text{m}^3)}$$

$$Q_E = \frac{1\text{lt} \times 0.20\text{kg} / \text{hab} / \text{día}}{1,400(\text{kg} / \text{m}^3)} = 0.143\text{lt} / \text{hab} / \text{día}$$

Luego el caudal de contribución de excretas que ingresa al alcantarillado es:

$$Q_{CE} = \frac{Q_E \times P_{equivalente}}{86,400} (\text{lt} / \text{seg})$$

La población equivalente se puede estimar convirtiendo a la población escolar en población urbana asignándole la misma dotación de 80 lt/seg. De la misma forma, para los servicios de salud, se asigna una población con dotación de 80 lt/seg, de manera que la dotación total para el proyecto (0.191 lt/seg) no varíe nada, según como se aprecia en el siguiente cuadro:

Tabla 10

Dotación total con población equivalente para el proyecto

Tipo de dotación	Población equivalente (hab)	Dotación (lt/hab/día)	Dotación Q_p (lt/día)	Dotación Q_p (lt/seg)
Poblacional	312.00	80	24,960	0.289
Escolar Inicial - Jardín	4.75	80	380	0.004
Escolar primaria	4.00	80	320	0.004
Instituciones de salud	1.00	80	80	0.001
Población equivalente =	321.75	$Q_p =$	25,740	0.298

Como se aprecia, la dotación total para el proyecto no ha variado. Luego:

$$Q_{CE} = \frac{0.143 \times 321.75}{86,400} = 0.00005 \text{ lt/seg}$$

Caudal de Infiltración en buzones por escorrentía de lluvias

Para el caudal de contribución por infiltración de escorrentía de lluvias a los buzones, se recomienda:

$$Q_{CI} = 0.044 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} / \text{buzon}$$

Habiéndose proyectado un total de 27 buzones se tiene:

$$Q_{CI} = 0.044 \times 27 = 1.188 \text{ lt/seg}$$

Caudal de diseño para la tubería emisora y PTAR:

Luego, el caudal para el diseño de la tubería emisora será:

$$Q_E = Q_D + Q_{CE} + Q_{CI}$$

$$Q_E = 0.477 + 0.00005 + 1.188 = 1.665 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 0.00167 \text{ m}^3/\text{seg}$$

3.2 Consideraciones técnicas para el diseño del proyecto

3.2.1 Conexiones domiciliarias

Están constituidas por una caja de albañilería o concreto simple, rectangular de 0.30 x 0.60 m de área por 0.50 m de profundidad, la cual se coloca en la vereda. Esta recibe los desagües de la vivienda y los deriva a la línea de servicio local o colector público.

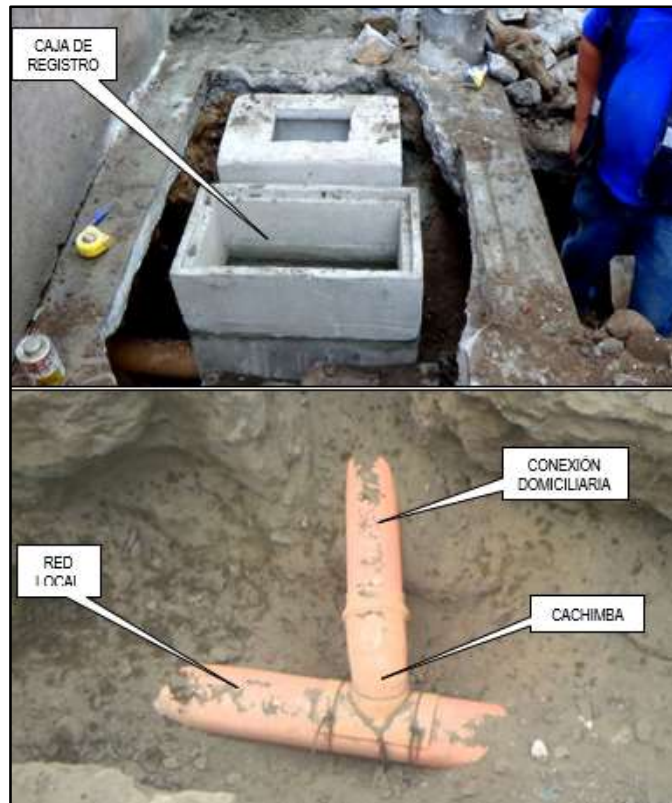


Fig. 11. *Instalación de una conexión domiciliaria*

La línea de acometida deberá tener una pendiente mínima de 15 por mil y en todos los casos es recomendable efectuar la unión de esta con la tubería de servicio a través de un accesorio o codo, efectuando la perforación en la clave del tubo, garantizando, de esta manera, la entrada de las aguas residuales domiciliarias por la parte superior y manteniendo invariable la sección hidráulica.

3.2.2 Redes colectoras

Red de Colectora y Emisor

La red consiste en:

- 766.48 ml de tuberías PVC de 160 mm y 270.55 ml de tuberías PVC 200mm, NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible.
- 270.55 ml de tuberías PVC de 200 mm y 270.55 ml de tuberías PVC 200mm, NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible.
- 27 buzones de concreto simple $f'c=175$ kg/cm², de 1.20 m de diámetro, de altura variable $H=1.00$ m y losa superior con tapa de concreto armado de $f'c=210$ kg/cm².
- 45 conexiones domiciliarias compuestas de caja y tapa de registro de concreto simple $f'c=140$ kg/cm², de 0.75 x 45m, tubo de descarga de PVC 160mm, cachimba de PVC 160mm.

3.2.2.1 Diseño de la red

A) Redes

Se usarán tuberías de PVC series 20 y 25 que cumplan con el estándar de calidad ISO 4435. Los diámetros se pueden predimensionar empleando las fórmulas anteriores, tomando en cuenta la velocidad mínima, el caudal unitario de diseño, el coeficiente de rugosidad “n” de la tubería y la pendiente promedio. El predimensionado inicial es como sigue:

- Red de Alcantarillado 160 mm
- Red Colectora 160 mm
- Emisor 200 mm

Las longitudes y cotas se obtienen del plano. Si se utiliza el modelo numérico para cálculo de redes de alcantarillado SewerCad o SewerGEMS o una hoja de cálculo los resultados a obtener, de preferencia son:

- Caudales por tramos
- Cota de tapa y Cota de fondo
- Altura de las cámaras de inspección (buzones)
- Pendiente del tramo
- Caudal a tubo lleno
- Velocidad a tubo lleno
- Velocidad parcial
- Tirante

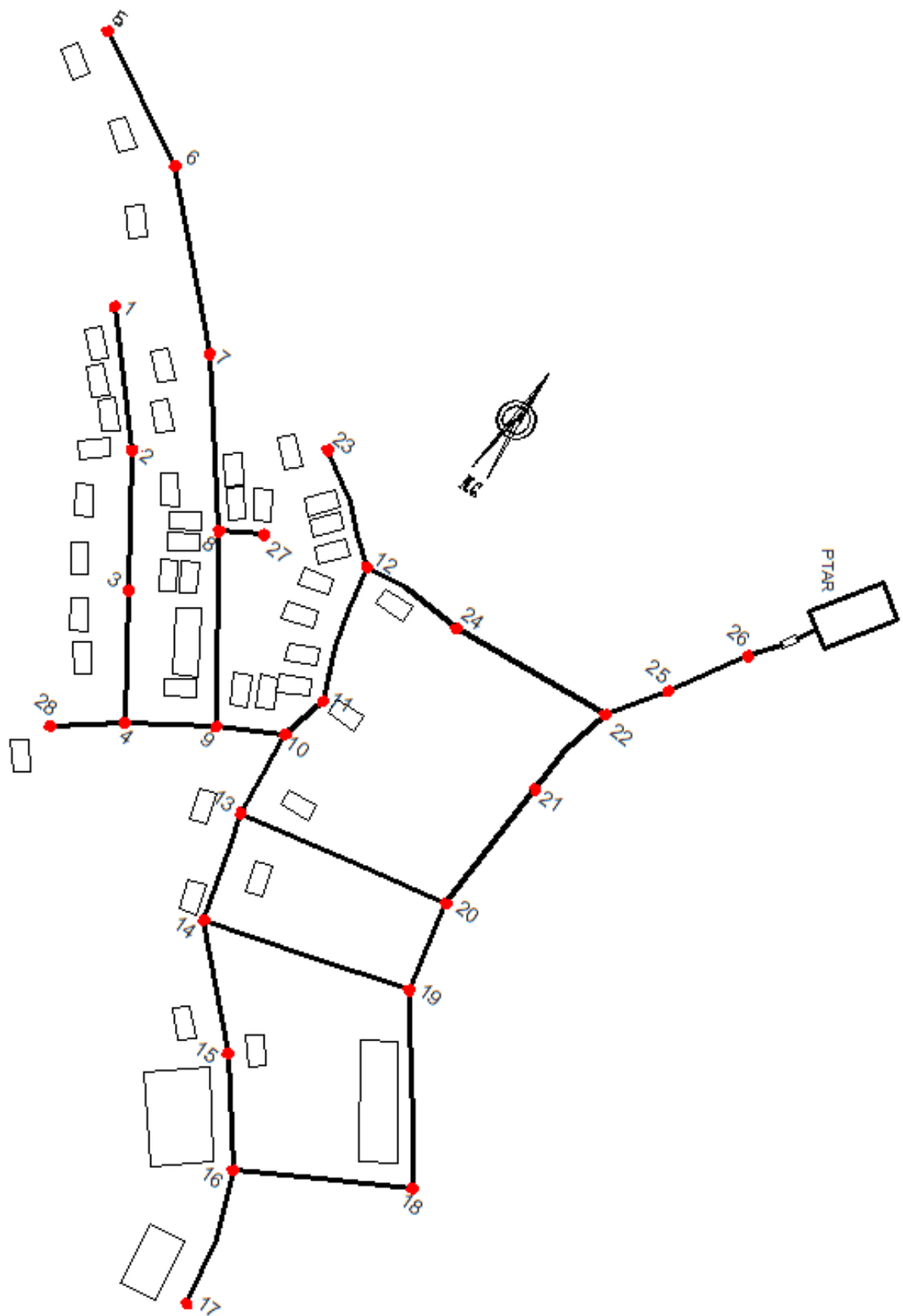


Fig. 12: Esquema de la red de alcantarillado propuesta

B) Cálculo de la red de alcantarillado

Se asumen diámetros de 160 mm para la red local y colectoras y 200mm para la línea emisora, con tuberías PVC. El calcular el caudal unitario de la red se obtiene dividiendo el Caudal de diseño Q_D , entre la longitud total de la red (L_t).

$$Q_u = \frac{Q_D}{L_t} = \frac{1.71}{1,307.03} = 0.001311 \text{ lt/seg/ml}$$

Luego, preparando una hoja de cálculo en Excel, se puede determinar previamente los caudales por tramo (entre buzones). Las cotas de tapa de los buzones se obtienen de los planos de curvas de nivel. Las longitudes de cada tramo se obtienen del plano de la red.

Tabla 11

Cálculos previos para entrar al programa SewerGems V8i

Tramo		Long. (m)	Caudal real (l/s)			Cota de tapa (msnm)	
Del buzón	Al buzón		Aguas arriba	En el tramo	Aguas abajo	Aguas arriba	Aguas abajo
1	2	25.46	0.00000	0.04984	0.04984	4,485.731	4,483.653
2	3	32.99	0.04984	0.09621	0.09621	4,483.653	4,481.241
3	4	39.81	0.09621	0.15217	0.15217	4,481.241	4,475.061
8	4	22.69	0.00000	0.03189	0.03189	4,478.830	4,475.061
4	5	20.86	0.18406	0.02932	0.21338	4,475.061	4,474.782
12	5	12.33	0.00000	0.01733	0.01733	4,474.183	4,474.782
5	6	53.51	0.23071	0.07521	0.30592	4,474.782	4,473.154
7	8	39.78	0.00000	0.05592	0.05592	4,481.241	4,478.830
8	9	38.15	0.05592	0.05362	0.10954	4,478.830	4,468.059
9	10	36.34	0.10954	0.05108	0.16062	4,468.059	4,475.832
11	10	27.28	0.00000	0.03834	0.03834	4,479.986	4,475.832
10	6	25.07	0.19896	0.03524	0.23420	4,475.832	4,473.154
6	13	18.87	0.54012	0.02652	0.56664	4,473.154	4,471.579
13	14	13.77	0.56664	0.01936	0.58600	4,471.579	4,471.286
14	15	38.69	0.58600	0.05438	0.64038	4,471.286	4,469.542
16	15	33.92	0.00000	0.04768	0.04768	4,469.936	4,469.542
15	17	29.62	0.68806	0.04163	0.72969	4,469.542	4,464.244
17	18	29.75	0.72969	0.04182	0.77151	4,464.244	4,458.593
18	19	18.25	0.77151	0.02565	0.79716	4,458.593	4,453.819
13	20	24.77	0.00000	0.03482	0.03482	4,471.579	4,473.154
20	21	30.89	0.03482	0.04342	0.07824	4,470.761	4,469.678
21	22	37.09	0.05213	0.05213	0.13037	4,469.678	4,469.961
22	23	32.01	0.13037	0.04499	0.17536	4,469.961	4,469.521
24	23	31.18	0.00000	0.04383	0.04383	4,474.751	4,469.521
25	26	22.61	0.00000	0.03178	0.03178	4,469.810	4,468.810
26	23	19.19	0.31780	0.02697	0.05875	4,468.810	4,469.521
23	27	24.60	0.27794	0.03458	0.31252	4,469.521	4,466.717

Estos datos se ingresan al software SEWERGEMS V8i, junto con los rangos permisibles de velocidad y pendiente según las normas.

3.2.3 Modelo numérico SewerGEMS V8I

Ingreso de la configuración gráfica de la red

El plano de planta en AutoCAD con la configuración de la red de alcantarillado, puede exportarse al SewerGems como archivo DXF, respetando la escala, coordenadas reales de cada punto y longitudes:

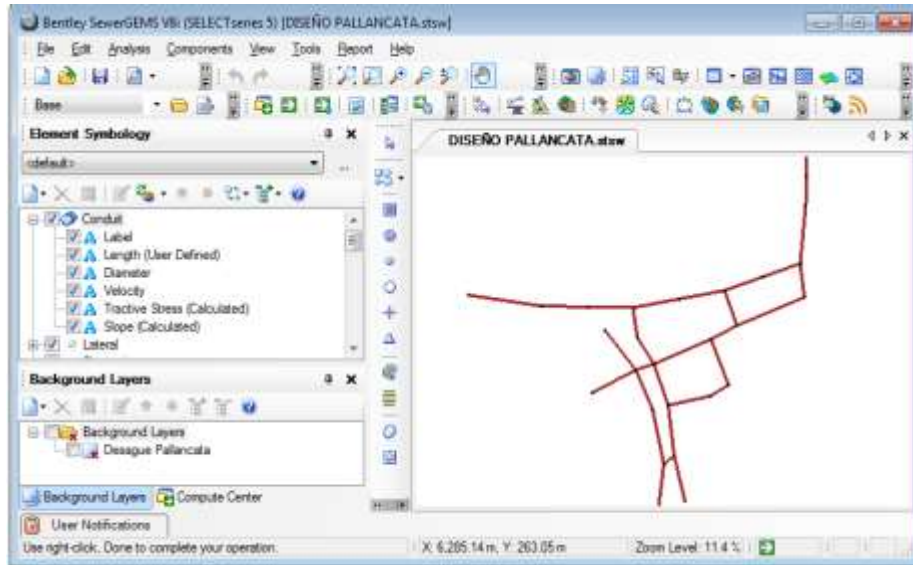


Fig. 13: Ingreso a SewerGEMS.

Sus herramientas similares al AutoCAD permiten hacer acercamientos o alejamientos, desplazamientos de pantalla a alguna zona del dibujo, ajustar el dibujo de la red al tamaño de la ventana, etc.

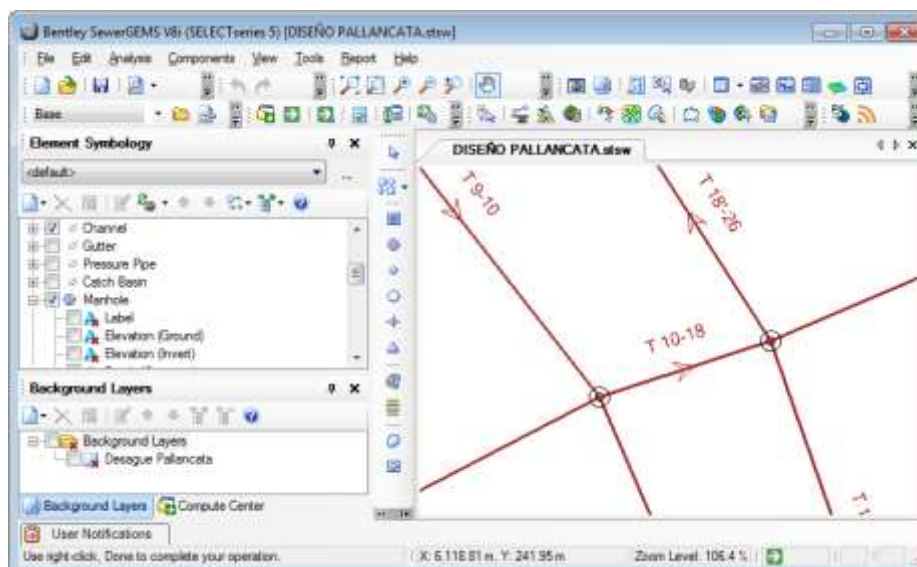


Fig. 14: Vista de zoom, ingreso a SewerGEMS.

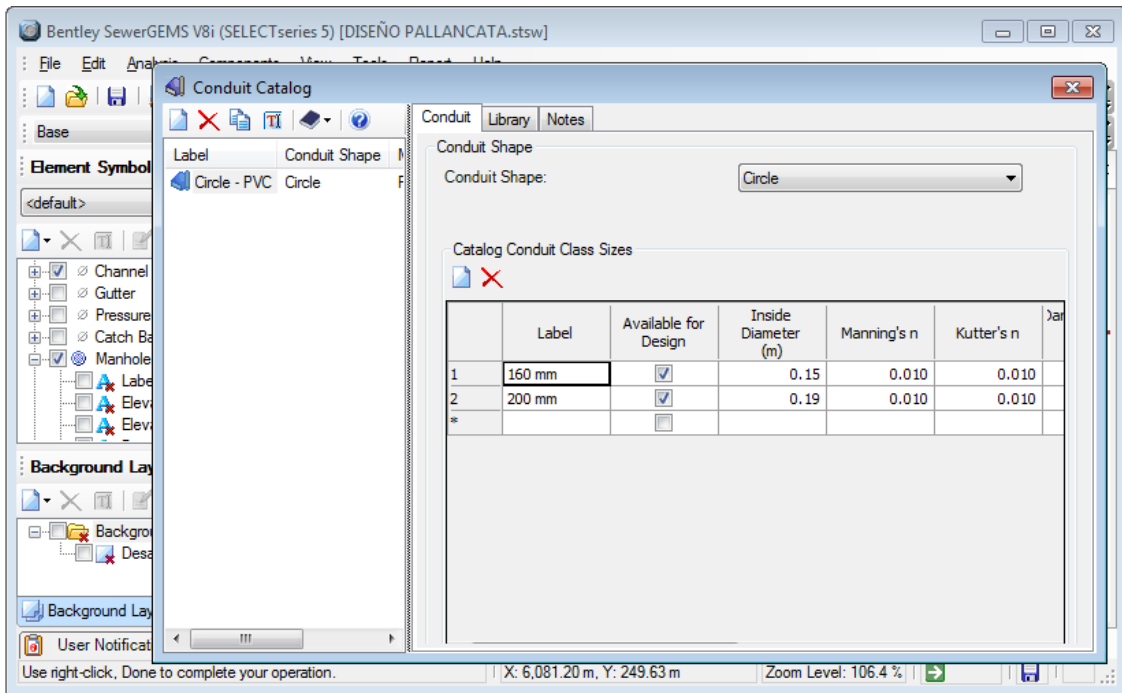


Fig. 15: Ingreso de diámetros y material de tuberías.

El software tiene un catálogo para elegir diferentes materiales para tuberías y ofrece la facilidad de ingresar los diámetros con los que se quiere trabajar.

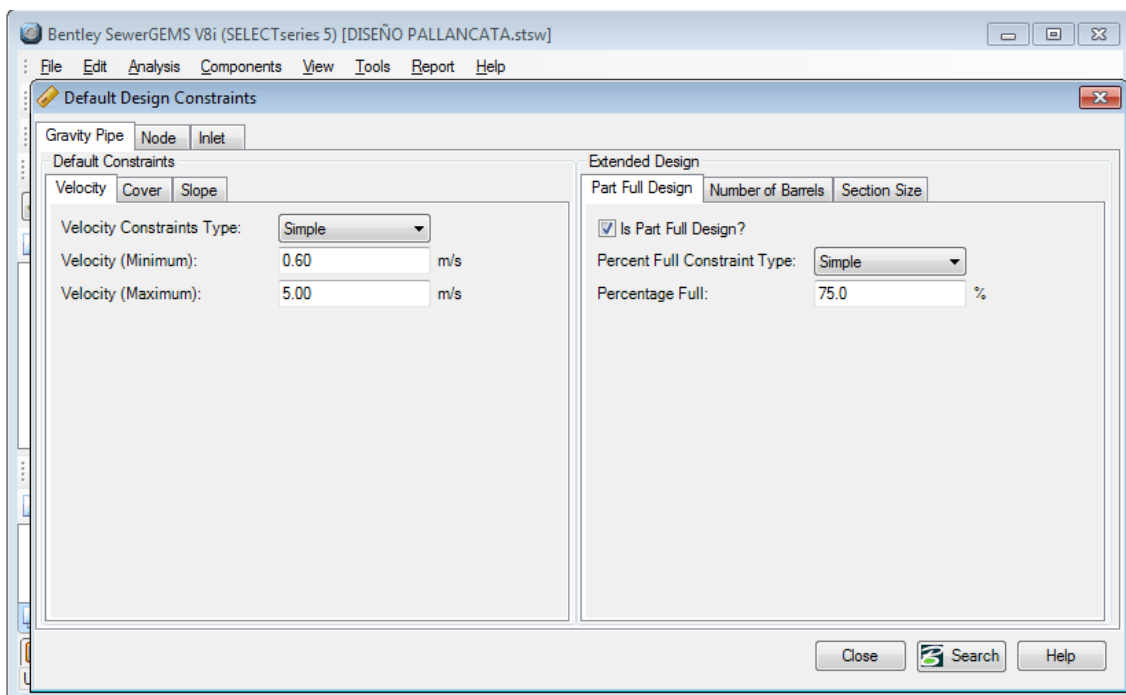


Fig. 16: Ingreso de parámetros y restricciones.

Hay una ventana de diálogo para ingresar los parámetros establecidos por las normas peruanas, como límites permisibles de velocidad.

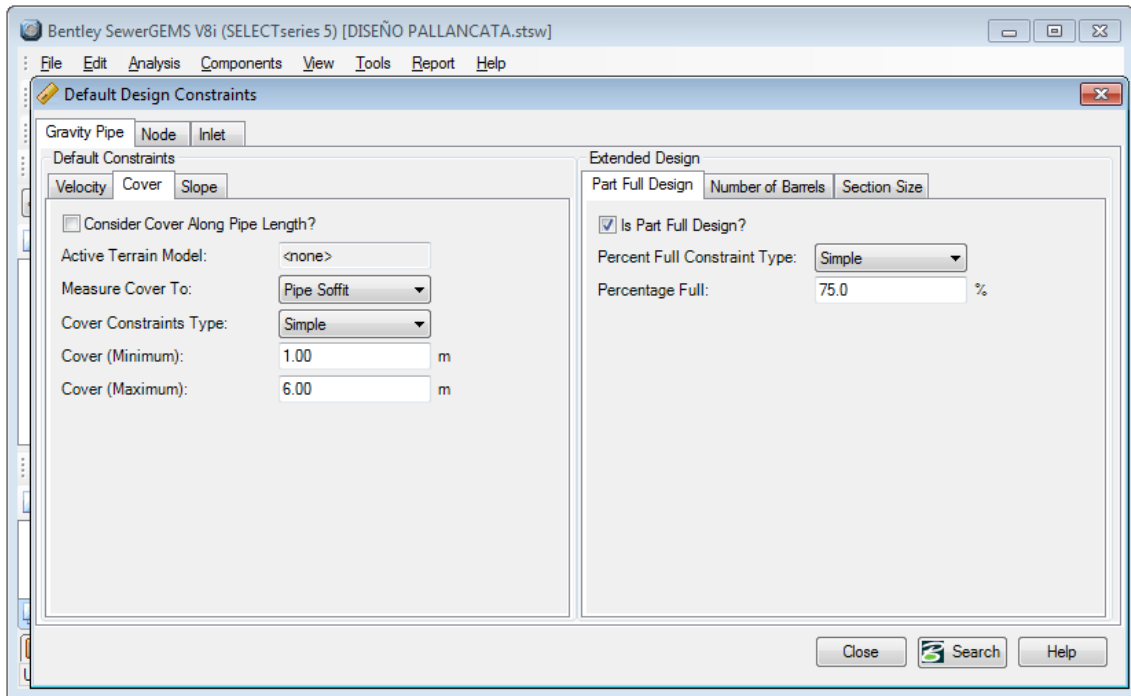


Fig. 17: Coberturas máximas y mínimas para las tuberías de la red

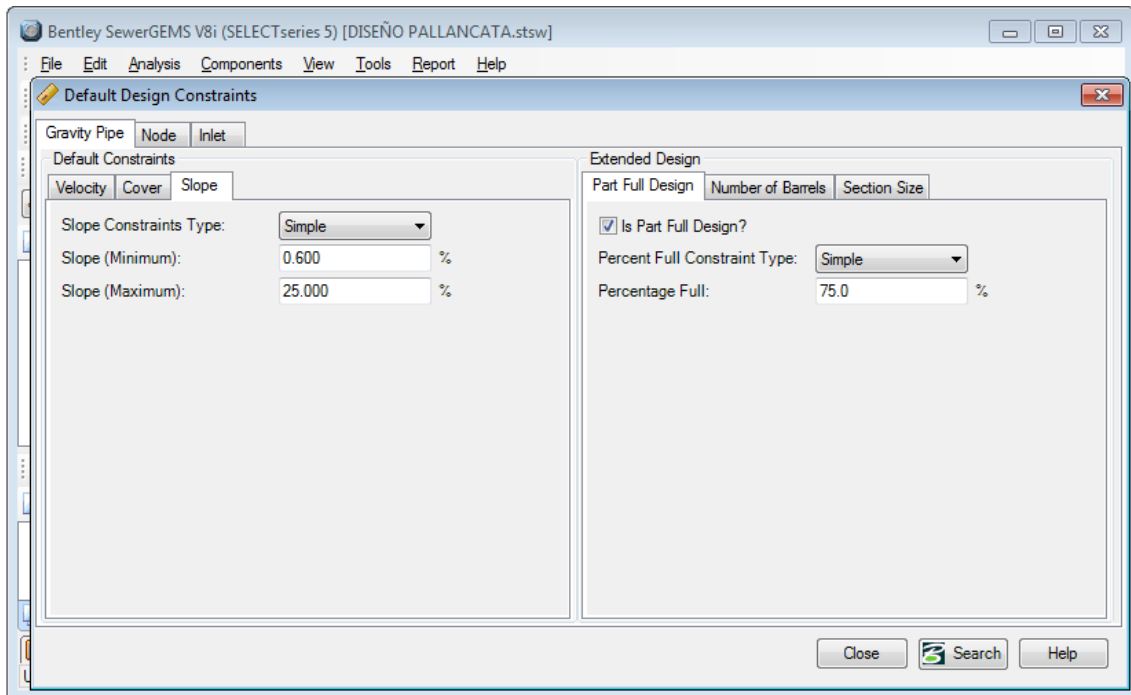


Fig. 18: Pendientes máximas y mínimas permisibles según normas

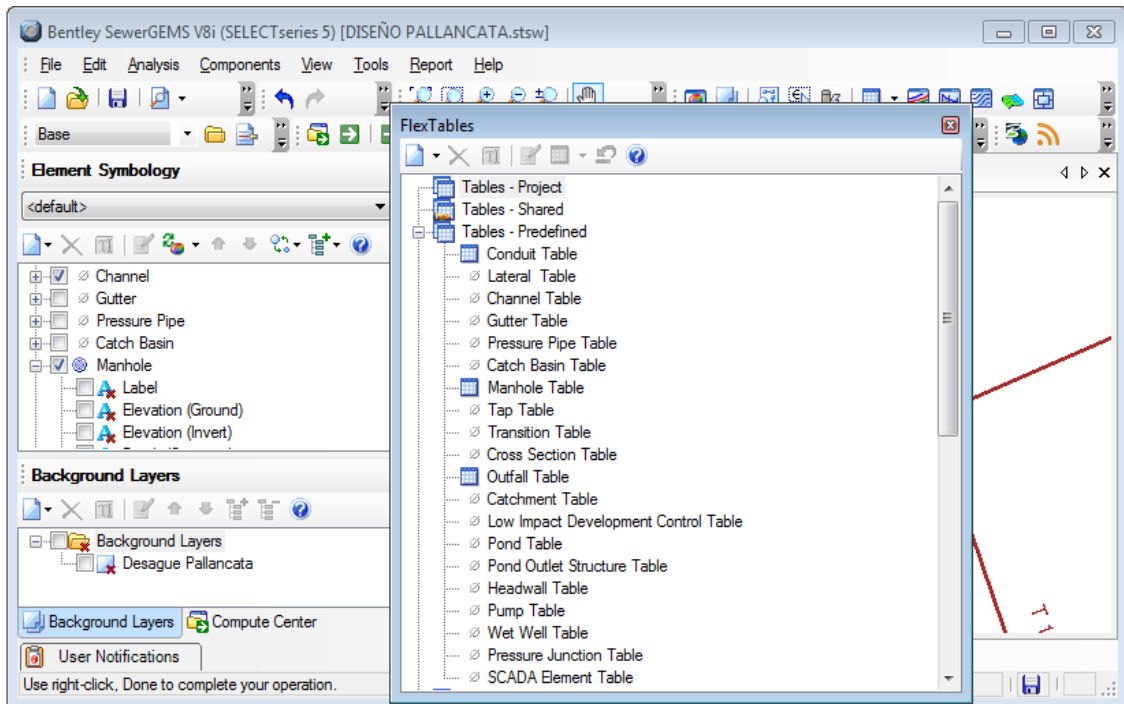


Fig. 19: Herramienta Flex Tables, permite generar tablas de resultados.

ID	Label	Start Node	Invert (Start) (m)	Stop Node	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Slope (Calculated) (%)	Diameter (m)	Manning's n
72: T 1-2	72 T 1-2	BZ-1	4,487.78	BZ-2	4,484.64	<input checked="" type="checkbox"/>	52.9	5.940	0.15	0.010
73: T 2-3	73 T 2-3	BZ-2	4,484.64	BZ-3	4,483.21	<input checked="" type="checkbox"/>	33.1	4.315	0.15	0.010
74: T 3-4	74 T 3-4	BZ-3	4,483.21	BZ-4	4,480.83	<input checked="" type="checkbox"/>	31.9	7.451	0.15	0.010
75: T 4-5	75 T 4-5	BZ-4	4,480.83	BZ-5	4,478.55	<input checked="" type="checkbox"/>	34.1	6.694	0.15	0.010
76: T 5-6	76 T 5-6	BZ-5	4,478.55	BZ-6	4,477.75	<input checked="" type="checkbox"/>	32.6	2.452	0.15	0.010
78: T 20-21	78 T 20-21	BZ-20	4,477.55	BZ-21	4,476.76	<input checked="" type="checkbox"/>	52.2	1.506	0.19	0.010
79: T 21-8	79 T 21-8	BZ-21	4,476.76	BZ-8	4,476.61	<input checked="" type="checkbox"/>	24.1	0.600	0.19	0.010
80: T 8-22	80 T 8-22	BZ-8	4,476.61	BZ-22	4,475.68	<input checked="" type="checkbox"/>	41.5	2.256	0.19	0.010
81: T 22-23	81 T 22-23	BZ-22	4,475.68	BZ-23	4,472.33	<input checked="" type="checkbox"/>	20.6	16.269	0.19	0.010
82: T 23-24	82 T 23-24	BZ-23	4,472.33	BZ-24	4,467.94	<input checked="" type="checkbox"/>	17.6	25.000	0.19	0.010
83: T 24-O1	83 T 24-O1	BZ-24	4,465.43	O-1	4,463.81	<input checked="" type="checkbox"/>	6.5	25.000	0.19	0.010
85: T 6'-20	85 T 6'-20	BZ-6'	4,477.75	BZ-20	4,477.55	<input checked="" type="checkbox"/>	26.3	0.763	0.15	0.010
86: T 6-7	86 T 6-7	BZ-6	4,477.75	BZ-7	4,477.33	<input checked="" type="checkbox"/>	28.5	1.474	0.15	0.010

Fig. 20: Validación de datos y procesamiento de diseño.

Se ingresan datos de la red y se elige el algoritmo de cálculo (Darcy, Manning o Hazzen-Williams). el caudal para el buzón de entrada por norma debe ser mínimo 1.50 lt/seg, luego el programa valida la información ingresada para buscar si falta algún dato.

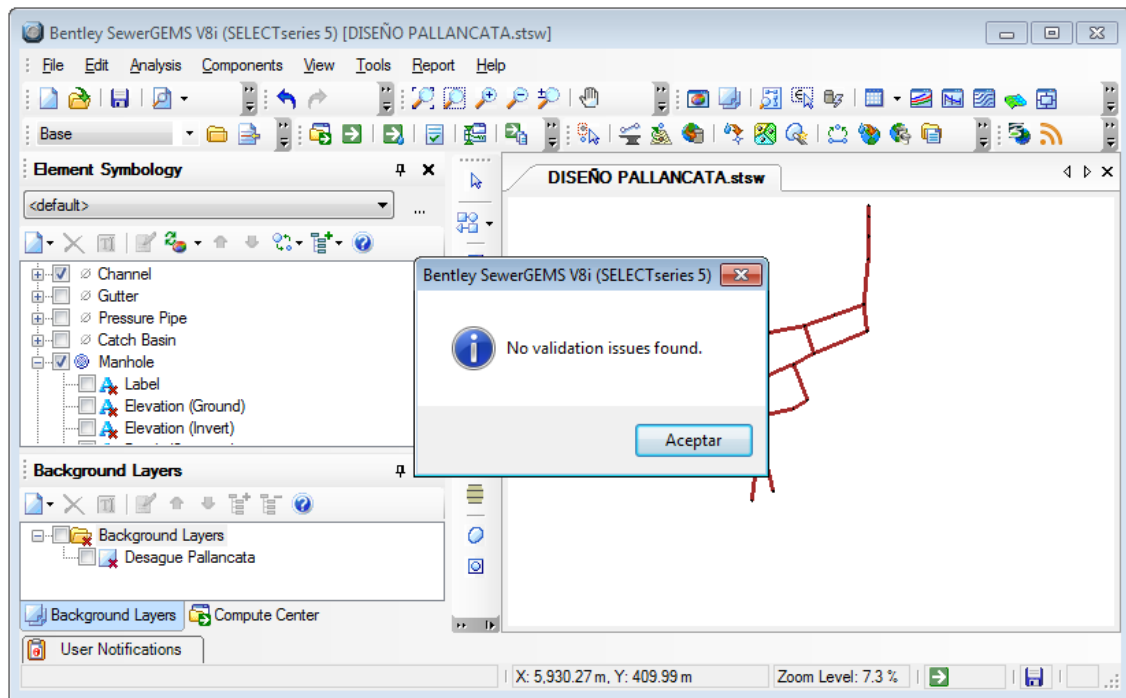


Fig. 21: A continuación, se corre la rutina del programa.

Si existen problemas mostrará una ventana de advertencias donde podremos apreciar cual es el problema y donde se ubica.

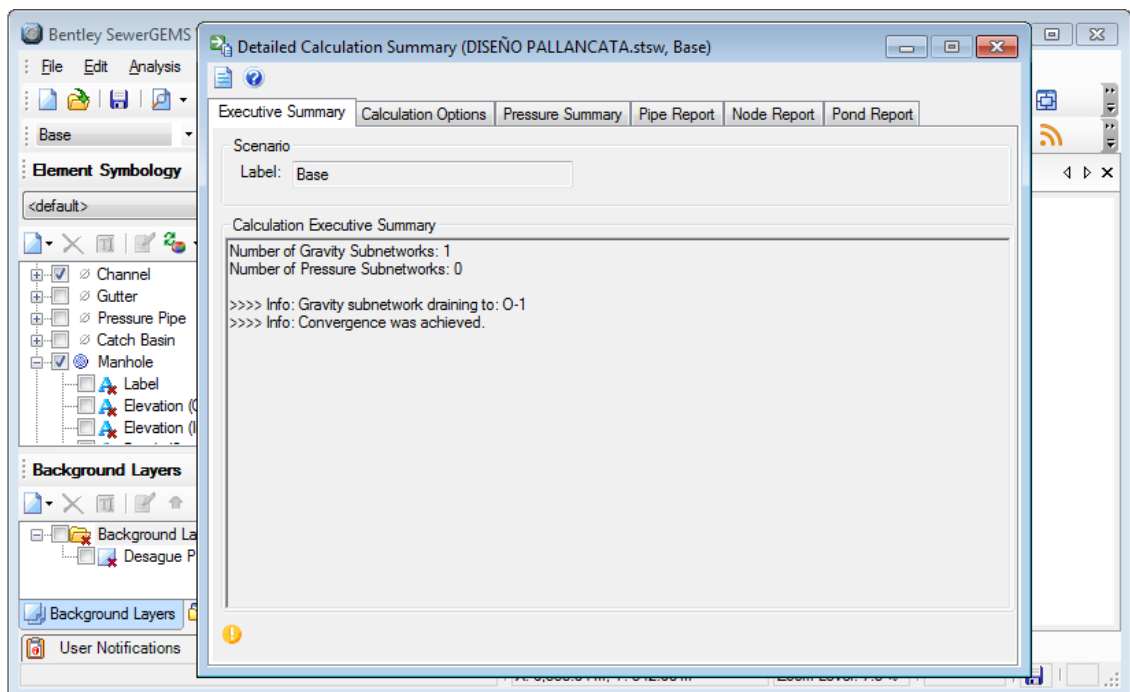


Fig. 22: Ventana de advertencias.

Una vez corregidos todos los posibles problemas, esta ventana no mostrará más advertencias y se podrá visualizar el sentido del flujo, los datos de interés en la red (gráficamente) y en forma tabular (Flex Tables) los resultados finales.

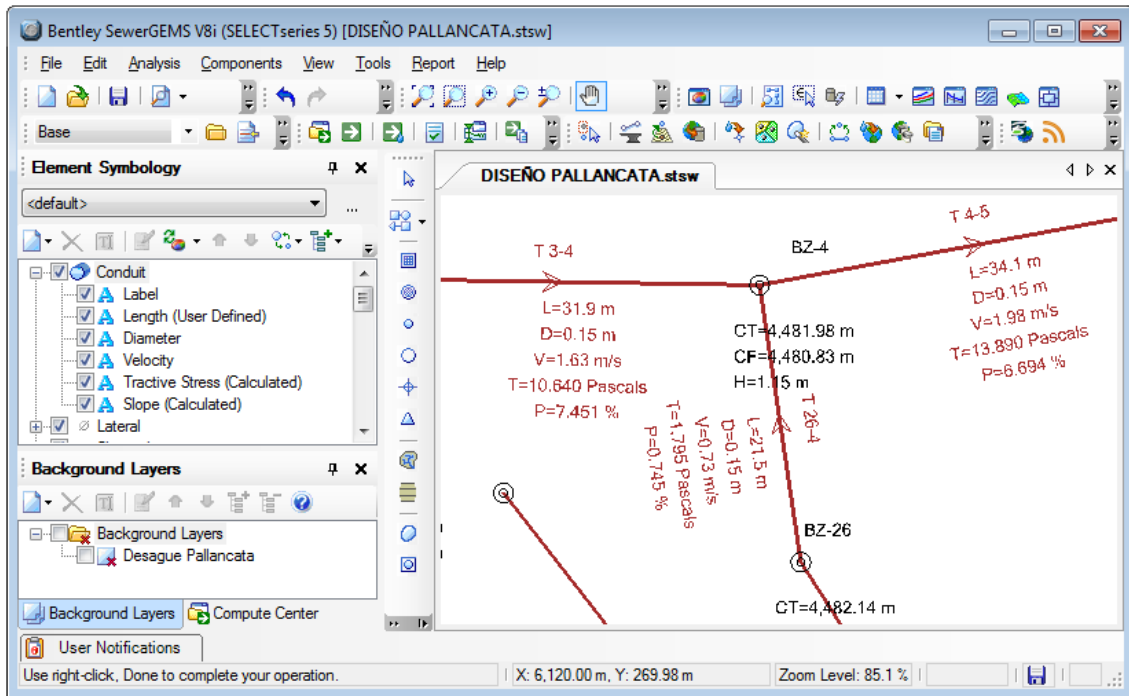


Fig. 23: Red de alcantarillado procesada

Los resultados finales se muestran en la tabla siguiente, donde se puede apreciar todas las variables de interés.

Tabla 12

Resultados de la red de alcantarillado

Tramo	Nudo inicio	Cota inicio (msnm)	Nudo final	Cota final (msnm)	Long. (m)	Pend. (m/km)	Diám (mm)	Veloc. (m/s)	Tensión tractiva (pascal)
T 1-2	BZ-1	4,484.58	BZ-2	4,482.50	35.46	5.86	153.6	1.22	6.54
T 4-5	BZ-4	4,473.91	BZ-5	4,472.94	20.86	4.66	153.6	1.43	7.83
T 5-6	BZ-5	4,472.94	BZ-6	4,466.52	53.51	11.98	153.6	2.26	19.61
T 8'-4	BZ-8'	4,477.68	BZ-4	4,473.91	22.69	16.61	153.6	1.75	14.69
T 7-8	BZ-7	4,480.09	BZ-8	4,476.44	39.78	9.16	153.6	1.43	9.24
T 8-9	BZ-8'	4,476.44	BZ-9	4,466.91	38.15	25.00	153.6	2.06	20.39
T 9-10	BZ-9	4,466.91	BZ-10	4,466.65	36.34	0.70	153.6	0.60	1.32
T 10-6	BZ-10	4,466.65	BZ-6	4,466.52	25.07	0.50	153.6	0.65	1.37
T 11-10	BZ-11	4,478.83	BZ-10	4,474.68	27.28	12.23	153.6	1.71	13.70
T 12-5	BZ-12	4,473.03	BZ-5	4,472.94	12.33	0.76	153.6	0.60	1.34
T 6-13	BZ-6	4,466.52	BZ-13	4,466.43	18.87	0.50	153.6	0.84	2.01
T 3'-20	BZ-13'	4,470.43	BZ-20	4,470.24	24.77	0.76	153.6	0.60	1.34
T 20-21	BZ-20	4,470.24	BZ-21	4,468.52	30.89	5.54	153.6	1.21	6.32
T 21-22	BZ-21	4,468.52	BZ-22	4,468.26	37.09	0.72	153.6	0.60	1.33
T 22-23	BZ-22	4,468.26	BZ-23	4,467.51	32.01	2.33	153.6	0.93	3.42
T 25-26	BZ-25	4,468.66	BZ-26	4,467.66	22.61	4.42	153.6	1.11	5.25
T 26-23	BZ-26	4,467.66	BZ-23	4,467.51	19.19	0.76	153.6	0.60	1.35
T 24-23	BZ-24	4,473.60	BZ-23	4,467.51	31.18	19.52	153.6	1.87	16.58
T 23-27	BZ-23	4,467.51	BZ-27	4,465.56	24.60	7.92	153.60	1.95	14.21

Tramo	Nudo inicio	Cota inicio (msnm)	Nudo final	Cota final (msnm)	Long. (m)	Pend. (m/km)	Diám (mm)	Veloc. (m/s)	Tensión tractiva (pascal)
T 27-28	BZ-27	4,465.56	BZ-28	4,465.44	24.59	0.50	153.60	0.74	1.66
T 28-29	BZ-28	4,465.44	BZ-29	4,462.27	27.13	11.69	153.60	2.33	20.27
T 29-30	BZ-29	4,462.27	BZ-30	4,459.84	27.14	8.95	153.60	2.16	16.97
T 30-31	BZ-30	4,459.84	BZ-31	4,459.43	25.73	1.59	153.60	1.26	4.94
T 31-32	BZ-31	4,459.43	BZ-32	4,458.33	39.64	2.77	153.60	1.65	8.44
T 31-19	BZ-32	4,458.33	BZ-19	4,451.71	27.97	23.68	153.60	3.61	46.98
T 19-35	BZ-19	4,451.71	BZ-35	4,447.13	18.30	25.00	153.60	4.74	71.19
T 35-36	BZ-35	4,445.99	O-1	4,440.06	23.74	25.00	153.60	4.80	73.05
T 13-14	BZ-13	4,466.36	BZ-14	4,466.36	13.77	0.50	153.60	0.85	2.06
T 14-15	BZ-14	4,466.36	BZ-15	4,466.17	38.69	0.50	153.60	0.86	2.10
T 16-15	BZ-16	4,468.78	BZ-15	4,466.17	33.92	7.71	153.60	1.35	8.09
T 15-17	BZ-15	4,466.17	BZ-17	4,463.09	29.62	10.39	153.60	2.79	25.83
T 17-18	BZ-17	4,463.09	BZ-18	4,457.23	29.75	19.71	153.60	3.55	43.82
T 18-19	BZ-18	4,457.23	BZ-19	4,452.67	18.25	25.00	153.60	3.93	54.18
T 2-3	BZ-2	4,482.50	BZ-3	4,480.09	32.99	7.31	153.60	1.34	7.88
T 3-4	BZ-3	4,480.09	BZ-4	4,473.91	39.81	15.52	153.60	1.76	14.53

Tabla 13
Resultados de diseño de los buzones

ID. Buzón	Cota de tapa (msnm)	Cota de fondo (msnm)	Flujo de entrada (l/s)	Flujo de salida (l/s)	ID. Buzón	Cota de tapa (msnm)	Cota de fondo (msnm)	Flujo de entrada (l/s)	Flujo de salida (l/s)
BZ-1	4,485.73	4,484.58	0.00	1.50	BZ-27	4,466.72	4,465.56	5.05	5.37
BZ-2	4,483.65	4,482.50	1.50	1.55	BZ-28	4,469.97	4,465.44	5.37	5.71
BZ-7	4,481.24	4,480.09	0.00	1.50	BZ-29	4,463.42	4,462.27	5.71	6.10
BZ-8	4,478.83	4,476.44	1.50	1.56	BZ-30	4,460.99	4,459.84	7.64	8.15
BZ-9	4,468.06	4,466.91	1.56	1.67	BZ-31	4,460.58	4,459.43	9.69	10.32
BZ-10	4,475.83	4,466.65	3.17	3.36	BZ-32	4,459.49	4,458.33	10.32	11.00
BZ-4	4,475.06	4,473.91	3.15	3.33	BZ-19	4,453.82	4,451.71	24.81	26.33
BZ-5	4,474.78	4,472.94	4.83	5.06	BZ-33	4,465.93	4,464.78	1.50	1.54
BZ-6	4,473.15	4,466.52	8.43	8.97	BZ-34	4,466.54	4,465.38	1.50	1.54
BZ-11	4,479.99	4,478.83	0.00	1.50	BZ-16	4,469.94	4,468.78	0.00	1.50
BZ-13	4,471.58	4,466.43	8.97	9.53	BZ-17	4,464.24	4,463.09	12.31	13.04
BZ-14	4,471.29	4,466.36	9.53	10.12	BZ-18	4,458.59	4,457.23	13.04	13.81
BZ-15	4,469.54	4,466.17	11.62	12.31	BZ-35	4,448.29	4,445.99	26.33	27.88
BZ-20	4,473.15	4,470.24	1.50	1.53	BZ-12	4,474.18	4,473.03	0.00	1.50
BZ-21	4,469.68	4,468.52	1.53	1.61	BZ-8'	4,478.83	4,477.68	0.00	1.50
BZ-22	4,469.96	4,468.26	1.61	1.74	BZ-13'	4,471.58	4,470.43	0.00	1.50
BZ-23	4,469.52	4,467.51	4.78	5.05	BZ-20'	4,473.15	4,472.00	0.00	1.50
BZ-26	4,468.81	4,467.66	1.50	1.53	BZ-21'	4,469.68	4,468.52	0.00	1.50
BZ-25	4,469.81	4,468.66	0.00	1.50	BZ-3	4,481.24	4,480.09	1.55	1.50
BZ-24	4,474.75	4,473.60	0.00	1.50					

3.2.4 Tratamiento de aguas residuales

Consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos cuyo fin es eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (biosólido o lodo) convenientes para su reúso. Es común llamarlo depuración de aguas residuales. Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas en el sitio donde se generan (tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien se recogen y se llevan mediante tuberías – y/o bombas - a una planta de tratamiento municipal.

El sistema se instalará en la zona baja del casco urbano y comprende las siguientes obras:

- Tanque Séptico
- Pozos percoladores

3.2.4.1 Elección del sistema de tratamiento

Los **Tanques Sépticos** se usan para el tratamiento de aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. El uso de tanques sépticos se permitirá en localidades rurales, urbanas y urbanas marginales. Su uso se limita para un máximo de 350 habitantes.

El **Tanque Imhoff** es una unidad de tratamiento primario cuyo fin es remover sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, ofrecen ventajas para tratar aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por esto también se les llama tanques de doble cámara.

Las **Lagunas de Estabilización** son estructuras simples que embalsan aguas residuales para mejorar sus características sanitarias. Tienen poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días).

3.2.4.2 Dimensionamiento del tanque séptico

Período de Retención Hidráulica:

Según la norma IS.020 (Art.06) [16] se expresa en días, siendo el periodo mínimo de 6 horas, es decir 0.25 días:

$$PR = 1.5 - 0.3 \log(P_f \times q_u)$$

Dónde: P_f = Población futura

q_u = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, (lt/hab/día).

Siendo el porcentaje de retorno al alcantarillado de 80%, y la dotación de 80 lt/hab/día, el **caudal de aporte unitario de aguas residuales** sería:

$$q_u = 80 \left(\frac{lt}{hab \text{ día}} \right) \times \frac{80\%}{100} = 64 \frac{lt}{hab} / día$$

Luego el caudal de aguas residuales (Q_R) es:

$$Q_R = \frac{P_f \times q_u}{1000} = \frac{312 \times 64}{1000} = 19.97 \text{ m}^3/\text{día}$$

El valor máximo permisible para tanques sépticos es 20 m³/día, luego el sistema de tratamiento asumido es correcto. El período de retención hidráulica es:

$$PR = [1.5 - 0.3 \times \log_{10}(312 \times 64)] \times 24 \text{ hr} = 5.04 \text{ hr}$$

Como este valor es menor al mínimo (6 horas) se adopta:

$$PR = 6 \text{ hr}$$

Volumen requerido para la sedimentación:

Este valor V_s , se expresa en m³ y se determina con:

$$V_s = 10^{-3} \times (P_f \times q_u) \times \frac{PR}{24 \text{ hr}} = 0.001 \times (312 \times 64) \times \frac{6}{24} = 4.99 \text{ m}^3$$

Se considerará un área disponible para el tanque séptico de $A = 27 \text{ m}^2$. Luego la profundidad mínima requerida para la sedimentación será:

$$H_s = \frac{V_s}{A} = \frac{4.99}{27.00} = 0.18 \text{ m}$$

Volumen de digestión y almacenamiento de lodos:

Este volumen (V_d) se basa en una tasa anual de acumulación de lodos (ta) expresada en lt/hab/año. Su valor depende de la temperatura ambiente de la zona, la cual se puede tomar del siguiente cuadro:

Tabla 14

Tasa de acumulación de lodos

Intervalo entre limpieza "N" del tanque séptico (años)	ta (l/hab/año)		
	$T \leq 10^\circ\text{C}$	$10 < T \leq 20^\circ\text{C}$	$T > 20^\circ\text{C}$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137

Sin embargo, la norma IS.020 (Art.7b), fija este valor en 70 litros por persona, luego la fórmula para este caso es:

$$V_d = 70 \times 10^{-3} \times P \times N$$

Donde:

N = Intervalo deseado en años, entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

Luego, considerando N = 1 año:

$$V_d = 70 \times 0.001 \times 312 \times 1 = 21.84 \text{ m}^3$$

Entonces, la **profundidad requerida para digestión y almacenamiento** de lodos (H_d) es:

$$H_d = \frac{V_d}{A} = \frac{21.84}{27.00} = 0.81 \text{ m}$$

La **profundidad máxima de espuma sumergida** es la distancia entre la superficie inferior de la capa de espuma y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida del tanque séptico (H_e) y debe tener un valor mínimo de 0,1 m. Luego:

$$H_e = \frac{0.7}{A} = \frac{0.7}{27.00} = 0.03 \text{ m} < 0.1 \text{ m}$$

En consecuencia, se asume: $H_e = 0.10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

La **profundidad del dispositivo de salida respecto al nivel superior de espuma** (H_{tee}) es:

$$H_{tee} = H_e + 0.10 = 0.03 + 0.10 = 0.13 \text{ m}$$

La **profundidad libre de lodo** (H_o) es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor en metros, se relaciona al área superficial del tanque séptico y se calcula mediante la fórmula:

$$H_o = 0.82 - 0.26A = 0.82 - 0.26 \times 27.00 = -6.20 \text{ m}$$

Siendo este un valor negativo, se asumirá el mínimo recomendado que es:

$$H_o = 0.30 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

La **profundidad de espacio libre** (H_L) debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como $(0.10 + H_o)$ y con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_S). Se elige la mayor profundidad. Luego:

$$H_L = 0.10 + 0.30 = 0.40 \text{ m} > H_S = 0.19 \text{ m}$$

Por lo tanto, se asume: $H_L = 0.40 \text{ m}$

Profundidad neta o útil del tanque séptico (H_T), será la suma de las alturas anteriores calculadas:

$$H_T = H_e + H_L + H_d = 0.10 + 0.40 + 0.81 = 1.31 \text{ m}$$

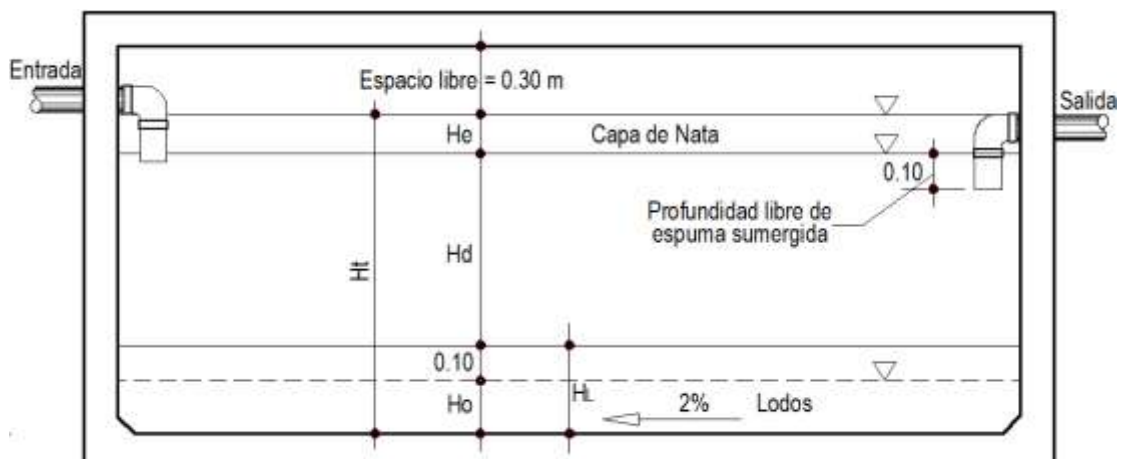


Fig. 24: Esquema del tanque séptico

Dimensiones finales

Considerando una relación largo-ancho igual a 1/3, si el ancho del tanque es 3 m, entonces el largo será 3 veces esa misma dimensión, luego:

- Ancho (a) = 3.00 m

- Largo (b) = 9.00 m

El volumen total o volumen útil del tanque séptico será:

$$V_u = H_t \times A = 1.31 \times 27.00 = 35.37 \text{ m}^3$$

El volumen disponible para la sedimentación (V_s) es:

$$V_s = H_L \times A = 0.40 \times 27.00 = 10.80 \text{ m}^3$$

El período de retención hidráulica **PR**, será:

$$PR = \frac{Q_R}{V_s} \times 24 \text{ hr} = \frac{19.97}{10.80} \times 24 = 44.38 \text{ hr}$$

Valor superior al mínimo que es 6 horas.

Compartimientos:

Si el volumen total es mayor a 5 m³ hay que dividir el tanque. El primer volumen será el 70% y el restante el 30%. Luego:

- $Vol. \text{ Cámara } 1 = 0.70 \times V_u = 0.70 \times 35.37 = 24.76 \text{ m}^3$
- $Vol. \text{ Cámara } 2 = V_u - Vol. \text{ Cámara } 1 = 35.37 - 24.76 = 10.61 \text{ m}^3$

Longitud de la Cámara 1:

$$L_{C1} = \frac{Vol_{C1}}{a \times H_L} = \frac{24.76}{3.00 \times 1.31} = 6.30 \text{ m}$$

Longitud de la Cámara 2:

$$L_{C2} = b - L_{C1} = 9 - 6.30 = 2.70 \text{ m}$$

Luego la disposición final del tanque séptico con dos cámaras es:

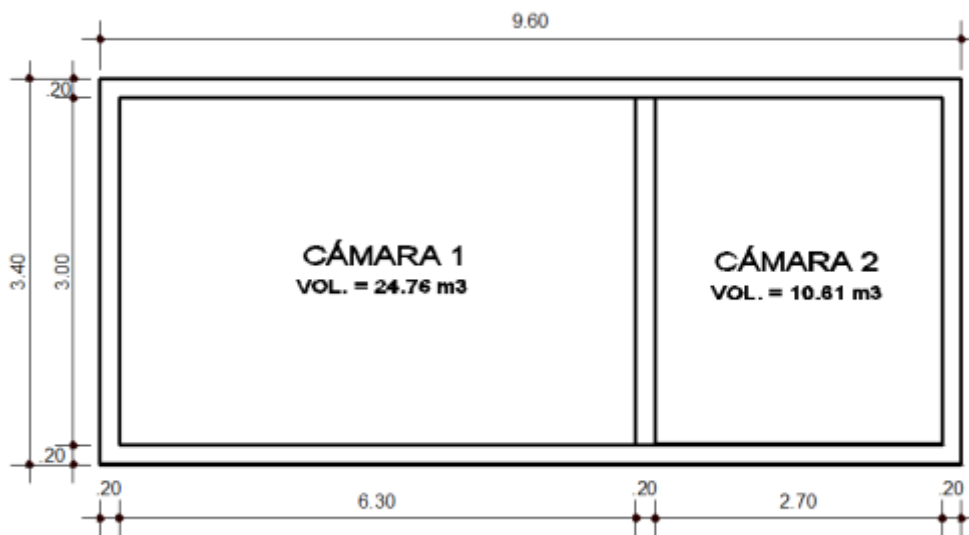


Fig. 25: Planta y elevación final del tanque séptico

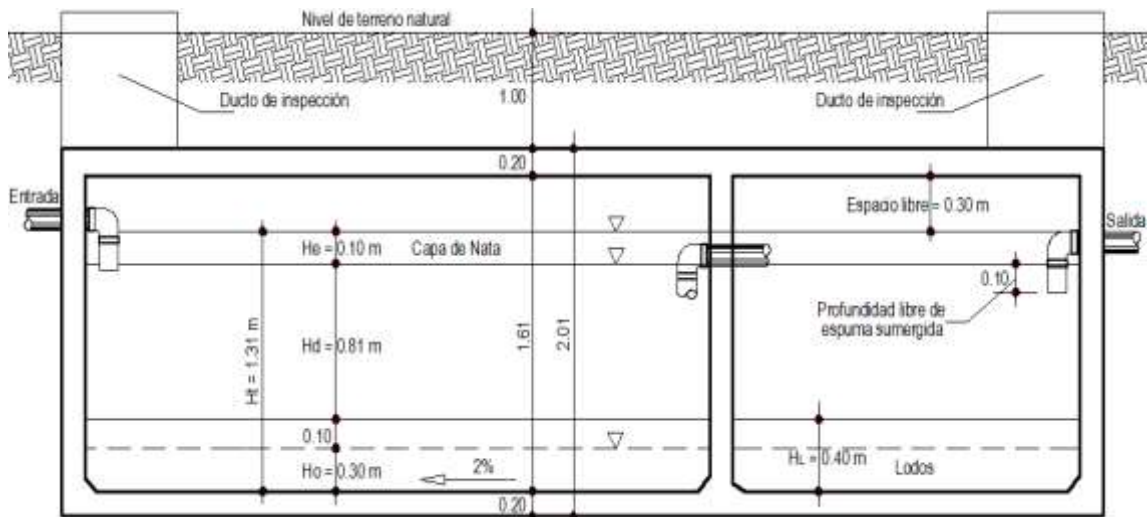


Fig. 26: El detalle de las instalaciones del tanque séptico.

3.2.4.3 Diseño de filtros percoladores

Pruebas de infiltración:

Para diseñar el sistema de percolación se efectuó un “Test de percolación” para medir la Capacidad de Infiltración del suelo.

Se perforaron 03 pozos de observación de 1.00 m de altura y 30 cm de diámetro, con una separación de 5 m.

En el fondo de cada una de ellos se colocó una cama de arena de 5 cm. Sobre la cama, a 20 cm se dejó una marca de nivel, la cual consistió en una pequeña cuña de madera.

La prueba se hizo para un período de 03 horas consecutivas.

Las mediciones del nivel descendido se realizaron cada media hora, según el siguiente detalle:

- 1) Se tomaron mediciones de los descensos cada 20 minutos.
- 2) Nivel o profundidad de descenso en el pozo de exploración
- 3) Diferencia entre mediciones de descensos consecutivos con el primer nivel.
- 4) Promedio de las diferencias de las 3 últimas mediciones
- 5) Infiltración calculada: Tiempo de medición entre el promedio de descenso
- 6) Promedio de Infiltración calculada de los 3 pozos exploratorios

Tabla 15*Medición y cálculo del tiempo de infiltración (ti)*

No.de pozo	Hora	Nivel (cm)	Dif. (cm)	Prom. (cm)	Infilt. Mín/cm	No. De pozo	Hora	Nivel (cm)	Dif. (cm)	Prom. (cm)	Infilt. (mín/cm)
1	06:00	100.00	-			4	06:30	100.00	-		
	06:30	22.00	78.00				07:00	34.00	66.00		
	07:00	18.00	82.00				07:30	33.00	67.00		
	07:30	21.00	79.00				08:00	32.00	68.00		
	08:00	20.00	75.00	82.13	2.92		08:30	36.00	64.00	64.91	3.7
	08:30	23.00	80.00				09:00	36.20	63.80		
	09:00	24.00	85.00				09:30	35.70	64.30		
	09:30	19.00	88.00				10:30	36.80	63.20		
	10:00	20.00	90.00				10:30	37.00	63.00		
	2	06:00	100.00	-				5	07:00	100.00	-
06:30		22.00	78.00			07:30	42.00		58.00		
07:00		24.00	76.00			08:00	42.30		57.70		
07:30		25.30	74.70			08:30	41.00		59.00		
08:00		26.00	75.00	80.34	2.99	09:00	41.00		59.00	59.9	4.01
08:30		30.00	80.00			09:30	40.00		60.00		
09:00		33.00	84.00			10:00	39.50		60.50		
09:30		35.00	86.00			10:30	38.00		62.00		
10:00		36.30	89.00			11:00	37.00		63.00		
3		06:30	100.00	-			6		07:00	100.00	-
	07:00	30.00	71.00			07:30		28.00	72.00		
	07:30	35.00	63.00			08:00		30.00	70.00		
	08:00	37.00	65.00			08:30		33.00	67.00		
	08:30	36.50	76.00	75.75	3.17	09:00		35.00	65.00	66.15	3.63
	09:00	38.00	77.00			09:30		40.00	60.00		
	09:30	37.00	79.00			10:00		33.00	67.00		
	10:00	36.00	85.00			10:30		35.00	65.00		
	10:30	39.00	90.00			11:00		36.80	63.20		

De acuerdo a los resultados, el suelo donde se realizó la prueba se puede clasificar según la siguiente tabla:

Tabla 16*Clasificación de los terrenos según los resultados de la prueba de percolación*

Clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos
No apto	mayor de 12 minutos

Fuente: RNE – IS.020 [17]

Con lo cual, para 3.4 mín/cm, este suelo clasifica como “Rápido”. Con este dato, se puede determinar la Capacidad de Absorción del Suelo o Coeficiente de Infiltración (C_i), utilizando el siguiente gráfico:

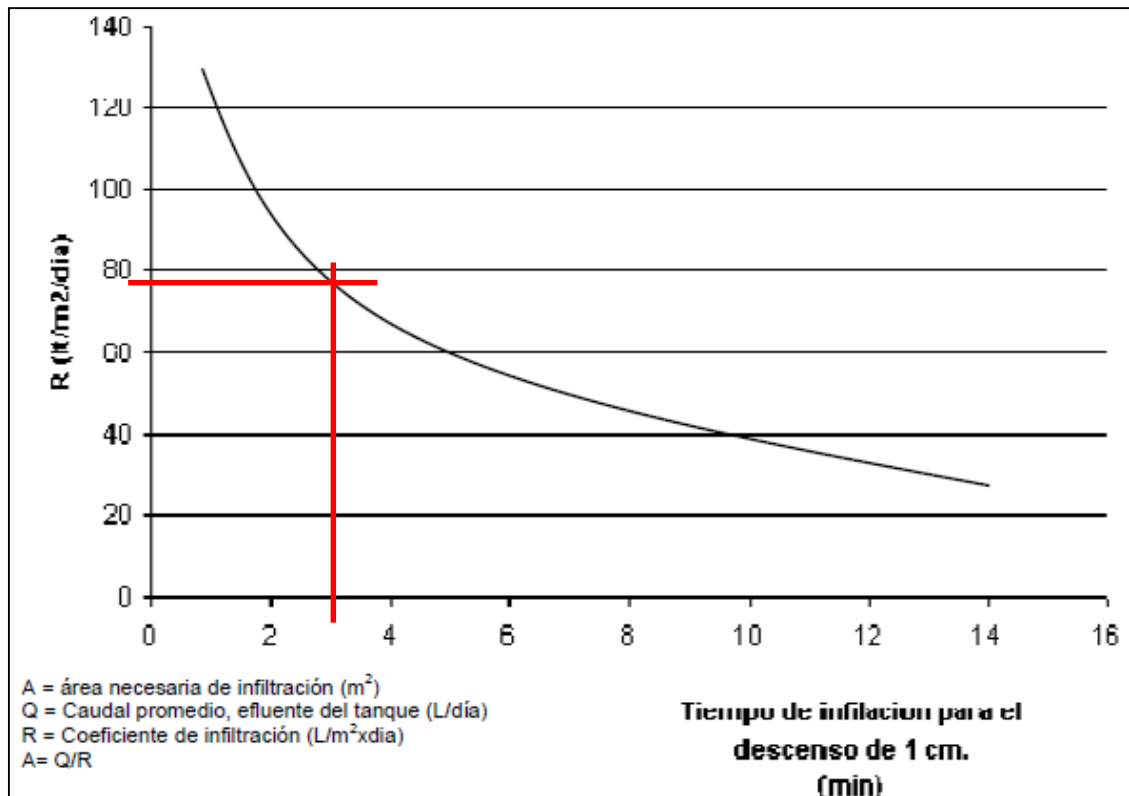


Fig. 27: Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo [17]

Del cual se obtiene el Coeficiente de Infiltración:

$$C_i = 77 \frac{\text{lt}}{\text{m}^2} / \text{día}$$

Área requerida para los campos de infiltración (A_i)

Primero debe considerarse que el caudal efluente unitario (Q_e) que pasa a las zanjas o pozos de absorción, por lo general es el 60% del caudal unitario Q_R . Luego:

$$Q_e = 0.60 \times q_u = 0.60 \times 64 = 38.40 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} / \text{día}$$

Siendo la población de 312 habitantes, el caudal total a percolar (Q_p) es:

$$Q_p = P \times Q_e = 312 \times 38.4 = 11,980.80 \text{ lt/día}$$

Luego, el área de percolación requerida, se determina con:

$$A_i = \frac{Q_p}{C_i} = \frac{11,980.10}{76} = 157.63 \text{ m}^2$$

Caudal del efluente:

Para determinar el área requerida para diseñar los campos de infiltración ó pozos de percolación, se debe trabajar con el efluente que sale del tanque séptico. Evidentemente, este caudal (Q_e) es menor que el caudal de aporte unitario residual (q_u). Se considera el 60%, para tal efecto. Luego:

$$Q_e = 0.60 \times q_u = 0.60 \times 64 = 38.40 \text{ lt/hab/día}$$

Este caudal unitario efluente se aplica a la población futura calculada, para obtener el total que va al pozo percolador (Q_{et}):

$$Q_{et} = P \times Q_e = 312 \times 38.40 = 11,980.80 \text{ lt/día}$$

Luego, el área total requerida para la infiltración es:

$$A_i = \frac{Q_{et}}{C_i} = \frac{11,980.80}{76} = 157.64 \text{ m}^2$$

En caso de utilizarse **zanjas de infiltración**, el ancho (a_z) por reglamento estará entre 0.45 y 0.90 m y la longitud de la zanja (L_z) sería:

$$L_z = \frac{A_i}{a_z} = \frac{157.64}{0.80} = 197.05 \text{ m}$$

Como las zanjas deben tener una longitud máxima de 30 m, según la norma, se requieren de 7 líneas de 30 m por un ancho de 0.90. Cada zanja con una separación de 2.00 m entre ejes, lo cual implica disponer de un área de 387 m² aproximadamente, lo cual no se dispone en la zona del proyecto.

Pozos de absorción:

Ya que no se cuenta con el área suficiente para establecer campos de percolación, se utilizarán pozos de absorción. La ventaja de su uso es que se aprovecha el área de las paredes verticales perimetrales para la infiltración, requiriendo así menor espacio. Los estratos de la zona también favorecen a la infiltración. El diámetro útil del pozo, según la norma IS.021 no debe ser menor a 1.00 m.

Si se asume que se va a requerir 2 pozos de percolación, el área de infiltración total requerida se divide entre $n = 2$. Luego, el área (A_{ip}) requerida para cada pozo es:

$$A_{ip} = \frac{A_i}{n} = \frac{157.64}{2} = 78.82 \text{ m}^2$$

Se asume diámetro y profundidad y luego se calculando el área de las paredes laterales de cada pozo (A_{LP}). Esta no debe ser menor que A_{ip} . Luego:

- Diámetro asumido de cada pozo (D_p) = 1.70 m
- Altura asumida de cada pozo (H) = 7.55 m

Área lateral perimetral del pozo:

$$A_{LP} = 2\pi D_p \times H = 2 \times 3.1416 \times 1.70 \times 7.55 = 80.64 \text{ m}^2$$

$$A_{LP} = 80.64 \text{ m}^2 > A_{ip} = 78.82 \text{ m}^2$$

Finalmente, las dimensiones asumidas son correctas. El detalle de los pozos percoladores se muestra en los planos correspondientes consignados en los anexos.

IV. Discusión de resultados

4.1 Evaluación del cumplimiento de objetivos

El cumplimiento del **objetivo principal**, se ha logrado realizar el análisis y diseño integral del sistema de alcantarillado para la calidad de vida del anexo Unión Santa Rosa, distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho y la ejecución del proyecto con el cual se mejoraría la calidad de vida de los pobladores del centro poblado respecto al tema de salubridad.

De hecho, su ejecución influenciaría sobre aspectos relacionados con el tiempo, cuyos efectos no son inmediatos como:

- a) La reducción de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento básico: Cuando se ejecuten las obras propuestas y la red empiece a funcionar, se producirá un impacto en la calidad de vida de los habitantes beneficiarios, de efecto no inmediato, cuando se muestren cambios en las estadísticas de casos de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento. Estos mostrarán reducción en los niveles de ocurrencias.
- b) La generación de nuevos hábitos de higiene personal y uso del agua: Estos cambios influirán sobre las costumbres de los habitantes relativas al uso de letrinas, adquiriendo nuevos hábitos de higiene personal.

En cuanto al cumplimiento de los **objetivos específicos** que están relacionados con el diseño integral y el desarrollo de sus indicadores :

- a) Se realizó satisfactoriamente el diseño hidráulico de la red de alcantarillado y su planta de tratamiento de aguas residuales, teniendo las siguientes características:
 - 766.48 ml de tuberías PVC de 160 mm y 270.55 ml de tuberías PVC 200mm, NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible.
 - 270.55 ml de tuberías PVC de 200 mm y 270.55 ml de tuberías PVC 200mm, NTP ISO 4435: 2005, con sistema de empalme a unión flexible.
 - 27 buzones de concreto simple $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, de 1.20 m de diámetro, de altura variable $H=1.00 \text{ m}$ y losa superior con tapa de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.
 - 45 conexiones domiciliarias compuestas de caja y tapa de registro de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$, de 0.75 x 45m, tubo de descarga de PVC 160mm, cachimba de PVC 160mm.
- b) El estudio topográfico determinó la configuración en planta y perfil de la red de alcantarillado, considerando la distribución de las manzanas y las pendientes de las calles. Asimismo facilitó la ubicación más adecuada para la planta de tratamiento de aguas residuales.
- c) Los diámetros de la red de alcantarillado, tanto de la red colectora como de la tubería emisora, se determinaron para llevar el flujo de diseño determinado en como Caudal de Diseño, donde la red colectora se diseñó para un caudal de 0.477 lt/seg (el 80% del

caudal medio horario) y la tubería emisora para el diseño de la planta de tratamiento para un caudal de 1.665 lt/seg, considerando los aportes por contribución de excretas y por infiltración de lluvias a través de los buzones.

- d) El tamaño de la población futura ha influido en el diseño de la red de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales, ya que determina el caudal de aporte al sistema total. El tamaño de dicha población se calculó en 312 habitantes al año 2041.

4.2 Contrastación de hipótesis general

Análisis y diseño integral del Sistema de Alcantarillado para mejorar la Calidad de Vida del Anexo Unión Santa Rosa, Distrito de coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

CONTRASTACIÓN:

La hipótesis de la investigación, de hecho se cumplirá, cuando la obra este ejecutada, no obstante la influencia del saneamiento básico sobre la calidad de vida de una población puede proyectarse o tener un grado de certeza con las estadísticas de salud, de la zona y según los informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que indica [18] “En un estudio de la OMS de 2012 se calcula que cada dólar invertido en saneamiento produce un rendimiento de US\$ 5,50, traducido en menores costos de atención de salud, más productividad y menos muertes prematuras...”

Para ello refiere a que:

[11] Los beneficios de la mejora del saneamiento se extienden más allá de la reducción del riesgo de diarrea. Estos beneficios incluyen:

- Reducción de propagación de lombrices intestinales, esquistosomiasis y tracoma, enfermedades que provocan sufrimiento a millones de personas;
- La reducción de la gravedad y las consecuencias de la malnutrición;
- La promoción de la dignidad y el aumento de la seguridad, especialmente entre las mujeres y las niñas;
- Promoción de asistencia a la escuela: la asistencia de las niñas se ve potenciada especialmente por el establecimiento de instalaciones de saneamiento separadas.
- El potencial de recuperación de agua, energía renovable y nutrientes de los desechos fecales.

También en el reporte “Relación del agua, el Saneamiento y la Higiene con la Salud” de la sección a Agua, Saneamiento y Salud (ASS) de la OMS, se indica: (Organización Mundial de la Salud, 2004) [19] “La mejora del saneamiento reduce la morbilidad por diarrea en un 32%.”

En consecuencia, la calidad de vida del Anexo Unión Santa Rosa, se verá fortalecida cuando se ejecuten las obras de saneamiento, demostrando así la afirmación de la hipótesis general.

4.3 Contrastación de hipótesis específicas

- El Diseño Hidráulico de la red de alcantarillado y su planta de tratamiento de aguas residuales influye en el mejoramiento de la Calidad de Vida del Anexo Unión Santa Rosa, Distrito de

Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

CONTRASTACIÓN:

Influye notablemente el diseño hidráulico tanto de la red como de la planta de tratamiento, puesto como ya se demostró en la contratación de la hipótesis general.

- La topografía del terreno influye en el mejoramiento de la Calidad de Vida del Anexo Unión Santa Rosa, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

CONTRASTACIÓN:

La topografía influye notablemente en el mejoramiento de la calidad de vida del anexo Unión Santa Rosa puesto brinda las herramientas necesarias para realizar la configuración de la red de alcantarillado puesto nos permite observar la situación actual del proyecto: sus perímetros, las cotas de los buzones existentes, los desniveles del terreno a lo largo de las calles representados por cotas y empezar con el proceso de análisis y diseño hidráulico.

- Diseñar los elementos de la red de alcantarillado influye en el mejoramiento de la Calidad de Vida del Anexo Unión Santa Rosa, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

CONTRASTACIÓN:

Influye notablemente puesto es el inicio del análisis hidráulico mediante el cálculo del caudal de diseño $Q_{diseño}=0.477$ L/seg el cual sirvió para poder diseñar la red de alcantarillado y luego el caudal de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales con un caudal de $Q_{ptar}=1.665$ L/seg, con ello comenzar con el diseño hidráulico.

- Establecer la población beneficiaria influye en el mejoramiento de la Calidad de Vida del Anexo Unión Santa Rosa, Distrito de Coronel Castañeda, Parinacochas, Ayacucho.

CONTRASTACIÓN:

La población futura influye notoriamente en la determinación de los caudales de diseño como hemos visto en el desarrollo del proyecto, por ejemplo:

$$Q_{pd} = \frac{P_D \times D}{86,400(\text{seg} / \text{día})}$$

Dónde: P_D : Población de diseño (hab)

D : Dotación (lt/hab/día)

Q_{pd} : Caudal promedio diario anual

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_{pd}$$

Dónde: Q_{mh} : Caudal máximo horario

Q_{pd} : Caudal promedio diario anual

$$Q_{diseño} = 0.80 \times Q_{mh}$$

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño para red de alcantarillado

V. Conclusiones

Con los resultados de esta investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- a) Con el análisis preliminar del sistema de alcantarillado se verificó la situación actual del servicio, determinándose que es inexistente, con acciones muy precarias por parte de los pobladores para resolverla en forma individual. Siendo la población de diseño de 312 habitantes calculada mediante el Método de Crecimiento Aritmético, con lo cual se definió que la planta de tratamiento para este caso es un Tanque séptico con pozas de infiltración. En tal sentido, el estudio topográfico determinó que el emplazamiento de la planta de tratamiento sea al noroeste del centro poblado, a una distancia aproximada de 200 m, donde los vientos corren de Este a Oeste y con el estudio de suelos se determinó la capacidad de infiltración del suelo.
- b) Respecto al diseño integral de la red de alcantarillado, el análisis hidráulico determino que el caudal diseño es de 0.477 lt/seg. Requiriéndose la instalación de 766.48 m de tuberías PVC de 160 mm para la red colectora con 27 buzones de concreto y 45 conexiones domiciliarias, además de 270.55 m de tuberías PVC 200mm para la tubería emisora.
- c) En cuanto a la variable dependiente se realizó un análisis estadístico y probabilístico, indicado en la constatación de la hipótesis general, donde tomando las estadísticas publicadas por el MINSA y la OMS, existe un 97.14% de certeza que las tasa de EDAS se reduzcan al 19.11% cuando el sistema entre pleno funcionamiento, lo que se traduce en la mejora de la calidad de vida.
- d) Con el uso del modelo numérico SewerGems V8i se redujo el tiempo de cálculo y se diseñó la red de alcantarillado con precisión optimizada, tomando en cuenta las condiciones especificadas por las normas.

VI. Recomendaciones

- a) Que el municipio local desarrolle las gestiones necesarias para que antes de 3 años se dé inicio a las obras propuesta en esta investigación.
- b) Desarrollar un expediente técnico que defina costos, tiempos de ejecución e ingeniería de detalle.
- c) Desarrollan campañas de capacitación sobre el uso adecuado del agua y las buenas prácticas de higiene.
- d) Aplicar el modelo numérico SewerGems V8i en investigaciones similares.

VII. Referencias bibliográficas

- [1] Choez, H. y Zambrano, L. Tesis: “*Estudio y diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario de la Lotización 19 de Diciembre, del cantón Jipijapa*”. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, 2017.
- [2] Mendoza, A. Tesis: “*Diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado mediante sistema condominial para mejoramiento de calidad de vida, Asociación Las Vegas Carabaylo, Lima, 2018*”. Universidad César Vallejo. Lima, 2018.
- [3] Madrid, R. Tesis: “*Diseño de la red de alcantarillado para el AA. HH. Carmen Rosa Mendoza Uribe del distrito de San Andrés, provincia de pisco, departamento de Ica*”. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, 2015.
- [4] Bernal, C. “*Metodología de la Investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*”. Universidad de La Sabana. Bogotá D.C., 2010.
- [5] Hernández, Fernández & Baptista. “*Metodología de la investigación*”. Editorial Mc. Graw-Hill. México D.F., 2010.
- [6] Arias, F. “*El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*”. Editorial Episteme. Caracas, 2006.
- [7] Salinas, P. “*Metodología de la Investigación Científica*”
http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia_investigacion.pdf;jsessionid=0EA73C272D758476173059B7C40D1402?sequence=1
- [8] Sabino, C. “*El Proceso de investigación*”. Ed. Panapo. Caracas, 1992.
http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso_investigacion.pdf
- [9] Valderrama, *Pasos para elaborar Proyectos de Investigación Científica*. Lima, 2015.
- [10] MINSA: “*Casos notificados de enfermedades diarreicas agudas: Distritos año 2021 SE.2*”. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades.
<https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/cdistritos/2021/02/EDAS.pdf>
- [11] DIRESA: “*Enfermedades diarreicas agudas-Parinacochas 2011*”. Dirección Regional de Salud - Ayacucho, 2011.
- [12] MINEDU, ESCALE: Servicios Educativos: Ficha de datos: I.E. 24359, Unión Santa Rosa. Ministerio de Educación. Estadística de la calidad educativa, 2022.
http://escale.minedu.gob.pe/PadronWeb/info/ce?cod_mod=0717504&anexo=0
- [13] MVCS: “*Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*”. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1743222/ANEXO%20RM%20192-2018-VIVIENDA%20B.pdf.pdf>
- [14] INEI: “*Proyecciones de población 2000-2015*”. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2022.

- <https://www.inei.gob.pe/buscador/?tbusqueda=Proyecciones+de+poblaci%C3%B3n+#url>
- [15] MCVS: Reglamento Nacional de Edificaciones: Obras Sanitarias (Normas OS - DS N° 011-2006-VIVIENDA). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2022.
https://ww3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf
- [16] MCVS: Reglamento Nacional de Edificaciones: Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones. Norma IS.010. DS N° 017-2012. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2022.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366675/60%20IS.010%20INSTALACIONES%20SANITARIAS%20PARA%20EDIFICACIONES%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf>
- [17] MCVS: Reglamento Nacional de Edificaciones: Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones. Tanques Sépticos, Norma IS.020. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2022.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366689/61%20IS.020%20TANQUES%20S%C3%89PTICOS.pdf>
- [18] OMS: Saneamiento: Beneficios de la mejora del saneamiento. Organización Mundial de la Salud. 2022.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- [19] OMS: "*Relación del agua, el Saneamiento y la Higiene con la Salud*". Organización Mundial de la Salud. Agua, Saneamiento y Salud (ASS), 2004.