

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante los
softwares Civil 3D y sewerCAD para la urbanización Las Américas –
Juliaca**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Elias Gerson Pari Mamani
Huver Alata Apaza

Asesor:

Mag. Fritz Willy Mamani Apaza

Juliaca, agosto de 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Fritz Willy Mamani Apaza, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO MEDIANTE LOS SOFTWARES CIVIL 3D Y SEWERCAD PARA LA URBANIZACIÓN LAS AMÉRICAS – JULIACA”** de los autores **Elías Gerson Pari Mamani** y **Huver Alata Apaza** tiene un índice de similitud de 20% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 6 días del mes de agosto del año 2024.



Mg. Fritz Willy Mamani Apaza

Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 06 día(s) del mes de agosto del año 2027 siendo las 15:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Heron Dubony Pari Lanza el (la) secretario(a): Msc. E. C. C.
Mamani Chambi y los demás miembros: Mg. Lily
Lea Gonzales y el (la) asesor(a) Mg. Fritz Willy
Mamani Apaza

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:
Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante los softwares Civil 3D y sewerCAD para la urbanización las Américas - Juliaca.

del(los) bachiller(es): a) Pari Mamani Elias Gerson
 b) Cezlata Apaza Fluvio
 c) _____

conducente a la obtención del título profesional de:
Ingeniero Civil
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Pari Mamani Elias Gerson

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Cezlata Apaza Fluvio

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
 Presidente/a
[Firma]
 Asesor/a
[Firma]
 Bachiller (a)

[Firma]
 Miembro
[Firma]
 Bachiller (b)

[Firma]
 Secretaria/a

 Miembro

 Bachiller (c)

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
Capitulo I. Introducción.....	11
Capitulo II. Marco Teórico.....	12
Capitulo III. Materiales y métodos.....	13
Software sewerCAD.....	13
Software civil 3D.....	14
Levantamiento topográfico.....	15
Suelos.....	15
Población.....	15
Periodo de Diseño.....	16
Dotación.....	16
Caudal de Diseño.....	16
Cálculo de caudal de contribución proveniente del uso doméstico.....	16
Caudal por infiltración.....	17
Caudal de contribución por conexiones erradas.....	17
Capitulo IV. Resultados y Discusión.....	18
Levantamiento topográfico y trabajo de gabinete.....	18
Suelos.....	18
Población.....	19
Dotación.....	19
Uso Doméstico.....	19

Otros Usos	20
Variación de consumo K	20
Caudal de Diseño	21
Caudal del Sistema de distribución de agua.....	21
Caudal de contribución al desagüe de usos domésticos y no domésticos	22
Caudal de Infiltración.....	23
Caudal de Conexiones erradas	23
Ubicación, recubrimiento de tuberías y cámaras de inspección.....	24
Modelamiento en civil 3d.....	24
Modelamiento software sewerCAD	27
Parámetros de modelamiento.....	27
Reporte del modelamiento de buzones	28
Reporte del modelamiento de Tuberías.....	28
Modelamiento Hidráulico combinando sewerCAD y Civil 3D “Pipe Network”	29
Capitulo V. Conclusiones y Recomendaciones.....	33
Referencias	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Modelamiento en Civil 3D en Planta</i>	25
Figura 2 <i>Perfil Longitudinal de la Av. México en SewerCAD</i>	30
Figura 3 <i>Perfil Longitudinal de la Av. México en Pipe Network</i>	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Dotación para Sistema con Conexión Domiciliaria</i>	20
Tabla 2	20
Tabla 3 <i>Coefficiente de Variación de Consumo</i>	21
Tabla 4 <i>Datos Generales para el Cálculo del Sistema de Alcantarillado</i>	21
Tabla 5 <i>Caudal de Uso Doméstico</i>	22
Tabla 6 <i>Caudal de Infiltración</i>	23
Tabla 7 <i>Caudal de Modelamiento Total</i>	24
Tabla 8 <i>Reporte de Resultados en Tuberías y Buzones en Av. México</i>	26
Tabla 9 <i>Reporte de Buzones Av. México</i>	28
Tabla 10 <i>Reporte de Tuberías Av. México</i>	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. <i>Evidencia de Sumisión de la Tesis</i>	36
Anexo B. <i>Copia de Resolución de Inscripción del Perfil</i>	36
Anexo C. <i>Copia de Resolución de Cambio de Título</i>	36

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante los softwares Civil 3D y sewerCAD para la urbanización Las Américas – Juliaca

RESUMEN:

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de realizar el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario para la urb. Las Américas de la ciudad de Juliaca, haciendo el uso del software Civil 3D, un método que combina el proceso manual de modelamiento, y sewerCAD, una herramienta de modelamiento automatizado. Para realizar este diseño se realizaron actividades como el levantamiento topográfico por el método altimétrico para la obtención de curvas de nivel más precisas, un estudio demográfico y un estudio de suelos, todo esto para realizar un modelamiento óptimo y cumplir con los parámetros exigidos por la norma peruana.

Los resultados de este modelamiento fueron muy favorables, cumpliendo con todos los parámetros exigidos por el reglamento nacional de edificaciones, como caudal de diseño de 22.31 L/s, velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 1.3 m/s, tensión tractiva mínima de 1.3 pa y máxima de 7.1 pa, pendiente mínima de 0.5% y máxima de 6.48%, en la relación tirante diámetro se obtuvo 55.6% siendo un 75% como máximo permitido por el RNE.

Se concluye que el modelamiento de alcantarillado sanitario fue realizado de manera óptima, además, los aplicativos civil 3D y sewerCAD, son de gran utilidad en proyectos de alcantarillado sanitario, puesto que, las aplicaciones de cada software se complementan de manera adecuada y desarrollan juntos un modelamiento, cálculo y análisis óptimo en este tipo de proyectos.

Palabras clave: Aguas residuales, civil 3D, red de alcantarillado, sewerCAD.

Design of the sanitary sewer system using the Civil 3D and sewerCAD software for the Las Américas urbanization – Juliaca

ABSTRACT:

The development of this research work was carried out in order to carry out the hydraulic design of the sanitary sewer system for the city. The Americas of the city of Juliaca, making use of Civil 3D software, a method that combines the manual modeling process, and sewerCAD, an automated modeling tool. To carry out this design, activities such as topographic survey were carried out using the altimetric method to obtain more precise contour lines, a demographic study and a soil study, all to perform optimal modeling and meet the parameters required by the standard Peruvian.

The results of this modeling were very favorable, complying with all the parameters required by the national building regulations, such as a design flow of 22.31 L / s, a minimum speed of 0.6 m / s and a maximum of 1.3 m / s, a driving voltage minimum of 1.3 pa and maximum of 7.1 pa, minimum slope of 0.5% and maximum diameter of 6.48% being a maximum of 75% allowed by the RNE.

It is concluded that the sanitary sewer modeling was carried out optimally, in addition, the 3D and sewerCAD civil applications are very useful in sanitary sewer projects, since the applications of each software complement each software appropriately and together develop a optimal modeling, calculation and analysis in this type of project.

Keywords: Sewer network, civil 3D, sewerCAD, wastewater.

Capítulo I. Introducción

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática, en una encuesta publicada en el año 2022, cerca de una 23.7% de habitantes del Perú no cuenta con acceso a una red de alcantarillado sanitario, mientras que en el departamento de Puno informa que un 20% de habitantes de este departamento no cuentan con el acceso a una red de alcantarillado sanitario (INEI 2022). Durante la elaboración de la presente investigación encontramos que los pobladores de la Urb. Las Américas buscaron alternativas para suplir esta necesidad, tales como; fosa séptica, biodigestor, letrina, pozo ciego, etc. Siendo algunas costosas y otras no tan efectivas, perjudicando su salud propia, ya que una mala evacuación de desechos sanitarios puede traer enfermedades y malos olores.

La urbanización las Américas se encuentra en una de las provincias más grandes del departamento de Puno en el Perú, este no es ajeno a la falta de acceso a servicios básicos ni al constante crecimiento poblacional que hay en el país, por esto el correcto modelamiento de alcantarillado sanitario es un elemento fundamental para la preservación de la salud pública en esta zona, además, del cuidado del medio ambiente. El avance tecnológico y desarrollo de softwares nos permiten diseñar y analizar redes de alcantarillado sanitario, entre estos softwares encontramos CIVIL 3D una aplicación desarrollada por Autodesk, esta aplicación nos permite realizar un modelaje inicial de tuberías y buzones para el transporte e inspección de los desechos sanitarios domésticos e industriales.

Capítulo II. Marco Teórico

Por otro lado, encontramos OpenFlows sewerCAD una aplicación desarrollada por la empresa Bentley System que nos permite diseñar, analizar y modelar redes de alcantarillado sanitario. (Doroteo Calderón 2014) en su investigación recomienda el uso del software sewerCAD por su buen rendimiento al momento de disminuir problemas de funcionamiento ocasionados por problemas de pendientes, caudales y velocidades de las aguas residuales.

De igual forma, (Sanchez Marin 2023) en su investigación titulada “Modelamiento del sistema de alcantarillado sanitario y conexiones domiciliarias, en la localidad periférica el platanar en Cascas, Gran Chimú – La Libertad, usando el programa sewerCAD”, menciona que el uso del software sewerCAD nos permite reducir problemas por mal funcionamiento a causa de velocidades mínimas, pendientes por debajo de lo permitido y sedimentación de excretas ocasionadas por una tensión tractiva baja. Haciendo el uso del software sewerCAD realizamos un óptimo modelamiento de alcantarillado sanitario.

En este contexto, el objetivo de la investigación fue diseñar hidráulicamente el sistema de alcantarillado sanitario para la urbanización “Las Américas” combinando los softwares autodesk civil 3d y sewerCAD, esto con el fin de que ambos softwares se complementen y suplan las deficiencias que tienen, esto se hizo con el fin de obtener resultados más amplios y completos, con mucha más información precisa y detallada, cumpliendo con los parámetros exigidos por el RNE siendo estos; velocidades mínimas, caudales, diámetros y distancias de tuberías, alturas de buzón, pendientes mínimas, tensión tractiva, etc. con la finalidad de evaluar, comparar y complementar ambos resultados para un sistema eficiente de la red de alcantarillado sanitario.

Capítulo III. Materiales y métodos

Para el modelamiento del alcantarillado sanitario en la urb. Las Américas fue necesario utilizar los siguientes programas: autodesk civil 3D para el modelamiento preliminar, Bentley sewerCAD para el modelamiento, cálculo y análisis, y Microsoft Excel para procesar datos obtenidos en campo.

Los tipos de investigación se pueden dividir en descriptivos, correlacionales, explicativos y aplicativas. la orientación de la presente investigación es explicativa.

De otro punto la investigación es cuantitativa, ya que se obtendrán datos numéricos respecto al modelamiento hidráulico de las redes de alcantarillado sanitario mediante el software sewerCAD.

Además, el nivel de investigación es relacional, ya que busca proponer una alternativa de solución utilizando conocimientos, tecnologías y teorías y de esta manera evaluar el proceso, resultados e impactos que se originarán.

La población es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación (Lopez 2004). Para efectos de esta investigación la población será el proyecto de alcantarillado sanitario, urb. Las Américas

La muestra es el proyecto “Modelamiento del sistema de alcantarillado sanitario mediante los softwares autodesk civil 3D y sewerCAD urbanización “las américas”, La población será de más de 460 habitantes y tiene un área de 18.05 hectáreas.

Para realizar un correcto y eficiente modelamiento de un sistema de alcantarillado sanitario se debe de contar con la siguiente información.

Software sewerCAD

Es un programa especializado en la evaluación y modelamiento de redes de alcantarillado sanitario, ya que este software hace posible la evaluación de redes ya existentes

comprobando parámetros exigibles por el RNE, tales como; velocidades mínimas, pendientes mínimas, caudales, longitudes máximas de acuerdo al diámetro de la tubería, altura de buzones, tensión tractiva, entre otros. Cuenta con un amplio catálogo de tuberías y permite el modelamiento por gravedad como por líneas de impulsión, también permite el modelamiento de canales, alcantarillado combinado, cuencas de drenaje, etc.

El principal aspecto para elegir este programa fue que nos permite realizar un modelamiento automatizado, ya que optimiza los diámetros de la red, basándose en criterios establecidos por el usuario, tales como: pendientes mínimas y máximas, tirantes máximos, velocidades máximas y mínimas y cobertura en los recolectores del sistema. Al tener nuestra superficie creada en el civil 3d, junto con nuestro plano urbanístico y red de tuberías será necesario exportarlo en formato LandXML e importarlo en el sewerCAD.

Software civil 3D

Este programa ampliamente conocido en el mundo de la ingeniería es necesario para un modelamiento de redes de alcantarillado, ya que este programa es el que nos permitirá crear nuestra superficie con nuestras curvas de nivel, esto a partir de nuestro levantamiento topográfico.

El modelamiento con Pipe NETWORK es eficiente ya que se caracteriza por brindarnos un reporte exacto de la cantidad de buzones y tuberías, pendientes exactas, reporte de perfiles longitudinales detalladas, secciones y movimiento de tierra esto con el fin de obtener un óptimo reporte de metrados (Ramos Solórzano 2020). De igual manera, (Barreros Ortiz 2017) en su investigación recomienda tener cuidado al diseñar las redes de alcantarillado, ya que suelen existir desfases entre tuberías, lo que perjudicaría al resultado final.

Al igual que el sewerCAD este programa nos permite definir parámetros iniciales para nuestro modelamiento, pendientes mínimas y máximas, datos de caudal y longitud máxima de tuberías respecto a su diámetro, nos permite modificar la altura de los buzones a nuestro gusto

al igual que las pendientes, para después poder verificar si cumplen con los parámetros exigidos.

Levantamiento topográfico

La primera parte de este modelamiento requirió de un levantamiento topográfico, tal como indica la norma OS.070 redes de aguas residuales necesitamos información topográfica como plano de lotización y curvas de nivel a cada 1m (RNE 2021a). para este proceso se realizó un levantamiento topográfico usando el método altimétrico con un dron de alta precisión.

Suelos

La norma nos indica que debemos tener conocimiento general del área de alcance del modelamiento (RNE 2021a). Se realizaron estudios para saber la granulometría y perfil estratigráfico del terreno.

Población

Para determinar la población actual se desarrolló un censo utilizando la encuesta como técnica para la recopilación de datos sobre la cantidad de habitantes en la zona de investigación. Para las nuevas habilitaciones de viviendas se consideró una densidad de 6 hab/vivienda (RNE 2021b).

Para determinar la población final la norma nos indica realizar proyecciones de acuerdo al periodo de modelamiento y tasa de crecimiento (RNE, 2018), este último lo obtuvimos del Instituto Nacional de Estadística e informática. La fórmula del método Geométrico es la siguiente:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf: Población Futura (Hab)

Pa: Población Actual (Hab)

n: Periodo de diseño (Años)

r: Tasa de crecimiento (%)

Periodo de Diseño

Para determinar el periodo de Diseño la Guía de Orientación para Elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento nos propone diseñar con un periodo de modelamiento de 20 años para redes del sistema de agua potable y alcantarillado (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento 2016)

Dotación

(Méndez Flores 2011) menciona que es la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades de consumo de un habitante por día y debe ser proporcionada por un sistema de abastecimiento público en entornos domésticos, comerciales, industriales o de servicio público como colegios o entidades estatales.

La norma OS.100 (RNE 2021b), por su parte nos indica que la dotación promedio diaria anual por habitante, se obtendrá en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprueba la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará los valores mostrados en la siguiente tabla para conexiones de uso doméstico.

Para las dotaciones no domesticas se utilizó según se indica en la norma (RNE 2021a).

Caudal de Diseño

Cálculo de caudal de contribución proveniente del uso doméstico

Para el cálculo de caudal sanitario de uso doméstico se utilizó la siguiente formula:

$$Q_{san} = K2 * ((Pf * Dot * C)/86400)$$

Donde:

Qsan = Caudal sanitario

K2 = Variación de Consumo por demanda horaria

Dot = Dotación

C = Caudal de Contribución al Alcantarillado

Pf = Población futura

Caudal por infiltración

Para esta parte del modelamiento debemos tener en cuenta las aguas que se infiltran en la red colectora a través de uniones en mal estado, conexiones domiciliarias, nivel freático alto, cajas de registro. Para el cálculo de este caudal se utilizó la siguiente fórmula.

$$Q_{inf} = (Fl * L) + ((380 * N^{\circ}Buzones)/86400)$$

Donde:

Qinf: Caudal por infiltración (L/s)

Fl: Coeficiente de Infiltración

L: Longitud del tramo de colector (Km)

Caudal de contribución por conexiones erradas

Este tipo de caudal es proveniente principalmente de aguas pluviales que ingresan al drenaje a causa de conexiones ilícitas realizadas por un porcentaje de los propietarios de las conexiones. Para hallar este caudal se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q_{ce} = 0.05 * Q_{mh}$$

Donde:

Qce: Caudal por conexiones erradas

Qmh: Caudal máximo horario

El sistema de alcantarillado sanitario para la urbanización fue de tipo convencional, cuyos componentes son; cámaras de inspección, redes de recolección y conexiones domiciliarias.

Capítulo IV. Resultados y Discusión

Para el modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario se consolidó como parámetros de modelamiento las disposiciones del RNE OS 0.60, RNE OS 070, RNE OS 100 e IS 0.10.

Levantamiento topográfico y trabajo de gabinete

El levantamiento topográfico se hizo con el Dron Mavic 3 Multiespectral junto con el GPS Diferencial Trimble R12i, la urbanización cuenta con un BM con coordenadas norte 8285192.29; este: 374384.99 y elevación: 3851.479 m.s.n.m.

El procesamiento de datos (puntos topográficos) se realizó en el software Civil 3D para crear nuestra superficie cumpliendo con lo exigido en el reglamento (RNE 2021a), las curvas de nivel mayores a 1 metro y las menores a 5 metros, obteniendo como punto más alto en la urbanización la elevación de 3852.159 m.s.n.m. y la menor a 3850.538 m.s.n.m., obteniendo así una diferencia de cotas de 1.6 metros, al contar con el plano urbanístico solo quedó identificar el número de lotes, identificando viviendas, instituciones públicas y privadas ya sean de salud, educación, deporte, parques, iglesias, etc.

Finalmente se propuso un trazado de redes preliminar (tuberías y buzones), para poder analizarlo y modificarlo si es necesario.

Suelos

Se recolectó muestras de 2 calicatas, en ambas calicatas se encontraron 2 tipos de estratos, dándonos un total de 4 muestras y se llevaron a laboratorio para su análisis, los ensayos realizados fueron: perfil estratigráfico, análisis granulométrico y clasificación de suelos.

De los ensayos en laboratorio se encontró:

Calicata 1:

Del perfil estratigráfico se observó un nivel freático bajo (2.10 m), de la muestra 1 la clasificación SUCS del suelo fue GM (grava limosa) y su clasificación AASHTO A-1-a (0) y de la muestra 2 la clasificación SUCS del suelo fue SM (arena limosa) y su clasificación AASHTO A-2-4 (0).

Calicata 2:

Del perfil estratigráfico se observó un nivel freático bajo (2.30), de la muestra 1 la clasificación SUCS del suelo fue GC (grava arcillosa) y su clasificación AASHTO A-1-a (0), de la muestra 2 la clasificación SUCS del suelo fue CL (arcilla de baja plasticidad) y su clasificación AASHTO A-7-6.

Población

Se acudió al RNE OS. 100, que dicta una densidad poblacional de 6 hab/vivienda para nuevas habilitaciones para vivienda. El número de conexiones fue de 481 según el plano de lotización, el periodo de modelamiento (T) para redes de sistema de agua potable y alcantarillado fue de 20 años (Guía de Orientación Para Elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento, 2016), la tasa de crecimiento (r) fue de 2.50% en la provincia San Román según el Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método geométrico ya que es confiable y consiste en un crecimiento exponencial constante, en el que se considera que la cantidad de habitantes que se incrementa será la misma por cada unidad de tiempo.

De los cálculos se obtiene para el periodo de modelamiento de 20 años una población futura de 4739 habitantes para el año 2043.

Dotación

Uso Doméstico

La dotación promedio diaria está definido por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), OS.100, la dotación para la Urb. Las Américas corresponde a una zona urbana con clima frío. En la tabla 1 se muestra la dotación de agua para las conexiones domiciliarias.

Tabla 1*Dotación para Sistema con Conexión Domiciliaria*

Ítem	Descripción de Usuario	Clima	Dotación
1	Sistema con Conexión Domiciliaria	Frío	180

Otros Usos

La Urb. Las Américas cuenta con distintos tipos de entidades públicas y privadas de uso comercial, educativo, recreacional, industrial. Las dotaciones para estos usos fueron extraídas de el RNE I.S.010-Instalaciones Sanitarias para Edificaciones (RNE 2012). La tabla 2 muestra las dotaciones para cada tipo de tipo de usuario encontrado en el área de estudio.

Tabla 2*Dotación de Agua para Sistema de Otros Usos*

Ítem	Descripción de Usuario	Unidad	Dotación
1	I.E.S. "Eduardo de Habich"	L/Hab/Día	50
2	Iglesia Adventista "Las Américas"	L/Asiento/Día	3
3	Grass Deportivo "Las Américas"	L/Espectador/Día	1
4	Almacén Industrial	L/Día/m ²	0.5
5	Taller Industrial	L/Trabajador/Día	80
6	Parque Recreativo "Las Américas"	L/Día/m ²	2
7	Grifo "San Román"	L/Día/Surtidor	300

Variación de consumo K

(Rodríguez Ruiz 2001), menciona que: "Las variaciones de consumo máximo horario se definen como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, dependiendo de los hábitos y actividades de la población. Estos cambios se notan con mayor intensidad en

ciudades pequeñas, debido a una menor o ninguna actividad comercial e industrial”, se consideró también tal como lo indica en el RNE OS.070.

Para la Urb. Las Américas, se consideró el porcentaje de Caudal máximo horario, para este modelamiento el coeficiente máximo anual de demanda horaria está indicado en la tabla 3.

Tabla 3

Coeficiente de Variación de Consumo

Ítem	Coeficiente	Valor
1	Máximo Anual de la Demanda Horaria	2.5

Se optó por un coeficiente de variación K2 de 2.5 debido a la población que tiene la urb. Las Américas, tomando en cuenta también lo citado en el anterior párrafo.

Caudal de Diseño

Caudal del Sistema de distribución de agua

La Urb. Las Américas contará con diferentes dotaciones para cada tipo de institución, que fueron obtenidos por el Uso doméstico, Uso industrial, uso comercial, uso recreacional, uso institucional. El resumen de los datos para el cálculo de caudal se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Datos Generales para el Cálculo del Sistema de Alcantarillado

Parámetros	Datos	Fuente
Periodo de Diseño	20	RNE
C. de Variación Horaria	2,5	RNE
Población Actual	2892	RNE

Densidad Poblacional	6	RNE
Número de Conexiones	474	Plano Lotización
Número de Instituciones	7	Plano Lotización
Tasa de Crecimiento Poblacional	2.5	INEI
Dotación Doméstica	180	RNE
Dotación de Instituciones	Tabla 2	RNE

Caudal de contribución al desagüe de usos domésticos y no domésticos

Se realizó los cálculos de los caudales que contribuyen al desagüe provenientes del uso doméstico, los cuales se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Caudal de Uso Doméstico

T	Año	Habitantes	Densidad	N. Conexiones	Dotación	Qp	K2	Qmh	F	Qcd
0	2023	2892	6	481	180	6.03	2.5	15.06	0.8	12.05
1	2024	2964	6	481	180	6.18	2.5	15.44	0.8	12.35
...
19	2042	4623	6	481	180	9.63	2.5	24.08	0.8	19.26
20	2043	4739	6	481	180	9.87	2.5	24.68	0.8	19.75

Los datos obtenidos de esta tabla son:

Caudal de diseño obtenido por el uso doméstico $Q_{cd} = 19.75$ L/s

Para la Urb. Las Américas se considerará un crecimiento Vertical, ya que esta Urb. Ya tiene los Límites establecidos por lo que tendrá un crecimiento vertical.

Caudal unitario con un crecimiento vertical de $Q_u = 0.044$ L/s

Los caudales para los usos no domésticos, de acuerdo a las dotaciones de acuerdo a la tabla 2 es:

Caudal de consumo no doméstico $Q_{cnd} = 0.577$ L/s

Caudal de Infiltración

Durante el Proceso constructivo de los sistemas de alcantarillado sanitario, no siempre estas serán construidas e instaladas de la mejor calidad. Por este motivo en la Urb. Las Américas se consideró los caudales por infiltración. En este modelamiento se consideró utilizar tuberías de PVC tipo SEL, estas tienen poca posibilidad de infiltración de agua, sin embargo, es necesario considerar este caudal para tener resultados del modelamiento óptimos. Además, se consideró la infiltración en los buzones de inspección debido a las precipitaciones pluviales. La tabla 6 muestra el cálculo del caudal de infiltración.

Tabla 6

Caudal de Infiltración

Datos	Caudal de Infiltración
Coefficiente de Infiltración = 0.05 l/s/km	0.266 l/s
Longitud del Tramo	5.32 km
Número de Buzones	111 und
Total	0.754

Caudal de Conexiones erradas

Debido a las intensas lluvias en la zona de estudio, muchos propietarios optan por conectar las bajantes de aguas pluviales de sus jardines, patios y techos al sistema de alcantarillado sanitario, generalmente de material concreto. Esta práctica, aunque común, puede generar un considerable caudal que se aportará en el diseño.

En este diseño, se ha considerado el caudal proveniente de estas conexiones irregulares, estimando un valor equivalente al 5% del caudal máximo horario (Qmh) de aguas residuales domésticas.

Para el cálculo del caudal de diseño total debemos sumar los caudales de uso doméstico y no doméstico, caudal por infiltración y caudal de conexiones erradas, el resultado de esta operación es de un caudal de diseño de un Qce de 1,23 l/s.

Tabla 7

Caudal de Modelamiento Total

Descripción	Resultados
Caudal Doméstico y no Doméstico	20.32 l/s
Caudal por Conexiones Erradas	1.23 l/s
Caudal por Infiltración	0.75 l/s
Caudal de Diseño Total	22.31 l/s

Ubicación, recubrimiento de tuberías y cámaras de inspección

Con el plano de lotización se procedió a ubicar posibles buzones y una posible red, con las consideraciones que dicta el reglamento. Preliminarmente se consideró diseñar toda la red con tubería PVC serie 25 tipo SEL de 200 mm y buzones de 1.20 m de diámetro, en la avenida Argentina se consideró una tubería a cada lado de la calzada ya que esta mide más de 20 metros, la altura mínima de las cámaras de inspección preliminarmente se consideró de 1.20 metros.

Modelamiento en civil 3d

Creación de la red de alcantarillado en la herramienta "Pipe Network"; elección de tuberías y cámaras de inspección, diámetros, secciones y material; configuración de "reglas"

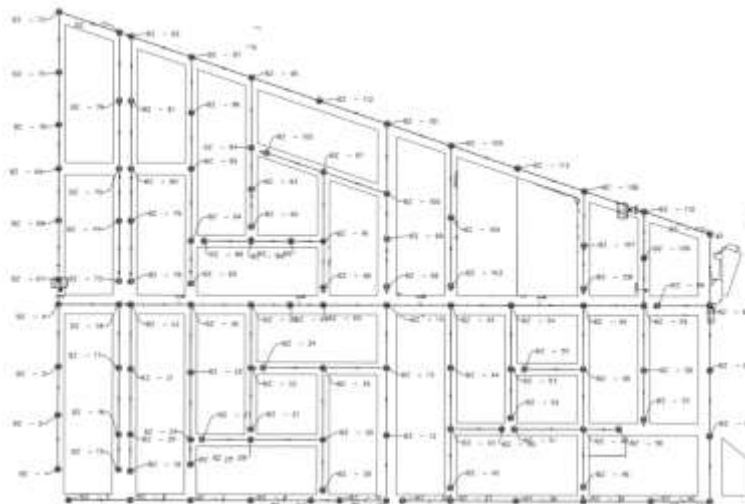
esto con el fin de que el programa detecte errores como: que la tubería sobrepase su longitud máxima, si la pendiente no cumple los límites mínimos o máximos, si la conexión de tuberías esta desfasada y si la altura de buzones es exagerada; configuración de etiquetas, direcciones de flujo, caudales y configuración de perfiles y secciones; se asignó como red principal al tramo que se encuentra en la Av. México; ya definida las redes principales procedemos a trazar los colectores junto con las cámaras de inspección, esto con la herramienta pipe network que ya está previamente configurada.

Se realizó el modelamiento con tubería de PVC serie 25 tipo SEL, de diámetros 160 mm, 200 mm y 250 mm, de sección circular, y en caso de las cámaras de inspección, de 1.20 m de diámetro en todas las ubicaciones, se colocaron buzones de arranque en lugares necesarios. Del modelamiento y cálculo se obtuvo que al realizar pruebas iniciales en algunos tramos no cumplía con los parámetros mínimos de pendiente y se tenían alturas de buzón exageradas, las cuales se procedieron a corregir de acuerdo a los resultados obtenidos en el sewerCAD.

Finalmente se obtuvo un modelamiento que cumpla con los parámetros y disposiciones que exige el RNE, cuyo modelamiento en planta se puede observar en la figura 1.

Figura 1

Modelamiento en Civil 3D en Planta



Del modelamiento se pudo obtener una red de alcantarillado que cuenta con 111 cámaras de inspección, de las cuales 25 son de arranque y una longitud total de 5.323 km. En todo nuestro sistema se encontró que la pendiente mínima es de 0.50% y la máxima de 5.76% en el tramo 48. Así mismo la altura de la cámara de inspección final fue de 5.25 metros, siendo esta la más profunda. De la longitud total del sistema de alcantarillado sanitario, 4694.08 m fueron tuberías de 6" de diámetro, 570.6 m de diámetro de 8" y 57.82 m de diámetro 10". De nuestra red principal ubicada en la Av. México, encontramos 9 cámaras de inspección, una longitud de tubería total de 571.795 metros, 288.145 m de tubería de 160 mm, 225.83 m de 200 mm y 57.82 m de 250 mm de diámetro.

En la tabla 8 se puede observar un registro detallado de las características de la red principal.

Tabla 8

Reporte de Resultados en Tuberías y Buzones en Av. México

Tubería	Diámetro (mm)	Pendiente (%)	Longitud (m)	Buzón	Altura (m)
Tramo 100	160.00	0.79	53.01	Bz-72	2.95
Tramo 101	160.00	0.85	10.37	Bz-77	3.40
Tramo 102	160.00	0.58	52.81	Bz-82	3.45
Tramo 103	160.00	0.50	52.81	Bz-87	3.40
Tramo 104	160.00	0.56	59.57	Bz-95	3.35
Tramo 105	160.00	0.51	59.57	Bz-112	3.40
Tramo 106	200.00	0.53	56.20	Bz-101	3.95
Tramo 107	200.00	0.52	58.25	Bz-105	4.00
Tramo 108	200.00	0.50	58.60	Bz-113	3.95
Tramo 109	250.00	1.31	52.78	Bz-108	4.20

Para el cálculo de los parámetros hidráulicos, Pipe Network, no es un modelo hidráulico, así que no nos permite calcular datos como caudales, velocidades y tensión tractiva, es decir que, si se quiere modelar netamente con Pipe network, estos datos deberán ser calculados manualmente o con algún otro software.

Modelamiento software sewerCAD

Parámetros de modelamiento

Para diseñar en sewerCAD, fue necesario establecer parámetros de modelamiento de acuerdo a la normativa vigente en nuestro país (RNE OS.010, RNE OS.070 Y RNE OS.100). Velocidad mínima 0.6 m/s; Cobertura mínima 1m; pendiente mínima 0.5%; tensión tractiva mínima 1 Pa; lámina de agua máxima respecto al diámetro de la tubería 75%; caudal mínimo 1.5 L/s.

Sobre la importación de los datos del terreno (curvas de nivel), se puede hacer directamente desde el software sewerCAD, admitiendo archivos de tipo .dwg y .dxf para su importación, pero se tendrá la dificultad al realizar el trazado de redes ya que este software, si bien es cierto, tiene las propiedades para colocar los buzones y redes, estas no tendrás precisión en cuanto a las coordenadas exactas donde se requiere colocar los buzones de control, por lo que se deberá tener mucho cuidado al colocar los puntos de conexión a las viviendas, las redes de alcantarillado sanitario y los buzones de control.

Para corregir este problema se ha implementado el uso del software CIVIL 3D y su herramienta pipe NETWORK, allí pudimos realizar el correcto trazado de redes, colocando puntos y polilíneas acorde a la topografía de la urbanización.

De esta manera corregimos y optimizamos el modelamiento del sistema de alcantarillado sanitario, teniendo la ubicación precisa de los puntos de conexión, pendientes en las tuberías y coordenadas exactas para la colocación de los buzones de control.

Reporte del modelamiento de buzones

Establecimos en el software sewerCAD que la profundidad mínima de los buzones de inicio tendría un mínimo de 1.2 m. Para el proceso constructivo las alturas de buzón fueron múltiplos de 5 esto facilitará el proceso constructivo y tendremos un modelamiento mucho más preciso y óptimo.

Para efectos de esta investigación se muestra en la tabla 9 el reporte de buzones de la Av. México de la urb. Las Américas el cual es la red principal.

Tabla 9

Reporte de Buzones Av. México

Etiqueta	Cota de Tapa (m)	Cota de Fondo (m)	Progresiva (m)	Profundidad (m)
Bz - 91	3851.76	3848.76	5+84	3.00
Bz - 42	3851.77	3848.32	5+29	3.45
Bz - 44	3851.74	3848.24	5+18	3.50
Bz - 40	3851.34	3847.94	4+64	3.40
Bz - 25	3851.11	3847.66	4+10	3.45
Bz - 73	3850.80	3847.35	3+49	3.45
Bz - 45	3851.00	3847.05	2+88	3.95
Bz - 38	3850.80	3846.75	2+31	4.05
Bz - 74	3850.40	3846.45	1+72	3.95
Bz - 35	3850.44	3846.14	1+12	4.30
Bz - 31	3850.67	3845.47	0+58	5.20

Reporte del modelamiento de Tuberías

Con todos los parámetros establecidos se realizó el modelamiento de tuberías, algunos tramos de la red de alcantarillado no cumplían con lo establecido por la norma, como el caudal

por lo que se recurre a distintos escenarios de cálculo y modelamiento dentro del software sewerCAD para corregir estos errores.

En la tabla 10 se muestra el reporte de tuberías de la Av. México que cumplen con las exigencias del RNE.

Tabla 10

Reporte de Tuberías Av. México

Etiqueta	Caudal (l/s)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Tensión Tractiva (pa)	Tirante Hidráulico (%)	Diámetro (mm)
Tubería Tramo 41	1.50	0.83	0.62	1.43	23.6	160.00
Tubería Tramo 86	1.86	0.77	0.64	1.49	27.6	160.00
Tubería Tramo 87	2.72	0.57	0.64	1.38	33.7	160.00
Tubería Tramo 88	4.02	0.53	0.70	1.55	38.7	160.00
Tubería Tramo 89	4.70	0.52	0.72	1.62	40.8	160.00
Tubería Tramo 90	4.97	0.50	0.73	1.61	44.6	160.00
Tubería Tramo 85	7.41	0.53	0.81	1.95	38.7	200.00
Tubería Tramo 84	7.96	0.52	0.82	1.95	39.8	200.00
Tubería Tramo 83	8.13	0.53	0.84	2.02	40.6	200.00
Tubería Tramo 82	8.62	1.26	1.16	4.10	51.4	200.00
Tubería Tramo 91	21.16	0.54	1.07	2.94	47.1	250.00

Modelamiento Hidráulico combinando sewerCAD y Civil 3D “Pipe Network”

Ya vimos que Civil 3D nos permitió desde un inicio trabajar la superficie (curvas de nivel), encontrar la pendiente del terreno y poder exportar estos resultados a sewerCAD.

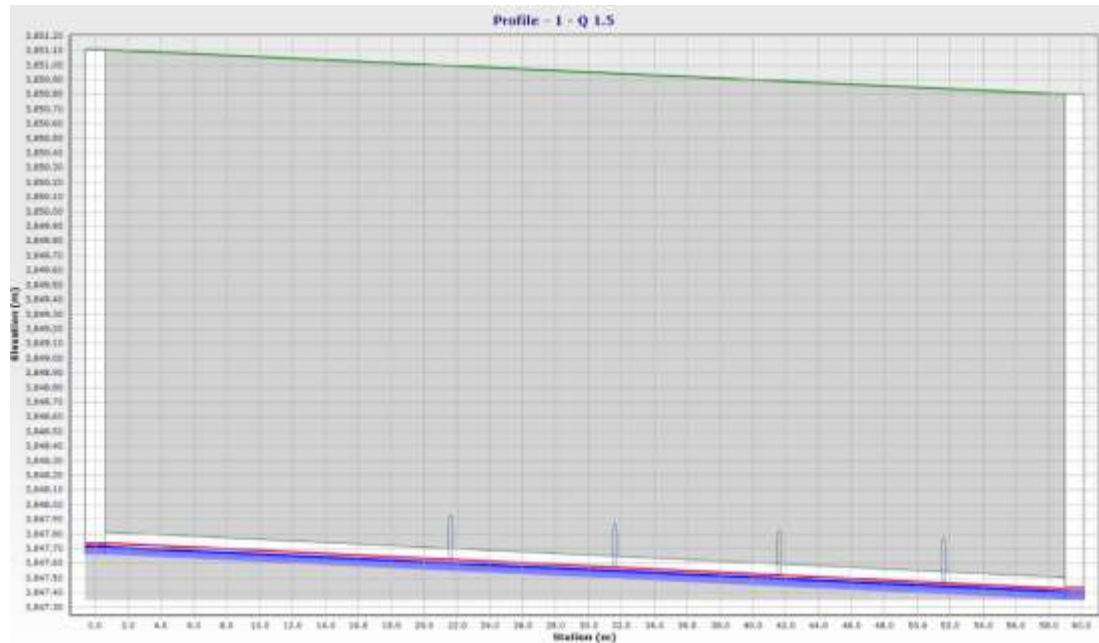
SewerCAD nos permitió realizar el modelamiento hidráulico y calcular los parámetros hidráulicos, obteniendo datos como; caudales, velocidades, tensión tractiva, lámina de agua,

pendientes, etc, estos resultados cumplían con los parámetros del RNE, el problema es que estos resultados solo eran números, los resultados gráficos que se obtuvieron no eran comprensibles, además al momento de exportar estos resultados al civil 3d estos no se copiaban en las coordenadas originales, por lo tanto alteraban la superficie y esto conllevaba a un desfase de pendientes y altura de buzones, aquí es donde entró Pipe Network, complementando esta deficiencia, ya que a partir de los resultados hidráulicos obtenidos en SewerCAD.

Finalmente se pudo diseñar el sistema de redes, tuberías, buzones, pendientes, etc; obteniendo un resultado grafico ideal y con muchos detalles para una futura fase de ejecución.

Figura 2

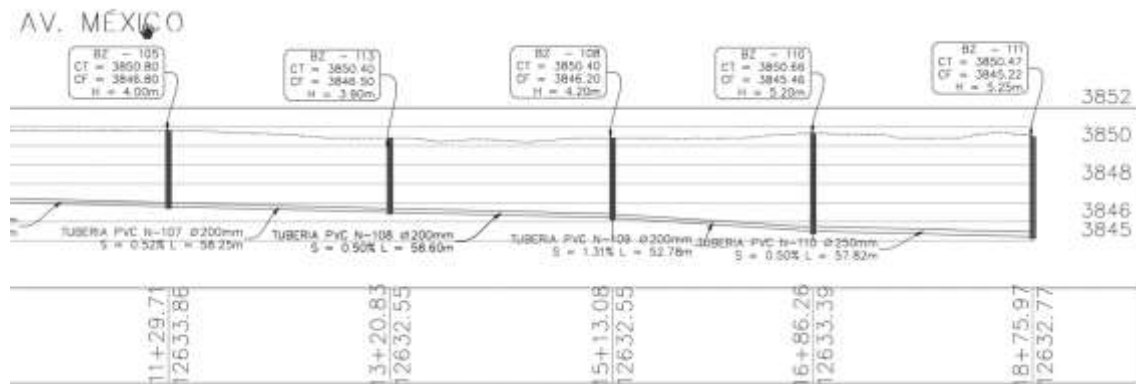
Perfil Longitudinal de la Av. México en SewerCAD



En la figura 2 se observa que el perfil obtenido del sewerCAD para la Av. México no es comprensible, tratándose solo de líneas representativas, y números, que para una fase de ejecución no son comprensibles.

Figura 3

Perfil Longitudinal de la Av. México en Pipe Network



En la figura 3 se observa un perfil detallado, con toda la información necesaria para una futura ejecución, con la longitud de tuberías, diámetro de las mismas, información de buzones, pendientes, etc; Siendo esto un resultado óptimo y completo que se obtuvo a partir de la combinación de dichos softwares.

Del cálculo del sistema de alcantarillado mediante el programa civil 3d, (Ramos Solórzano 2020) obtuvo resultados similares en cuanto a parámetros normativos para este tipo de diseño, sin embargo, menciona que usar la herramienta pipe NETWORK para el diseño de alcantarillado sanitario permite un alto nivel de productividad pero que en muchos casos no cumple con los parámetros exigidos en la norma OS-070 tales como, tensión tractiva mínima, pendientes mínimas y velocidades mínimas, y para corregir esto se tiene que recurrir a métodos tradicionales, tales como las hojas de cálculo en Excel. Por otra parte, en la presente investigación no se tuvo que recurrir a métodos manuales para el cálculo de parámetros

exigidos por la norma, esto a causa de que se usó el software sewerCAD en el que podemos modificar cada parámetro para así tener un diseño óptimo.

Respecto a los resultados que se obtuvieron del modelamiento de alcantarillado sanitario en la urb. Las Américas usando el software sewerCAD, podemos analizar del modelamiento.

(Linares Cisneros 2020) obtuvo resultados no favorables en el modelamiento de la red de alcantarillado, optando por incrementar alturas de los buzones y reubicar tuberías para poder cumplir con la norma OS.070 (tensión tractiva, pendiente mínima). De igual forma en nuestro diseño se tuvieron que incrementar profundidades en todos los buzones a excepción de aquellos que sean buzones de inicio, debido a que estos no permitían que se cumplan parámetros exigidos por la norma OS.070, tales como pendientes mínimas, velocidades mínimas, tensión tractiva mínima, luego de la corrección se logró cumplir con estos parámetros. Podemos reducir el tiempo en el análisis del modelamiento fijándonos en los parámetros establecidos por la norma, y que estos mismos parámetros estén contemplados en el apartado de Analysis>>Design Constraints del software sewerCAD, así evitaremos errores en el modelamiento del sistema de alcantarillado, además, estamos de acuerdo con el autor antes mencionado, al mencionar que es necesario recurrir a programas especializados para obtener resultados óptimos, sin embargo, agregamos que también es necesario incluir otras herramientas tales como: CIVIL 3D y su herramienta pipe NETWORK, para tener resultados mucho más precisos y óptimos en este caso al detallar los componentes del diseño y terreno.

(Sanchez Marin 2023) en los resultados obtenidos en la sección de reporte de buzones, obtiene buzones de una profundidad de 10 metros siendo estos no viables para el proceso constructivo, optando por incluir una estación de bombeo. En el análisis de resultados de alturas de buzones encontramos buzones de una profundidad máxima de 5.25 metros, este resultado del análisis hidráulico demuestra que el sistema funciona correctamente en términos de capacidad hidráulica, velocidades de flujo y prevención de sedimentaciones, incluso con la

altura de buzón de 5.25 metros. Las velocidades de flujo se encuentran por encima del mínimo establecido en la norma OS.070, asegurando la capacidad de autolimpieza del sistema, además, tenemos una topografía plana donde debemos de cumplir la pendiente mínima de 0.5%. Las profundidades de las tuberías y pozos de inspección en una red de alcantarillado pueden optimizarse mediante un trazado de redes adecuado en Civil 3D, que priorice una pendiente favorable. El diseño y análisis hidráulico en SewerCAD, a partir del trazado optimizado, permite obtener un sistema eficiente y óptimo.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

Se concluye que el modelamiento del sistema de alcantarillado sanitario se realizó siguiendo las normas técnicas del RNE OS 060, OS 070 y OS 100. Se obtuvieron datos de la población, del estudio de suelos y del levantamiento topográfico para determinar los caudales, la dirección del flujo y las características del terreno. Los cálculos hidráulicos se realizaron mediante el software SewerCAD. Los resultados de la pendiente, velocidad, tensión tractiva y tirante hidráulico se encuentran dentro de los rangos exigidos por el RNE OS 070. En resumen, el sistema de alcantarillado sanitario diseñado es adecuado para la población futura y cumple con las normas técnicas vigentes. A continuación, se detallan algunos de los resultados más relevantes. Pendiente: entre 0.5% y 6.5% (mínima según RNE OS 070: 0.5%), Velocidad: entre 0.6 m/s y 1.3 m/s (mínima según RNE OS 070: 0.6 m/s; Caudal máximo según RNE OS 070: 5 m/s), Caudal: entre 1.5 l/s y 21.16 l/s (mínima según RNE OS 070: 1.5 l/s), Tensión tractiva: entre 1.3 Pa y 7.1 Pa, Tirante hidráulico: máximo de 51.7% (máximo según RNE OS 070: 75%), Este sistema permitirá mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente.

Se concluye que se logró modelar las pendientes, alturas de buzón, longitud y dimensionamiento de tuberías, fueron calculadas y dibujadas mediante el software sewerCAD y civil 3D, siendo este último más preciso y especializado en dibujo y cálculo de pendientes, así también toda la red fue trazada en el civil 3d con la herramienta pipe network, para un resultado con la información necesaria para una futura ejecución del proyecto. Del modelamiento se pudo obtener una red de alcantarillado que cuenta con 111 cámaras de inspección, de las cuales 25 son de arranque, una longitud total de 5.323 km. De la longitud total de tuberías del sistema de alcantarillado sanitario, 4694.08 m son tuberías de 6" de diámetro, 570.6 m de diámetro de 8" y 57.82 m de diámetro 10".

Se concluye que el diseño de redes de alcantarillado se optimiza a través de la sinergia entre Autodesk Civil 3D y su herramienta Pipe Network y SewerCAD. Civil 3D permite el levantamiento topográfico y la definición de la pendiente del terreno, información crucial para determinar la dirección del flujo. SewerCAD se utiliza para el modelado hidráulico, refinando el trazado preliminar y optimizando la ubicación de los buzones. La exportación de la información hidráulica a Civil 3D se facilita mediante Pipe Network, que traza las redes en sus coordenadas originales, incorporando los parámetros de diseño y generando un resultado gráfico detallado con toda la información necesaria para la ejecución del proyecto. Esta integración de herramientas permite un diseño preciso, eficiente y visualmente comprensible y, además, cumpliendo con todos los parámetros exigidos por la norma peruana.

Referencias

- Barreros Ortiz, Marco Antonio. 2017. "Diseño Del Sistema de Alcantarillado Sanitario Con La Depuración de Las Aguas Residuales Del Sector San Isidro Nuevo, Parroquia Mulliquindil Santa Ana, Provincia de Cotopaxi." Universidad Tecnica de Ambato.
- Doroteo Calderón, Félix Rolando. 2014. "Diseño Del Sistema de Agua Potable, Conexiones Domiciliarias y Alcantarillado Del Asentamiento Humano 'Los Pollitos' – Ica, Usando Los Programas Watercad y Sewercad." Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- INEI. 2022. "Acceso a Los Servicios Básicos En El Perú 2021." *Instituto Nacional de Estadística e Informática* 50.
- Linares Cisneros, Cramer. 2020. *Evaluación Comparativa Del Diseño Del Sistema de Alcantarillado Sanitario Aplicando El Software Sewercad En La Localidad de Maceda, Lamas 2020.*
- Lopez, Pedro Luis. 2004. "Población Muestra y Muestreo." *Punto Cero* 09(08):1–6.
- Méndez Flores, Santiago Andrés. 2011. "Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial y Tratamiento de Aguas Servidas de La Urbanización San Emilio Santiago." Universidad San Francisco de Quito.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2016. *Guía de Orientación Para Elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento.*
- Ramos Solórzano, José Antonio. 2020. "Comparación de Un Modelamiento Hidraulico Del Sistema de Alcantarillado Con y Sin El Programa Pipe En Autocad Civil." Universidad Peruana los Andes.
- RNE. 2012. "Instalaciones Sanitarias Norma Is.010." P. 37 in *Reglamento Nacional de Edificaciones.*
- RNE. 2021a. "Norma Os. 070 Redes de Aguas Residuales." in *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima: Gobierno del Peru.

RNE. 2021b. "OS - 100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria."

Reglamento Nacional de Edificaciones 356.

Rodríguez Ruiz, Pedro. 2001. *ABASTECIMIENTO DE AGUA*. 2001st ed. Mexico: 2001.

Sanchez Marin, Rodrigo Alessandro. 2023. "Diseño Del Sistema de Alcantarillado Sanitario y

Conexiones Domiciliarias, En La Localidad Periferica El Platanar En Cascas, Gran

Chimú – La Libertad, Usando El Programa Sewercad." Universidad Privada Antenor

Orrego - UPAO.

ANEXOS

Anexo A. Evidencia de Sumisión de la Tesis



Jiutepec, Morelos, a 17 de junio de 2024

ELIAS GERSON PARI MAMANI
HUVER ALATA APAZA
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, PERÚ
P R E S E N T E

Con esta fecha recibimos en nuestra redacción su trabajo "**Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante los softwares Civil 3D y sewerCAD para la urbanización Las Américas – Juliaca**" y la carta de originalidad respectiva.

Apreciamos su colaboración. De acuerdo con la Política Editorial de *Tecnología y ciencias del agua*, su texto será sometido a un proceso de revisión del cual les estaremos informando.

Sin más por el momento, les reitero nuestro agradecimiento por habernos distinguido con su confianza.

ATENTAMENTE
LA COORDINADORA EDITORIAL


LIC. HELENA RIVAS LÓPEZ

Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, 62550 Jiutepec, Morelos, México. Teléfono: + (52) (777) 329 3600, exts. 532 y 605, fax: 329 3670 y 329 3661. Coordinación editorial y proceso de arbitraje: lyca_cp@gnail.com. Suscripciones: comercializa@teloc.imta.mx. Registrada en Thomson Reuters Science Citation Index® (SCI) • Expanded Thomson Reuters Research Alert® (RA) • Índice de revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (2013-2018) • EBSCO (Fuente Académica Premier AISC, Geobase, como Marine, Oceanographic and Freshwater Resources) • ProQuest (Cambridge Scientific Abstracts) • Elsevier (Fluid Abstracts, Process Engineering, Fluid Abstracts, Civil Engineering) • CAS Abstracts, CAS Internacional • Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), Universidad Nacional Autónoma de México • Periódica (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), Universidad Nacional Autónoma de México • Catálogo Meta (Hemeroteca Latinoamericana), Universidad Nacional Autónoma de México • Actualidad Iberoamericana, CIT-El, Instituto Iberoamericano de Información en Ciencia y Tecnología • Sistema de Información Científica Redalyc, Universidad Autónoma del Estado de México. Otras fuentes: también puede encontrarse su acceso en Google académico.

Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, CP- 62550, Jiutepec, Morelos.
Tel: (777) 329 3600 www.gob.mx/imta



Anexo B. Copia de Resolución de Inscripción del Perfil

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

RESOLUCIÓN N° 0585-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 02 de agosto de 2022

VISTO:

El expediente de **Huver Alata Apaza**, identificado(a) con Código Universitario N° 201811998 y **Elias Gerson Pari Mamani**, identificado(a) con Código Universitario N° 201810056, de la Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Huver Alata Apaza** y **Elias Gerson Pari Mamani**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante el software autodesk SSA Urbanización Las Américas - Juliaca" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 02 de agosto de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante el software autodesk SSA Urbanización Las Américas - Juliaca**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Mag. Fritz Willy Mamani Apaza** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Ing. Ecler Mamani Chambi** y **Ing. Lily Zea Gonzales**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

CC:
-Interesado
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo

Anexo C. Copia de Resolución de Cambio de Título



“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

RESOLUCIÓN N° 0435-2024/UPeU-FIA-CF-I

Lima, Ñaña 02 de julio de 2024

VISTO:

El expediente de **Elias Gerson Pari Mamani**, identificado(a) con código universitario N° 201810056 y **Huver Alata Apaza** identificado(a) con código universitario N° 201811998 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del proyecto de tesis;

Que **Elias Gerson Pari Mamani** y **Huver Alata Apaza**, han solicitado la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante el software autodesk ssa urbanización Las Américas – Juliaca.”;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 02 de julio de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar la modificación de la denominación del proyecto de tesis titulado “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante el software autodesk ssa urbanización Las Américas – Juliaca.”, por el de: “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante los softwares civil 3d y sewerCAD para la urbanización Las Américas – Juliaca.”, en el registro respectivo y disponer que con la orientación de su asesor el(la) **Mtro. Fritz Willy Mamani Apaza**, sea desarrollado y ejecutado el proyecto de tesis por **Elias Gerson Pari Mamani** y **Huver Alata Apaza**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución, a partir de la inscripción inicial.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Ph.D. Silvia Píco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

CC:

- Interesado
- Asesor
- DGI
- Archivo