



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA
CIUDADELA LAS COLINAS CANTÓN BALSAS, PROVINCIA DE EL
ORO

JARAMILLO CHAMBA FRANCISCO JAVIER
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA CIUDADELA LAS COLINAS CANTÓN BALSAS, PROVINCIA
DE EL ORO

JARAMILLO CHAMBA FRANCISCO JAVIER
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDADELA
LAS COLINAS CANTÓN BALSAS, PROVINCIA DE EL ORO

JARAMILLO CHAMBA FRANCISCO JAVIER
INGENIERO CIVIL

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO

MACHALA, 16 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
16 de febrero de 2022

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudadela Las Colinas cantón Balsas, provincia de El Oro

por Francisco Javier Jaramillo Chamba

Fecha de entrega: 10-feb-2022 12:58p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1759411395

Nombre del archivo: la_ciudadela_Las_Colinas_cant_n_Balsas,_provincia_de_El_Oro.txt (16.53K)

Total de palabras: 2601

Total de caracteres: 13624

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudadela Las Colinas cantón Balsas, provincia de El Oro

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

< 1%

★ www.sastago.com

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, JARAMILLO CHAMBA FRANCISCO JAVIER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudadela Las Colinas cantón Balsas, provincia de El Oro, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 16 de febrero de 2022



JARAMILLO CHAMBA FRANCISCO JAVIER
0704584085

RESUMEN

Uno de los problemas más recurrentes al cual hacen frente muchos de los cantones del país, es la falta de un adecuado sistema de evacuación y saneamiento de las aguas residuales. En el presente trabajo se propuso el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la ciudadela Las Colinas, sector ubicado en el cantón Balsas, con la finalidad de dar solución a uno de los servicios básicos más importantes; mejorando de esta manera la calidad de vida de los habitantes del sector además de reducir el impacto ambiental que provocan las actuales descargas a las fuentes hídricas. Se realizó una visita técnica al lugar, la cual permitió obtener un claro panorama de la problemática existente, esto también gracias a la ayuda del GAD Municipal del cantón, el mismo que proporcionó los datos planimétricos y catastrales, mientras que, para obtener el perfil del terreno fue necesario hacer uso de la herramienta Google Earth, logrando contar con la información necesaria para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto. El dimensionamiento de un sistema de alcantarillado a gravedad se lo realizó para un periodo de vida útil de 30 años, con las respectivas estimaciones de población futura y caudales de diseño, cumpliendo con los parámetros de la normativa vigente. El resultado final fue un sistema de alcantarillado de 2072.85m de longitud, compuesto por dos colectores principales con un diámetro de 200mm, e interconectados entre sí por 33 pozos de revisión.

PALABRAS CLAVE: DISEÑO, ALCANTARILLADO SANITARIO, IMPACTO AMBIENTAL

ABSTRACT

One of the most recurring problems faced by many of the country's cantons is the lack of an adequate wastewater evacuation and sanitation system. In the present work, the design of a sanitary sewer system for the Las Colinas citadel, a sector located in the Balsas canton, was proposed in order to provide a solution to one of the most important basic services; thus improving the quality of life of the inhabitants of the sector as well as reducing the environmental impact caused by current discharges to water sources. A technical visit to the place was carried out, which allowed obtaining a clear overview of the existing problems, this also thanks to the help of the Municipal GAD of the canton, the same one that provided the planimetric and cadastral data, while, to obtain the profile of the terrain it was necessary to use the Google Earth tool, obtaining the necessary information to carry out the development of this project. The dimensioning of a gravity sewage system was carried out for a useful life of 30 years, with the respective estimates of future population and design flows, complying with the parameters of current regulations. The final result was a sewerage system 2072.85m long, made up of two main collectors with a diameter of 200mm, and interconnected with each other by 33 inspection wells.

KEYWORDS: DESIGN, SANITARY SEWER SYSTEM, ENVIRONMENTAL IMPACT

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS	8
Objetivo General:	8
Objetivos Específicos:	8
DESARROLLO	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
MARCO TEÓRICO	9
Aguas residuales	9
Alcantarillado sanitario	9
Tuberías	9
Pozos de revisión	10
MARCO METODOLÓGICO	10
Datos topográficos	10
Trazado de la red	11
Ubicación y altura de los pozos	11
Periodo de diseño	12
Población futura	13
Método aritmético	13
Método Geométrico	13
Método de Saturación	14
Áreas tributarias	14
Dotación	14
Factor de retorno	15
Caudal medio diario	15
Caudal máximo horario	16
Caudal de infiltración	16
Caudal por conexiones erradas	17
Caudal de diseño	17
Aportación del caudal de diseño en cada tramo de la red	17
Diseño de la red de alcantarillado sanitario	17
Resultados	21
CONCLUSIONES	23

BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXO 1	26
ANEXO 2	28
ANEXO 3	30
ANEXO 4	31
ANEXO 5	32
ANEXO 3	32
ANEXO 6	33
ANEXO 7	34
ANEXO 8	35

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el agua se ha convertido en un recurso indispensable, debido a sus múltiples usos como: agricultura, industria, ganadería y sobre todo el uso doméstico,[1] por ende, este líquido vital se está convirtiendo en un recurso cada vez más escaso, que será necesario preservar para garantizar la vida humana.[2]

La distribución del agua es un reto muy serio y de la misma manera, el tratamiento de las aguas residuales, ya que trae consigo problemas de contaminación que se generan desde el tratamiento de las mismas hasta llegar a su disposición final [3]. Alrededor de un 80 a 90% de estas aguas son vertidas directamente en los cuerpos hídricos.[4]

En América latina sólo la mitad de la población cuenta con un sistema de saneamiento que permita la recolección de las aguas residuales.[5]

En Ecuador la mayoría de las aguas residuales producidas en los diferentes cantones son vertidas directamente en los cuerpos hídricos sin antes recibir ningún tipo de tratamiento, en unos casos debido a una mala planificación o en otros a la ausencia de sistemas de alcantarillado. [6]

Balsas como muchos de los cantones rurales de la provincia y del país se enfrenta a uno de los problemas más recurrentes que acarrea el crecimiento poblacional y la falta de servicios básicos en las zonas periféricas del cantón. Este problema se ve reflejado en la ciudadela Las Colinas, sector que actualmente no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario que permita recolectar y evacuar las aguas servidas hacia la planta de tratamiento.

Debido a que el suministro de agua potable junto a los sistemas de saneamiento son dos de los servicios básicos fundamentales para garantizar una vida saludable a la población se propuso una solución a uno de los dos problemas anteriormente mencionados.[7] Por lo tanto, el presente trabajo se enfoca en diseñar una red de alcantarillado para la ciudadela Las Colinas, el cual estará compuesto por ramales secundarios y un ramal principal que se encargará de llevar las aguas residuales producidas en el sector hacia la red principal del cantón y finalmente será dirigida a la planta de tratamiento.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario con el fin de brindar este servicio básico a los moradores de la ciudadela "Las Colinas" perteneciente al cantón Balsas, provincia de El Oro.

Objetivos Específicos:

- Recopilar la información necesaria para determinar los parámetros de diseño a emplearse.
- Realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario, garantizando su funcionamiento a gravedad.
- Verificar que los resultados obtenidos se encuentren dentro de los requerimientos impuestos por la normativa vigente.

DESARROLLO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciudadela Las Colinas del cantón Balsas actualmente no cuenta con uno de los servicios básicos más importantes, como lo es un sistema de alcantarillado eficiente que permita la evacuación de las aguas residuales que se producen en el sector.

Con la finalidad de hacer frente a esta carencia, los moradores del sector han optado en algunos casos por recolectar sus aguas residuales en un sistema de pozos sépticos, mientras que en otros casos se ha preferido descargar las aguas directamente a las quebradas que pasan por el lugar, dando así paso a la proliferación de virus y bacterias que pueden provocar enfermedades de varios tipos a la población.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aguas residuales

Las aguas residuales se definen como los líquidos que han sido empleados por el ser humano en procesos domésticos, comerciales, institucionales e industriales.[8]

2.2. Alcantarillado sanitario

Es una red de tuberías y obras complementarias empleadas en la conducción, ventilación y evacuación de las aguas residuales de una población.[9]

2.3. Tuberías

Las redes de alcantarillado son compuestas por una serie de tubos y conexiones acoplados entre sí con uniones herméticas; las tuberías podrían ser de diferentes materiales como el acero, concreto o el más comúnmente usado PVC.[9]

2.4. Pozos de revisión

Son estructuras que permiten la unión dos tramos de una red de alcantarillado, y son utilizados para acceder desde la calle al interior de la red, permitiendo así la verificación del buen funcionamiento del sistema, además, permiten maniobras de limpieza y mantenimiento.[9]

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La ciudadela “Las Colinas” es un sector urbano que se ubica al oeste del cantón Balsas, en la provincia de El Oro.



Figura 1. Ubicación de la ciudadela las Colinas.

Fuente: Google Earth

3.2. Datos topográficos

Conocer con exactitud la topografía del lugar resulta ser un requerimiento fundamental para realizar un correcto trazado del sistema de alcantarillado.

Los datos planimétricos y catastrales de la ciudadela fueron proporcionados por el GAD municipal del cantón Balsas, mientras que las curvas de nivel del sector fueron

obtenidas en el software AutoCAD Civil a partir de puntos extraídos de la herramienta virtual Google Earth.

3.3. Trazado de la red

Mediante los datos topográficos obtenidos y gracias a los planos catastrales fue posible realizar el trazado de la red a lo largo de las carreteras actualmente existentes y en las carreteras proyectadas por el municipio, abarcando así una longitud total del sistema de 2072.85m.

3.4. Ubicación y altura de los pozos

Mediante el perfil topográfico elaborado en AutoCAD Civil 3D fue posible obtener las coordenadas y elevaciones de los pozos de revisión proyectados en la red.

POZO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN (m)
P1	630276.4045	9584527.1677	671.07
P2	630202.1152	9584537.4680	664.77
P3	630127.2785	9584547.8441	657.63
P4	630084.3250	9584554.5141	653.86
P5	630031.4067	9584561.1367	653.69
P6	629976.4892	9584568.7511	651.18
P7	629927.5889	9584575.5311	650.65
P8	629873.1125	9584583.0843	652.79
P9	629798.8232	9584593.3845	653.14
P10	629724.5339	9584603.6847	654.49
P11	629938.9459	9584674.9002	661.96
P12	629989.7153	9584667.8726	663.68
P13	630231.0603	9584758.8788	681.37
P14	630201.2355	9584717.3405	668.06
P15	630142.9117	9584636.1104	658.27
P16	630174.9399	9584629.8948	658.36
P17	630205.4008	9584573.9347	659.91
P18	630101.7849	9584662.5253	655.28
P19	630037.0286	9584597.7173	654.26
P20	629869.4136	9584507.8669	653.36
P21	629908.6242	9584517.0408	644.93
P22	629877.2406	9584436.4447	644.52
P23	629957.1429	9584492.8736	648.89
P24	629937.7967	9584416.9961	645.62
P25	630030.7211	9584493.0310	651.94
P26	629979.7982	9584406.6166	650.85
P27	630091.4956	9584455.3090	652.79
P28	630057.3482	9584407.8281	652.50
P29	629789.1690	9584464.7305	642.22
P30	629739.8219	9584408.3589	641.87
P31	629719.3935	9584336.6716	640.37
P32	629787.3278	9584286.3730	640.25
P33	629790.3102	9584235.6214	639.54

Tabla 5. Ubicación y elevación de pozos de revisión

Fuente: El autor.

3.5. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo durante el cual el sistema de alcantarillado diseñado tendrá la capacidad de atender la demanda proyectada. Este parámetro será el que definirá las condiciones básicas del proyecto como la calidad de la construcción, la capacidad de atender la demanda futura y su operación y mantenimiento. [10]

Por ser un sector urbano del cantón, para el proyecto se consideró asumir un periodo de diseño de 30 años.

3.6. Población futura

Debido a que el uso y consumo del agua va ir aumentando con el tamaño de la población, se torna imprescindible realizar una proyección de la población al final del periodo de diseño.

Para la estimación de la población futura se consideraron tres métodos de crecimiento, el método aritmético, el método geométrico y el método por saturación; Dando como resultado de la población futura un promedio de 603 habitantes.

3.6.1. Método aritmético

Es un método que presenta un crecimiento lineal en el cual se asume que la población va ir aumentando de manera constante a lo largo del periodo de diseño.[11]

$$P_f = P_a + r * t$$

Donde:

P_f = Población futura (hab)

P_a = Población actual (hab)

r = Tasa de crecimiento (hab/año)

t = Periodo de diseño (años)

La población futura obtenida mediante el método aritmético fue de 522 habitantes.

3.6.2. Método Geométrico

Es un método en el cual se asume que la población crece de manera exponencial y proporcional al tamaño de la misma.[11]

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

Donde:

P_f = Población futura (hab)

P_a = Población actual (hab)

r = Tasa de crecimiento (hab/año)

t = Periodo de diseño (años)

La población futura obtenida mediante el método aritmético fue de 683 habitantes.

3.6.3. Método de Saturación

Es un método el cual implica la necesidad de conocer la cantidad exacta de viviendas existentes y lotes vacíos, además del índice habitacional, para poder así estimar la cantidad máxima de habitantes que puede llegar a alojarse en el sector.

La población futura obtenida mediante el método aritmético fue de 416 habitantes.

....

3.7. Áreas tributarias

Las áreas tributarias o áreas de aportación sanitaria son aquellas que contribuirán al escurrimiento de las aguas hacia un tramo específico del sistema de alcantarillado y se trazarán en base a la topografía del lugar, tomando en cuenta también los sectores de futuro desarrollo.

En el caso del proyecto realizado, se trazaron áreas de aportación en toda la zona actualmente pobladas, además se consideraron también áreas de futura aportación en los primeros 20 metros a lo largo de las carreteras existentes y de futura proyección; Dando, así como resultado un área total de aportación de 8.74 Ha.

3.8. Dotación

Es la cantidad diaria de agua que necesita un habitante para cubrir sus necesidades, este consumo dependerá principalmente de varios factores socioeconómicos y del clima.[12]

Población futura (hab)	Clima	Dotación media futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	130 - 150
	Templado	130 - 160
	Cálido	170 - 200
5000 – 50000	Frío	180 - 200
	Templado	190 - 220
	Cálido	200 - 230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Tabla 2. Dotación de agua futura [13]

En el sector de estudio se pudo verificar que actualmente todas las viviendas cuentan con el servicio de agua potable. Por lo tanto, en base a las recomendaciones que nos propone la norma, se decidió asumir un valor de dotación futura de agua de 200 l/hab/día más un adicional de 1 l/hab/día por cada año del periodo de diseño dando, así como resultado una dotación futura de agua de 230 l/s/hab.

3.9. Factor de retorno

Se considera como la fracción de agua de la dotación doméstica que regresa como agua residual al sistema de evacuación sanitaria. [10]

Coefficientes de retorno de aguas servidas domésticas	
Nivel de complejidad del sistema	Coefficientes de retorno
Bajo y medio	0,7 - 0,8
Medio alto y alto	0,8 - 0,85

Tabla 3. Coeficientes de retorno

Fuente: EMAAP

Para el presente proyecto se decidió asumir un factor de retorno del 80%.

3.10. Caudal medio diario

Es el caudal promedio observado durante un año, y se calcula con la siguiente expresión[11]:

$$Q_m = (D * P * C)/86400$$

Donde:

D = Dotación (l/hab/día)

P = Población (hab)

C = Coeficiente de retorno (%)

Para el cálculo del caudal medio diario se decidió no considerar las aportaciones que podrían provenir del uso industrial, comerciales o institucional del agua, debido a la falta de este tipo de consumos en la ciudadela. Por lo tanto, se consideraron solo las aguas residuales de uso doméstico, las cuales nos dieron como resultado un caudal medio diario de 0.146 l/s/ha.

3.11. Caudal máximo horario

Es un hora del año durante la cual se presenta el mayor consumo y se calcula con la siguiente expresión[11]:

$$Q_{MH} = Q_m * K$$

Donde:

Q_{MH} = Caudal máximo horario (l/s)

K = Factor de mayoración

El caudal máximo horario obtenido durante la fase de diseño fue de 0.59 l/s/ha.

3.12. Caudal de infiltración

Es el caudal que aportan las lluvias o aguas freáticas a la red de alcantarillado cuando llegan a ingresar a través de conexiones o juntas defectuosas.

$$Q_{INF} = 0.2 \text{ l/s/ha} * Ap$$

Para el presente proyecto se decidió asumir un caudal de infiltración de 0.20 l/hab/ha.

3.13. Caudal por conexiones erradas

Aportes máximos por conexiones erradas	
Nivel de complejidad del sistema	Porte (l/s/ha)
Bajo y medio	0,2 – 0,2
Medio alto y alto	0,1 - 1

Tabla 4. Aportes para conexiones erradas [10]

Para el presente proyecto se decidió adoptar un caudal de 0.20 l/hab/ha.

3.14. Caudal de diseño

Es el caudal resultante de la suma entre el caudal de las aguas domésticas, de infiltración y de conexiones erradas. [11]

$$Q_{DIS} = Q_{MH} + Q_{CE} + Q_{INF}$$

Como resultado final se obtuvo un caudal de diseño de 0.99 l/s/ha.

3.15. Aportación del caudal de diseño en cada tramo de la red

La aportación de caudal se define como la cantidad diaria de agua que es entregada día a día a la red de alcantarillado.[14]

Para el cálculo de la misma en cada tramo de la red será necesario emplear la siguiente fórmula:

$$Q_{TRAMO} = Q_{DIS} * A_{aportación}$$

Una vez obtenidos los caudales de diseño en cada tramo de la red se verificó que estos no sean menores a 1.5 l/s y en caso de no cumplirse este requerimiento se asumió como caudal de diseño el valor de 1.5 l/s.

3.16. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

Una vez obtenidos los parámetros hidráulicos necesarios, se procedió a realizar el diseño de la red mediante el uso de una tabla del software Excel; todo esto ajustando los

valores de pendiente de cada tramo hasta así llegar a cumplir con los requerimientos impuestos por la normativa.

Tramo			Area tributaria - ha		Longitud - m	Qdis	S	S tubería	S terreno	Diametro interno - mm		Q _L	V _L	Qdis/Qllen
No	De	A	Parcial	Σ		l/s	min.	>=S _{min}		Calculado	Comercial	l/s	m/s	a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Vparc./Vllena	yD	V	y	H	Cota rasante (m)			Cota clave (m)		Cota invert (Batea) (m)		Prof. A clave (m)	
		m/s	m	m	DE	A		DE	A	DE	A	DE	A
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Figura 2. Hoja de cálculo empleada en el diseño.

Fuente: El autor

Elementos de la hoja de cálculo:

1. Numeración de colector
2. Pozo de revisión inicial
3. Pozo de revisión final
4. Área tributaria parcial que contribuye al colector ($A_{tributaria}$)
5. Área tributaria total de drenaje (Σ)

Se obtiene sumando el área de aportación de los colectores aguas arriba del colector en cuestión.[11]

6. Longitud de cada colector (L)
7. Caudal de diseño en cada tramo (Q_{dis})

Se obtiene mediante la fórmula:

$$Q_{TRAMO} = Q_{DIS} * A_{aportación}$$

En caso de un caudal menor a 1.5 l/s/ha se asumirá este último valor como caudal de diseño.

8. Pendiente mínima (S_{min})

Se obtiene mediante la fórmula:

$$S = 0.0055 * Q_{DIS}^{-0.47}$$

9. Pendiente de la tubería ($S_{tubería}$)

Se asume un valor mayor o igual a la pendiente mínima, pero lo más cercano posible al valor de la pendiente del terreno.

10. Pendiente del terreno (S_{terreno})

Es la pendiente que existe entre dos pozos de revisión.

11. Diámetro interno calculado (D_{cal})

Es el diámetro interno del colector expresado en mm y calculado de la siguiente manera:

$$S = 1000 * ((0.011 * Q_{\text{DIS}}/1000)/(0.312 * S_{\text{tubería}}^{0.5}))^{(3/8)}$$

12. Diámetro interno comercial (D_{com})

Es el diámetro interno escogido entre las tuberías disponibles en el mercado.

13. Caudal a tubo lleno (Q_{llen})

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{ll}} = 312/0.011 * (D_{\text{com}}/1000)^{(2.667)} * (S_{\text{tubería}}^{0.5})$$

14. Velocidad a tubo lleno (V_{llen})

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V_{\text{llen}} = (D_{\text{com}}/1000)/(\pi * (Q_{\text{llen}}/1000)^2/(4))$$

15. Relación entre caudal de diseño y caudal con tubo lleno ($Q_{\text{dis}}/Q_{\text{llen}}$)

16. Relación $V_{\text{parc}}/V_{\text{llen}}$

Se obtiene mediante el uso de la tabla de relaciones hidráulicas para conductos circulares (ver anexo 6), en la cual a cada relación $Q_{\text{dis}}/Q_{\text{llen}}$ corresponde un valor de relación $V_{\text{parc}}/V_{\text{llen}}$.

17. Relación y/D

Se obtiene mediante el uso de la tabla de relaciones hidráulicas para conductos circulares (ver anexo 6), en la cual a cada relación Q_{dis}/Q_{llen} corresponde un valor de relación y/D .

18. Velocidad tubería parcialmente llena (V)

Se obtiene mediante la fórmula:

$$V = (V_{parc}/V_{llen}) * V_{llen}$$

19. Tirante (y)

Se obtiene mediante la fórmula:

$$y = (y/D) * D_{com}$$

20. Profundidad hidráulica (H)

Mediante el uso de la tabla de relaciones hidráulicas para conductos circulares (ver anexo 6), en la cual con los valores de relación Q_{dis}/Q_{llen} se obtienen valores de relación H/D , que después serán usados en la siguiente fórmula:

$$H = (H/D) * D_{com}$$

21. Cota rasante al inicio del tramo

22. Cota rasante al final del tramo

24. Cota clave al inicio del tramo

25. Cota clave al final del tramo

26. Cota batea al inicio del tramo

27. Cota batea al final del tramo

28. Profundidad a clave al inicio del tramo

29. Profundidad a clave al final del tramo

Para el desarrollo del diseño se trató de cumplir con los requerimientos mínimos de diseño como, la velocidad del flujo con la tubería parcialmente llena, la cual debía tener un valor mínimo de 0.45 m/s; o la relación Q_{dis}/Q_{llen} que en el caso de tuberías con diámetros entre 200 mm y 550 mm debe tener un valor próximo a 0.6; y por último la relación y/D la cual debe tener un valor entre 70% y 85%.

3.17. Resultados

Una vez realizado el trazado de la red a lo largo de las calles actualmente existentes, se pudo notar que por motivos de pendientes topográficas no era posible conectar la red de alcantarillado propuesta a la red existente mediante el uso de caminos actuales; por tal motivo se propuso trazar el alcantarillado a lo largo de una carretera proyectada a futuro, la cual en este caso si poseía una pendiente favorable a la conexión.

La conexión a la red de alcantarillado que actualmente existe en la ciudad se realizará mediante el uso de un pozo de revisión ya existente ubicado en las coordenadas E629790.3102, N9584235.6210 a una altura de 639.54m.



Figura 3. Ubicación del pozo existente.

Fuente: Google Earth

Como resultado final se obtuvo una red de alcantarillado sanitario de 2072.85m de longitud compuesta por dos colectores principales los cuales se encargarán de evacuar las aguas residuales hacia un pozo de revisión existente. Los diámetros comerciales asumidos en base a los cálculos nos darán como resultado una serie colectores con el mismo diámetro de 200 mm cada uno. (ver anexo 8)

COLECTOR	POZO DE REVISIÓN		LONGITUD	PENDIENTE	DIAMETRO	COTA RASANTE		COTA CLAVE		COTA BATEA	
	DE	A									
1	1	2	75.00	0.084	200 mm	671.07	664.77	669.87	663.57	669.67	663.37
2	2	3	75.55	0.095	200 mm	664.77	657.63	663.57	656.39	663.37	656.19
3	3	4	43.47	0.087	200 mm	657.63	653.86	656.43	652.65	656.23	652.45
4	4	5	53.33	0.006	200 mm	653.86	653.69	652.65	652.33	652.45	652.13
5	5	6	55.44	0.045	200 mm	653.69	651.18	652.49	650.00	652.29	649.80
6	6	7	49.37	0.013	200 mm	651.18	650.65	649.98	649.32	649.78	649.12
7	8	7	55.00	0.040	200 mm	652.79	650.65	651.59	649.39	651.39	649.19
8	9	8	75.00	0.062	200 mm	653.14	652.79	651.94	647.29	651.74	647.09
9	10	9	75.00	0.018	200 mm	654.49	653.14	653.29	651.94	653.09	651.74
10	11	7	100.00	0.120	200 mm	661.96	650.65	660.76	648.76	660.56	648.56
11	12	6	100.00	0.125	200 mm	663.68	651.18	662.48	649.98	662.28	649.78
12	13	14	51.14	0.270	200 mm	681.37	668.06	680.17	666.36	679.97	666.16
13	14	15	100.00	0.100	200 mm	668.06	658.27	666.36	656.36	666.16	656.16
14	16	15	32.63	0.007	200 mm	658.36	658.27	657.16	656.93	656.96	656.73
15	17	16	63.71	0.024	200 mm	659.91	658.36	658.69	657.16	658.49	656.96
16	1	17	79.31	0.141	200 mm	671.07	659.91	669.87	658.69	669.67	658.49
17	15	4	100.00	0.044	200 mm	658.27	653.86	657.07	652.67	656.87	652.47
18	15	18	48.88	0.065	200 mm	658.27	655.28	657.07	653.89	656.87	653.69
19	18	19	91.62	0.011	200 mm	655.28	654.26	653.89	652.88	653.69	652.68
20	19	5	37.00	0.015	200 mm	654.26	653.69	652.88	652.33	652.68	652.13
21	20	8	75.31	0.010	200 mm	653.36	652.79	652.16	651.41	651.91	651.16
22	7	21	100.00	0.093	200 mm	650.65	644.93	648.76	643.04	648.56	642.84
23	21	22	100.00	0.005	200 mm	644.93	644.52	643.04	642.61	642.84	642.41
24	6	23	100.00	0.023	200 mm	651.18	648.89	649.98	647.68	649.78	647.48
25	23	24	78.31	0.042	200 mm	648.89	645.62	647.68	644.39	647.48	644.19
26	5	25	68.11	0.026	200 mm	653.69	651.94	652.49	650.72	652.29	650.52
27	25	26	100.00	0.011	200 mm	651.94	650.85	650.72	649.62	650.52	649.42
28	3	27	99.21	0.049	200 mm	657.63	652.79	656.39	651.53	656.19	651.33
29	27	28	58.48	0.007	200 mm	652.79	652.50	651.53	651.12	651.33	650.92
30	28	26	77.56	0.021	200 mm	652.50	650.85	651.12	649.49	650.92	649.29
31	26	24	43.27	0.121	200 mm	650.85	645.62	649.65	644.41	649.45	644.21
32	24	22	63.60	0.017	200 mm	645.62	644.52	644.39	643.31	644.19	643.11
33	22	29	92.50	0.025	200 mm	644.52	642.22	642.61	640.30	642.41	640.10
34	29	30	75.14	0.005	200 mm	642.22	641.87	640.30	639.92	640.10	639.72
35	30	31	74.54	0.020	200 mm	641.87	640.37	639.92	638.43	639.72	638.23
36	31	32	84.53	0.002	200 mm	640.37	640.25	638.43	638.26	638.23	638.06
37	32	33	50.84	0.014	200 mm	640.25	639.54	638.26	637.55	638.06	637.35

Figura 4. Cuadro de resultados

Fuente: El autor.

CONCLUSIONES

- Se logró obtener la información necesaria para la realización del proyecto, como una población futura de 603 habitantes a beneficiarse en los siguientes 30 años los cuales generarían así un caudal de diseño 8.65 l/s.
- Se realizó el diseño de la red de alcantarillado sanitario siguiendo una línea de carretera proyectada a futuro, debido a que la carretera actual no poseía la pendiente necesaria para que el funcionamiento sea a gravedad; obteniendo así una red de colectores de 200 mm de diámetro interconectados entre sí por 33 pozo de revisión.
- Se cumplió con el trazado de una red de alcantarillado de aguas residuales siguiendo los lineamientos impuestos por el Código Ecuatoriano de la Construcción.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. G. Valladares-Cisneros, C. Valerio Cárdenas, P. de la Cruz Burelo, and R. M. Melgoza Alemán, “Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales,” *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 16, no. 31, pp. 55–73, 2017, doi: 10.22395/rium.v16n31a3.
- [2] M. del C. Gastañaga, “Agua, saneamiento y salud,” *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica*, vol. 35, no. 2, p. 181, 2018, doi: 10.17843/rpmesp.2018.352.3732.
- [3] A. Ullauri, “Diagnosis, Modeling and Determination of the Hydraulic Capacity of Sewer Systems ~,” vol. 3, pp. 88–101, 2018.
- [4] M. J. Nikuze, J. B. Niyomukiza, A. Nshimiyimana, and J. P. Kwizera, “Assessment of the efficiency of the wastewater treatment plant: A case of Gacuriro Vision City,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 448, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/448/1/012046.
- [5] S. Peña, “Propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Yaguachi (Ecuador) Proposal for the treatment of wastewater from the city of Yaguachi (Ecuador),” *Cienc. e Ing.*, vol. 39, no. 2, pp. 161–168, 2018.
- [6] M. C. Palma Quijije, L. M. Reyes Pin, V. E. Sanchez Rodríguez, and L. F. Lucio Villacreses, “Problemas Percibidos En Jipijapa Debido Al Estado Actual Del Alcantarillado Sanitario,” *UNESUM-Ciencias. Rev. Científica Multidiscip. ISSN 2602-8166*, vol. 5, no. 2, pp. 103–114, 2021, doi: 10.47230/unsum-ciencias.v4.n3.2020.274.
- [7] S. K. Singh, K. Chaudhary, and H. Jain, “Review on Sewerage Systems , Conditions & Awareness Measures Review on Sewerage Systems , Conditions & Awareness Measures,” no. May, 2018, doi: 10.13140/RG.2.2.17239.16809.
- [8] E. A. Barrantes Barrantes and M. Cartín Nuñez, “Eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, San Ramón, Costa Rica,” *UNED Res. J.*, vol. 9, no. 1, pp. 193–197, 2017, doi: 10.22458/urj.v9i1.1697.
- [9] CONAGUA, “Alcantarillado y sanitario,” *Man. agua potable, alcantarillado y*

- Saneam.*, pp. 1–123, 2009, [Online]. Available:
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAP-DS-29.pdf>.
- [10] EMAAP-Q, *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q*, Primera ed. Quito, 2009.
- [11] R. López, *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*, vol. 1. Bogotá, 1995.
- [12] A. Arellano, A. Bayas, A. Meneses, and T. Castillo, “Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes,” *Novasinerгия Rev. Digit. Ciencia, Ing. Y Tecnol.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–32, 2018, doi: 10.37135/unach.ns.001.01.03.
- [13] CPE INEN 5, “Instituto Ecuatoriano De Normalización Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes,” *Inen*, p. 42, 1992.
- [14] A. Montejo, D. I. Montejo, M. Arroyo, A. Honorato, and S. A. Zamora, “Comparativa de metodologías para el diseño de redes de alcantarillado sanitario Comparison of methodologies for the design of sanitary sewer networks,” vol. 3, no. 2, pp. 23–40, 2018.

ANEXO 1

CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Para el cálculo de la población futura en 30 años fue necesario primero estimar la población actual del sector, mediante el uso del promedio de habitantes por vivienda que en este caso más de 4 hab/vivienda.

$$\text{Viviendas} = 78 \text{ viviendas}$$

$$\text{Habitantes 2022} = 78 \text{ viviendas} * 4 \text{ hab/vivienda} = 312 \text{ hab}$$

Luego mediante la tasa de crecimiento del cantón se estimó la población en el año 2010:

$$\text{Habitantes 2010} = \text{Hab}_{2022} / \left(\text{Hab}_{2022} / \text{Hab}_{2010} \right) = 228 \text{ hab}$$

Censo de población en el cantón Balsas			
Resultados del censo de		Tasa de crecimiento	Hab/viv
2010	2022	2.65 %	4
7100	9717		

Método aritmético

Periodo de diseño (años)	Censo (años)	Población (hab)
t = 30	2010	228
	2022	312

$$r = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)$$

$$r = (312 - 228) / (2022 - 2010)$$

$$r = 7$$

$$P_f = P_a + r * t$$

$$P_f = 312 + 7 * 30$$

$$P_f = 522 \text{ hab}$$

Método Geométrico

Periodo de diseño (años)	Censo (años)	Población (hab)
t = 30	2010	228
	2022	312

$$r = (P_2/P_1)^{1/(t_2 - t_1)}$$

$$r = (312/228)^{(1/(2022-2010))-1}$$

$$r = 0.026$$

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

$$P_f = 312(1 + 0.025)^{30}$$

$$P_f = 683 \text{ hab}$$

Método de Saturación

Lotes habitados = 78

Lotes vacíos = 22

Total Lotes = 104

Habitantes máximos = *Total Lotes * promedio habitantes*

Habitantes máximos = 104 * 4

Habitantes máximos = 416 hab

Para el proyecto se realizó un promedio de los datos obtenidos, dando, así como resultado una población futura de 603 hab.

ANEXO 2

PARÁMETROS DE DISEÑO	
Periodo de diseño	30 años
Área total	8.74 ha
Densidad de población	76.39 hab/ha
Población futura	603 hab
Factor de retorno	0.8
Dotación	230 l/hab/día

CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

Caudal de aguas residuales domésticas

$$Q_{MD} = (D * P * C) / 86400$$

$$Q_{MD} = (230 * 603 * 0.8) / 86400$$

$$Q_{MD} = 1.28 \text{ l/s}$$

$$Q_{MD} = (1.28 \text{ l/s}) / 8.74 \text{ ha}$$

$$Q_{MD} = 0.146 \text{ l/s/ha}$$

Caudal máximo horario

$$Q_{MH} = M * Q_{MD}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{603}}$$

$$M = 3.93$$

$$Q_{MH} = 3.93 * 0.15 \text{ l/s/ha}$$

$$Q_{MH} = 0.59 \text{ l/s/ha}$$

Caudal de conexiones erradas o ilícitas

Aporte máximo por conexiones erradas	
Nivel de complejidad del sistema	Porte (l/s/ha)
Bajo y medio	0,2 – 0,2
Medio alto y alto	0,1 - 1

Se adoptó:

$$Q_{CE} = 0.20 \text{ l/s/ha}$$

Caudal de infiltración

Se adoptó:

$$Q_{INF} = 0.20 \text{ l/s/ha}$$

Caudal de diseño

$$Q_{DIS} = Q_{MH} + Q_{CE} + Q_{INF}$$

$$Q_{DIS} = 0.59 \text{ l/s/ha} + 0.20 \text{ l/s/ha} + 0.20 \text{ l/s/ha}$$

$$Q_{DIS} = 0.99 \text{ l/s/ha}$$

ANEXO 3

Trazado de la red



ANEXO 4

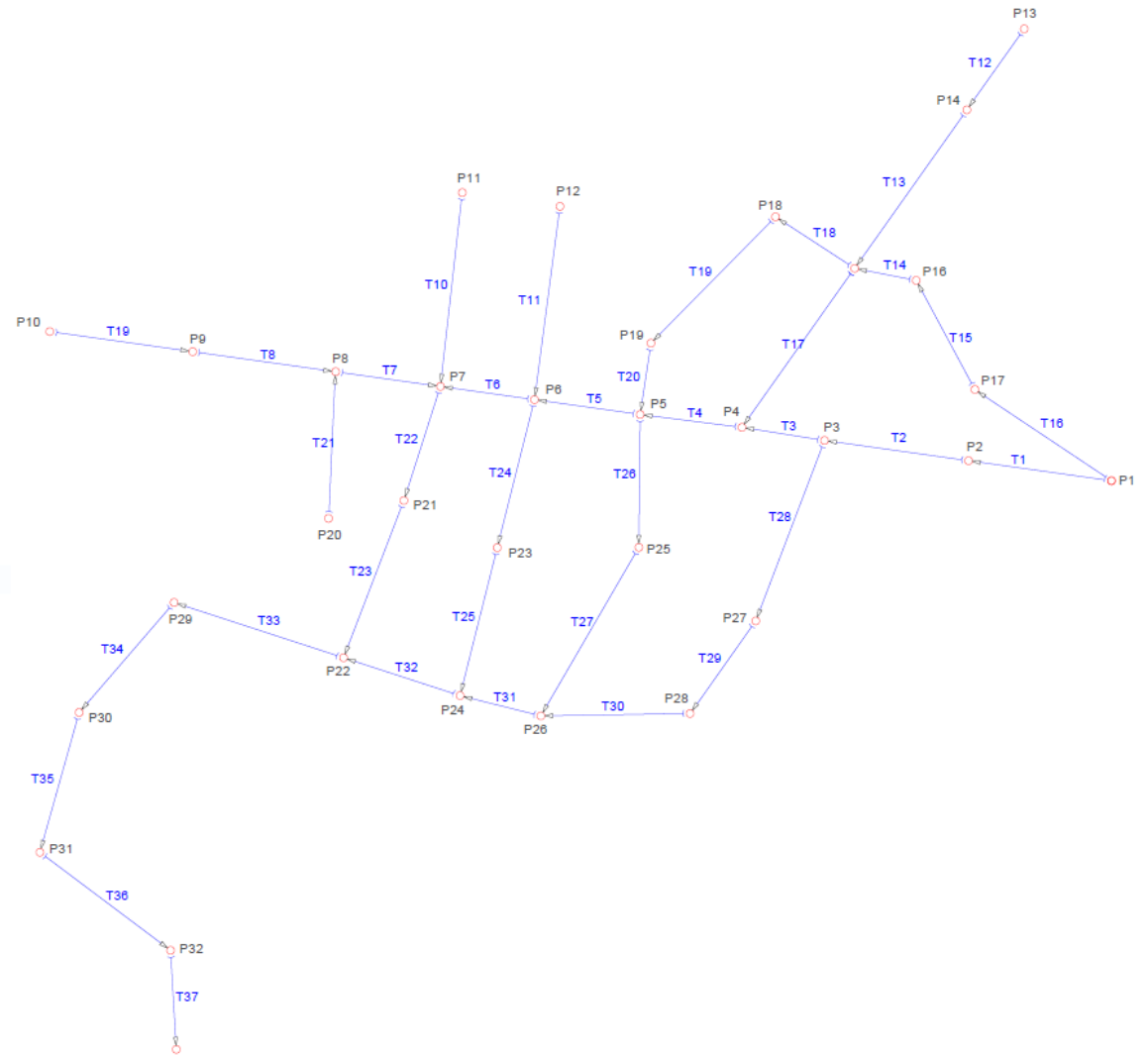
Áreas de aportación



ANEXO 5

Áreas de aportación, cotas de pozos y longitud de tramos

Áreas trib.	Área (ha)	POZO	Cota terreno (m)	Tramo	Longitud (m)
A1	0.2393	P1	671.07	1	75.00
A2	0.4320	P2	664.77	2	75.55
A3	0.1955	P3	657.63	3	43.47
A4	0.2417	P4	653.86	4	53.33
A5	0.1731	P5	653.69	5	55.44
A6	0.1537	P6	651.18	6	49.37
A7	0.1545	P7	650.65	7	55.00
A8	0.4030	P8	652.79	8	75.00
A9	0.3830	P9	653.14	9	75.00
A10	0.3428	P10	654.49	10	100.00
A11	0.3425	P11	661.96	11	100.00
A12	0.2545	P12	663.68	12	51.14
A13	0.4158	P13	681.37	13	100.00
A14	0.1183	P14	668.06	14	32.63
A15	0.3041	P15	658.27	15	63.71
A16	0.2632	P16	658.36	16	79.31
A17	0.3786	P17	659.91	17	100.00
A18	0.1721	P18	655.28	18	48.88
A19	0.4571	P19	654.26	19	91.62
A20	0.1182	P20	653.36	20	37.00
A21	0.2812	P21	644.93	21	75.31
A22	0.2512	P22	644.52	22	100.00
A23	0.3866	P23	648.89	23	100.00
A24	0.3405	P24	645.62	24	100.00
A25	0.3844	P25	651.94	25	78.31
A26	0.3902	P26	650.85	26	68.11
A27	0.4685	P27	652.79	27	100.00
A28	0.2516	P28	652.50	28	99.21
A29	0.1738	P29	642.22	29	58.48
A30	0.1145	P30	641.87	30	77.56
A31	0.0582	P31	640.37	31	43.27
A32	0.0944	P32	640.25	32	63.60
Σ	8.74	P33	639.54	33	92.50
				34	75.14
				35	74.54
				36	84.53
				37	50.84



ANEXO 6

Relaciones hidráulicas

Caudal	Velocidad	Tirante	Radio hidráulico	Profundidad hidráulica	Tensión tractiva
Q/Q ₀	V/V ₀	y/D	R/R ₀	H/D	T/T _L
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.01	0.292	0.092	0.239	0.041	0.195
0.02	0.362	0.124	0.315	0.067	0.273
0.03	0.400	0.148	0.370	0.086	0.328
0.04	0.427	0.165	0.410	0.102	0.375
0.05	0.453	0.182	0.449	0.116	0.415
0.06	0.473	0.196	0.481	0.128	0.452
0.07	0.492	0.210	0.510	0.140	0.485
0.08	0.505	0.220	0.530	0.151	0.515
0.09	0.520	0.232	0.554	0.161	0.542
0.10	0.540	0.248	0.586	0.170	0.568
0.11	0.553	0.258	0.606	0.179	0.592
0.12	0.570	0.270	0.630	0.188	0.615
0.13	0.580	0.280	0.650	0.197	0.637
0.14	0.590	0.289	0.668	0.205	0.658
0.15	0.600	0.298	0.686	0.213	0.678
0.16	0.613	0.308	0.704	0.221	0.697
0.17	0.624	0.315	0.716	0.229	0.715
0.18	0.634	0.323	0.729	0.236	0.732
0.19	0.645	0.334	0.748	0.244	0.748
0.20	0.656	0.346	0.768	0.251	0.764
0.21	0.664	0.353	0.780	0.258	0.779
0.22	0.672	0.362	0.795	0.266	0.794
0.23	0.680	0.370	0.809	0.273	0.809
0.24	0.687	0.379	0.824	0.280	0.822
0.25	0.695	0.386	0.836	0.287	0.836
0.26	0.700	0.393	0.848	0.294	0.849
0.27	0.706	0.400	0.860	0.300	0.862
0.28	0.713	0.409	0.874	0.307	0.874
0.29	0.720	0.417	0.886	0.314	0.885
0.30	0.729	0.424	0.896	0.321	0.897
0.31	0.732	0.431	0.907	0.328	0.908
0.32	0.740	0.439	0.919	0.334	0.918
0.33	0.750	0.447	0.931	0.341	0.929
0.34	0.755	0.452	0.938	0.348	0.939
0.35	0.760	0.460	0.950	0.354	0.949
0.36	0.768	0.468	0.962	0.361	0.959
0.37	0.776	0.476	0.974	0.368	0.968
0.38	0.781	0.482	0.983	0.374	0.978
0.39	0.787	0.488	0.992	0.381	0.987
0.40	0.796	0.498	1.007	0.388	0.996
0.41	0.802	0.504	1.014	0.395	1.004
0.42	0.806	0.510	1.021	0.402	1.013
0.43	0.810	0.516	1.028	0.408	1.021
0.44	0.816	0.523	1.035	0.415	1.029
0.45	0.822	0.530	1.043	0.422	1.037
0.46	0.830	0.536	1.050	0.429	1.045
0.47	0.834	0.542	1.056	0.436	1.052
0.48	0.840	0.550	1.065	0.443	1.059
0.49	0.845	0.557	1.073	0.450	1.067
0.50	0.850	0.563	1.079	0.458	1.074
0.51	0.855	0.570	1.087	0.465	1.080
0.52	0.860	0.576	1.094	0.472	1.087
0.53	0.865	0.582	1.100	0.479	1.083
0.54	0.870	0.588	1.107	0.487	1.100
0.55	0.875	0.594	1.113	0.494	1.106
0.56	0.880	0.601	1.121	0.502	1.112
0.57	0.885	0.608	1.125	0.510	1.118
0.58	0.890	0.615	1.129	0.518	1.124
0.59	0.895	0.620	1.132	0.526	1.129
0.60	0.900	0.626	1.136	0.534	1.135
0.61	0.903	0.632	1.139	0.542	1.140
0.62	0.908	0.639	1.143	0.550	1.145
0.63	0.913	0.645	1.147	0.559	1.500
0.64	0.918	0.651	1.151	0.568	1.155
0.65	0.922	0.658	1.155	0.576	1.159
0.66	0.927	0.666	1.160	0.585	1.164
0.67	0.931	0.672	1.163	0.595	1.168
0.68	0.936	0.678	1.167	0.604	1.173
0.69	0.941	0.686	1.172	0.614	1.177
0.70	0.945	0.692	1.175	0.623	1.181
0.71	0.951	0.699	1.179	0.633	1.184
0.72	0.955	0.705	1.182	0.644	1.188
0.73	0.958	0.710	1.184	0.654	1.191
0.74	0.961	0.719	1.188	0.665	1.194
0.75	0.965	0.724	1.190	0.677	1.197
0.76	0.969	0.732	1.193	0.688	1.200
0.77	0.972	0.738	1.195	0.700	1.202
0.78	0.975	0.743	1.197	0.713	1.205
0.79	0.980	0.750	1.200	0.725	1.207
0.80	0.984	0.756	1.202	0.739	1.209
0.81	0.987	0.763	1.205	0.753	1.211
0.82	0.990	0.770	1.208	0.767	1.213
0.83	0.993	0.778	1.211	0.783	1.214
0.84	0.997	0.785	1.214	0.798	1.215
0.85	1.001	0.791	1.216	0.815	1.216
0.86	1.005	0.798	1.219	0.833	1.217
0.87	1.007	0.804	1.219	0.852	1.217
0.88	1.011	0.813	1.215	0.871	1.217
0.89	1.015	0.820	1.214	0.892	1.217
0.90	1.018	0.826	1.212	0.915	1.217
0.91	1.021	0.835	1.210	0.940	1.216
0.92	1.024	0.843	1.207	0.966	1.215
0.93	1.027	0.852	1.204	0.995	1.214
0.94	1.030	0.860	1.202	1.027	1.213
0.95	1.033	0.868	1.200	1.063	1.211
0.96	1.036	0.876	1.197	1.103	1.209
0.97	1.038	0.884	1.195	1.149	1.206
0.98	1.039	0.892	1.192	1.202	1.202
0.99	1.040	0.900	1.190	1.265	1.198
1.00	1.041	0.914	1.172	1.344	1.193
1.01	1.042	0.920	1.164	1.445	1.187
1.02	1.042	0.931	1.150	1.584	1.179

ANEXO 7

Diseño de tuberías

Tramo			Area transversal - ha		Longitud - m	Qois	S	S tubería >=5win"	S terreno	Diametro interno - mm		QU	WU	Qois Qllena	Wpo A llena	yD	V	y	H	Cota marie (m)			Cota clave (m)			Cota invert (Batas) (m)			Prof. A clave (m)	
No	De	A	Parcial	Σ	m	l/s	m/m	m		Calulado	Comercial	l/s	m/s	m	m	m	m	m	m	DE	A		DE	A		DE	A	DE	A	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1	2	0.2398	0.2398	75	1.50	0.0045	0.084	0.084	39.62	200.00	11.246	3.58	0.01	0.292	0.092	1.05	0.018	0.008	671.07	664.77	1	669.870	663.570	669.670	663.370	1.200	1.200		
2	2	3	0.4320	0.6713	75.55	1.50	0.0045	0.095	0.095	38.72	200.00	11.959	3.81	0.01	0.292	0.092	1.11	0.018	0.008	664.77	657.63		663.570	656.393	663.370	656.193	1.200	1.237		
28	3	27	0.2516	0.9229	99.21	1.50	0.0045	0.049	0.049	43.84	200.00	85.89	2.73	0.02	0.362	0.124	0.99	0.025	0.013	657.63	652.79		656.393	651.531	656.193	651.331	1.237	1.259		
29	27	28	0.1738	1.0967	58.48	1.50	0.0045	0.007	0.005	63.14	200.00	32.46	1.03	0.05	0.453	0.182	0.47	0.036	0.023	652.79	652.50		651.531	651.122	651.331	650.922	1.259	1.378		
30	28	25	0.1145	1.2112	77.56	1.50	0.0045	0.021	0.021	51.38	200.00	56.23	1.79	0.03	0.400	0.148	0.72	0.030	0.017	652.50	650.85		651.122	649.493	650.922	649.293	1.378	1.357		
3	3	4	0.1955	0.1955	43.47	1.50	0.0045	0.087	0.087	39.36	200.00	11.445	3.64	0.01	0.292	0.092	1.06	0.018	0.008	657.63	653.86	1	656.430	652.648	656.230	652.448	1.200	1.212		
16	1	17	0.2632	0.2632	79.31	1.50	0.0045	0.141	0.141	35.96	200.00	145.70	4.64	0.01	0.292	0.092	1.35	0.018	0.008	671.07	659.91	1	669.870	658.687	669.670	658.487	1.200	1.223		
15	17	16	0.3041	0.5673	63.71	1.50	0.0045	0.024	0.024	50.11	200.00	60.11	1.91	0.02	0.362	0.124	0.69	0.025	0.013	659.91	658.36		658.687	657.158	658.487	656.958	1.223	1.202		
14	16	15	0.1188	0.6856	32.63	1.50	0.0045	0.007	0.003	63.14	200.00	32.46	1.03	0.05	0.453	0.182	0.47	0.036	0.023	658.36	658.27		657.158	656.990	656.958	656.790	1.202	1.340		
12	13	14	0.2545	0.2545	51.14	1.50	0.0045	0.270	0.260	31.83	200.00	201.62	6.42	0.01	0.292	0.092	1.87	0.018	0.008	681.37	668.06	1	680.170	666.362	679.970	666.162	1.200	1.698		
13	14	15	0.4158	0.6703	100	1.50	0.0045	0.100	0.098	38.35	200.00	122.70	3.91	0.01	0.292	0.092	1.14	0.018	0.008	668.06	658.27		666.362	656.362	666.162	656.162	1.698	1.908		
18	15	18	0.1721	0.1721	48.88	1.50	0.0045	0.065	0.061	41.57	200.00	98.92	3.15	0.02	0.362	0.124	1.14	0.025	0.013	658.27	655.28	1	657.070	653.893	656.670	653.693	1.200	1.387		
19	18	19	0.4571	0.6292	91.62	1.50	0.0045	0.011	0.011	58.01	200.00	40.69	1.30	0.04	0.427	0.165	0.55	0.038	0.020	655.28	654.26		653.893	652.885	653.693	652.685	1.387	1.375		
20	19	5	0.1182	0.7474	37	1.50	0.0045	0.015	0.015	54.73	200.00	47.52	1.51	0.03	0.400	0.148	0.61	0.030	0.017	654.26	653.69		652.885	652.330	652.685	652.130	1.375	1.360		
17	15	4	0.3786	1.7345	100	1.72	0.0043	0.044	0.044	47.06	200.00	81.39	2.59	0.02	0.362	0.124	0.94	0.025	0.013	658.27	653.86	1	657.070	652.670	656.670	652.470	1.200	1.190		
4	4	5	0.2417	1.9762	53.33	1.96	0.0040	0.006	0.003	71.80	200.00	30.06	0.96	0.07	0.492	0.210	0.47	0.042	0.028	653.86	653.69		652.648	652.328	652.448	652.128	1.212	1.362		
26	5	25	0.3902	3.1138	68.11	3.08	0.0032	0.026	0.026	64.68	200.00	62.56	1.99	0.05	0.453	0.182	0.90	0.036	0.023	653.69	651.94	1	652.490	650.719	652.290	650.519	1.200	1.221		
27	25	26	0.4685	3.5823	100.00	3.55	0.0030	0.011	0.011	80.10	200.00	40.69	1.30	0.09	0.520	0.232	0.67	0.046	0.032	651.94	650.85		650.719	649.619	650.519	649.419	1.221	1.231		
11	12	6	0.3425	0.3425	100	1.50	0.0045	0.125	0.125	36.78	200.00	137.18	4.37	0.01	0.292	0.092	1.28	0.018	0.008	663.68	651.18	1	662.480	649.980	662.280	649.780	1.200	1.200		
5	5	6	0.1731	0.1731	55.44	1.50	0.0045	0.045	0.045	44.54	200.00	82.31	2.62	0.02	0.362	0.124	0.95	0.025	0.013	653.69	651.18	1	652.490	649.995	652.290	649.795	1.200	1.185		
24	6	23	0.3405	0.8561	100	1.50	0.0045	0.023	0.023	50.52	200.00	58.84	1.87	0.03	0.400	0.148	0.75	0.030	0.017	651.18	648.89		649.980	647.680	649.780	647.480	1.200	1.210		
25	23	24	0.3844	1.2405	78.31	1.50	0.0045	0.042	0.042	45.12	200.00	79.52	2.53	0.02	0.362	0.124	0.92	0.025	0.013	648.89	645.62		647.680	644.391	647.480	644.191	1.210	1.229		
6	6	7	0.1537	0.1537	49.37	1.50	0.0045	0.013	0.011	55.98	200.00	44.75	1.42	0.030	0.400	0.148	0.57	0.030	0.017	651.18	650.65	1	649.980	649.323	649.780	649.123	1.200	1.327		
10	11	7	0.3428	0.3428	100	1.50	0.0045	0.120	0.113	37.06	200.00	134.41	4.28	0.01	0.292	0.092	1.25	0.018	0.008	661.96	650.65	1	660.760	648.760	660.560	648.560	1.200	1.890		
9	10	9	0.3830	0.3830	75	1.50	0.0045	0.018	0.018	52.89	200.00	52.06	1.66	0.03	0.400	0.148	0.66	0.030	0.017	654.49	653.14	1	653.290	651.940	653.090	651.740	1.200	1.200		
8	9	8	0.4030	0.7860	75	1.50	0.0045	0.062	0.005	41.94	200.00	96.61	3.08	0.02	0.362	0.124	1.11	0.025	0.013	653.14	652.79		651.940	647.290	651.740	647.090	1.200	5.500		
21	20	8	0.2812	0.2812	75.31	1.50	0.0045	0.010	0.008	59.05	250.00	70.35	1.43	0.02	0.362	0.124	0.52	0.031	0.017	653.36	652.79	1	652.160	651.407	651.910	651.157	1.200	1.383		
7	8	7	0.1545	1.2217	55	1.50	0.0045	0.040	0.039	45.54	200.00	77.60	2.47	0.02	0.362	0.124	0.89	0.025	0.013	652.79	650.65	1	651.590	649.390	651.390	649.190	1.200	1.260		
22	7	21	0.2512	1.9694	61.49	1.95	0.0040	0.093	0.093	42.89	200.00	118.33	3.77	0.02	0.362	0.124	1.36	0.025	0.013	650.65	644.93		648.760	643.041	648.560	642.841	1.890	1.889		
23	21	22	0.3866	2.3560	86.5	2.33	0.0037	0.005	0.005	79.36	200.00	27.44	0.87	0.09	0.520	0.232	0.45	0.046	0.032	644.93	644.52		643.041	642.609	642.841	642.409	1.889	1.911		
31	26	24	0.0582	4.6517	43.27	4.80	0.0026	0.121	0.121	57.25	200.00	134.97	4.30	0.04	0.427	0.165	1.83	0.038	0.020	650.85	645.62	1	649.650	644.414	649.450	644.214	1.200	1.205		
32	24	22	0.0944	6.1866	63.6	6.12	0.0023	0.017	0.017	90.61	200.00	50.59	1.61	0.12	0.570	0.270	0.92	0.054	0.038	645.62	644.52		644.391	643.310	644.191	643.110	1.229	1.210		
33	22	29	0.0000	8.5426	92.5	8.46	0.0020	0.025	0.025	95.13	200.00	61.35	1.95	0.14	0.590	0.289	1.15	0.058	0.041	644.52	642.22		642.609	640.296	642.409	640.096	1.911	1.924		
34	29	30	0.0000	8.5426	75.14	8.46	0.0020	0.005	0.005	128.64	200.00	27.44	0.87	0.31	0.732	0.431	0.64	0.066	0.066	642.22	641.87		640.296	639.921	640.096	639.721	1.924	1.949		
35	30	31	0.0000	8.5426	74.54	8.46	0.0020	0.020	0.020	99.19	200.00	54.87	1.75	0.15	0.600	0.298	1.05	0.060	0.043	641.87	640.37		639.921	638.430	639.721	638.230	1.949	1.940		
36	31	32	0.0000	8.5426	84.53	8.46	0.0020	0.002	0.001	152.75	200.00	17.35	0.55	0.49	0.845	0.557	0.47	0.111	0.090	640.37	640.25		638.430	638.261	638.230	638.061	1.940	1.989		
37	32	33	0.0000	8.5426	50.84	8.46	0.0020	0.014	0.014	106.05	200.00	45.91	1.46	0.18	0.634	0.323	0.93	0.065	0.047	640.25	639.54		638.261	637.549	638.061	637.349	1.989	1.991		

ANEXO 8

Diseño final de la red



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
TRABAJO PRÁCTICO			
CIUDADELA LAS COLINAS RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
CONTIENE:			
REALIZADO POR: Francisco Javier Jaramilla Chamba	PROFESOR: Eng. Freddy Aguirre Morales	CURSO: CIVIL	FECHA EMISIÓN: 4-02-2022
		FECHA: 4-02-2022	ESCALA: 1:1000
		UBICACIÓN: Cda. Las Colinas, Batay, El Oro	LÁMINA: 1/2