



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
POBLACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA, MPIO. DE
COPÁNDARO, MICHOCACÁN.”**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

ALVARO ARROYO SOLORIO

ASESOR:

M. EN C., ING. RICARDO RUÍZ CHÁVEZ

MORELIA, MICHOCACÁN SEPTIEMBRE DE 2021.



DEDICATORIA

A mis padres

Gracias a mis padres: Enrique Arroyo Manríquez y Leonora Solorio Cortés, por su amor, ayuda económica y sacrificio en todos estos años. Gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que ahora soy. Por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado a ser mejor persona.

A mi hermano.

A mi hermano Carlos Enrique Arroyo Solorio, por estar siempre acompañándome en los buenos y malos momentos, por ser ese amigo que me ayudo a salir adelante con sus ánimos y buenos consejos.

A mis abuelos

También quiero dedicar mi tesis a mis abuelos (Bertha Manríquez Elías y Enrique Arroyo Facio), que fueron parte de este gran logro en mi vida. Ellos siempre han estado ahí en todo momento, apoyándome y compartiéndome de su sabiduría que fue y seguirá siendo bastante buena e inspiradora para mí.

A toda mi familia

Gracias, en general a toda mi familia, por su amor, bendiciones, cariño y apoyo que me han brindado toda mi vida desde niño, por sus experiencias de vida aportadas a mis conocimientos, para enseñarme así, que trabajando duro y siendo dedicado en todo momento, se puede lograr lo que uno mismo se proponga.

AGRADECIMIENTOS

M.C. Ricardo Ruíz Chávez.

Por su gran apoyo y entusiasmo durante el transcurso de mi estadía en la Facultad de Ingeniería Civil. Le agradezco de todo corazón la motivación que me brindo para salir adelante los últimos años como estudiante. Gracias por atender las dudas que se me generaban y explicarlas con tanta amabilidad y respeto.

A mis amigos.

Gracias a amigos Rigoberto Gómez Cruz, José Guadalupe García Contreras, Antonio Maldonado Huante, Johana Enríquez Ramírez, Cyntia Elizabeth García Díaz, Diana Enríquez Ramírez, Alan Iván Zavala Ruiz, Tonatiuh Moreno Martínez y Marco Antonio Mondragón Ornelas, de la Facultad de Ingeniería Civil (UMSNH), que, con su apoyo emocional y físico, han hecho que este trabajo se realice con éxito. Gracias por brindarme esa gran lealtad y compañerismo a lo largo de la carrera, ya que han sumado parte de su enorme experiencia para lograr esta meta en mi vida.

También agradezco mucho a un buen amigo que me aconsejó mucho de lo bueno y malo en mí y que me acompañó a través de esta etapa en mi vida. Gracias Martín Hernández Chávez por ser un gran amigo que estuvo ahí en buenos y malos momentos, amigos como tu muy pocos.

Agradezco a dios por darme la vida y las fuerzas que necesito para salir adelante día con día, por guiarme a lo largo de mi existencia, por ser el apoyo y la fortaleza en esos momentos de dificultad, soledad y debilidad.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo General	12
2.2	Objetivos Particulares	12
3.	ANTECEDENTES	14
3.1	Marco Físico.....	14
3.2	Vías de comunicación	15
3.3	Historia	17
3.3.1	Antecedentes y Crecimiento Histórico de la Población	17
3.4	Localización	18
3.4.1	Macro localización.....	18
3.4.2	Micro localización.....	19
3.5	Clima, Vientos, Temperaturas y Lluvias.....	20
3.6	Edafología.....	22
3.7	Usos Potenciales del Suelo	22
3.8	Constitución Geológica de la Región	24
3.9	Orografía.....	27
3.10	Hidrografía.....	27
3.11	Zonas de recarga de acuíferos.....	28
3.12	Corrientes de agua intermitentes.	28
3.13	Cuerpos de agua perene.	28
3.14	Memoria descriptiva de la población	30
3.14.1	Vivienda.....	30
3.14.2	Pronóstico de Vivienda.....	32
3.14.3	Población Económicamente Activa	34
3.14.4	Migración.....	34
3.14.5	Actividad Económica Básica	35
3.14.6	Industria y comercio.....	35
3.15	Equipamiento Urbano.....	36

3.15.1. Nivel Primaria.....	36
3.15.2. Nivel Secundaria.....	37
3.15.3. Nivel Medio Superior	38
3.15.4. Salud.....	38
3.15.5. Asistencia Social	40
3.15.6. Abasto	41
3.15.7. Recreación.....	43
3.15.8. Deporte	45
3.15.9. Administración Pública.....	46
3.15.10. Servicios Urbanos.....	46
3.15.11. Necesidades Sentidas por la Comunidad	47
3.15.12. Medio Ambiente.....	48
3.15.13. Conservación y Deterioro de las Áreas Naturales	49
4. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	51
4.1 Topografía	51
4.2 Agua Potable	52
4.3 Drenaje	54
4.4 Alumbrado Público y Electrificación.....	55
4.5 Calles Pavimentadas.....	56
4.6 Planta de Tratamiento.....	57
5. DISEÑO GEOMÉTRICO	59
5.1. Tipo de tuberías y velocidades asociadas	59
5.2. Pendientes.....	60
5.3. Diámetros	62
5.4. Pozos de Visita.....	62
5.5. Descargas Domiciliarias.....	68
6. DISEÑO HIDRÁULICO	70
6.1. Antecedentes del Diseño Hidráulico	70
6.2. Determinación de la Población Actual y de Proyecto	73
6.3. Determinación de Gastos de Diseño	76
6.3.1 Gasto medio	76
6.3.2 Gasto Mínimo.....	76

6.3.3 Gasto Máximo Instantáneo	77
6.3.4 Gasto Máximo Extraordinario	78
6.4. Planeación del Sistema de Alcantarillado	81
6.5. Pozos de visita y Componentes del Sistema	83
6.6. Pendientes y Diámetros de la Red	86
6.7. Revisión Hidráulica	88
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
8. REFERENCIAS.....	96
9. ANEXOS	98

RESUMEN

En el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios en general se inician con un precario abastecimiento de agua potable y van satisfaciendo sus necesidades con base en obras escalonadas en bien de su economía. Como consecuencia se presenta el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales. Se requiere así la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para conducir las aguas residuales que produce una población, incluyendo el comercio, los servicios y la industria a su destino final.

Un sistema de alcantarillado sanitario está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, colectores, interceptores, emisores, estaciones de bombeo, obras accesorias, descarga final y una planta de tratamiento. El destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta el reúso o la recarga de acuíferos, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio.

En el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se debe conocer la infraestructura existente en la localidad (agua potable, ductos de gas, teléfono, energía eléctrica, alcantarillado pluvial, etc.) para evitar que las tuberías diseñadas coincidan con estas instalaciones, y asegurar que, en los cruces con la red de agua potable, la tubería del alcantarillado siempre se localice por debajo de esta.

Este proyecto está encaminado a concienciar y capacitar a las comunidades sobre la necesidad de implementar el servicio de saneamiento ambiental, y así mejorar la calidad de vida de sus familias y a la comunidad en general, creando un ambiente sano, limpio y sin contaminación.

Palabras clave: Proyecto, tubería, pozo, tratamiento, alcantarillado, contaminación.

ABSTRACT

In the development of urban locations, their services in general begin with a poor supply of drinking water and meet their needs based on staggered works for the sake of their economy. As a consequence, the problem of eviction of sewage or wastewater is presented. Thus, the construction of a sanitary sewer system is required to drive the wastewater produced by a population, including commerce, services and industry to their final destination.

A sanitary sewer system is made up of all or some of the following elements: docks, collectors, interceptors, emitters, pumping stations, accessory works, final discharge and a treatment plant. The final destination of the sewage may be, after treatment, from a receiving body to reuse or recharge of aquifers, depending on the treatment that is performed and the particular conditions of the study area.

In the design of a sanitary sewer system, the existing infrastructure in the locality (drinking water, gas pipelines, telephone, electric power, storm sewer, etc.) must be known to avoid that the designed pipes coincide with these facilities, and ensure that, at junctions with the drinking water network, the sewer pipe is always located below it.

This project is aimed at raising awareness and training communities about the need to implement the environmental sanitation service, and thus improve the quality of life of their families and the community in general, creating a healthy, clean and pollution-free environment.

Keywords: Project, tubing, well, treatment, sewerage, pollution.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como fin el diseño de una nueva red de alcantarillado sanitario para la población Copándaro de Galeana, Michoacán de Ocampo.

El diseño se realizará a partir de datos históricos censales para el Cálculo de la Población de Proyecto, también de un análisis Geográfico, económico y social.

El sistema a diseñar, está compuesto por una serie de elementos como son tubería, pozos, etc., mismos que son necesarios para recibir y evacuar las aguas negras de la población.

Cabe mencionar que para saber algunos de los aspectos fundamentales del mismo también se tienen que recurrir a lo que son los lineamientos técnicos establecidos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (M.A.P.A.S) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), del Gobierno Federal.

Con la construcción de esta nueva de Red de Alcantarillado Sanitario, lo que se busca es disminuir los riesgos de enfermedades por contacto de la población con las aguas negras.

Para el desarrollo de este proyecto se tomará en cuenta la Normatividad vigente para determinar los parámetros y especificaciones que regirán el diseño y construcción de las redes de alcantarillado.

Para este proyecto se recurrió a información oficial, tal como lo es el INEGI. De este instituto se derivaron aspectos básicos de topografía, población, servicios existentes, etc. Esta información resulta ser útil para fines de elaboración de un proyecto.

Para un mejor entendimiento de este proyecto se anexaron planos del sistema de alcantarillado propuesto para dicha población. Planos constructivos para conocer como está constituida la red de alcantarillado, profundidades, longitudes, pozos de visita, numeraciones, etc.

CAPÍTULO 2: OBJETIVOS



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para recoger las aguas negras de las viviendas de la Población de Copándaro de Galeana, mejorando así la calidad y condiciones del ambiente y la salud en dicha población.

2.2 Objetivos Particulares:

- Solucionar los problemas de salud con el diseño de alcantarillado sanitario.
- Preservar los recursos hidráulicos para que las aguas negras no entren en contacto con las aguas provenientes del subsuelo (contaminación de acuíferos).
- Tener una red de alcantarillado sanitario completa y segura, misma que desaloje las aguas residuales de las viviendas y/o comercios, hacia una zona donde en un futuro pueda ser tratada y dispuesta conforme a la normatividad vigente.
- Diseñar una red de atarjeas, así como de subcolectores, colector y emisor con el diámetro acorde a las necesidades de la población.
- Elaborar los planos necesarios para que en un futuro se lleve a cabo una correcta ejecución de los trabajos a realizar para la construcción de la red de alcantarillado sanitario.

CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES

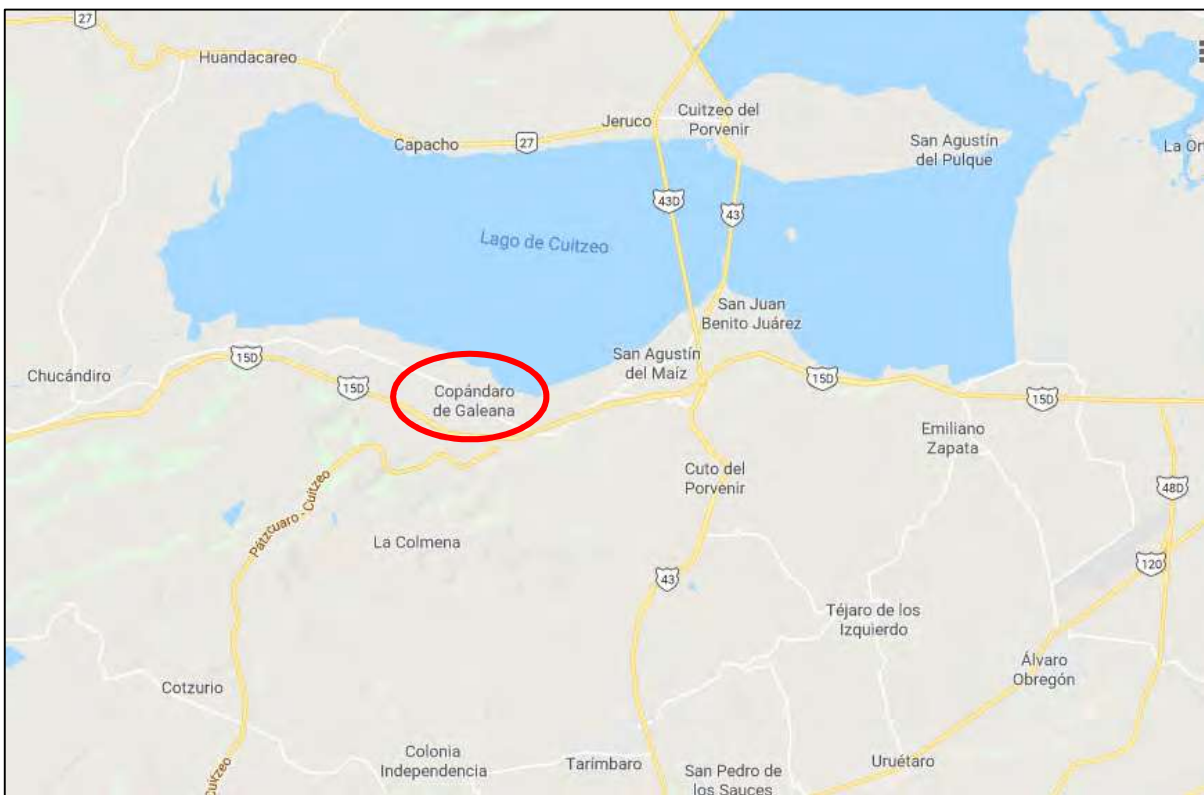


3. ANTECEDENTES

3.1 Marco Físico

El municipio de Copándaro de Galeana, colinda al norte con los municipios de Huandacareo y Cuitzeo; al este con los municipios de Cuitzeo y Tarímbaro; al sur con los municipios de Tarímbaro y Morelia; y al oeste con los municipios de Morelia, Chucándiro y Huandacareo.

Con una altura de 1840 metros sobre el nivel del mar. Su distancia a la capital del Estado es de 50 km.



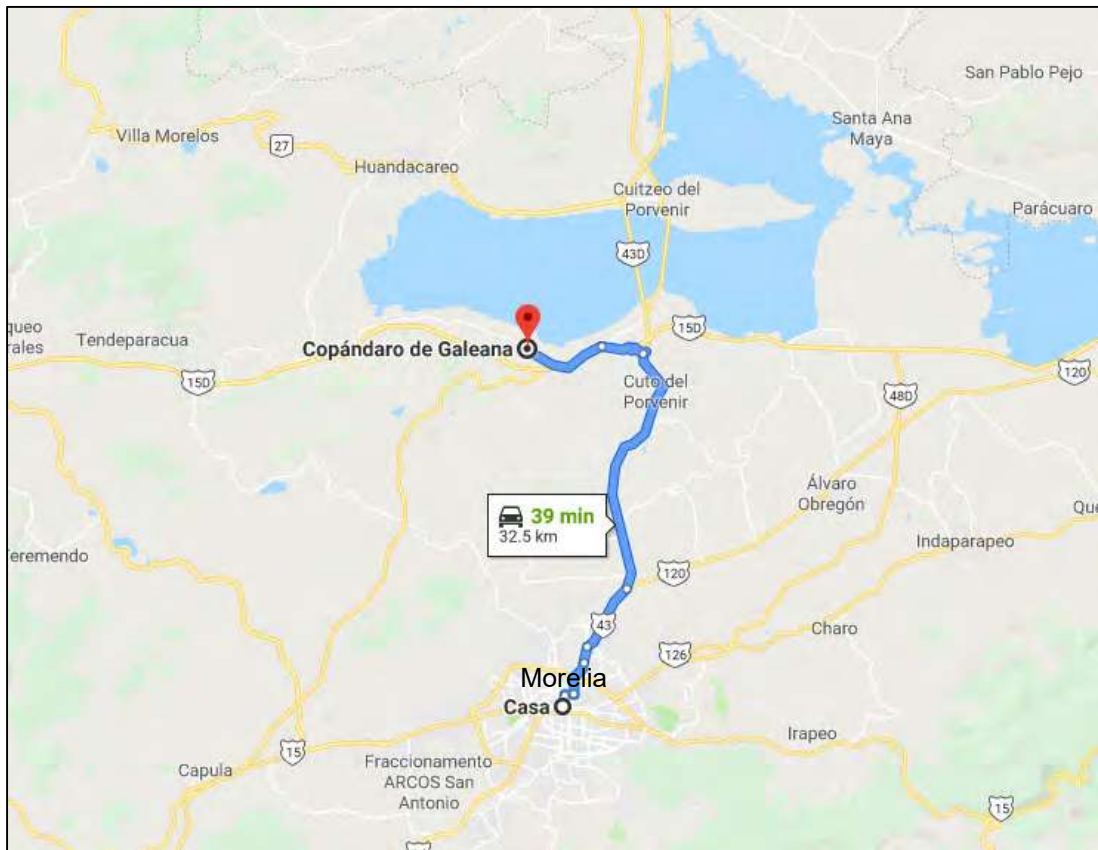
FUENTE: GOOGLE MAPS, 2019.

FIGURA 3.1 MUNICIPIOS COLINDANTES CON COPÁNDARO DE GALEANA.

3.2. Vías de comunicación

Si se va a partir desde la Ciudad de Morelia con rumbo a Copándaro de Galeana, se tiene que tomar la carretera número 43, que está al norte de Morelia en Salida a Salamanca; después, tiene que tomar la desviación hacia la carretera número 15D (Morelia-Copándaro de Galeana).

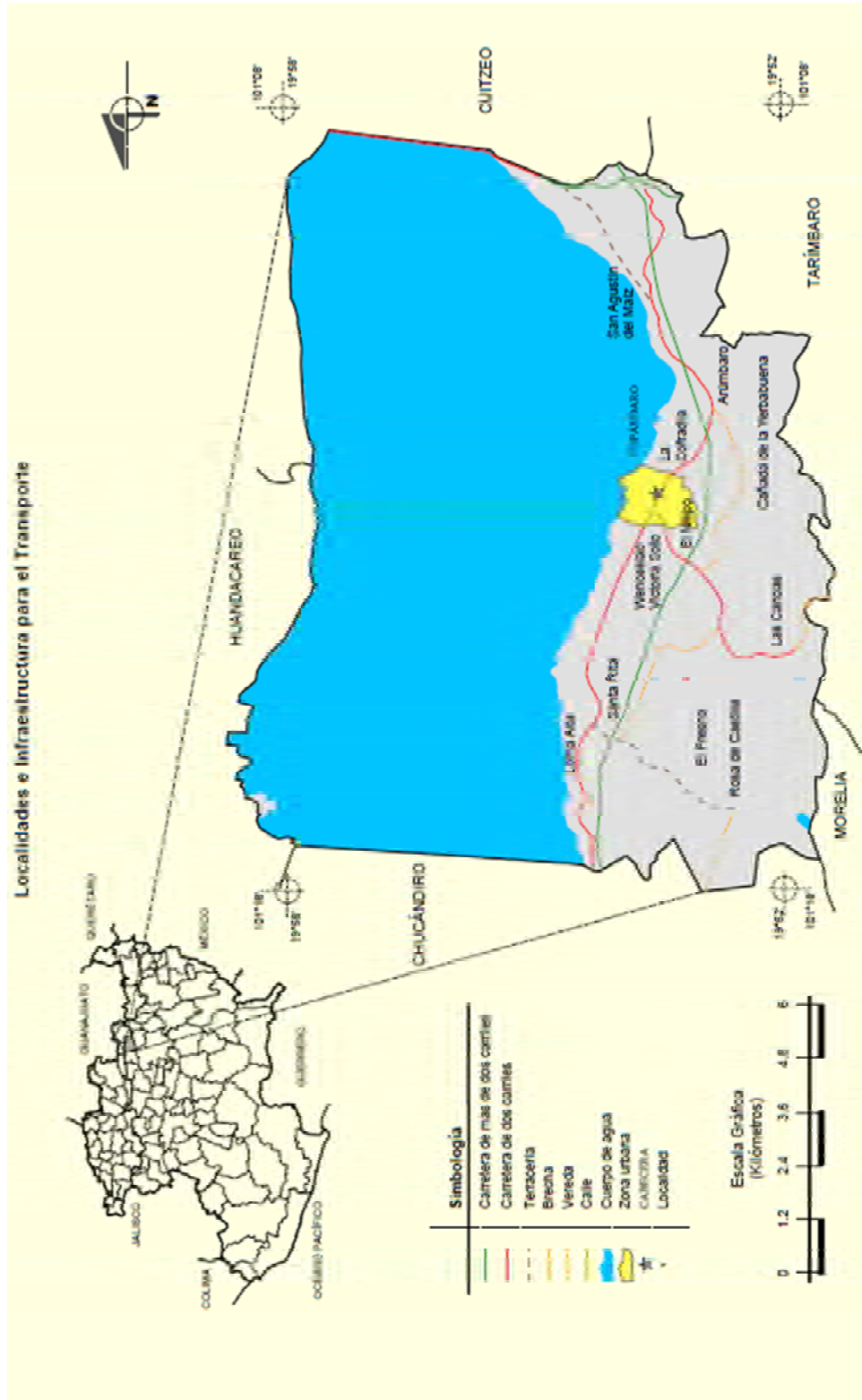
En la figura 3.2, se puede apreciar gráficamente como se puede llegar rápidamente a Copándaro de Galeana.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2019.

FIGURA 3.2 UBICACIÓN DE MORELIA A COPÁNDARO DE GALEANA.

A continuación, en la figura 3.3 se puede apreciar la infraestructura del transporte en la localidad de Copándaro de Galeana.



FUENTE: PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL, 2009.

FIGURA 3.3 CLIMA EN COPÁNDARO DE GALEANA.

3.3. Historia

En la población de Copándaro, después de la llegada de los españoles, el pueblo que fue sometido en la segunda mitad del siglo XVI, es evangelizado por la orden religiosa de los agustinos, destacando la labor de Fray Gerónimo de Magdalena, quien después de organizar a la población, dirigió la construcción de un templo entre los años 1560 y 1567. Años más tarde, los agustinos edificaron su convento.

En el siglo XIX, de acuerdo con la Ley Territorial de 1831, Copándaro formó parte del municipio de Chucándiro, en calidad de tenencia.

El 31 de diciembre de 1949, se le dio la categoría de municipio, llamándosele, Copándaro de Galeana.

3.3.1 Antecedentes y Crecimiento Histórico de la Población

- El primer asentamiento humano fue en la época prehispánica ya que este lugar formó parte del señorío tarasco, su crecimiento fue lento.
- Durante la época colonial aproximadamente en el siglo XV el pueblo iba consolidándose y creciendo pausadamente.
- En la segunda mitad del Siglo XVI se establecieron los Agustinos, destacando la labor de Fray Gerónimo de Magdalena, quien dirigió la construcción del templo, años más tarde los agustinos edificaron su convento, aquí se empieza a consolidar visiblemente la mancha urbana.
- Para el siglo XIX de acuerdo con la Ley Territorial de 1831, Copándaro forma parte del municipio de Chucándiro, en calidad de tenencia.
- En el siglo XX el pueblo se encuentra en un crecimiento estable donde ya está estructurado y se le dio la categoría de municipio, llamándosele Copándaro de Galeana.

3.4. Localización

La población de Copándaro de Galeana se encuentra en las Coordenadas: Entre los paralelos 19°51' y 19°59' de latitud norte; los meridianos 101°08' y 101°18' de longitud oeste.

3.4.1 Macro localización

A continuación, en la figura 3.4 se puede observar la macro localización de la población de Copándaro de Galeana, Michoacán.

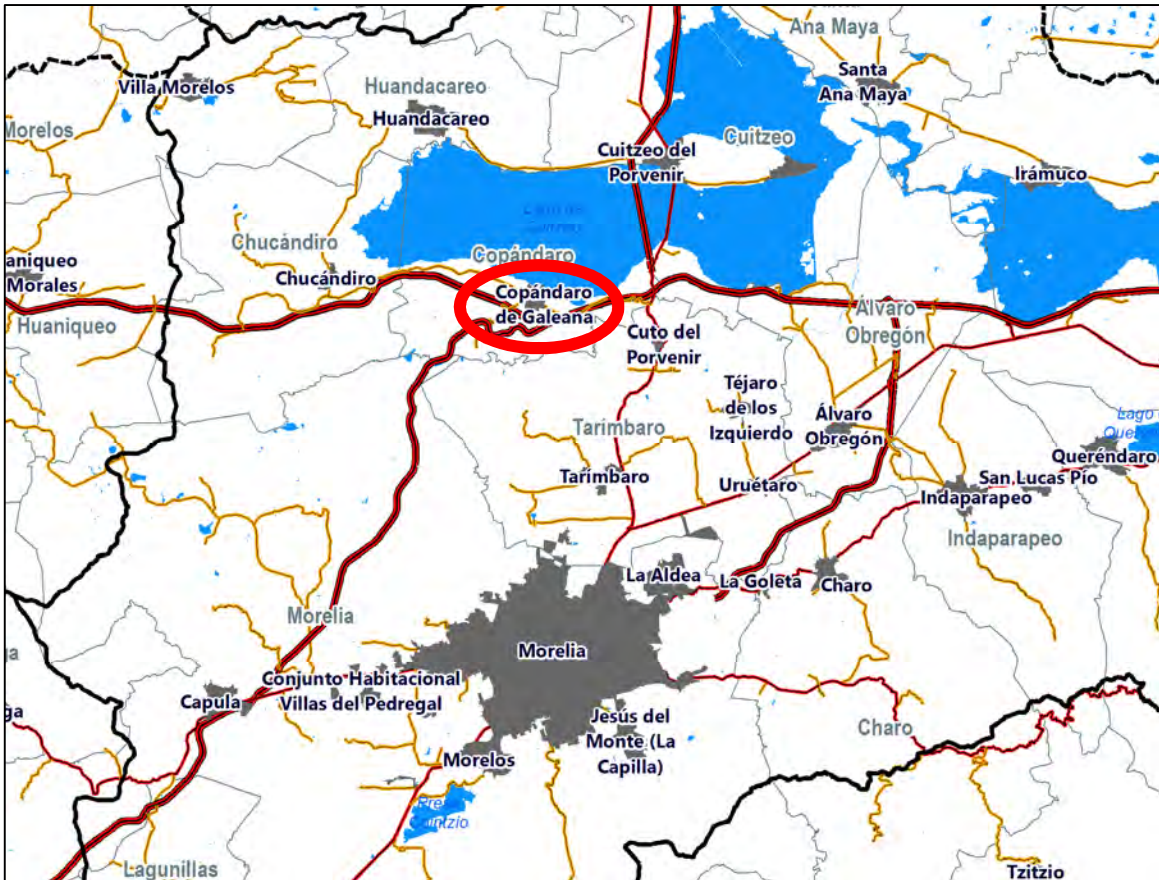


FUENTE: GOOGLE, 2019.

FIGURA 3.4 MACRO LOCALIZACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA.

3.4.2. Micro localización

A continuación, en la figura 3.5 podemos observar la macro localización de la población de Copándaro de Galeana Municipio de Copándaro, Michoacán.



FUENTE: GOOGLE, 2019.

FIGURA 3.5 MICRO LOCALIZACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA.

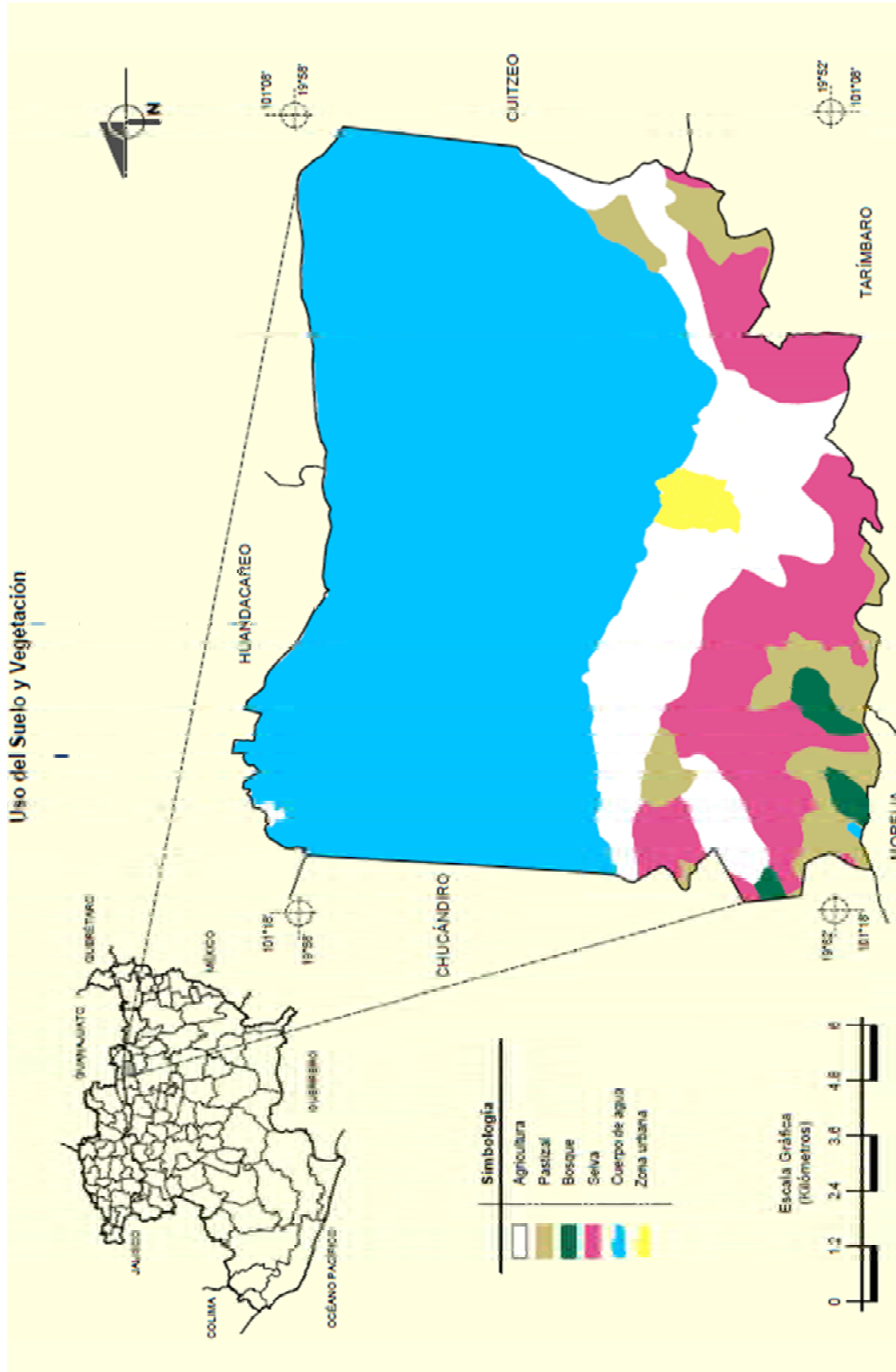
3.5. Clima, Vientos, Temperaturas y Lluvias

El clima que se presenta en la zona de estudio, es Templado con lluvias en verano, y se caracteriza porque su temperatura media anual es de 15.7 °C. Tiene una precipitación pluvial anual de 849.6 milímetros, y vientos dominantes que provienen del noreste al suroeste.

Estos tipos de clima son meso térmicos, es decir, estables en cuanto a temperatura. El régimen térmico medio anual oscila entre 12 y 18 grados centígrados. Se encuentra asociado a comunidades vegetativas tales como bosques de pino, de encino, mixtos, y pastizales.

La Vegetación en el Área de Estudio está compuesta principalmente por Agricultura de riego, selva baja caducifolia, agricultura de temporal, entre otros. Aunque la mayor parte del territorio municipal está cubierto por las aguas de La Laguna de Cuitzeo.

A continuación, en la figura 3.6 se pueden apreciar los usos de suelo y vegetación en la población de Copándaro de Galeana.



FUENTE: PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL, 2009.

FIGURA 3.6 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN COPÁNDARO DE GALEANA.

3.6. Edafología

La palabra Edafología quiere decir estudio del suelo. El suelo puede definirse como la capa más superficial de la corteza terrestre, en la cual encuentra soporte la cubierta vegetal natural y gran parte de las actividades humanas. Por lo tanto, Es necesario conocer las características de los suelos para el buen manejo agrícola, pecuario, forestal, artesanal o de ingeniería civil.; así mismo los tipos de suelo que predominan en el área de estudio son el *Feozem* y el *Litosol*.

3.7. Usos Potenciales del Suelo

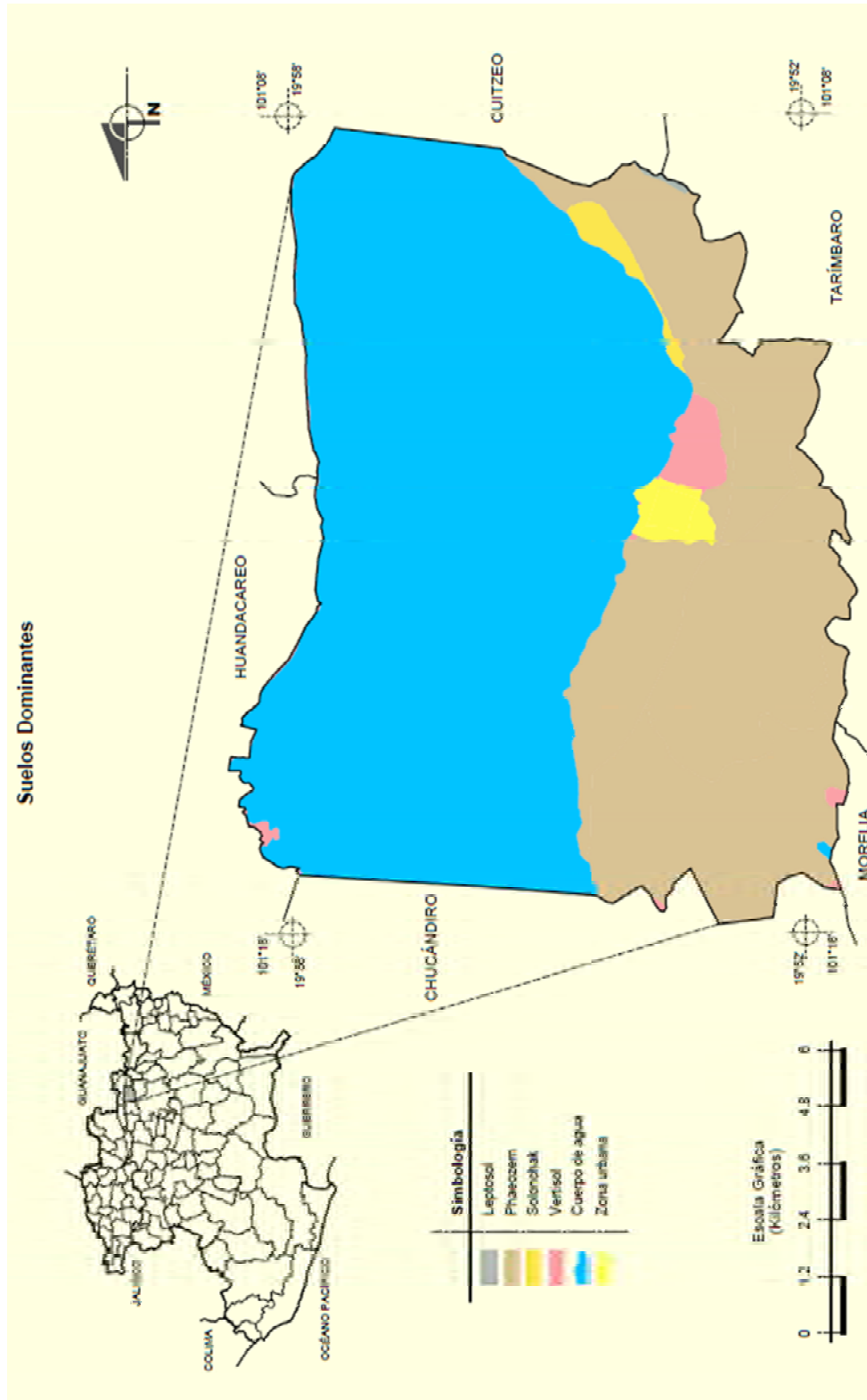
El Municipio presenta en sus tierras la mayor oportunidad para el desarrollo económico, ya que el 19.95% del territorio es potencialmente para uso forestal, y el 18.23% es apto para cultivos con sistema de riego y temporal, sin embargo, los usos forestales están siendo modificados considerablemente para el cultivo del Aguacate, cabe destacar que la mayor parte del territorio con un 60.38% lo cubren las aguas de la Laguna de Cuitzeo.

A continuación, en la tabla 3.1 se muestran los tipos de suelos que predominan en la región de Copándaro de Galeana y también en la figura 3.7 se muestran los suelos dominantes en la región.

TABLA 3.1 AGRICULTURA Y VEGETACIÓN.

AGRICULTURA Y VEGETACIÓN			
TIPO DE VEGETACIÓN	HECTÁREAS	PORCENTAJE	USO
Cuerpo de Agua (Laguna de Cuitzeo)	10 621.14	60.38	Acuícola (60.38%)
Bosque de Encino	402.96	2.3	Forestal 19.95%
Selva Baja Caducifolia	3 099.25	17.65	
Agricultura de Riego	2 126.00	12.11	Agrícola 18.23%
Agricultura de Temporal	1 074.93	6.12	
Pastizal Inducido	119.57	0.68	Pecuario 1.31%
Pastizal Halófilo	110.86	0.63	
Área Urbana	243.58	1.38	Urbano (1.38 %)

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.



FUENTE: PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL, 2009.

FIGURA 3.7 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN COPÁNDARO DE GALEANA.

3.8. Constitución Geológica de la Región

El área de estudio cuenta con dos tipos de rocas ígneas extrusivas; la Toba Riolítica (Tr) y el Basalto (B). Su formación se da cuando el magma logra llegar a la superficie de la corteza terrestre, es arrojado a través de erupciones y derrames Neo volcánicos, una vez enfriada la lava, se da paso a la formación de las llamadas rocas ígneas extrusivas. En este tipo de capas rocosas se pueden definir los siguientes usos de suelo:

Toba Riolítica: Estas rocas son de origen volcánico, con una baja proporción de minerales de tamaño arcilla, de textura gruesa formada por cenizas volcánicas y no permeables al agua. Es una roca de lenta meteorización, por lo que también posee una baja liberación de elementos al medio. Puede originar suelos ácidos de texturas medias.

Basaltos: Los suelos basálticos son clasificados por su origen como ígneos; son rocas extrusivas por su lugar de formación, y por su composición mineralógica predominante son rocas básicas de textura de grano fino.

Aluvión (al): Este tipo de suelo está formado por depósitos de materiales sueltos que han sido transportados por corrientes superficiales de agua, estos subsuelos están compuestos de diferentes cantidades de grava y fragmentos de roca sin consolidar. Esta clasificación incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación, los valles de los ríos y las fajas de pie de monte; su diámetro se comprende entre 0.02 y 0.002 mm.

Lacustre (la): Es un suelo integrado por depósitos recientes que ocurre en lagos. Generalmente está formado por arcilla y sales.

En cuanto a rasgos estructurales se localizaron fallas y fracturas dentro del área de estudio, en su mayoría se ubican al sur, sur-poniente y oriente del área de estudio, las localidades más vulnerables son Rosa de Castilla, El Fresno y Las Canoas, ya que algunas fallas se atraviesan por cada una de estas localidades.

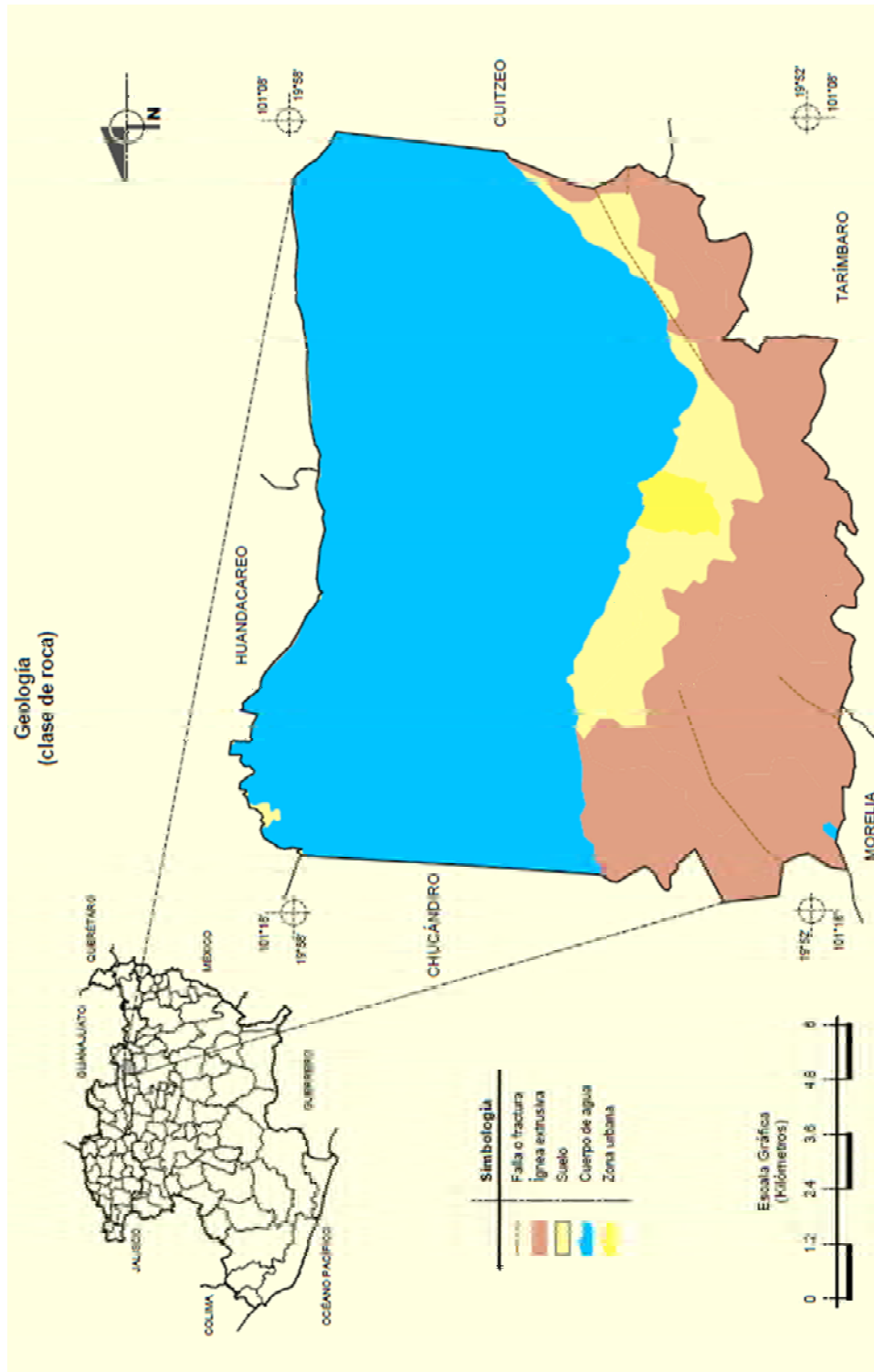
Al sur poniente de La Cañada de la Yerbabuena se ubica una falla por lo que se deberá prohibir su crecimiento hacia esas zonas, además no se permitirá el crecimiento de San Agustín del Maíz en toda su franja sur y al suroriente de Arúmbaro.

La fisiografía del Municipio está constituida por el Eje Neovolcánico Transversal, esta región se localiza al sur de la Altiplanicie Mexicana y se formó como consecuencia de la aparición de numerosos volcanes; tiene una longitud de 300 km y una anchura aproximada de 130 km y representa una superficie de 27,496 km².

Este sistema está constituido por rocas ígneas extrusivas producto del vulcanismo y a su vez un sistema montañoso elevado, encontrándose en él gran número de eminencias que superan los 2,700 msnm, sobresale entre todos el Pico de Tancítaro con una altura de 3,840 msnm.

La actividad volcánica del Sistema se realiza del Mioceno (Periodo de la Era Terciaria que sigue al Oligoceno), al Plioceno (último Periodo de la Era Terciaria), pero aún se manifiesta en el Holoceno (segundo Periodo de la Era Cuaternaria), con la formación de volcanes modernos como el Jorullo y el Parícutín.

A continuación, en la figura 3.8 se puede apreciar la constitución Geológica que se presenta en la población de Copándaro de Galeana.



FUENTE: PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL, 2009.

FIGURA 3.8 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN COPÁNDARO DE GALEANA.

3.9. Orografía

En topografía el municipio de Copándaro está dominado por pendientes que van del 0 al 2% en la zona Norte limitando con la Laguna de Cuitzeo y en algunos lomeríos en los cerros al sur del municipio, las cuales son poco aptas para el desarrollo urbano, las pendientes del 2 al 5% son aptas y se ubican en la zona norte y centro del municipio, las pendientes del 5 al 15% se localizan en su mayoría en la zona Sur comenzando las faldas de las cerros, en la zona sur también se ubican pendientes del 15 al 30%, y del 30 al 45% las cuales no son aptas para el desarrollo urbano.

3.10. Hidrografía

A continuación, se muestra en la siguiente tabla como está constituido hidrográficamente la Población de Copándaro de Galeana.

TABLA 3.2 HIDROGRAFÍA DE COPÁNDARO DE GALEANA.

Región hidrológica	Lerma-Santiago (100%)
Cuenca	L. de Pátzcuaro-Cuitzeo y L. de Yuriria (100%)
Subcuenca	L. de Pátzcuaro (100%)
Corrientes de agua	Intermitentes
Cuerpos de agua	Perennes (62.45%): Lago de Cuitzeo.

FUENTE: PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL, 2009.

Es de suma importancia realizar el estudio del aspecto hidrológico, ya que, a partir del análisis de estos aspectos, se determinan las áreas con posibilidades de usos recreativos, las no aptas para el desarrollo urbano por riesgos y vulnerabilidad; se identifican los asentamientos ubicados en áreas no aptas o de riesgo, así como medidas para prevenir riesgos por inundación, las tendencias a ocupar áreas no aptas para el desarrollo urbano y zonas de preservación ecológica.

3.11. Zonas de recarga de acuíferos.

Esta zona se encuentra ubicada al Sur del Municipio, sobre todo al Suroeste, la característica principal que permite que el agua se filtre al subsuelo es el material de tipo no consolidado con posibilidades medias.

La Hidrología de Copándaro se constituye por corrientes de aguas intermitentes y perennes, destacando el lago de Cuitzeo; además de las presas de los Ocuares y la del Padre, y manantiales de aguas termales como el de San Agustín del Maíz.

3.12. Corrientes de agua intermitentes.

Estas corrientes se forman solo en temporada de lluvias, provienen de los puntos altos, sobre todo del Sur del municipio, algunas se incorporan a los diferentes cuerpos de agua perene o desaparecen de acuerdo a la topografía.

3.13. Cuerpos de agua perene.

El lago de Cuitzeo es el más importante, ubicado en la parte Norte del municipio de Copándaro, con una superficie de 420 km².

Los principales arroyos que se ubican dentro del polígono de aplicación son, entre otros:

- Arroyo de la Cañada, ubicado al Oriente de la cabecera municipal, que cruza el polígono de aplicación, con una dirección de descarga de Sur a Norte, desembocando en el lago de Cuitzeo.
- Arroyo Nace el Agua, que se encuentra ubicado al Poniente de Copándaro de Galeana, cruza también a la cabecera municipal, descarga y desemboca de la misma manera y al mismo lugar que el de la Cañada.

A continuación, en la figura 3.9 se muestran los cuerpos de agua cercanos al poblado de Copándaro de Galeana.



FUENTE: PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL, 2009.

FIGURA 3.9 RELIEVE Y CUERPOS DE AGUA EN COPÁNDARO DE GALEANA.

3.14. Memoria descriptiva de la población

En este apartado se realizará una breve descripción de la conformación de la población para identificar las necesidades más importantes de la misma.

3.14.1. Vivienda.

En la principal localidad que es Copándaro de Galeana la cual es la cabecera municipal, el total de viviendas era de 1 149 reportadas (particulares, de uso temporal y colectivas) para el 2010 según INEGI, de las cuales 789 son viviendas particulares habitadas de cualquier clase, con un promedio de ocupantes por vivienda de 4 individuos, y de 1 individuo por cuarto, cabe destacar que para el año 2 000 el promedio de ocupantes por vivienda era de 4.74 y por cuarto era de 1.48 lo que nos indica que el nivel de ocupantes por vivienda se ha venido reduciendo, lo cual nos representa en este sentido que en la actualidad no debe existir demanda de vivienda. La vivienda en general es de tipo popular, aunque también existen de interés social, de tipo medio y precarias, estas últimas son minoría y se localizan principalmente en las periferias de la localidad.

En el análisis de los antecedentes histórico - económicos nos remontaremos a los años 80's los cuales nos ofrecen datos estadísticos referentes a la economía del municipio de Copándaro. En el municipio el sector más importante de la economía ha sido el primario principalmente con la agricultura y la ganadería.

A continuación, en la tabla 3.3 se muestra las viviendas particulares ocupadas y desocupadas en la Población de Copándaro de Galeana.

TABLA 3.3 VIVIENDAS

VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS, DESOCUPADAS Y DE USO TEMPORAL A NIVEL MUNICIPAL 2010		
TIPOLOGÍA	NO. DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
Total de Viviendas	3 014	100%
Viviendas Particulares Habitadas Ocupadas	2 198	72.93%
Viviendas Particulares Habitadas Desocupadas	676	22.43%

FUENTE: PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL, 2009.

En este sentido las localidades rurales que presentan mayor número de desocupación de viviendas son en primer lugar Loma Alta ya que 7 de 10 viviendas están desocupadas, es decir, el 70% de ellas, en segundo lugar, se encuentra Congotzio con un 36% de desocupación y Las Canoas con un 35%, el resto de las localidades en su mayoría presentan un 17% de desocupación de vivienda aproximadamente. Es por ello que el promedio de desocupación de vivienda a nivel municipal resulta de 22.43%.

A continuación, en la tabla 3.4 se muestra las viviendas particulares susceptibles de mejorarse en la Población de Copándaro de Galeana.

TABLA 3.4 VIVIENDAS SUSCEPTIBLES DE MEJORARSE

VIVIENDAS PARTICULARES SUSCEPTIBLES DE MEJORARSE A NIVEL MUNICIPAL			
Materiales y Tipo de Servicios		Cantidad de Viviendas Susceptibles de Mejoras	
		2000	2010
Total de Viviendas Particulares Habitadas		1 857	2 198
Piso	De tierra y otro material no especificado	464	195
	Sin agua entubada de la red pública	475	189
Servicios	Sin drenaje	445	120
	Sin energía eléctrica	38	16

FUENTE: PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL 2009.

3.14.2. Pronóstico de Vivienda.

A continuación, en la tabla 3.5 se muestra la estimación de vivienda nueva en la Población de Copándaro de Galeana.

TABLA 3.5 ESTIMACIÓN DE VIVIENDA NUEVA

ESTIMACIÓN DE VIVIENDA NUEVA AL 2030, PRINCIPALES LOCALIDADES									
Localidad	Población		Tasa de Crec. (%)	Viviendas particulares habitadas al 2010	Promedio de	Requerimiento de viviendas			
	2000	2010	2010		Al 2010	2015	2020	2025	2030
	Municipio	9 151	8 952	1	2 198	4.07	112	230	353
Copándaro	3 408	3 112	1	789	3.94	40	83	127	174
San Agustín del Maíz	1 464	1 728	1.67	422	4.09	36	76	118	166

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

A continuación, en la tabla 3.6 se muestra la población económicamente activa por sector en Copándaro de Galeana.

TABLA 3.6 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SECTOR (1980-1990).

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SECTOR, 1980-1990								
PEA OCUPADA POR SECTOR ECONÓMICO						DIFERENCIAS PEA		
1980			1990			1980-1990		
Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario
1 636	57	109	1 262	103	217	-374	46	108

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

A continuación, en la tabla 3.7 se muestra la población económicamente activa por sector en Copándaro de Galeana.

TABLA 3.7 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SECTOR (1990-2000).

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SECTOR, 1990-2000								
PEA OCUPADA POR SECTOR ECONÓMICO						DIFERENCIAS PEA		
1990			2000			1990-2000		
Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario
1 636	57	109	1 262	103	217	-374	46	108

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

Los datos anteriores nos demuestran que en dos décadas a nivel municipal el sector que más creció fue el terciario en un 40% y el secundario igualmente en un 40%, tomando en cuenta que el terciario tiene más del doble de población ocupada que el secundario; mientras que el primario disminuyó en un 39%, pero aun así es el sector que más predominaba hasta el año 2000.

Por otra parte, podemos decir que, el hecho de que el peso porcentual del sector primario tienda a disminuir y a elevarse el de los otros dos sectores indica que el municipio se desarrolla económicamente, aunque también es una realidad que Copándaro en cuanto a desarrollo está muy por debajo que muchos municipios del estado.

A continuación, en la tabla 3.8 se muestra la población económicamente activa por sector en Copándaro de Galeana.

TABLA 3.8 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SECTOR (2000-2010).

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SECTOR, 2000-2010								
PEA OCUPADA POR SECTOR ECONÓMICO						DIFERENCIAS PEA		
2000			2010			2000-2010		
Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario	Primario	Secundario	Terciario
999	228	549	1 373	332	820	374	104	271

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

3.14.3. Población Económicamente Activa.

Para el año 2010 según INEGI se registraron en el municipio de Copándaro 6 706 habitantes de 12 años y más: 2 672 fueron población económicamente activa (de los cuales 2 573 fueron población ocupada y 99 desocupada); 3 979 habitantes constituyeron la población económicamente inactiva y 55 habitantes no especificaron su condición laboral. Es importante señalar que la actividad económica y el ingreso dependieron del 39.84% de la población total del municipio. Las localidades que mayor número de población económicamente activa registraron en 2010 fueron Copándaro con 977, San Agustín del Maíz con 511 y Santa Rita con 278.

3.14.4. Migración

El Consejo Estatal de la Población (COESPO), manifiesta que el decremento poblacional que se está presentando, así como la prevalencia de la población femenina sobre la masculina en Michoacán, obedecen a la vocación migratoria de habitantes de esta entidad hacia Estados Unidos. Dicho fenómeno se presenta fundamentalmente por razones de empleo. Las remesas se destinan fundamentalmente al consumo familiar básico (78%), el porcentaje restante (22%) se invierten en educación, ahorro, compra de bienes de lujo, compra de vivienda e inversión.

3.14.5. Actividad Económica Básica

En la actualidad, la actividad económica principal del municipio se sigue dando en el sector primario principalmente con la agricultura de cebolla, tomate verde, garbanzo y tomate rojo o jitomate y por su ganadería con la crianza de diferentes tipos de ganados como el porcino, bovino y aves, en segundo lugar, está el sector terciario con el comercio y los servicios, y en menor medida por la industria. Cuenta con 101 establecimientos dedicados al comercio. En turismo se registran 28 sitios naturales de importancia.

3.14.6. Industria y comercio.

En el año 2003, no se reportó la existencia de establecimientos dedicados a la industria manufacturera posiblemente por ser pocas y cuidar el anonimato. Dentro de este rubro los subsectores que más han sobresalido en el municipio de Copándaro son:

Subsector: Productos minerales no metálicos, (excluye los derivados del petróleo y del carbón).

3.15. Equipamiento Urbano.

En este apartado se identifica el equipamiento urbano y rural existente en el municipio, su localización, nivel de servicio, tipos y número de unidades, superficie ocupada y población atendida para que en base a las normas de equipamiento de SEDESOL se definan los déficits y superávits del mismo, tomando en cuenta que el centro de población urbano de Copándaro de Galeana corresponde a los centros de población colocado en la jerarquía urbana nacional, con nivel de servicio de Concentración Rural o SEDRUC comprendido para las poblaciones de 2 500 a 5 000 habitantes, y que las comunidades rurales no entran dentro de la jerarquía por lo que dependen de su Cabecera Municipal, pero es importante tomarlas en cuenta dentro del equipamiento básico como son instalaciones de educación, recreación y deporte, salud y asistencia social.

3.15.1. Nivel Primaria.

A continuación, en la imagen 3.10 se muestra la primaria “Melchor Ocampo” que se encuentra ubicada en la calle Pípila, en la población de Copándaro de Galeana.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2019.

FIGURA 3.10 ESCUELA PRIMARIA MELCHOR OCAMPO.

3.15.2. Nivel Secundaria.

A continuación, en la tabla 3.9 se muestran las características de equipamiento con las que cuenta la secundaria técnica no. 47 en Copándaro de Galeana.

TABLA 3.9 EQUIPAMIENTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

EQUIPAMIENTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA	Escuela		Secundaria Técnica
	Tipo		Urbano
	Ubicación		Copándaro
	Radio de influencia		1.5 km
	Superficie	Terr eno M2	1100
		Construido M2	7500
	UBS		Aula
	No. de UBS existentes		10
	Capacidad de diseño por UBS		40 alumnos por turno
	Población receptora máxima		800
	Población atendida		289
	Estimación		Superávit

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

A continuación, en la figura 3.11 se muestra la secundaria No. 47 en Copándaro de Galeana.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2019.

FIGURA 3.11 ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA NO. 47 COPÁNDARO DE GALEANA.

3.15.3. Nivel Medio Superior

A continuación, en la tabla 3.10 se muestran las características de equipamiento con las que cuenta el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario CBTA No. 234 en Copándaro de Galeana.

TABLA 3.10 EQUIPAMIENTO DE EDUCACIÓN MEDIA

EQUIPAMIENTO DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR	Escuela		CBTA No. 234
	Tipo		Urbano
	Ubicación		Copándaro
	Radio de influencia		20 a 30 km
	Superficie	Terreno M2	1350
		Construido M2	6500
	UBS		Aula
	No. de UBS existentes		-
	Capacidad de diseño por		40 alumnos por turno
	Población receptora máxima		-
	Población atendida		-
	Estimación		-

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

3.15.4. Salud

Copándaro de Galeana cuenta con una unidad de salubridad “Centro de salud rural”

La cual se encuentra en la Avenida “Morelia de Copándaro de Galeana” en Copándaro de Galeana.

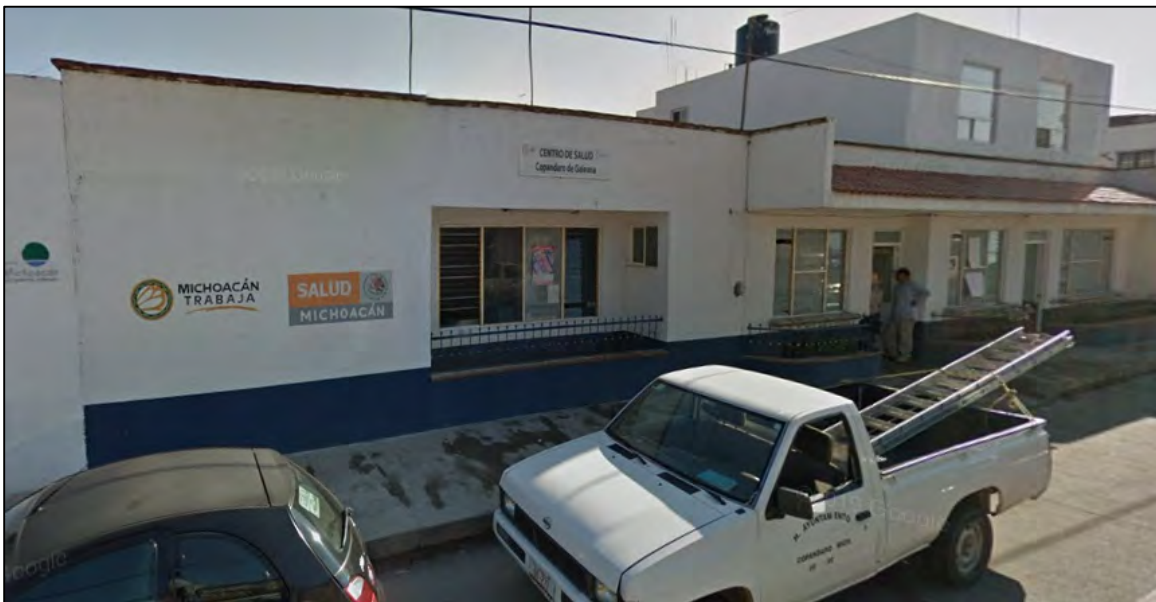
En la tabla 3.11, se muestran las características con las que cuenta el centro de salud rural.

TABLA 3.11 EQUIPAMIENTO DE SALUD

EQUIPAMIENTO DE SALUD	Nombre		Centro de Salud Rural
	Tipo		Urbano Rural
	Ubicación		Copándaro
	Radio de influencia		Centro Población
	Superficie	Terr eno M2	S/D
		Construido	S/D
	UBS		Consultorio
	No. de UBS existentes		3
	Capacidad de diseño por		28 consultas por turno
	Población receptora		168
	Población atendida		40 consultas por turno
	Estimación		Superávit

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

A continuación, en la figura 3.12 se muestra la unidad del centro de salud rural que esta sobre la avenida Galeana-Morelia en Copándaro de Galeana.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2019.

FIGURA 3.12 CENTRO DE SALUD RURAL.

3.15.5. Asistencia Social

En este subsistema de equipamiento se cuenta con un módulo para el Desarrollo Integral para la Familia (DIF), el cual provee a los habitantes de servicios de consultas médicas, entrega de medicamentos, estudios clínicos y entrega de despensas, además de contar con un centro de rehabilitación el cual es atendido por seis personas, de entre las cuales destaca un médico. Estos equipamientos no entran dentro de las normas de sedesol, pero se considera importante señalarlos.

Carencia de equipamiento de asistencia social básico requerido en el Centro de Población.

- Centro de Asistencia Desarrollo Infantil. (DIF)
- Centro de Desarrollo Comunitario. (DIF)
- Comercio

En Copándaro de Galeana la gente surte alimentos principalmente en el mercado municipal San Judas.

En la tabla 3.12 se pueden apreciar las características principales de equipamiento comercial.

TABLA 3.12 EQUIPAMIENTO DE COMERCIO

EQUIPAMIENTO DE COMERCIO	Nombre		Tianguis o Mercado sobre ruedas	Tienda Diconsa	Mercado Público
	Tipo		Urbano	Urbano	Urbano
	Ubicación		Copándaro	Copándaro	Copándaro
	Radio de influencia		1 km	1.5 km	750 m
	Superficie	Terreno M2	S/D	S/D	600
		Construido M2	S/D	S/D	600
	UBS		6.10 m ² espacio	Tienda	Puesto o local
	No. de UBS existentes		40	1	45
	Capacidad de diseño por UBS		121 consumidores	1 000 a 5000 habitantes	121 consumidores
	Población receptora máxima		4 840	5 000	5 445
	Población atendida		3 112	3 112	3 112
	Estimación		Superávit	Superávit	Superávit

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

En la figura 3.13, se pueden observar tres tiendas de abarrotes cerca de la plaza principal de Copándaro de Galeana, las cuales son las que tienen mayor demanda de venta por estar en el centro de dicha población.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2019.

FIGURA 3.13 TIENDAS DE ABARROTES.

3.15.6. Abasto

Copándaro de Galeana también cuenta con un rastro municipal.

En la tabla 3.13, se muestran las características del rastro municipal que se encuentra en Copándaro de Galeana.

TABLA 3.13 EQUIPAMIENTO DE ABASTO

EQUIPAMIENTO DE ABASTO	Nombre		Rastro Municipal
	Tipo		Urbano
	Ubicación		Copándaro
	Radio de influencia		Centro Población
	Superficie	Terreno M2	700
		Construido M2	700
	UBS		145 m ² Area de
	No. de UBS existentes		1
	Capacidad de diseño por UBS		50 animales por turno
	Población receptora máxima		50
	Población atendida		5 a 10
	Estimación		Superávit

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

A continuación, en la figura 3.14 se muestra el Rastro de Copándaro de Galeana que se encuentra ubicado al norte de la plaza principal y está a la orilla del lago de Cuitzeo.



FIGURA 3.14 RASTRO DE COPÁNDARO DE GALEANA.

3.15.7. Recreación

Cuenta con una iglesia llamada (Parroquia de Santiago Apóstol).

En la figura 3.15 se puede observar la iglesia que se encuentra en Copándaro de Galeana, al lado de la plaza principal.



FUENTE: GOOGLE, 2019.

FIGURA 3.15 PARROQUIA DE SANTIAGO APÓSTOL.

Copándaro de Galeana también cuenta con una plaza principal, la cual está ubicada al lado de la Parroquia de Santiago Apóstol.

En la tabla 3.14 se muestran las características de esta plaza cívica.

TABLA 3.14 EQUIPAMIENTO DE RECREACIÓN

EQUIPAMIENTO DE RECREACIÓN	Nombre		Plaza Cívica y Jardín
	Tipo		Urbano
	Ubicación		Copándaro
	Radio de influencia		Centro Población
	Superficie	Terreno M2	3500
		Construido M2	S/D
	UBS		M2
	No. de UBS existentes		3500
	Capacidad de diseño por UBS		6.25 usuarios
	Población receptora máxima		21 875
	Población atendida		3 112
	Estimación		Superávit

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

En la figura 3.16, se puede apreciar la plaza de Copándaro de Galeana, la cual es muy concurrida por la gente de dicha población y turistas.



FUENTE: GOOGLE, 2019.

FIGURA 3.16 PLAZA CÍVICA DE COPÁNDARO DE GALEANA.

3.15.8. Deporte

La comunidad de Copándaro de Galeana cuenta con dos canchas. Estas canchas están ubicadas en la calle Melchor Ocampo, Copándaro de Galeana.

En la tabla 3.15, se muestran características de dichas canchas deportivas.

TABLA 3.15 EQUIPAMIENTO DEPORTIVO

EQUIPAMIENTO DE DEPORTE	Nombre		Módulo Deportivo	Módulo Deportivo
	Tipo		Urbano	Rural
	Ubicación		Copándaro	Copándaro
	Radio de influencia		1 km	1 km
	Superficie	Terreno M2	1000 Aprox.	70 Aprox.
		Construido M2	90	70
	UBS		M ² de cancha	M ² de cancha
	No. de UBS existentes		90	70
	Capacidad de diseño por UBS		Usuarios x m ² de cancha *	Usuarios x m ² de cancha*
	Población receptora máxima		-----	-----
	Población atendida		-----	-----
	Estimación		Cumple con UBS	Cumple con UBS

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

A continuación, en la figura 3.17 se pueden observar cómo está constituida la unidad deportiva de Copándaro de Galeana.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2019.

FIGURA 3.17 UNIDAD DEPORTIVA DE COPÁNDARO DE GALEANA.

3.15.9. Administración Pública

En la tabla 3.16, se muestra el equipamiento de administración pública en Copándaro de Galeana.

TABLA 3.16 EQUIPAMIENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

EQUIPAMIENTO PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	Nombre		Palacio Municipal	Receptoría de Rentas	Registro Civil
	Ubicación		Calle Hidalgo	Copándaro	Copándaro
	Radio de influencia		Centro de Población	Centro de Población	Centro de Población
	Superficie	Terreno M2	850 Aprox.	S/D	S/D
		Construido M2	850	S/D	S/D
	UBS		M2 construido	M2 construido	M2 construido
	No. de UBS		850	-	-
	Capacidad de diseño por UBS		Variable en función de las necesidades	Variable en función de las necesidades	Variable en función de las necesidades
	Población receptora		-----	-	-
	Población atendida		-----	-	-
	Estimación		Cumple con UBS	-	-

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

3.15.10. Servicios Urbanos

En la tabla 3.17, se muestran los servicios urbanos con los que cuenta la población de Copándaro de Galeana para llevar un control en cuanto a la seguridad.

TABLA 3.17 EQUIPAMIENTO DE SERVICIOS URBANOS

EQUIPAMIENTO DE SERVICIOS URBANOS	Nombre		Cementerio Municipal	Comandancia de Policía
	Ubicación		Calle La Paz	Copándaro
	Radio de influencia		Centro de Población	Centro de Población
	Superficie	Terreno M2	5 177 Aprox.	S/D
		Construido M2	S/D	S/D
	UBS		Fosa	M2 Construido
	No. de UBS existentes (libres)		167	S/D
	Capacidad de diseño por		1 a 3 cadáveres	Variable en función de
	Población receptora máxima		501	-----
	Población atendida		39 por año prom.	-----
	Estimación		Capacidad para 13 años aprox.	No cumple con UBS requeridas

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

3.15.11. Necesidades Sentidas por la Comunidad

Las necesidades más emergentes de la población son las relacionadas con la dotación de drenaje y pavimentación, referente a equipamiento urbano como educación, la construcción de un centro de salud con hospitalización y seguridad pública.

- Falta de mantenimiento en equipamiento de educación urbano y rural además de la construcción de nuevas aulas.
- Perciben que el equipamiento de cultura no es suficiente, ven necesaria la creación de una casa de la cultura y lugares donde se involucre la población.
- Expresaron que el servicio de recolección de basura no es el adecuado además de que sería muy conveniente reciclar la basura y hacer composta.
- Que se mejoren las condiciones del Centro de Salud con equipo para atender y poder estabilizar a personas graves de salud.
- Expresaron que las fuentes de empleo no son las suficientes y los salarios son bajos.
- Crear programas para mejorar y aumentar la producción agrícola ya que es la principal fuente de ingresos a nivel municipal.
- Apoyar a las familias del municipio de bajos recursos para que puedan tener una casa propia.
- Restauración del ex convento y templo del siglo XVI.
- Construcción de áreas de juegos infantiles.

3.15.12. Medio Ambiente

Recursos naturales deteriorados y principales fuentes de contaminación:

- Descarga de aguas negras a la Laguna de Cuitzeo principalmente de las localidades de San Agustín del Maíz, Arúmbaro, Copándaro, Santa Rita y Congotzio. Las aguas negras son vertidas a la Laguna sin el tratamiento adecuado lo que está generando el deterioro del ecosistema.
- Localidades como Palo Alto, Las Cruces, el Fresno, etcétera, no cuentan con sistemas de drenaje adecuados por lo que vierten sus aguas a las barrancas aledañas generando contaminación y deterioro del suelo, flora y fauna.
- Las presas los Ucuares y el Padre son cuerpos de agua contaminados por el ganado, el agua de estas presas es conducido por gravedad a depósitos de agua de las localidades mencionadas en el punto anterior. Esto es alarmante ya que estas aguas pueden afectar la salud de los habitantes.
- El relleno sanitario es inadecuado ya que no actúa como relleno, sino como tiradero de basura a cielo abierto. Es causante de contaminación y deterioro del suelo, aire, flora y fauna del lugar.
- Existen establos en áreas habitacionales y generan malos olores, además de que contaminan el agua ya que no se les da el mantenimiento adecuado.

3.15.13. Conservación y Deterioro de las Áreas Naturales

Lago de Cuitzeo:

Es el segundo cuerpo de agua más grande de México. Durante décadas fue el sustento de miles de personas, centro neurálgico de todos los pueblos de los alrededores y motivo de orgullo para los michoacanos. Hoy, el lago de Cuitzeo está en la agonía. El cuerpo de agua se encuentra hoy casi irreversiblemente afectado por los grandes índices de contaminación. Es receptor de aguas residuales de 13 municipios y de agroquímicos, y además sirve como basurero para los habitantes de la región.

En la figura 3.18, se puede apreciar una orilla del lago de Cuitzeo. En el cual podemos observar lo contaminada que está el agua; esto se debe a que, las aguas de las poblaciones cercanas no cuentan con una planta de tratamiento, para darles un tratamiento adecuado.



FIGURA 3.18 LAGO DE CUITZEO.

CAPÍTULO 4: ESTUDIOS PRELIMINARES



4. ESTUDIOS PRELIMINARES

4.1 Topografía

En la figura 4.1, podemos apreciar cómo está constituida la Topografía de Copándaro de Galeana.



FIGURA 4.1 TOPOGRAFÍA EN COPÁNDARO DE GALEANA.

4.2 Agua Potable

Zona Urbana (Copándaro de Galeana).

Área cubierta con el servicio y no cubierta.

Tomando en cuenta los datos estadísticos del INEGI para el año 2010 la situación porcentual de las viviendas que contaban con este servicio era la siguiente:

En la tabla 4.1 se muestra el porcentaje de viviendas particulares habitadas con servicio y sin servicio de agua potable.

TABLA 4.1 VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS CON SERVICIO DE AGUA (2010)

VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS CON SERVICIO DE AGUA POTABLE, 2010		
Viviendas particulares habitadas	Con servicio de agua potable	Sin servicio de agua potable
789	97.59%	2.41%

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

De acuerdo al Inventario Nacional de Viviendas (2016), en la figura 4.2 se puede apreciar las viviendas de la Población de Copándaro de Galeana que cuentan con servicio de agua potable.



FUENTE: INVENTARIO NACIONAL DE VIVIENDAS, 2016.

FIGURA 4.2 AGUA POTABLE.

En la figura 4.3, se puede apreciar el pozo de donde se extrae el agua para abastecer a la Población de Copándaro de Galeana; está a dos cuadras debajo de la plaza principal, sobre la calle Leona Vicario y la calle 16 de septiembre.



FIGURA 4.3 POZO DE AGUA.

4.3 Drenaje

Zona Urbana (Copándaro de Galeana).

En la tabla 4.2, se presenta el porcentaje de servicio con y sin drenaje de la población de Copándaro de Galeana.

TABLA 4.2 VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS CON SERVICIO DE DRENAJE (2010)

VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS CON SERVICIO DE DRENAJE, 2010		
Viviendas particulares habitadas	Con servicio de drenaje	Sin servicio de drenaje
789	32.40%	67.70%

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

En la figura 4.4 tomada del Inventario Nacional de Viviendas (2016), se puede apreciar que en la población de Copándaro de Galeana, varias viviendas no cuentan con servicio de drenaje.



FUENTE: INVENTARIO NACIONAL DE VIVIENDAS, 2016.

FIGURA 4.4 DRENAJE.

4.4 Alumbrado Público y Electrificación

Zona Urbana (Copándaro de Galeana).

Área cubierta con el servicio cubierta y no cubierta.

Tomando en cuenta los datos estadísticos del INEGI para el año 2010 la situación porcentual de las viviendas que contaban con este servicio era la siguiente:

TABLA 4.2 VIVIENDAS HABITADAS CON SERVICIO DE ELECTRIFICACIÓN (2010)

VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS CON SERVICIO DE ELECTRIFICACIÓN, 2010		
Viviendas particulares habitadas	Con servicio electrificación	Sin servicio de electrificación
789	99.11%	0.89%

FUENTE: PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO, 2007-2012.

En cuanto a Alumbrado Público se estima que se tiene una cobertura del 90% del total del área urbana actual, las áreas que carecen de alumbrado público se encuentran en su mayoría en las periferias al norte y sur de la localidad de Copándaro de Galeana, además de una parte de la colonia Wenceslao Victoria. De las luminarias instaladas muchas de ellas carecen de mantenimiento lo que causa que algunas no enciendan.

A continuación, en la figura 4.5 se muestra la red de alumbrado público en la población de Copándaro de Galeana.



FIGURA 4.5 ALUMBRADO PÚBLICO.

4.5 Calles Pavimentadas

Copándaro de Galeana ya cuenta con calles pavimentadas, pero no en toda su totalidad. Sin embargo, aún falta calles por ser pavimentadas; y son las que están más alejadas al centro de población.

En la figura 4.6, se puede apreciar un camino que aún no ha sido pavimentado y que tampoco cuenta con los servicios adecuados para un buen funcionamiento de las casas.



FIGURA 4.6 CALLE LIMA.

4.6 Planta de Tratamiento

Actualmente en la comunidad de Copándaro de Galeana, se cuenta con un Planta para ser tratadas las aguas negras provenientes de las casas, negocios, centros médicos, parroquia, etc.

Lamentablemente, la Planta de Tratamiento se encuentra en Obra negra sin ser terminada aún.

En la figura 4.7, se puede apreciar las condiciones en las que se encuentra esta Planta de Tratamiento que está en total abandono.



FIGURA 4.7 PLANTA DE TRATAMIENTO.

CAPÍTULO 5: DISEÑO GEOMÉTRICO



5. DISEÑO GEOMÉTRICO

5.1. Tipo de tuberías y velocidades asociadas

La tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales.

En la selección del material de la tubería de alcantarillado, intervienen diversas características tales como: resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua, economía, facilidad de manejo, colocación e instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación.

Las tuberías para alcantarillado sanitario se fabrican de diversos materiales, tales como:

- Acero.
- Concreto simple (SC) y concreto reforzado (CR).
- Concreto reforzado con revestimiento interior (CRRi).
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).
- Poli (cloruro de vinilo) (PVC) (pared sólida y estructurada).
- Fibrocemento (FC).
- Polietileno de alta densidad (PEAD). (pared sólida corrugada y estructurada).

En los sistemas de alcantarillado sanitario a presión se pueden utilizar diversos tipos de tuberías para conducción de agua potable, siempre y cuando reúnan las características para conducir aguas residuales.

La velocidad mínima se considera que es aquella con la cual no se presentan depósitos de sólidos suspendidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, considerando el gasto mínimo y su tirante correspondiente.

La velocidad máxima es el límite superior; será de 3 m/s, 5 m/s y 8 m/s en casos especiales, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de los conductos y estructuras.

La velocidad máxima permisible para los diferentes tipos de material se muestra en la tabla 5.1. Para su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario.

TABLA 5.1 VELOCIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA.

Material	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
Acero(sin revestimiento, revestido y galvanizado)	3	0.3
Concreto reforzado	5	
Concreto simple		
Fibrocemento		
Poli etileno de alta densidad (PEAD)		
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)		
Poli ester reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	3	

FUENTE: M.A.P.A.S, 2007.

5.2. Pendientes

El objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la erosión de las tuberías.

Para el caso de pendientes pronunciadas, donde no se pueda seguir la pendiente del terreno, será necesario hacer escalonamiento en el perfil de la línea de drenaje, utilizando para este caso tuberías que no sean afectadas por el sulfuro de hidrogeno que se produce en las caídas libres.

La pendiente deberá seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad y de tirantes mínimos del apartado anterior y la ubicación y topografía de los lotes a los que se dará el servicio.

En casos especiales donde la pendiente del terreno sea muy fuerte, es conveniente considerar en el diseño tuberías que permitan velocidades altas, y se debe de hacer

un estudio técnico económico de tal forma que se pueda tener solo en casos extraordinarias y en tramos cortos velocidades de hasta 8 m/s.

A continuación, en la tabla 5.1 se muestra parte del calculo que se hizo para obtener los datos necesarios, para la elaboración del sistema de alcantarillado de Copándaro de Galeana.

TABLA 5.1 EJEMPLO DEL CÁLCULO OBTENIDO CON ESTE DISEÑO; PARA MOSTRAR DE MANERA MAS CLARA EL ANÁLISIS REALIZADO.

TRAMO (A-B)	NTN A	NTN B	PROF POZO A	PROF POZO B	N P A	N P B	LONGITUD	S	FIJANDO	S ajustada	h ajustada	N P calculado	B	prof Pozo
1-3	1852.66	1851.97	1.20	1.50	1851.46	1850.47	47.00	0.02106383	A	22	1.03	1850.43	B	1.54
3-10	1851.97	1849.41	1.54	1.50	1850.43	1847.91	109.00	0.023119266	A	24	2.62	1847.81	B	1.60
10-13	1849.41	1848.37	1.60	1.50	1847.81	1846.87	41.00	0.022926829	A	23	0.94	1846.87	B	1.50
14-13	1848.67	1848.37	1.20	1.50	1847.47	1846.87	27.00	0.022222222	B	22	0.59	1847.46	A	1.21
13-22	1848.37	1847.89	1.50	1.50	1846.87	1846.39	22.00	0.021818182	A	22	0.48	1846.39	B	1.50
22-28	1847.89	1846.19	1.50	1.50	1846.39	1844.69	105.00	0.016190476	A	17	1.79	1844.61	B	1.58
23-28	1847.21	1846.19	1.50	1.58	1845.71	1844.61	109.00	0.010091743	B	10	1.09	1845.70	A	1.51
28-42	1846.19	1844.17	1.58	1.50	1844.61	1842.67	120.00	0.016166667	A	17	2.04	1842.57	B	1.60
34-42	1845.01	1844.17	1.30	1.60	1843.71	1842.57	107.00	0.010654206	B	10	1.07	1843.64	A	1.37
42-51	1844.17	1842.80	1.60	1.50	1842.57	1841.30	81.00	0.015679012	A	16	1.30	1841.27	B	1.53
51-55	1842.80	1841.62	1.53	1.50	1841.27	1840.12	69.00	0.016666667	A	17	1.17	1840.10	B	1.52
55-67	1841.62	1840.78	1.52	1.50	1840.10	1839.28	48.00	0.017083333	A	18	0.86	1839.24	B	1.54
67-68	1840.78	1840.58	1.54	1.50	1839.24	1839.08	9.00	0.017777778	A	18	0.16	1839.08	B	1.50
69-68	1840.78	1840.58	1.30	1.50	1839.48	1839.08	72.00	0.005555556	B	5	0.36	1839.44	A	1.34
68-87	1840.58	1839.51	1.50	1.50	1839.08	1838.01	45.00	0.023777778	A	24	1.08	1838.00	B	1.51
88-87	1839.73	1839.51	1.30	1.51	1838.43	1838.00	73.00	0.005890411	B	5	0.37	1838.37	A	1.36
87-99	1839.51	1837.97	1.51	1.50	1838.00	1836.47	85.00	0.018	A	18	1.53	1836.47	B	1.50
100-99	1837.98	1837.97	1.50	1.50	1836.48	1836.47	70.00	0.000142857	A	3	0.21	1836.27	B	1.70
101-100	1837.98	1837.98	1.30	1.50	1836.68	1836.48	46.00	0.004347826	B	4	0.18	1836.66	A	1.32
88-100	1839.73	1837.98	1.50	1.50	1838.23	1836.48	80.00	0.021875	B	21	1.68	1838.16	A	1.57
89-88	1839.67	1839.73	1.30	1.57	1838.37	1838.16	44.00	0.004772727	B	4	0.18	1838.34	A	1.33
69-88	1840.78	1839.73	1.50	1.57	1839.28	1838.16	48.00	0.023333333	B	23	1.10	1839.26	A	1.52
70-69	1840.97	1840.78	1.30	1.52	1839.67	1839.26	44.00	0.009318182	B	9	0.40	1839.66	A	1.31
99-109	1837.97	1837.88	1.70	1.50	1836.27	1836.38	78.00	-0.00141026	A	3	0.23	1836.04	B	1.84
109-119	1837.88	1837.79	1.84	1.50	1836.04	1836.29	69.00	-0.00362319	A	3	0.21	1835.83	B	1.96
118-119	1837.76	1837.79	1.30	1.96	1836.46	1835.83	114	0.005526316	B	5	0.57	1836.40	A	1.36

5.3. Diámetros

- Diámetro Mínimo.

La experiencia en la conservación y operación de los sistemas de alcantarillado a través de los años ha demostrado que, para evitar obstrucciones, el diámetro mínimo en las tuberías debe ser de 20 cm (8 in), para casos especiales previamente justificados podrá emplearse un diámetro mínimo de 15 cm (6 in).

- Diámetro Máximo.

Está en función de varios factores, entre los que destacan: el gasto máximo extraordinario de diseño, las características topográficas y de mecánica de suelos de cada localidad en particular, el tipo de material de la tubería y los diámetros comerciales disponibles en el mercado.

La selección del diámetro dependerá de las velocidades permisibles, aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre.

5.4. Pozos de Visita

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado, se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente, así como para las ampliaciones o reparaciones de las tuberías incidentes (de diferente material o tecnología).

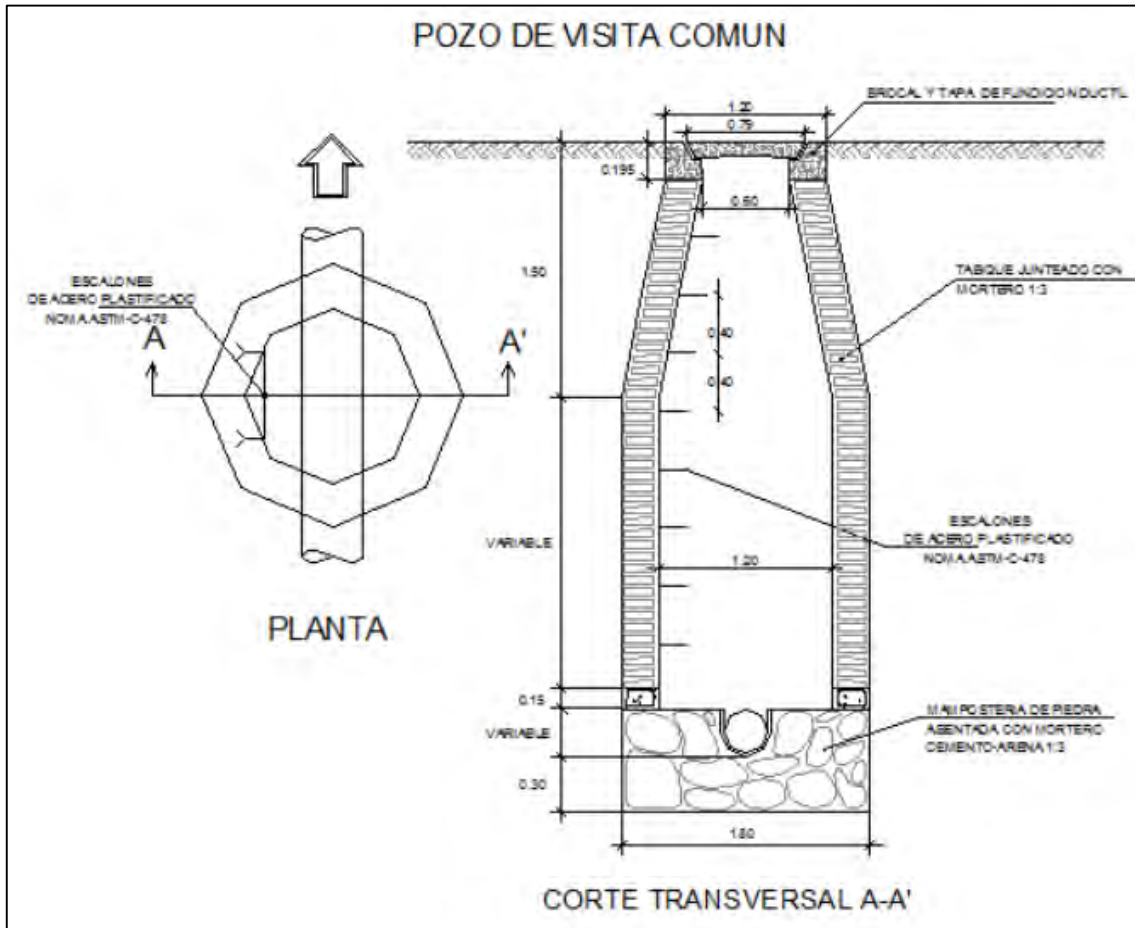
Los pozos de visita pueden ser prefabricados o contruidos en sitio de la obra, los pozos contruidos en sitio de la obra se clasifican en:

Pozos de visita común.

Los pozos de visita comunes están formados por una chimenea de forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, y son utilizados hasta 800 mm. Todos los pozos de visitas comunes deben asentarse sobre una plantilla de material base compactada a 95% PROCTOR con espesor mínimo de 10 cm. En

terrenos suaves esta plantilla se construye de concreto armado. En cualquier caso, la media caña y las banquetas del pozo pueden ser aplanadas con mortero o con el mismo material del pozo. El acceso a la superficie se protege con un brocal con tapa de fierro fundido, concreto, polietileno u otros materiales de acuerdo a la carga exterior de la vialidad; estas tapas deben tener sus respiradores, con lo cual se permita la ventilación del pozo para la salida de gases que ahí se generan. La media caña de los pozos de visita comunes debe formar un conducto que continúe el flujo de las tuberías incidentes y cuyos lados formen las banquetas donde se pararan las personas que entren a los pozos. Opcionalmente y en función del tamaño del pozo de visita, pueden incorporarse escalones de material no corrosible, acero o de fierro fundido plastificados empotrados en las paredes del pozo, que permitan el descenso y ascenso seguro del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.

A continuación, en la figura 5.1 se muestra un ejemplo sobre cómo está constituido un pozo de visita común.



FUENTE: M.A.P.A.S, 2015.

FIGURA 5.1 POZO DE VISITA COMÚN.

Pozo con caída libre.

Se permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.

En la siguiente figura 5.2, se puede apreciar un claro ejemplo de un pozo de visita con su caída libre.

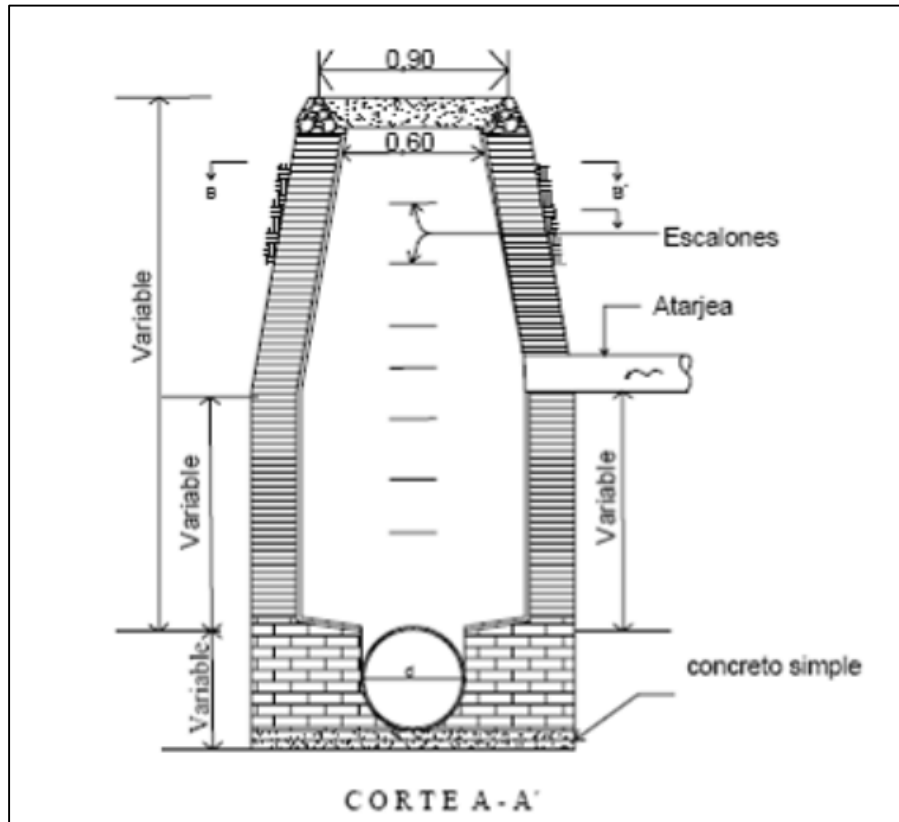
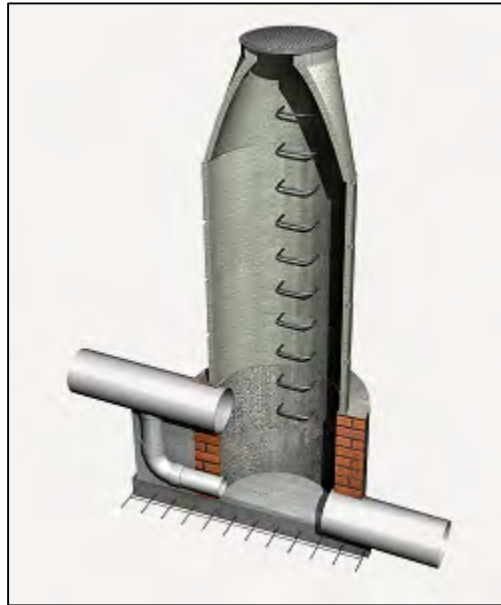


FIGURA 5.2 POZO DE VISITA CON CAÍDA LIBRE.

Pozo con caída adosada.

Son pozos de visita comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 m y 0.25 m de diámetro con un desnivel hasta de 2 m.

En la figura 5.3, se puede apreciar un claro ejemplo de un pozo de visita con su caída adosada.



FUENTE: CONSEJERÍA DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES, 2018

FIGURA 5.3 POZO DE VISITA CON CAÍDA ADOSADA.

Pozos construidos en sitio

Los pozos que se construyen en el lugar de la obra, comúnmente utilizan tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Cuando se usa tabique de concreto o ladrillo, el espesor mínimo debe de ser de 28 cm. La base de los pozos de visita hechos en obra debe ser de concreto monolítico ($f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$), con espesor mínimo de 15 cm hasta una altura mínima de 50 cm sobre el lomo de los tubos incidentes, armado con acero de refuerzo. Estos tipos de pozo de visita se deben de aplanar y pulir exterior e interiormente con mezcla cemento-arena.

A continuación, en la figura 5.4 se aprecia el proceso de construcción de un pozo realizado en obra.



FIGURA 5.4 POZO DE VISITA HECHO EN OBRA.

5.5. Descargas Domiciliarias

La descarga domiciliaria o albañal exterior, es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, del registro domiciliario a la atarjea. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo el mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales, la conexión entre el albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima de 1%.

En caso de que el diámetro del albañal sea de 10 cm, se debe de considerar una pendiente del 2%; se debe de garantizar que la conexión del albañal a la atarjea sea hermética.

CAPÍTULO 6: DISEÑO HIDRÁULICO



6. DISEÑO HIDRÁULICO

6.1. Antecedentes del Diseño Hidráulico

En la red de atarjeas, en las tuberías, solo debe presentarse la condición de flujo a superficie libre, para simplificar el diseño del alcantarillado, se consideran condiciones de flujo establecido. La fórmula de continuidad para un escurrimiento continuo permanente es:

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

- Q es el gasto en m³/s
- V es la velocidad en m/s
- A es el área transversal del flujo en m²

Para el cálculo hidráulico del alcantarillado se utiliza la fórmula de Manning

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

Donde:

- V es la velocidad en m/s
- R_h es el radio hidráulico en m
- S es la pendiente del gradiente hidráulico de la tubería adimensional
- n es el coeficiente de fricción

El radio hidráulico se calcula con la siguiente formula:

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

Donde:

- R_h es el radio hidráulico en m
- A es el área transversal del flujo en m²
- P_m es perímetro mojado en m

El coeficiente de fricción n , representa las características internas de la superficie de la tubería, su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y del estado de conservación de la tubería. En la tabla 6.1, se dan los valores de n para ser usados en la fórmula de Manning.

TABLA 6.1 COEFICIENTE DE FRICCIÓN DE MANNING DE ACUERDO CON EL MATERIAL.

Material	n(Manning)
Concreto	0.012
Concreto con revestimiento de PVC/PEAD	0.009
Acero soldado con recubrimiento interior (pinturas)	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Fibrocemento	0.010
Polietileno pared solida	0.009
polietileno corrugado/estructurado	0.012
PVC pared solida	0.009
PVC pared corrugada/estructurado	0.009
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.009

FUENTE: M.A.P.A.S, 2007.

Para el cálculo de los elementos geométricos de secciones circulares que trabajan parcialmente llenas se pueden usar las siguientes fórmulas, las cuales representan los datos de la figura 6.1:

$$\theta = 2\cos^{-1}(1 - d/r)$$

$$d = r(1 - \cos \theta/2)$$

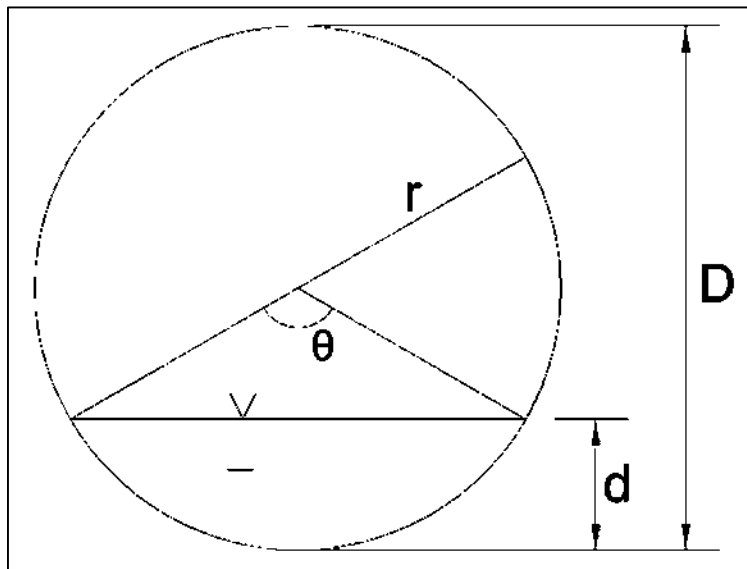
$$P_m = \pi D \theta / 360$$

$$r_h = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{360 \text{Sen} \theta}{2\pi \theta} \right)$$

$$A = r^2 \left(\frac{\pi \theta}{360} - \frac{\text{Sen} \theta}{2} \right)$$

Donde:

- d es el tirante hidráulico, en m.
- D es el diámetro interior del tubo, en m.
- A es el área de la sección transversal del flujo, en m^2 .
- P_m es el perímetro mojado, en m.
- R_h es el radio hidráulico, en m.
- θ es el Angulo en grados.
- r es $D/2$, en m.



FUENTE: M.A.P.A.S, 2007.

FIGURA 6.1 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE UNA TUBERÍA.

6.2. Determinación de la Población Actual y de Proyecto

- Población Actual:

La población actual se refiere a datos censales que proporciona el Instituto Nacional de Estadística Geométrica e informática (INEGI), esta información se valida con la que resulta del número de contratos de servicios y la densidad de población.

A continuación, en la tabla 6.2 se muestran los datos de censos tomados de INEGI.

TABLA 6.2 DATOS CENSALES DE INEGI

Año	Evento Censal	Población (Habitantes)
1970	censo	3020
1980	censo	3223
1990	censo	3836
1995	conteo	3834
2000	censo	3408
2005	conteo	no hay datos
2010	censo	3112

FUENTE: INEGI,2019.

- Población de Proyecto

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de alcantarillado. Se considera un periodo de 20 años de vida útil, empezando por el año 2018 al 2038.

Para obtener la población del año 2038, se aplicará la predicción de población según el apartado de la norma técnica NT-011-CNA-2001 y dos datos de los censos de la tabla 6.2.

La tasa de crecimiento por lo general es variable en el tiempo, ya que en cuestiones de población es altamente improbable que se mantenga constante esa tasa. La determinación de la tasa de crecimiento dependerá de los datos disponibles.

La tasa T_c (Tasa de Crecimiento) en porcentaje se determina de la siguiente ecuación:

Fórmula.

$$Tc(\%) = \left[\left(\frac{P_{i+n}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] 100$$

Donde:

P_i: población que existe al iniciar el periodo de tiempo “i” (hab)

P_{i+n}: Población que habrá “n” periodos después del tiempo “i” (hab)

T_c: Tasa de crecimiento promedio entre par de periodos consecutivos (%)

Enseguida se describe el cálculo de la tasa de crecimiento.

Cálculo de la tasa de crecimiento utilizando los intervalos de población del año 1980 – 1990.

Cálculo.

$$Tc(\%) = \left[\left(\frac{3836}{3223} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \right] 100 = \mathbf{1.756\%}$$

La proyección de la población se realizará para el periodo de diseño de 20 años (n), se utilizará la tasa de crecimiento ya calculada (T_c= 1.756%) de acuerdo a las recomendaciones de la NT-011-CNA-2001.

Con esta tasa de crecimiento, la población de proyecto se calcula por la ecuación siguiente.

$$P_{i+n} = Pi(1 + Tc)^n$$

Donde:

Pi: población iniciar “i” (hab)

Pi+n: Población que habrá “n” periodos después del tiempo “i” (hab)

Tc: Tasa de crecimiento promedio entre par de periodos (adimensional)

- Cálculo de la población Actual:

$$P_{2018} = 3112 (1 + 0.01756)^8$$

P ₂₀₁₈	3577 Hab
-------------------	----------

- Cálculo de la población futura:

$$P_{2038} = 3112 (1 + 0.01756)^{28}$$

P ₂₀₃₈	5067 Hab
-------------------	----------

La población estimada para el final de la vida útil de la red de alcantarillado de la población de proyecto resulto de 5067 habitantes.

6.3. Determinación de Gastos de Diseño

Los gastos que se consideran en los proyectos de alcantarillado son: medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

6.3.1 Gasto medio

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. La CONAGUA considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente, por lo que no se adicionará al caudal de aguas negras el volumen por infiltraciones.

En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas negras en cada tramo de la red, se calcula con:

$$Q_{med} = \frac{Ap P}{86400}$$

Donde:

Q_{med}=Gasto medio de aguas residuales en l/s.

Ap= Aportación de aguas residuales por día, en l/hab.

P= Población, en número de habitantes.

86,400= segundos/día.

Para localidades con zonas industriales, que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes considerables, de acuerdo a la ecuación anterior, se debe adicionar al gasto medio, el gasto de aportación obtenido.

6.3.2 Gasto Mínimo

El gasto mínimo, es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto. Se acepta que este valor es igual a la mitad del gasto Q_{med}.

$$Q_{min} = 0.5 Q_{med}$$

El gasto mínimo corresponde a la descarga de un excusado de 6 litros, dando un gasto de 1.0 lt/seg, por lo que se podrá utilizar este último valor en algunos tramos iniciales de la red, siempre y cuando se asegure que en dichos tramos existen este tipo de aparatos.

6.3.3 Gasto Máximo Instantáneo

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este criterio se consideran criterios ajenos a las condiciones socioeconómicas de cada lugar.

El gasto máximo instantáneo se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M):

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

$$Q_{\max. \text{ inst}} = M * Q_{\text{med}}$$

En el caso de zonas habitacionales el coeficiente de Harmon (M), está dado por la siguiente formula:

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

Donde:

P es la población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada, en miles de habitantes.

Este coeficiente de variación máxima instantánea, se aplica considerando que:

En tramos con una población acumulada hasta menor de 1000 habitantes, el coeficiente M es constante e igual a 3.8.

Para una población acumulada mayor que 63,454 habitantes, el coeficiente M se considera constante e igual a 2.17, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.

6.3.4 Gasto Máximo Extraordinario

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como por ejemplo bajadas de aguas pluviales de azoteas, patios, o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado.

En función de éste gasto se determina el diámetro adecuado de las tuberías, ya que brinda un margen de seguridad para prever los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red, bajo esas circunstancias.

En los casos que se diseñe un sistema nuevo apegado a un plan de desarrollo urbano que impida un crecimiento desordenado y se prevea que no existan aportaciones pluviales de los predios vecinos, ya que estas serán manejadas por un sistema de drenaje pluvial por separado, el coeficiente de seguridad será de 1. En los casos en que se diseñe la ampliación de un sistema existente de tipo combinado, previendo las aportaciones extraordinarias de origen pluvial, se podrá usar un coeficiente de seguridad de 1.5.

La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario resulta:

$$Q_{\text{Max ext}} = \text{CS } Q_{\text{Max inst}}$$

Donde:

$Q_{\text{Max ext}}$ = Gasto máximo extraordinario, en l/s.

CS = Coeficiente de seguridad adaptado.

A continuación, en la tabla 6.3 se muestran los gastos obtenidos para este diseño:

TABLA 6.3 CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l/hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
CALIDO	400	230	185
SEMICÁLIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100

FUENTE: M.A.P.A.S, 2007.

Consumo: para obtener el consumo por (l/hab/día), se utilizó la tabla 6.3. donde el clima de la población de Copándaro de Galeana es Templado.

La dotación se obtendrá multiplicando el valor de cada clase en clima templado por el porcentaje mostrado en la tabla 6.4 que se refiere al rango de clase (residencial, media y popular) en la población de Copándaro de Galeana.

TABLA 6.4 DOTACIÓN (L/Hab/Día)

CLIMA	Consumo por clase Socioeconómica L/HAB/D			Población Resid.	Población Media	Población Popular	Dotación (L/hab/día)
	Residencial	Media	Popular				
Clima Templado	250	195	100	70 %	20 %	10 %	224
				175	39	10	

La dotación sería de 224 (l/hab/día)

- Aportación de Aguas Residuales

Es el volumen diario del agua residual entregado a la red de alcantarillado. La mayoría de los autores, investigadores y dependencias gubernamentales, están de acuerdo en que la aportación es un porcentaje del valor de la dotación, ya que existe un volumen del líquido que no atributa a la red de alcantarillado, como lo es el utilizado para el consumo humano, riego de jardines, lavado de coches, etc.

En las localidades en que se tienen zonas industriales con un volumen considerable de agua residual, se debe de obtener el porcentaje de aportación para cada una de estas zonas.

Considerando lo anterior, se adopta como aportación de aguas negras el 75% de la dotación de agua potable (l/hab/día), considerando que el 25% restante se consume antes de llegar a las atarjeas.

La aportación sería:

$$\text{Aport} = (\text{Dot}) (0.75)$$

$$\text{Aport} = (224) (0.75)$$

$$\text{Aport} = 168 \text{ l/hab/día}$$

Conociendo los datos anteriores, ahora si se pueden obtener los gastos de diseño.

En la tabla 6.5, podemos apreciar el resultado de los gastos de diseño.

- Gastos de diseño

TABLA 6.5 GASTOS DE DISEÑO (L/Seg)

Gastos de Diseño	
Gasto mín.	4.93 L/Seg
M	3.24
Gasto medio.	9.85 L/Seg
Gasto máx. instantáneo	31.92 L/Seg
Gasto máx. Extraordinario	47.88 L/Seg

6.4. Planeación del Sistema de Alcantarillado

La red de alcantarillado tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, hacia los colectores.

La red está constituida por un conjunto de tuberías por donde son conducidas las aguas residuales captadas. El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen en el diseño las mayores secciones en los tramos finales de la red. No es admisible diseñar reducciones en los diámetros en el sentido del flujo cuando se mantiene la pendiente de la tubería siendo caso contrario cuando la pendiente se incrementa podrá diseñarse un diámetro menor siempre cubriendo el gasto de diseño y los límites de velocidad.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del parámetro exterior de las edificaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo este mismo el mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales.

La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima del 1%. En caso de que el diámetro del albañal sea de 10 cm, se debe de considerar una pendiente del 2%.

El diámetro mínimo que se utiliza en la red de atarjeas de un sistema de drenaje separado es de 20 cm, y su diseño, en general debe de seguir la pendiente natural del terreno siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de la velocidad y la condición mínima de tirante.

La estructura típica entre dos tramos de la red es el pozo de visita, que permite el acceso del exterior para su inspección y maniobras de limpieza; también tiene la función de ventilación de la red para la eliminación de gases. Las uniones de la red de la tubería con los pozos de visita deben de ser herméticas. Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruces, cambios de dirección, pendiente, diámetro

y para dividir tramos que excedan la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación.

A continuación, en la tabla 6.6 se muestra la separación máxima entre pozos de visita.

TABLA 6.6 SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE POZOS DE VISITA

Diámetro, en m	Separación, en m
0.20-0.76	125-135
0.90-1.22	175-190
Mayores de 1.22	250-275

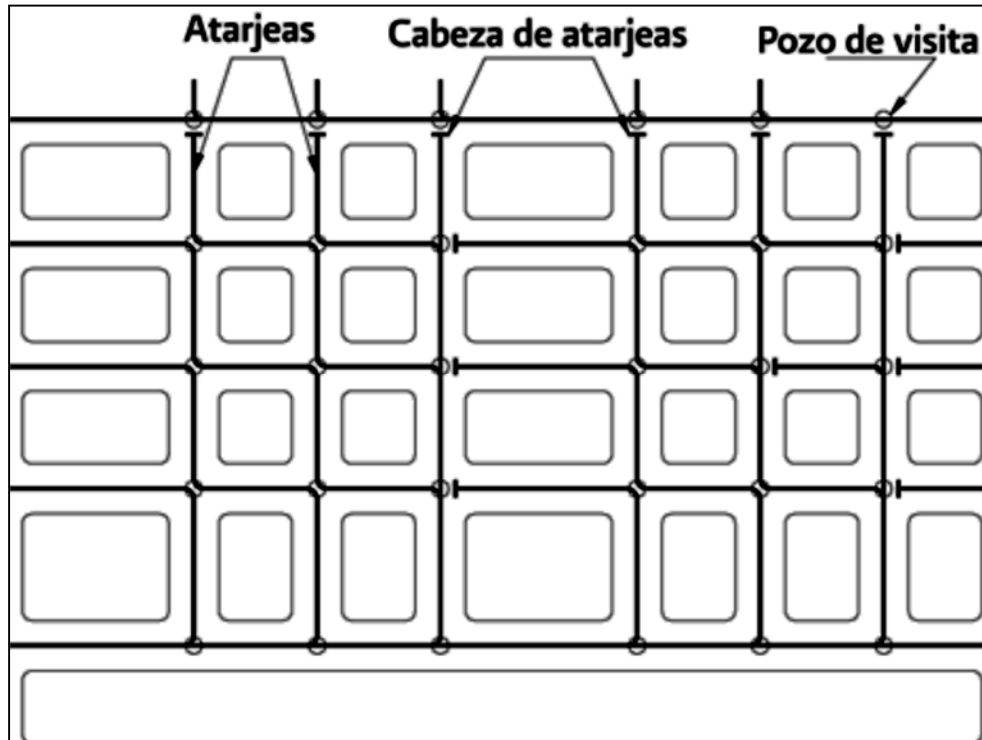
FUENTE: M.A.P.A.S., 2007

- Tipo de Trazo:

Se propone el “*Trazo en peine*”. Este se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas.

Garantiza aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjea a la tubería común de cada peine, y de estas a los colectores, propiciando rápidamente un régimen hidráulico establecido. Tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta útil en el diseño cuando la topografía es muy irregular.

En la figura 6.2, podemos apreciar cómo está compuesto el trazo en peine.



FUENTE: M.A.P.A.S, 2007.

FIGURA 6.2 TRAZO EN PEINE.

6.5. Pozos de visita y Componentes del Sistema

Los pozos de visita usados para este proyecto son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado, se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios diámetro, dirección y pendiente, así como para las ampliaciones o reparaciones de las tuberías.

Los pozos de visita para este proyecto, serán fabricados en el sitio.

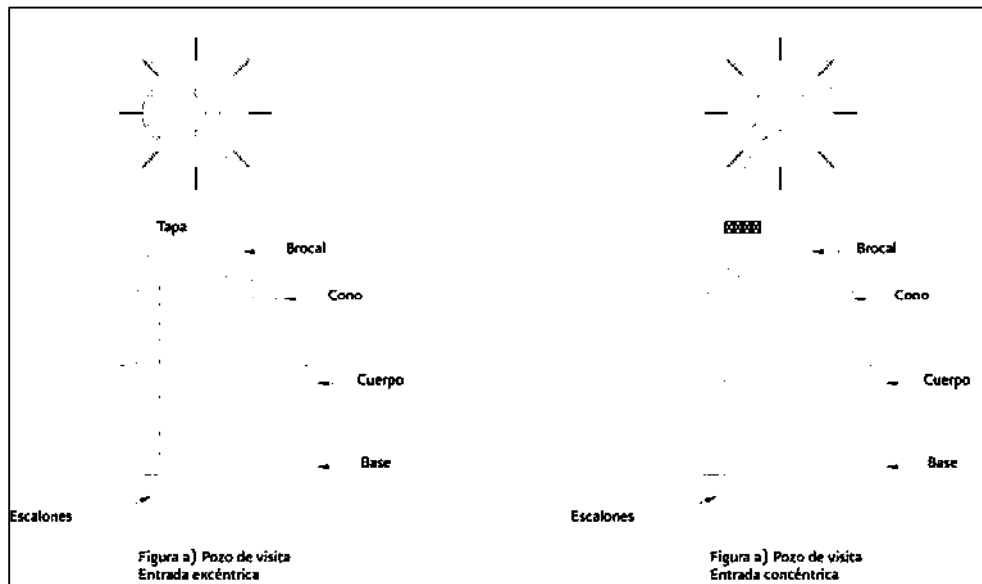
Los tipos de pozo para este proyecto son los siguientes:

- 1) Pozo de visita común
- 2) Pozo de visita con caída libre
- 3) Pozo de visita con caída adosada

Los componentes esenciales de un pozo de visita son:

- a) Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, medias cañas y banqueteta.
- b) Cuerpo, el cual debe de ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones.
- c) Cono de acceso (concéntrico o excéntrico)
- d) Brocal
- e) Tapa

En la figura 6.3, podemos apreciar donde va cada componente de un pozo de visita mencionados en la lista anterior.



FUENTE: M.A.P.A.S, 2007.

FIGURA 6.3 COMPONENTES DE POZOS DE VISITA.

- Pozos construidos en sitio

Le material que se será requerido para construir los pasos de visita para este proyecto serán:

- Ladrillo con espesor de 28 cm
- Concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

- Acero de refuerzo
- Mezcla cemento-arena.

En la figura 6.4, podemos apreciar un ejemplo de cómo se va construyendo un pozo de visita.



FIGURA 6.4 POZO DE VISITA COMÚN.

6.6. Pendientes y Diámetros de la Red

Los diámetros propuestos para red de atarjeas serán como mínimo de 20 cm (8 in), el diámetro para subcolectores se propondrá igual para las atarjeas y en cuantos colectores y emisor el diámetro propuesto será de 25 cm y 30 cm. Estos diámetros serán puestos a revisión hidráulica y cumplan con los parámetros de diseño.

Las pendientes y diámetros son unas de las variables hidráulicas de una red de alcantarillado estas influyen directamente en los costos, mayores pendientes implican mayor volumen de excavación, hay que tener en cuenta estas variables para tener un proyecto económicamente factible y además que cumpla con las variables hidráulicas ya establecidas.

El procedimiento a realizar para los cálculos de las pendientes con las cotas de las plantillas de los pozos, en los pozos se propone las profundidades dependiendo el tipo de pozo que para este proyecto arrojó tres tipos (pozo común, cabeza de atarjea exterior, cabeza de atarjea interior).

$$(S)\text{Pendiente} = \frac{\text{Cota de plantilla mayor} - \text{Cota de plantilla menor}}{\text{Longitud del tramo}}$$

Para después calcular la nueva diferencia de cotas de plantilla o desnivel (H_{ajust}) esta resulta ser:

$$H_{\text{ajust}} = \text{Longitud del tramo} * (S)\text{Pendiente}$$

Una vez calculada la nueva diferencia de cotas de plantilla o desnivel (H_{ajust}), se deberá mantener fija la cota del pozo inicial del tramo de interés y restarle el desnivel (H_{ajust}) para determinar la nueva cota de plantilla del pozo final con la pendiente calculada.

Nueva cota de plantilla del pozo final = CPPF_{ajust} = cota del pozo inicial - H_{ajust}

Nueva profundidad del pozo final = cota de elevación del pozo fina - CPPF_{ajust}

Esta nueva profundidad del pozo final deberá cumplir con especificación mínima de profundidad para cada tipo de pozo.

En la tabla 6.7, podemos apreciar las profundidades mínimas para pozos de visita

TABLA 6.7 PROFUNDIDADES MÍNIMAS PARA POZOS DE VISITA

Tipo de pozo	Profundidad mínima
Común	1.50
Cabeza de atarjea interior	1.30
Cabeza de atarjea exterior	1.20

FUENTE: M.A.P.A.S, 2007.

Las estructuras de caída por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

6.7. Revisión Hidráulica

Para la revisión hidráulica se propondrá utilizar una tabla de cálculo bastante simple y funcional, dando en ella parámetros mínimos y máximos para las diferentes condiciones de tramos y de la red en general.

De tal manera que, la *columna 1* corresponderá al número de pozo de visita asignado desde el diseño geométrico, y que es donde inicia el análisis hidráulico por tramos en la red de sub colectores, colectores y emisores.

La *columna 2* se refiere al tramo o segmento correspondiente movido de análisis, y que interconectara con el número de pozos de origen y el número de pozo de destino.

Las *columnas 3, 4 y 5* se refieren a las longitudes expresadas en metros. La *columna 3* se refiere a la longitud propia del tramo definida como la distancia entre pozo de visita de origen a pozo de visita de destino. La *columna 4* será las longitudes que tributan (si fuese el caso) en el pozo de visita. Nótese que las longitudes que se plasman en el pozo el cual llega al ramal de atarjeas correspondientes. La *columna 5* se refiere a la longitud acumulada para el tramo en cuestión, que será la longitud propia del tramo más las tributarias aguas arriba del tramo.

La *columna 6* corresponde a la población servida por el tramo en cuestión, expresada en habitantes. Para obtener este valor, bastara multiplicar la densidad de la población obtenida al inicio, por la longitud acumulada de la *columna 5* en el tramo en cuestión. En esta columna es necesario mencionar que por obvias razones se deberá manejar números enteros. Una manera de cuadrar resultados, es que, al finalizar la columna, se deberá coincidir con la población de proyecto. Si no es así, se advierte algún error de análisis de tramos.

Las *columnas 7, 8, 9 y 10* corresponderán a los gastos por tramo de aguas negras, expresados en litros/segundo. Así, la *columna 7* corresponderá al gasto medio en el tramo, obtenido con la formula ya mencionada anteriormente. El gasto se determinará con los datos de la aportación, y la población del tramo en análisis. La

columna 8 será el gasto mínimo en el tramo, aplicando la formula correspondiente. Cuando resulten valores de gasto mínimo menores a 1.5 l/S, se deberá usar este valor en el diseño. Este criterio viene del M.A.P.A.S. de la CONAGUA. La *columna 9*, corresponde al gasto máximo instantáneo, por lo que se deberá determinar el coeficiente de Harmon para cada tramo en estudio y calcular el gasto máximo instantáneo esperado en este tramo. La *columna 10*, se refiere al gasto máximo extraordinario para el tramo en estudio, aplicando la formula correspondiente.

Las *columnas 11 y 12* corresponderá a los datos geométricos por tramos de estudio, plasmados como $L-S-\Theta$; de aquí, la *columna 11* se refiere a la pendiente del tramo expresada en milésimas de metro, y la *columna 12* corresponderá al diámetro nominal propuesto en el tramo, expresado en centímetros.

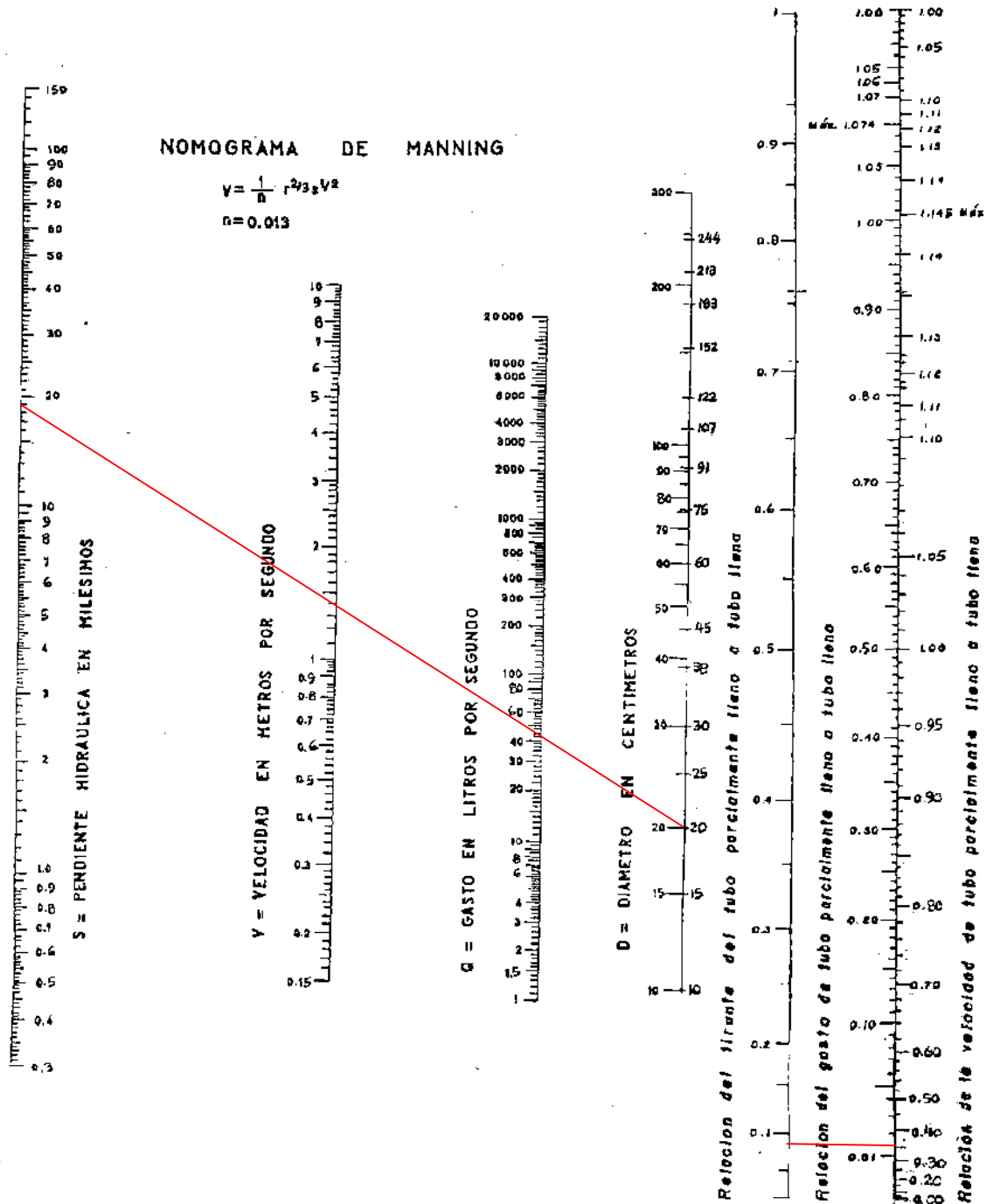
Las *columnas 13, 14, 15 y 16* corresponden al funcionamiento hidráulico del tramo.

Para continuar con el análisis hidráulico de la red, se usará un método básico y elemental, que es aplicar los nomogramas de Manning, los cuales permiten determinar las diferentes variables hidráulicas necesarias para la revisión.

Se define como *nomograma*, al instrumento grafico de cálculo, consistente en un diagrama bidimensional que permite el cálculo gráfico y aproximado de una función de cualquier número de variables. En su concepción general, el nomograma representa, simultáneamente, el conjunto de las ecuaciones que definen determinado problema y el rango total de sus soluciones.

Para obtener las condiciones de gasto (*columna 13*), y de velocidad (*columna 14*), a tubo lleno, es necesario ingresar a la primera parte del nomograma. Para esto en el extremo izquierdo se deberá ubicar la pendiente del tramo, una vez ubicada la pendiente (en milésimas de metro) se deberá trazar una línea recta que una con el diámetro propuesto en el tramo; al trazar esta línea podemos observar que toca las escalas de gasto y velocidad; estos valores interceptados por la línea recta trazada corresponden a las condiciones establecidas y buscadas para tal efecto. Se deberá tomar la lectura y plasmarla en la tabla, en el tramo correspondiente.

Para nuestro caso, utilizaremos los nomogramas de Manning ya que el material de la tubería propuesta es de PVC, el cual tiene rugosidad de 0.009.



FUENTE: GOOGLE, 2019.

FIGURA 6.5 PENDIENTE MÍNIMA.

Las *columnas 15 y 16*, corresponden a la velocidad efectiva, tanto a condiciones de gasto mínimo que ocurrirá en el tramo, como el gasto máximo extraordinario en el mismo tramo. La finalidad de análisis de estas columnas es la de revisar que se cumpla la velocidad mínima en sistemas de alcantarillado, así como la máxima permisible; y que estas velocidades no comprometan su funcionamiento, ya sea por condiciones de obturación por acumulación de sedimentos, o bien por erosión y /o socavación por exceso de velocidad.

Para el caso de estas columnas, es necesario advertir la necesidad de algunas relaciones establecidas de fácil comprensión; y/o por regla de tres y un despeje simple puede determinarse los parámetros buscados.

$$\frac{\text{Área}}{\text{Área a tubo lleno}} : \frac{\text{Radio hidráulico}}{\text{Radio hidráulico a tubo lleno}} : \frac{\text{Velocidad}}{\text{Velocidad a tubo lleno}}$$
$$\frac{\text{Gasto}}{\text{Gasto a tubo lleno}} : \frac{\text{Tirante}}{\text{Tirante a tubo lleno}}$$

Así, de esa manera se pretende determinar las condiciones de velocidad, partiendo de que se conoce ya los gastos para las diversas condiciones; con esto se obtiene la relación de gasto mínimo y la relación de gasto máximo instantáneo, por lo que se tendrá:

$$\text{Relación a } Q_{\min}: \frac{Q_{\min}}{Q_{\text{lleno}}} = RQ_{\min}, \text{ que corresponde a la Columna 17}$$
$$\text{Relación a } Q_{\max \text{ Ext}}: \frac{Q_{\max \text{ Ext}}}{Q_{\text{lleno}}} = RQ_{\max \text{ Ext}}, \text{ que corresponde a la Columna 18}$$

Con las relaciones de gasto para ambas condiciones (mínimas y máximas extraordinarias); se deberá ingresar al nomograma de Manning en su segunda parte, y se deberá trazar una línea horizontal. Con esta línea horizontal se determinará las relaciones de velocidad y tirante a la condición de lectura establecidas.

Por lo que:

- Para $RQ_{\text{mín}} = 0.028$, $RV_{\text{mín}} = 0.41$ y $RT_{\text{mín}} = 0.105$

- Para $RQ_{\text{máx ext}} = 0.057$, $RV_{\text{máx ext}} = 0.56$ y $RT_{\text{máx ext}} = 0.155$

Entonces, la velocidad efectiva a gasto mínimo (*columna 15*) resultara de multiplicar la relación de velocidad a gasto mínimo ($RV_{\text{mín}}$) por la velocidad a tubo lleno (*columna 14*). De igual manera, para el caso de la velocidad efectiva a gasto máximo (*columna 16*) resultara de multiplicar la relación de velocidad a gasto máximo ($RV_{\text{máx ext}}$) por la velocidad a tubo lleno (*columna 14*). En este caso se deberá cuidar que las velocidades tanto mínima como máxima estén dentro de los parámetros ya mencionados.

En el caso de las *columnas 17 y 18* referentes a los tirantes que se presentaran con las condiciones establecidas de gasto, se procederá de la misma manera que en las columnas anteriores, utilizando las relaciones de tirante ya determinadas en el nomograma.

Por lo que el tirante a gasto mínimo (*columna 17*) resultara de multiplicar la relación de tirante a gasto mínimo ($RT_{\text{mín}}$) por el diámetro del tubo propuesto (*columna 12*). De igual manera, para el caso del tirante a gasto máximo (*columna 18*) resultara de multiplicar la relación de tirante a gasto máximo ($RT_{\text{máx ext}}$) por el diámetro del tubo propuesto (*columna 12*). En este caso se deberá cuidar que el tirante mínimo sea menor que el máximo; y que el máximo no exceda el diámetro propuesto, en caso de exceder, significa que es insuficiente para que circule el gasto máximo instantáneo, en este caso se deberá modificar por el diámetro superior y revisar nuevamente. Este ajuste se deberá plasmar de igual manera en el proyecto geométrico y donde aplique, es decir, en tuberías siguientes hacia aguas abajo.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para la realización de cualquier proyecto de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial, es necesario apegarse a la normatividad vigente de la entidad federativa en donde se realicen dichos trabajos, ya que es de suma importancia que los proyectos se apeguen a ésta normatividad debido a que al final de su construcción se entregarán al Organismo encargado de supervisar y operar dichas redes.
- Al ejecutar la obra, se resolverán los problemas de saneamiento y malos olores de la población, siempre y cuando se termine de construir la planta de tratamiento de aguas residuales; de lo contrario, se seguirá continuando con el problema de contaminación al lago de Cuitzeo.
- Al concluir este diseño, se tendrá una red de alcantarillado sanitario completa y segura, que será eficiente para que se desalojen las aguas residuales de las viviendas y/o comercios.
- A manera enunciativa pero no limitativa, se recomienda una planta de tratamiento, que cuente con las etapas mínimas de pre tratamiento, tratamiento primario y secundario.
- Construyéndose la planta de tratamiento en la población de Copándaro de Galeana, las aguas negras serán tratadas. Para así mismo, ser desalojadas al lago de Cuitzeo aplicando la normativa correspondiente.
- Cuando se esté ejecutando la obra, se debe cuidar que al momento en que se esté instalado las tuberías, estas tengan las pendientes señaladas en los cálculos obtenidos.
- En este sistema de alcantarillado sanitario se cuidaron aspectos de velocidad (mínima y máxima) y los tirantes en la tubería; esto con la finalidad de garantizar la operación adecuada del sistema, tal como se mostró en la revisión de las tablas del diseño hidráulico.

CAPÍTULO 8: REFERENCIAS



8. REFERENCIAS

CONAGUA. (2007). *Libro 4. Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado*. 01/09/2021, de SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales) Sitio web: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

CONAGUA. (2009). *Libro 20. Alcantarillado Sanitario*. 01/09/2021, de SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales) Sitio web: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf>

García Acevedo, R., & Ruíz Chávez, R. (Octubre 2016). *Apuntes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial*. Morelia Michoacán: Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

INEGI. (2009). *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. 01/09/2021, de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), Sitioweb: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=16018>.

INEGI. (2016). *Inventario Nacional de Viviendas*. 01/09/2021, de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>

LIC. Sesento, M.S. (2015). *Versión Digital de Consulta*. (Artículo 8 de la Ley del Periódico Oficial). Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, pp. 1-28.

Ruíz Chávez , R., & García Acevedo, R. (Agosto 2016). *Apuntes de la Materia de Abastecimiento de Agua Potable*. Morelia Michoacán: Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

CAPÍTULO 9: ANEXOS



9. ANEXOS

• TABLAS

TRAMO (A-B)	NTN A	NTN B	PROF. POZO A	PROF. POZO B	N P A	N P B	L	S	FUJANDO	S ajusta da	h ajusta da	N P calculado	B	Prof. Pozo	
1-3	1852.66	1851.97	1.20	1.50	1851.46	1850.47	47.00	0.0211	A	22	1.03	1850.43	B	1.54	
3-10	1851.97	1849.41	1.54	1.50	1850.43	1847.91	109.00	0.0231	A	24	2.62	1847.81	B	1.60	
10-13	1849.41	1848.37	1.60	1.50	1847.81	1846.87	41.00	0.0229	A	23	0.94	1846.87	B	1.50	
14-13	1848.67	1848.37	1.20	1.50	1847.47	1846.87	27.00	0.0222	B	22	0.59	1847.46	A	1.21	
13-22	1848.37	1847.89	1.50	1.50	1846.87	1846.39	22.00	0.0218	A	22	0.48	1846.39	B	1.50	
22-28	1847.89	1846.19	1.50	1.50	1846.39	1844.69	105.00	0.0162	A	17	1.79	1844.61	B	1.58	
23-28	1847.21	1846.19	1.30	1.58	1845.91	1844.61	109.00	0.0119	B	11	1.20	1845.81	A	1.40	
28-42	1846.19	1844.17	1.58	1.50	1844.61	1842.67	120.00	0.0162	A	17	2.04	1842.57	B	1.60	
34-42	1845.01	1844.17	1.30	1.60	1843.71	1842.57	107.00	0.0107	B	10	1.07	1843.64	A	1.37	
42-51	1844.17	1842.80	1.60	1.50	1842.57	1841.30	81.00	0.0157	A	16	1.30	1841.27	B	1.53	
51-55	1842.80	1841.62	1.53	1.50	1841.27	1840.12	69.00	0.0167	A	17	1.17	1840.10	B	1.52	
55-67	1841.62	1840.78	1.52	1.50	1840.10	1839.28	48.00	0.0171	A	18	0.86	1839.24	B	1.54	
67-68	1840.78	1840.58	1.54	1.50	1839.24	1839.08	9.00	0.0178	A	18	0.16	1839.08	B	1.50	
69-68	1840.78	1840.58	1.30	1.50	1839.48	1839.08	72.00	0.0056	B	5	0.36	1839.44	A	1.34	
68-87	1840.58	1839.51	1.50	1.50	1839.08	1838.01	45.00	0.0238	A	24	1.08	1838.00	B	1.51	
88-87	1839.73	1839.51	1.30	1.51	1838.43	1838.00	73.00	0.0059	B	5	0.37	1838.37	A	1.36	
87-99	1839.51	1837.97	1.51	1.50	1838.00	1836.47	85.00	0.0180	A	18	1.53	1836.47	B	1.50	CAIDA LIBRE
100-99	1837.98	1837.97	1.50	1.50	1836.48	1836.47	70.00	0.0001	A	3	0.21	1836.27	B	1.70	PROF. QUE SE TOMA EN 99
101-100	1837.98	1837.98	1.30	1.50	1836.68	1836.48	46.00	0.0043	B	4	0.18	1836.66	A	1.32	
88-100	1839.73	1837.98	1.50	1.50	1838.23	1836.48	80.00	0.0219	B	21	1.68	1838.16	A	1.57	
89-88	1839.67	1839.73	1.30	1.57	1838.37	1838.16	44.00	0.0048	B	4	0.18	1838.34	A	1.33	
89-88	1839.67	1839.73	1.30	1.57	1838.37	1838.16	44.00	0.0048	B	4	0.18	1838.34	A	1.33	
69-88	1840.78	1839.73	1.50	1.57	1839.28	1838.16	48.00	0.0233	B	23	1.10	1839.26	A	1.52	
70-69	1840.97	1840.78	1.30	1.52	1839.67	1839.26	44.00	0.0093	B	9	0.40	1839.66	A	1.31	
99-109	1837.97	1837.88	1.70	1.50	1836.27	1836.38	78.00	-0.0014	A	3	0.23	1836.04	B	1.84	
109-119	1837.88	1837.79	1.84	1.50	1836.04	1836.29	69.00	-0.0036	A	3	0.21	1835.83	B	1.96	
118-119	1837.76	1837.79	1.30	1.96	1836.46	1835.83	114	0.0055	B	5	0.57	1836.40	A	1.36	
119-130	1837.79	1837.64	1.96	1.50	1835.83	1836.14	117	-0.0026	A	3	0.35	1835.48	B	2.16	
130-131	1837.64	1837.53	2.16	1.50	1835.48	1836.03	115	-0.0048	A	3	0.35	1835.14	B	2.39	
131-140	1837.53	1837.41	2.39	1.50	1835.14	1835.91	88	-0.0088	A	3	0.26	1834.88	B	2.53	CAIDA ADOSADA
23-29	1847.21	1846.20	1.30	1.50	1845.91	1844.70	59	0.0205	B	20	1.18	1845.88	A	1.33	
29-34	1846.20	1845.01	1.50	1.50	1844.70	1843.51	64	0.0186	A	19	1.22	1843.48	B	1.53	
35-34	1845.19	1845.01	1.30	1.53	1843.89	1843.48	120	0.0034	B	3	0.36	1843.84	A	1.35	
34-48	1845.01	1843.29	1.53	1.50	1843.48	1841.79	94	0.0180	A	18	1.69	1841.79	B	1.50	
48-70	1843.29	1840.96	1.50	1.50	1841.79	1839.46	102	0.0228	A	23	2.35	1839.44	B	1.52	
71-70	1840.74	1840.96	1.30	1.52	1839.44	1839.44	115	0.0000	A	3	0.35	1839.10	B	1.86	CAIDA LIBRE, PROF QUE SE
70-89	1840.96	1839.67	1.86	1.50	1839.10	1838.17	51	0.0182	A	19	0.97	1838.13	B	1.54	
31-37	1846.87	1845.94	1.20	1.50	1845.67	1844.44	69	0.0178	B	17	1.17	1845.61	A	1.26	
37-36	1845.94	1845.15	1.50	1.50	1844.44	1843.65	64	0.0123	A	13	0.83	1843.61	B	1.54	
36-35	1845.15	1845.19	1.54	1.50	1843.61	1843.69	33	-0.0024	A	3	0.10	1843.51	B	1.68	
30-35	1846.57	1845.19	1.20	1.68	1845.37	1843.51	62	0.0300	B	29	1.80	1845.31	A	1.26	
35-43	1845.19	1844.42	1.68	1.50	1843.51	1842.92	39	0.0151	A	16	0.62	1842.89	B	1.53	

PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA, MPIO. DE COPÁNDARO, MICHOACÁN.

43- 52	1844.42	1842.38	1.53	1.50	1842.89	1840.88	84	0.0239	A	24	2.02	1840.87	B	1.51	
52- 71	1842.38	1840.74	1.51	1.50	1840.87	1839.24	72	0.0226	A	23	1.66	1839.21	B	1.53	
72- 71	1840.85	1840.74	1.20	1.53	1839.65	1839.21	124	0.0035	B	3	0.37	1839.58	A	1.27	
71- 90	1840.74	1839.64	1.53	1.50	1839.21	1838.14	54	0.0198	A	20	1.08	1838.13	B	1.51	
91- 90	1839.71	1839.64	1.20	1.51	1838.51	1838.13	95	0.0040	B	3	0.29	1838.42	A	1.29	
90- 89	1839.64	1839.67	1.51	1.50	1838.13	1838.17	111	-0.0004	A	3	0.33	1837.80	B	1.87	CAIDA LIBRE
89- 101	1839.67	1837.98	1.87	1.50	1837.80	1836.48	77	0.0171	A	18	1.39	1836.41	B	1.57	
101- 110	1837.98	1837.84	1.57	1.50	1836.41	1836.34	80	0.0009	A	3	0.24	1836.17	B	1.67	
110- 120	1837.84	1837.71	1.67	1.50	1836.17	1836.21	77	-0.0005	A	3	0.23	1835.94	B	1.77	
119- 120	1837.79	1837.71	1.30	1.86	1836.49	1835.85	115	0.0056	B	5	0.58	1836.43	A	1.36	
122- 121	1837.74	1837.71	1.20	1.50	1836.54	1836.21	114	0.0029	A	3	0.34	1836.20	B	1.51	
121- 120	1837.71	1837.71	1.51	1.77	1836.20	1835.94	116	0.0022	A	3	0.35	1835.85	B	1.86	CAIDA LIBRE
120- 131	1837.71	1837.53	1.86	1.50	1835.85	1836.03	119	-0.0015	A	3	0.36	1835.49	B	2.04	CAIDA LIBRE
2- 142	1851.66	1850.59	1.50	1.50	1850.16	1849.09	63	0.0170	A	17	1.07	1849.09	B	1.50	
142- 7	1850.59	1849.25	1.20	1.50	1849.39	1847.75	64	0.0256	A	26	1.66	1847.73	B	1.52	
7- 8	1849.25	1849.00	1.52	1.50	1847.73	1847.50	39	0.0059	A	6	0.23	1847.50	B	1.50	
4- 8	1851.20	1849.00	1.30	1.50	1849.90	1847.50	116	0.0207	B	3	0.35	1847.85	A	3.35	
8-11	1849.00	1848.79	1.50	1.50	1847.50	1847.29	41	0.0051	A	6	0.25	1847.25	B	1.54	
5-11	1850.33	1848.79	1.30	1.54	1849.03	1847.25	109	0.0163	B	16	1.74	1848.99	A	1.34	
11-12	1848.79	1848.40	1.54	1.50	1847.25	1846.90	41	0.0085	A	9	0.37	1846.88	B	1.52	
2- 4	1851.66	1851.20	1.50	3.35	1850.16	1847.85	40	0.0577	B	57	2.28	1850.13	A	1.53	
4- 5	1851.20	1850.33	3.35	1.50	1847.85	1848.83	40	-0.0245	A	3	0.12	1847.73	B	2.60	
5- 9	1850.33	1849.35	2.60	1.50	1847.73	1847.85	42	-0.0029	A	3	0.13	1847.60	B	1.75	
9-12	1849.35	1848.40	1.75	1.50	1847.60	1846.90	107	0.0065	A	7	0.75	1846.85	B	1.55	CAIDA LIBRE 3CM

12- 21	1848.40	1847.62	1.55	1.50	1846.85	1846.12	45	0.0162	A	17	0.77	1846.09	B	1.53	
13- 21	1848.37	1847.62	1.30	1.53	1847.07	1846.09	112	0.0088	B	8	0.90	1846.99	A	1.38	
21- 27	1847.62	1846.31	1.53	1.50	1846.09	1844.81	68	0.0188	A	19	1.29	1844.80	B	1.51	
27- 41	1846.62	1844.76	1.51	1.50	1845.11	1843.26	60	0.0308	A	31	1.86	1843.25	B	1.51	
28- 41	1846.19	1844.76	1.30	1.51	1844.89	1843.25	114	0.0144	B	14	1.60	1844.85	A	1.34	
41- 54	1844.76	1841.65	1.51	1.50	1843.25	1840.15	123	0.0252	A	26	3.20	1840.05	B	1.60	
42- 54	1844.17	1841.65	1.30	1.60	1842.87	1840.05	118	0.0239	B	23	2.71	1842.76	A	1.41	
54- 60	1841.65	1840.48	1.60	1.50	1840.05	1838.98	73	0.0147	A	15	1.10	1838.96	B	1.52	
60- 61	1840.48	1840.25	1.52	1.50	1838.96	1838.75	67	0.0031	A	4	0.27	1838.69	B	1.56	
62- 61	1849.92	1840.25	1.30	1.56	1848.62	1838.69	56	0.1773	B	177	9.91	1848.60	A	1.32	
61- 64	1840.25	1840.13	1.56	1.50	1838.69	1838.63	71	0.0008	A	3	0.21	1838.48	B	1.65	
55- 62	1841.62	1840.92	1.30	1.50	1840.32	1839.42	61	0.0148	A	15	0.92	1839.41	B	1.51	
62- 63	1840.92	1840.49	1.51	1.50	1839.41	1838.99	46	0.0091	A	10	0.46	1838.95	B	1.54	
63- 65	1840.49	1840.42	1.54	1.50	1838.95	1838.92	8	0.0037	A	4	0.03	1838.92	B	1.50	
67- 65	1840.78	1840.42	1.30	1.50	1839.48	1838.92	57	0.0098	B	9	0.51	1839.43	A	1.35	
65- 66	1840.42	1840.18	1.50	1.50	1838.92	1838.68	16	0.0150	A	16	0.26	1838.66	B	1.52	
66- 64	1840.18	1840.13	1.52	1.50	1838.66	1838.63	54	0.0006	A	3	0.16	1838.50	B	1.63	CAIDA LIBRE
64- 86	1840.13	1839.27	1.65	1.50	1838.48	1837.77	38	0.0187	A	19	0.72	1837.76	B	1.51	
87- 86	1839.51	1839.27	1.30	1.51	1838.21	1837.76	112	0.0040	B	4	0.45	1838.21	A	1.30	
86- 98	1839.27	1837.93	1.51	1.50	1837.76	1836.43	92	0.0145	A	15	1.38	1836.38	B	1.55	
99- 98	1837.97	1837.93	1.30	1.55	1836.67	1836.38	116	0.0025	A	3	0.35	1836.32	B	1.61	CAIDA LIBRE
98- 108	1837.93	1837.91	1.61	1.50	1836.32	1836.41	23	-0.0039	A	3	0.07	1836.25	B	1.66	
108- 118	1837.91	1837.76	1.66	1.50	1836.25	1836.26	113	-0.0001	A	3	0.34	1835.91	B	1.85	
117- 118	1837.73	1837.76	1.30	1.85	1836.43	1835.91	113	0.0046	B	4	0.45	1836.36	A	1.37	
118- 128	1837.76	1837.64	1.85	1.50	1835.91	1836.14	114	-0.0020	A	3	0.34	1835.57	B	2.07	
130- 128	1837.64	1837.64	1.30	2.07	1836.34	1835.57	119	0.0065	B	6	0.71	1836.28	A	1.36	
128- 129	1837.64	1837.62	2.07	1.50	1835.57	1836.12	7	-0.0786	A	3	0.02	1835.55	B	2.07	
129- 137	1837.62	1837.51	2.07	1.50	1835.55	1836.01	95	-0.0048	A	3	0.29	1835.27	B	2.24	CAIDA ADOSADA
21- 26	1847.62	1846.82	1.30	1.50	1846.32	1845.32	118	0.0085	B	8	0.94	1846.26	A	1.36	
26- 33	1846.82	1845.68	1.50	1.50	1845.32	1844.18	71	0.0161	A	17	1.21	1844.11	B	1.57	
33- 40	1845.68	1844.06	1.57	1.50	1844.11	1842.56	60	0.0258	A	26	1.56	1842.55	B	1.51	
41- 40	1844.76	1844.06	1.30	1.51	1843.46	1842.55	115	0.0079	B	7	0.81	1843.36	A	1.40	

PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA, MPIO. DE COPÁNDARO, MICHOACÁN.

40-59	1844.06	1840.53	1.51	1.50	1842.55	1839.03	123	0.0286	A	29	3.57	1838.98	B	1.55	
54-59	1841.65	1840.53	1.30	1.55	1840.35	1838.98	116	0.0118	B	11	1.28	1840.26	A	1.39	
59-83	1840.53	1839.84	1.55	1.50	1838.98	1838.34	64	0.0100	A	11	0.70	1838.28	B	1.56	
83-84	1839.84	1839.54	1.56	1.50	1838.28	1838.04	73	0.0033	A	4	0.29	1837.99	B	1.55	
61-84	1840.25	1839.84	1.30	1.55	1838.95	1838.29	110	0.0060	B	6	0.66	1838.95	A	1.30	
84-85	1839.54	1839.05	1.55	1.50	1837.99	1837.55	114	0.0039	A	4	0.46	1837.53	B	1.52	
86-85	1839.27	1839.06	1.30	1.52	1837.97	1837.54	112	0.0038	B	3	0.34	1837.88	A	1.39	
85-107	1839.06	1837.90	1.52	1.50	1837.54	1836.40	110	0.0104	A	11	1.21	1836.33	B	1.57	
108-107	1837.91	1837.90	1.30	1.57	1836.61	1836.33	109	0.0026	A	3	0.33	1836.28	B	1.62	CAIDA LIBRE
107-117	1837.90	1837.73	1.62	1.50	1836.28	1836.23	113	0.0004	A	3	0.34	1835.94	B	1.79	
117-127	1837.73	1837.58	1.79	1.50	1835.94	1836.08	114	-0.0012	A	3	0.34	1835.60	B	1.98	
128-127	1837.62	1837.58	1.30	1.98	1836.32	1835.60	111	0.0065	B	6	0.67	1836.27	A	1.35	
127-126	1837.58	1837.57	1.98	1.50	1835.60	1836.07	43	-0.0109	A	3	0.13	1835.47	B	2.10	
126-134	1837.57	1837.48	2.10	1.50	1835.47	1835.98	78	-0.0065	A	3	0.23	1835.24	B	2.24	
134-136	1837.48	1837.40	2.24	1.50	1835.24	1835.90	74	-0.0089	A	3	0.22	1835.02	B	2.38	TRAMO 3
18-19	1847.68	1847.57	1.30	1.50	1846.38	1837.44	27	0.3311	A	36	0.97	1845.41	B	2.16	
19-20	1847.57	1847.17	2.16	1.50	1845.41	1845.67	36	-0.0072	A	3	0.11	1845.30	B	1.87	
20-25	1847.17	1846.71	1.87	1.50	1845.30	1845.21	32	0.0028	A	3	0.10	1845.20	B	1.51	CAIDA LIBRE
26-25	1846.82	1846.71	1.30	1.51	1845.52	1845.20	121	0.0026	A	3	0.36	1845.16	B	1.55	
25-32	1846.71	1845.34	1.55	1.50	1845.16	1843.84	71	0.0186	A	19	1.35	1843.81	B	1.53	
32-47	1845.34	1843.59	1.53	1.50	1843.81	1842.09	64	0.0269	A	27	1.73	1842.08	B	1.51	
40-47	1844.06	1843.59	1.30	1.51	1842.76	1842.08	128	0.0053	B	5	0.64	1842.72	A	1.34	
47-46	1843.59	1843.56	1.51	1.50	1842.08	1842.06	5	0.0040	A	4	0.02	1842.06	B	1.50	
46-50	1843.56	1842.26	1.50	1.50	1842.06	1840.76	51	0.0255	A	26	1.33	1840.73	B	1.53	
50-53	1842.26	1841.88	1.53	1.50	1840.73	1840.38	12	0.0292	A	30	0.36	1840.37	B	1.51	

53-58	1841.88	1840.29	1.51	1.50	1840.37	1838.79	56	0.0282	A	29	1.62	1838.75	B	1.54	
59-58	1840.53	1840.29	1.30	1.54	1839.23	1838.75	122	0.0039	B	3	0.37	1839.12	A	1.41	
58-57	1840.29	1840.18	1.54	1.50	1838.75	1838.68	49	0.0014	A	3	0.15	1838.60	B	1.58	
18-17	1847.68	1847.60	1.50	1.50	1846.18	1846.10	16	0.0050	A	6	0.10	1846.08	B	1.52	
17-16	1847.60	1847.24	1.52	1.50	1846.08	1845.74	73	0.0047	A	15	1.10	1844.99	B	2.25	
16-15	1847.24	1847.11	2.25	1.50	1844.99	1845.61	17	-0.0365	A	3	0.05	1844.94	B	2.17	
15-24	1847.11	1846.67	2.17	1.50	1844.94	1845.17	28	-0.0082	A	3	0.08	1844.86	B	1.81	
24-39	1846.67	1844.47	1.81	1.50	1844.86	1842.97	123	0.0154	A	16	1.97	1842.89	B	1.58	
39-45	1844.47	1843.43	1.58	1.50	1842.89	1841.93	42	0.0229	A	23	0.97	1841.92	B	1.51	CAIDA LIBRE
46-45	1843.56	1843.43	1.30	1.51	1842.26	1841.92	84	0.0040	A	6	0.50	1841.76	B	1.67	
45-49	1843.43	1842.98	1.67	1.50	1841.76	1841.48	18	0.0156	A	16	0.29	1841.47	B	1.51	
49-57	1842.98	1840.18	1.51	1.50	1841.47	1838.68	110	0.0254	A	26	2.86	1838.61	B	1.57	CAIDA LIBRE
57-76	1840.18	1839.83	1.58	1.50	1838.60	1838.33	45	0.0060	A	7	0.32	1838.29	B	1.54	
76-77	1839.83	1839.63	1.54	1.50	1838.29	1838.13	45	0.0036	A	4	0.18	1838.11	B	1.52	CAIDA LIBRE
75-77	1839.58	1839.63	1.30	1.52	1838.28	1838.11	85	0.0020	A	3	0.26	1838.03	B	1.60	
77-78	1839.63	1839.41	1.60	1.50	1838.03	1837.91	55	0.0022	A	3	0.17	1837.87	B	1.54	CAIDA LIBRE
84-82	1839.54	1839.48	1.30	1.50	1838.24	1837.98	82	0.0032	A	4	0.33	1837.91	B	1.57	
82-78	1839.48	1839.41	1.57	1.50	1837.91	1837.91	78	0.0000	A	3	0.23	1837.68	B	1.73	
78-74	1839.41	1839.40	1.73	1.50	1837.68	1837.90	111	-0.0020	A	3	0.33	1837.35	B	2.05	
39-38	1844.47	1844.43	1.30	1.50	1843.17	1842.93	76	0.0032	A	4	0.30	1842.87	B	1.56	
38-44	1844.43	1843.11	1.56	1.50	1842.87	1841.61	65	0.0194	A	20	1.30	1841.57	B	1.54	CAIDA LIBRE
49-44	1843.11	1842.98	1.30	1.51	1841.81	1841.47	84	0.0040	B	4	0.34	1841.81	A	1.30	
44-56	1843.11	1840.96	1.54	1.50	1841.57	1839.46	89	0.0237	A	24	2.14	1839.43	B	1.53	CAIDA LIBRE
56-57	1840.96	1840.18	1.30	1.58	1839.66	1838.60	109	0.0097	A	10	1.09	1838.57	B	1.61	
56-73	1840.96	1839.83	1.53	1.50	1839.43	1838.33	79	0.0139	A	14	1.11	1838.32	B	1.51	
73-74	1839.83	1839.40	1.51	1.50	1838.32	1837.90	66	0.0064	A	7	0.46	1837.86	B	1.54	CAIDA LIBRE
74-92	1839.40	1838.61	2.05	1.50	1837.35	1837.11	94	0.0026	A	3	0.28	1837.07	B	1.54	
80-92	1839.06	1838.61	1.50	1.54	1837.56	1837.07	116	0.0042	B	4	0.46	1837.53	A	1.53	
79-80	1839.17	1839.06	1.20	1.53	1837.97	1837.53	31	0.0142	B	14	0.43	1837.96	A	1.21	
92-95	1838.61	1837.96	1.54	1.50	1837.07	1836.46	59	0.0103	A	11	0.65	1836.42	B	1.54	
95-102	1837.96	1837.75	1.54	1.50	1836.42	1836.25	102	0.0017	A	3	0.31	1836.11	B	1.64	
102-103	1837.75	1837.74	1.64	1.50	1836.11	1836.24	21	-0.0062	A	3	0.06	1836.05	B	1.69	
103-111	1837.74	1837.68	1.69	1.50	1836.05	1836.18	48	-0.0027	A	3	0.14	1835.91	B	1.77	
111-112	1837.68	1837.69	1.77	1.50	1835.91	1836.19	24	-0.0117	A	3	0.07	1835.84	B	1.85	
123-112	1837.58	1837.69	1.20	1.85	1836.38	1835.84	69	0.0078	B	7	0.48	1836.32	A	1.26	

PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA, MPIO. DE COPÁNDARO, MICHOACÁN.

112-113	1837.69	1837.72	1.85	1.50	1835.84	1836.22	48	-0.0079	A	3	0.14	1835.70	B	2.02	
104-113	1837.83	1837.72	1.20	2.02	1836.63	1835.70	74	0.0126	B	12	0.89	1836.59	A	1.24	
113-114	1837.72	1837.70	2.02	1.50	1835.70	1836.20	20	-0.0250	A	3	0.06	1835.64	B	2.06	
80-93	1839.06	1838.66	1.30	1.50	1837.76	1837.16	26	-0.0231	A	24	0.62	1837.14	B	1.52	
93-96	1838.66	1837.96	1.52	1.50	1837.14	1836.46	41	0.0166	A	17	0.70	1836.44	B	1.52	
96-105	1837.96	1837.83	1.52	1.50	1836.44	1836.33	76	0.0014	A	3	0.23	1836.21	B	1.62	
105-114	1837.83	1837.70	1.62	1.50	1836.21	1836.20	85	0.0001	A	3	0.26	1835.96	B	1.74	CAIDA LIBRE
114-115	1837.70	1837.70	2.06	1.50	1835.64	1836.20	20	-0.0280	A	3	0.06	1835.58	B	2.12	
85-81	1839.06	1839.04	1.30	1.50	1837.76	1837.54	108	0.0020	A	3	0.32	1837.44	B	1.60	
80-81	1839.06	1839.04	1.30	1.60	1837.76	1837.44	39	0.0082	B	8	0.31	1837.75	A	1.31	
81-94	1839.04	1838.61	1.60	1.50	1837.44	1837.11	20	0.0165	A	17	0.34	1837.10	B	1.51	
94-97	1838.61	1837.94	1.51	1.50	1837.10	1836.44	53	0.0125	A	13	0.69	1836.41	B	1.53	
97-106	1837.94	1837.84	1.53	1.50	1836.41	1836.34	51	0.0014	A	3	0.15	1836.26	B	1.58	
107-106	1837.90	1837.84	1.30	1.58	1836.60	1836.26	107	0.0032	B	3	0.32	1836.58	A	1.32	
106-116	1837.84	1837.71	1.58	1.50	1836.26	1836.21	100	0.0005	A	3	0.30	1835.96	B	1.75	
117-116	1837.73	1837.71	1.30	1.75	1836.43	1835.96	95	0.0049	B	4	0.38	1836.34	A	1.39	
116-115	1837.71	1837.70	1.75	1.50	1835.96	1836.20	15	-0.0160	A	3	0.05	1835.92	B	1.78	CAIDA LIBRE
115-125	1837.70	1837.55	2.12	1.50	1835.58	1836.05	114	-0.0041	A	3	0.34	1835.24	B	2.31	
126-125	1837.57	1837.55	1.30	2.31	1836.27	1835.24	65	0.0158	B	15	0.98	1836.22	A	1.35	
124-125	1837.49	1837.55	1.20	2.31	1836.29	1835.24	122	0.0086	B	8	0.98	1836.22	A	1.27	
125-132	1837.55	1837.51	2.31	1.50	1835.24	1836.01	33	-0.0233	A	3	0.10	1835.14	B	2.37	
132-133	1837.51	1837.46	2.37	1.50	1835.14	1835.96	34	-0.0241	A	3	0.10	1835.04	B	2.42	
133-135	1837.46	1837.46	2.42	1.50	1835.04	1835.96	71	-0.0130	A	3	0.21	1834.83	B	2.63	
135-136	1837.46	1837.40	2.63	1.50	1834.83	1835.90	31	-0.0345	A	3	0.09	1834.74	B	2.66	TRAMO 4
136-143	1837.40	1837.43	2.66	1.50	1834.74	1835.93	69	-0.0172	A	3	0.21	1834.53	B	2.90	
143-138	1837.43	1837.46	2.90	1.50	1834.53	1835.96	69	-0.0207	A	3	0.21	1834.32	B	3.14	
138-137	1837.46	1837.51	3.14	1.50	1834.32	1836.01	38	-0.0445	A	3	0.11	1834.21	B	3.30	
137-141	1837.51	1837.52	3.30	1.50	1834.21	1836.02	68	-0.0266	A	3	0.20	1834.01	B	3.51	
141-139	1837.52	1837.54	3.45	1.50	1834.07	1836.04	68	-0.0290	A	3	0.20	1833.87	B	3.67	CAIDA LIBRE
130-139	1837.64	1837.54	1.30	3.73	1836.34	1833.81	91	0.0278	A	28	2.55	1833.79	B	3.75	
139-140	1837.54	1837.41	3.75	1.50	1833.79	1835.91	111	-0.0191	A	3	0.33	1833.46	B	3.95	
140-144	1837.41	1837.31	3.84	1.50	1833.57	1835.81	125	-0.0179	A	3	0.38	1833.20	B	4.11	
144-145	1837.31	1837.26	3.99	1.50	1833.32	1835.76	125	-0.0195	A	3	0.38	1832.95	B	4.31	
145-146	1837.26	1837.28	4.19	1.50	1833.07	1835.78	125	-0.0217	A	3	0.38	1832.70	B	4.58	
146-147	1837.28	1837.31	4.46	1.50	1832.82	1835.81	125	-0.0239	A	3	0.38	1832.45	B	4.86	

PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA, MPIO. DE COPÁNDARO, MICHOACÁN.

- Primera parte de la tabla del Diseño Hidráulico.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
POZO	LONGITUDES (M)				POBLACION SERVIDA ACUMUMULADA (Acumulada) (habitantes)	COEF. DE HARMONIA PARA P.S.A. μ	GASTOS DE AGUA NEGRAS (L/S)			
	TRAMO	PROPIA DEL TRAMO	TRIBUTARIA EN EL CRUCERO	ACUMUMULADA PARA EL TRAMO			MEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO INSTANTANEO	MÁXIMO EXTRAORDINARIO
	Aportación = 168			Densidad = 0.357006975			(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
SUBCOLECTOR 1										
89			1462.00							
	89-101	77.00		1539.00	549	3.800	1.07	1.50	5.70	8.55
	101-110	80.00		1619.00	578	3.800	1.12	1.50	5.70	8.55
	110-120	77.00		1696.00	605	3.800	1.18	1.50	5.70	8.55
120			345							
	120-131	119.00		2160.00	771	3.800	1.50	1.50	5.70	8.55
SUBCOLECTOR 2										
99			1512							
	99-109	78.00		1590.00	568	3.800	1.10	1.50	5.70	8.55
	109-119	69.00		1659.00	592	3.800	1.15	1.50	5.70	8.55
119			114							
	119-130	117.00		1890.00	675	3.800	1.31	1.50	5.70	8.55
	130-131	115.00		2005.00	716	3.800	1.39	1.50	5.70	8.55
SUBCOLECTOR 3										
54			1342							
	54-60	73.00		1415.00	505	3.800	0.98	1.50	5.70	8.55
	60-61	67.00		1482.00	529	3.800	1.03	1.50	5.70	8.55
61			56							
	61-64	71.00		1609.00	574	3.800	1.12	1.50	5.70	8.55
64			242							
	64-86	38.00		1889.00	674	3.800	1.31	1.50	5.70	8.55
86			112							
	86-98	92.00		2093.00	747	3.800	1.45	1.50	5.70	8.55
98			116							
	98-108	23.00		2232.00	797	3.800	1.55	1.50	5.89	8.83
	108-118	113.00		2345.00	837	3.800	1.63	1.50	6.19	9.28
118			113							
	118-128	114.00		2572.00	918	3.800	1.79	1.50	6.78	10.18
128			119							
	128-129	7.00		2698.00	963	3.800	1.87	1.50	7.12	10.68
	129-137	95.00		2793.00	997	3.800	1.94	1.50	7.37	11.05
SUBCOLECTOR 4										
85			1076							
	85-107	110.00		1186.00	423	3.800	0.82	1.50	5.70	8.55
107			109							
	107-117	113.00		1408.00	503	3.800	0.98	1.50	5.70	8.55
	117-127	114.00		1522.00	543	3.800	1.06	1.50	5.70	8.55
127			111							
	127-126	43.00		1676.00	598	3.800	1.16	1.50	5.70	8.55
	126-134	78.00		1754.00	626	3.800	1.22	1.50	5.70	8.55
	134-136	74.00		1828.00	653	3.800	1.27	1.50	5.70	8.55

PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA, MPIO. DE COPÁNDARO, MICHOACÁN.

SUBCOLECTOR 5										
57			1478							
	57-76	45.00		1523.00	544	3.800	1.06	1.50	5.70	8.55
	76-77	45.00		1568.00	560	3.800	1.09	1.50	5.70	8.55
77			85							
	77-78	55.00		1708.00	610	3.800	1.19	1.50	5.70	8.55
78			162							
	78-74	111.00		1981.00	707	3.800	1.38	1.50	5.70	8.55
74			375							
	74-92	94.00		2450.00	875	3.800	1.70	1.50	6.46	9.69
92			147							
	92-95	59.00		2656.00	948	3.800	1.84	1.50	7.01	10.51
	95-102	102.00		2758.00	985	3.800	1.91	1.50	7.28	10.91
	102-103	21.00		2779.00	992	3.800	1.93	1.50	7.33	11.00
	103-111	48.00		2827.00	1009	3.797	1.96	1.50	7.45	11.18
	111-112	24.00		2851.00	1018	3.795	1.98	1.50	7.51	11.27
112			69							
	112-113	48.00		2968.00	1060	3.784	2.06	1.50	7.80	11.69
113			74							
	113-114	43.00		3085.00	1101	3.773	2.14	1.50	8.08	12.12
114			228							
	114-115	20.00		3333.00	1190	3.750	2.31	1.50	8.68	13.01
115			588							
	115-125	114.00		4035.00	1441	3.692	2.80	1.50	10.34	15.51
COLECTOR 1										
131			4165.00							
	131-140	88.00		4253.00	1518	3.676	2.95	1.50	10.85	16.28
COLECTOR 2										
125			4222.00							
	125-132	33.00		4255.00	1519	3.676	2.95	1.50	10.86	16.29
	132-133	34.00		4289.00	1531	3.673	2.98	1.50	10.94	16.40
	133-135	71.00		4360.00	1557	3.668	3.03	1.51	11.10	16.65
	135-136	31.00		4391.00	1568	3.666	3.05	1.52	11.17	16.76
136			1828.00							
	136-143	69.00		6288.00	2245	3.546	4.37	2.18	15.48	23.22
	143-138	69.00		6357.00	2269	3.542	4.41	2.21	15.63	23.45
	138-137	38.00		6395.00	2283	3.540	4.44	2.22	15.72	23.58
137			2793.00							
	137-141	68.00		9256.00	3304	3.406	6.43	3.21	21.89	32.83
	141-139	68.00		9324.00	3329	3.404	6.47	3.24	22.03	33.05
139			91.00							
	139-140	111.00		9526.00	3401	3.396	6.61	3.31	22.45	33.68
EMISOR										
140			13779.00							
	140-144	125.00		13904.00	4964	3.248	9.65	4.83	31.35	47.02
	144-145	125.00		14029.00	5008	3.244	9.74	4.87	31.60	47.39
	145-146	125.00		14154.00	5053	3.241	9.83	4.91	31.84	47.76
	146-147	125.00		14279.00	5098	3.237	9.91	4.96	32.09	48.13
POBLACION PROYECTO		5067 HABITANTES								
LONGITUD TOTAL		14193.00 METROS								
DOTACION		224.00 LTS/HAB/DIA								

PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA, MPIO. DE COPÁNDARO, MICHOACÁN.

- Segunda parte de la tabla del Diseño Hidráulico.

11	12	13	14	FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO						15	16	RELACIÓN DEL TIRANTE		17	18
PENDIENTE	DIÁMETRO	TUBO LLENO		RELACIÓN DE GASTOS		RELACIÓN VELOCIDAD		VELOCIDAD EFECTIVA A GASTO		MIN	MAX	TIRANTE A GASTO			
		GASTO	VELOCIDAD	MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MAX			MIN	MAX		
(milésimos)	(cm)	(l/s)	(m/s)	Rqmin	Rqmax ext.	Rvmin	Rvmáx.	(m/s)	(m/s)			(cm)	(cm)		
18	20	40.00	1.35	0.04	0.21	0.50	0.79	0.68	1.07	0.14	0.32	2.80	6.40		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
15	20	36.00	1.20	0.04	0.24	0.50	0.83	0.60	1.00	0.14	0.34	2.80	6.80		
4	20	20.00	0.64	0.08	0.43	0.61	0.96	0.39	0.61	0.20	0.46	4.00	9.20		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
19	20	41.00	1.40	0.04	0.21	0.50	0.79	0.70	1.11	0.14	0.32	2.80	6.40		
15	20	36.00	1.20	0.04	0.24	0.50	0.83	0.60	1.00	0.14	0.34	2.80	6.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.49	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.50	4.00	9.90		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.52	0.61	1.01	0.34	0.57	0.20	0.51	4.00	10.20		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.57	0.61	1.03	0.34	0.58	0.20	0.54	4.00	10.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.59	0.61	1.04	0.34	0.58	0.20	0.55	4.00	11.00		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.61	0.61	1.05	0.34	0.59	0.20	0.57	4.00	11.40		
11	20	32.00	1.05	0.05	0.27	0.53	0.85	0.56	0.89	0.15	0.36	3.00	7.20		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80		

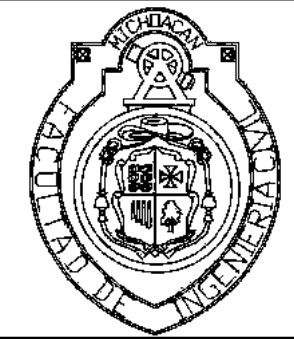
PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE COPÁNDARO DE GALEANA, MPIO. DE COPÁNDARO, MICHOACÁN.

7	20	26.00	0.85	0.06	0.33	0.56	0.90	0.48	0.77	0.16	0.40	3.20	8.00
4	20	20.00	0.64	0.08	0.43	0.61	0.96	0.39	0.61	0.20	0.46	4.00	9.20
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80
3	20	18.00	0.56	0.08	0.48	0.61	0.99	0.34	0.55	0.20	0.49	4.00	9.80
3	25	32.00	0.64	0.05	0.30	0.53	0.88	0.34	0.56	0.15	0.38	3.75	9.50
11	20	32.00	1.05	0.05	0.33	0.53	0.90	0.56	0.95	0.15	0.40	3.00	8.00
3	25	32.00	0.64	0.05	0.34	0.53	0.91	0.34	0.58	0.15	0.41	3.75	10.25
3	25	32.00	0.64	0.05	0.34	0.53	0.91	0.34	0.58	0.15	0.41	3.75	10.25
3	25	32.00	0.64	0.05	0.35	0.53	0.91	0.34	0.58	0.15	0.42	3.75	10.50
3	25	32.00	0.64	0.05	0.35	0.53	0.91	0.34	0.58	0.15	0.42	3.75	10.50
3	25	32.00	0.64	0.05	0.37	0.53	0.92	0.34	0.59	0.15	0.42	3.75	10.50
3	25	32.00	0.64	0.05	0.38	0.53	0.93	0.34	0.60	0.15	0.43	3.75	10.75
3	25	32.00	0.64	0.05	0.41	0.53	0.95	0.34	0.61	0.15	0.45	3.75	11.25
3	25	32.00	0.64	0.05	0.48	0.53	0.99	0.34	0.63	0.15	0.49	3.75	12.25
3	30	53.00	0.74	0.03	0.31	0.45	0.88	0.33	0.65	0.12	0.38	3.60	11.40
3	30	53.00	0.74	0.03	0.31	0.45	0.88	0.33	0.65	0.12	0.38	3.60	11.40
3	30	53.00	0.74	0.03	0.31	0.45	0.88	0.33	0.65	0.12	0.38	3.60	11.40
3	30	53.00	0.74	0.03	0.31	0.45	0.88	0.33	0.65	0.12	0.38	3.60	11.40
3	30	53.00	0.74	0.03	0.32	0.45	0.89	0.33	0.66	0.12	0.39	3.60	11.70
3	30	53.00	0.74	0.04	0.44	0.50	0.97	0.37	0.71	0.14	0.47	4.20	14.10
3	30	53.00	0.74	0.04	0.44	0.50	0.97	0.37	0.71	0.14	0.47	4.20	14.10
3	30	53.00	0.74	0.04	0.44	0.50	0.97	0.37	0.71	0.14	0.47	4.20	14.10
3	35	75.00	0.82	0.04	0.44	0.50	0.97	0.41	0.79	0.14	0.47	4.90	16.45
3	35	75.00	0.82	0.04	0.44	0.50	0.97	0.41	0.79	0.14	0.47	4.90	16.45
3	35	75.00	0.82	0.04	0.45	0.50	0.97	0.41	0.80	0.14	0.47	4.90	16.45
3	35	75.00	0.82	0.06	0.63	0.56	1.06	0.46	0.87	0.16	0.57	5.60	19.95
3	35	75.00	0.82	0.06	0.63	0.56	1.06	0.46	0.87	0.16	0.57	5.60	19.95
3	35	75.00	0.82	0.07	0.64	0.58	1.06	0.48	0.87	0.18	0.58	6.30	20.30
3	35	75.00	0.82	0.07	0.64	0.58	1.06	0.48	0.87	0.18	0.58	6.30	20.30

PLANOS



DATOS DE PROYECTO	
Población actual estimada (2018)	3577 Hab.
Población de proyecto (2038)	5067 Hab.
Vida útil de la obra	20 años
Dotación	224.00 l/hab/día
Aportación (75%)	168.00 l/hab/día
Coefficiente de variación max. inst.	3.24
Gasto mínimo	4.93 l/seg
Gasto medio	9.85 l/seg
Gasto máximo instantáneo	31.92 l/seg
Gasto máximo extraordinario	47.88 l/seg
Velocidad mínima	0.30 m/seg
Velocidad máxima	5.00 m/seg
Tipo de tubería	(PVC)
Tipo de conducción	Por gravedad

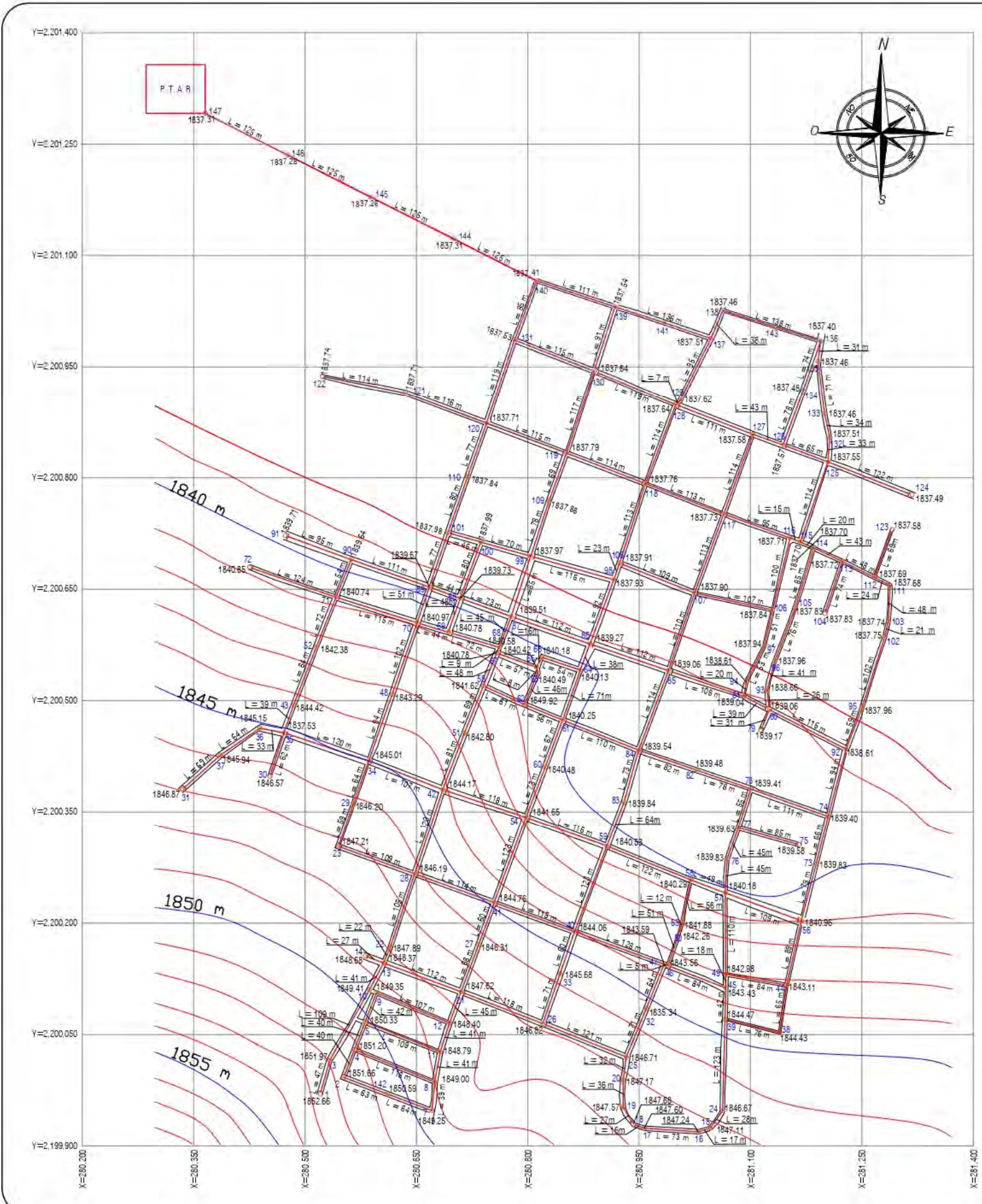


FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



SIMBOLOGÍA	
	Definición
	Ancho de las calles
	Curvas de nivel
1839.85	Cota del Terreno
L = 115 m	Longitud
	Referencia

UBICACIÓN:	COPANDARO DE GALEANA, MICH.
PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANO:	TOPOGRÁFICO
PROF. MIC EN LA:	RICARDO RUIZ CHÁVEZ
ALUMNO (S):	JARROYO SOLÍS ALVARO
ESCALA:	1:10
FECHA:	ENERO DEL 2019
PLANO:	1/3



DATOS DE PROYECTO	
Población actual estimada (2018)	3577 Hab
Población de proyecto (2038)	5067 Hab
Vida útil de la obra	20 años
Dotación	224.00 l/hab/día
Aportación (75%)	168.00 l/hab/día
Coefficiente de variación máx. inst.	3.24
Gasto mínimo	4.93 l/seg
Gasto medio	9.85 l/seg
Gasto máximo instantáneo	31.92 l/seg
Gasto máximo extraordinario	47.88 l/seg
Velocidad mínima	0.30 m/seg
Velocidad máxima	5.00 m/seg
Tipo de tubería	(PVC)
Tipo de conducción	Por gravedad



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DEFINICIÓN
	Ancho de las calles
	Curvas de nivel
1833.83	Cota del Terreno
L = 1.5 m	Longitud
	Pozo de visita
	Cabeza de atarjes
	Planta tratadora de aguas residuales
	Sentido del flujo
5	Número de pozo de visita
	Atarjes

UBICACIÓN: **COPANDARO DE GALEANA, MICH.**

PROYECTO: **ALCANTARILLADO SANITARIO**

PLANO: **PLANEACIÓN DEL SISTEMA**

PROF. M.C. EN I.A. RICARDO RUIZ CHÁVEZ

ALUMNO (S): **APROYO SOLORIO ALVARO**

SEMESTRE: 6º	ECOSISTEMA: MTS
SECCION: 62	FECHA: ENERO DEL 2019
PAGINA: 1 de 16	PLANO 2/3

