

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE
ERONGARÍCUARO, MICHOACÁN.”**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

CÉSAR ADRIÁN SÁNCHEZ ARROYO

ASESOR:

M. EN C., ING. RICARDO RUIZ CHÁVEZ

MORELIA, MICHOACÁN, FEBRERO DEL 2018.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos:

A mis padres: Lidia Arroyo Gonzales y Camerino Sánchez Sierra, ya que ellos han sido el apoyo incondicional de toda mi vida y sin ellos no estaría hoy aquí. Por dedicarme su valioso tiempo, por compartir mis alegrías y mis éxitos, pero también por estar en mis tristezas y fracasos por igual, porque siempre estuvieron ahí en cada paso, gracias por confiar en mí, gracias por todo.

A Irma Arroyo Gonzales: por ser siempre tan compresiva conmigo, por brindarme su apoyo y preocuparse por mi futuro, por enseñarme a darlo todo sin esperar nada, porque me enseñó a ver las cosas siempre de manera positiva, con buena actitud y por siempre creer en mí, gracias tía.

A mi hermano: Carlos Omar Sánchez Arroyo porque siempre he contado con su apoyo incondicional y siempre me lo ha demostrado, gracias por todo tu apoyo, gracias hermano por estar siempre conmigo.

A la familia Díaz Barriga García: por recibirme con los brazos abiertos y con una sonrisa, por estar conmigo y ser una parte muy importante de mi vida.

A Oliver Hernández Fernández: por siempre apoyarme, por compartir tantos momentos de alegrías y tristeza, por sacarme de las dudas y siempre escucharme, gracias por tu amistad.

A mí asesor: Ricardo Ruiz Chávez por tu tiempo, dedicación y consejos para la realización de esta tesis además de su apoyo incondicional y sobre todo su amistad.

Índice

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS	6
2.1. OBJETIVO GENERAL	6
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES	6
3. ANTECEDENTES	8
3.1. MARCO FÍSICO	8
3.1.1. HISTORIA.....	8
3.1.2. LOCALIZACIÓN Y GEOGRAFÍA.....	18
3.1.3. OROGRAFÍA.....	21
3.1.4. HIDROLOGÍA.	24
3.1.5. GEOLOGÍA.	26
3.1.6. EDAFOLOGÍA.....	29
3.1.7 CLIMA.....	32
3.2. MARCO SOCIAL.....	34
3.2.1. NIVEL SOCIOECONÓMICO	34
3.2.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	39
3.2.3. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	41
4. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA ALCANTARILLADO Y SANITARIO.	44
4.1. COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE.....	44
4.2.- COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO.....	45
4.3.- COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE ELECTRICIDAD	47
4.4.- INFRAESTRUCTURA DE PROYECTO	47
4.5.- DICTAMEN SOBRE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.	49
5. ESTUDIOS PRELIMINARES	51
5.1. RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA TIERRA	51
5.2. TOPOGRAFÍA.....	51
5.2.1. ÁREA DISPONIBLE.....	52
5.2.2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	52
5.2.3. CALLES PAVIMENTADAS.....	52

5.2.4. CRUCE DE CARRETERA.....	53
5.2.5. PUENTES.....	53
5.3. PERIODO DE DISEÑO Y VIDA ÚTIL.....	53
6. DISEÑO HIDRÁULICO	56
6.1. DISEÑO HIDRÁULICO Y VARIABLES HIDRÁULICAS.....	56
ANTECEDENTES DISEÑO HIDRÁULICO	56
6.2. DETERMINACIÓN DE POBLACIÓN ACTUAL Y PROYECTO, PERIODO DE DISEÑO Y VIDA ÚTIL	61
6.3. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE	64
6.4. DETERMINACIÓN DE GASTOS DE DISEÑO (AGUA RESIDUAL)	64
6.5. PLANEACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.	68
6.6. POZOS DE VISITA Y COMPONENTES DEL SISTEMA.....	71
6.7- PENDIENTES Y DIÁMETROS DE LA RED.	74
6.8 REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEFINITIVO	76
6.9. PLANOS CONSTRUCTIVOS	80
7. RELACIÓN DE PLANOS.....	82
7.1. FORMATO Y CONTENIDO DE PLANOS	82
7.2. PLANO 1 TOPOGRÁFICO	82
7.3. PLANO 2 PLANEACIÓN DEL SISTEMA.....	82
7.4. PLANO 3 CONSTRUCTIVO	82
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
9. BIBLIOGRAFÍA.....	86

RESUMEN

Para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se debe aplicar conocimientos de ingeniería civil, tales como topografía, procesamiento de datos geoespaciales, proyección estadística de población, estudio socio-económico, diseño hidráulico y planeación del sistema, para tener un funcionamiento adecuado, en este trabajo se muestra las partes más importantes de un sistema de alcantarillado.

En este presente trabajo se presenta de manera básica, los estudios técnicos necesarios para la construcción de una red de alcantarillado sanitario, en este caso, para resolver la problemática de la población conocida como “Puácuaro”. Esta población se ubica al norte del Estado de Michoacán; en el municipio de Erongarícuaro.

Este trabajo pretende ser un anteproyecto, que sirva a la población de Puácuaro, con el fin gestionar recursos económicos para la construcción de tener este servicio básico.

ABSTRACT

For the design of a sanitary sewer system one must have knowledge of civil engineering, stories such as topography, geospatial data processing, statistical projection of population, socio-economic study, hydraulic design and system planning, to have an adequate functioning, in this work shows the most important parts of a sewer system as an example.

In this present work is presented in a basic way, the technical studies necessary for the construction of a sanitary sewer network, in this case, to solve the problems of the population known as "Puácuaro". This population is located to the north of the State of Michoacán; in the municipality of Erongarícuaro. This work aims to be a preliminary project, which serves the population of Puácuaro,

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

in order to manage economic resources for the construction of having this basic service.

PALABRAS CLAVE

PROYECTO, ALCANTARILLADO, DRENAJE, POBLACIÓN, PUACUÁRO.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN.



1. INTRODUCCIÓN

En este presente trabajo se presenta de manera básica, los estudios técnicos necesarios para la construcción de una red de alcantarillado sanitario, en este caso, para resolver la problemática de la población conocida como “Puácuaro”. Esta población se ubica al norte del Estado de Michoacán; en el municipio de Erongarícuaro.

En este trabajo se muestran conocimientos de topografía, procesamiento de datos geoespaciales, proyección estadística de población, estudios socioeconómicos, diseño hidráulico, planeación del sistema, especificaciones de construcción, relación de planos con escala gráfica.

La parte más importante para la elaboración de un proyecto consiste en la obtención de datos; para este trabajo se recurrió al INEGI; de esta dependencia se derivan aspectos como topografía, población, servicios existentes, etc.

Para la realización de esta tesis se elaboró un anteproyecto el cual consiste en obtener información de las dependencias oficiales tales como INEGI, CONAPO, CONEVAL, por citar a manera de ejemplo.

Este trabajo pretende ser un anteproyecto, que sirva a la población de Puácuaro, con el fin gestionar recursos económicos para la construcción de tener este servicio básico.

CAPITULO 2

OBJETIVOS



2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario, adecuado a las necesidades de la población de “Puácuaro”, perteneciente al municipio de Erongarícuaro, Michoacán.

2.2. OBJETIVOS PARTICULARES

Los objetivos particulares propuestos son los siguientes:

- Mejorar la calidad de vida de los habitantes por medio de infraestructura que recolecte las aguas residuales.
- Evitar la contaminación del suelo y mantos freáticos debido a las descargas de aguas negras en terrenos baldíos.
- Evitar posibles enfermedades causadas por aguas negras que afectan a la población.
- Garantizar una recolección de las aguas residuales, las cuales sean desalojadas de manera rápida y segura, para su disposición y tratamiento previo a la descarga.
- Diseñar un sistema de alcantarillado de acuerdo a las condiciones topográficas de la población, buscando la solución técnica y económicamente factible, evitando un sobre costo debido a la situación económica de la población para que sea una solución y no una carga.
- Proteger la vida acuática y liberar del estrés de la contaminación del lago de Pátzcuaro, siendo este cuerpo de agua importante a nivel internacional.

CAPÍTULO 3

ANTECEDENTES



3. ANTECEDENTES

3.1. MARCO FÍSICO

El municipio de Erongarícuaro se localiza al norte del Estado, en las coordenadas 19°35' de latitud norte y 101°43' de longitud oeste, a una altura de 2,080 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Zacapu y Coeneo, al este con Quiroga, Tzintzuntzan y Pátzcuaro, al sur con Pátzcuaro y al oeste con Nahuatzen y Tingambato. Su distancia a la capital del estado es de 75 km.

Su superficie es de 246.53 km² y representa un 0.41 por ciento de la superficie del estado. Su relieve lo constituyen la depresión del lago de Pátzcuaro; los cerros tales como: el bosque, el chivo, el pelón y las varas.

Los suelos del municipio corresponden principalmente del tipo arcilloso, su uso está destinado primordialmente a la actividad forestal y en menor proporción a la ganadería y agrícola.

En el municipio domina el bosque mixto con pino, encino y cedro, y el bosque tropical deciduo con panicua, laurelillo y parota. (INAFED, 2017)

3.1.1. HISTORIA

TOPONOMÍA

El municipio de “Erongarícuaro”, significa “lugar de atalaya”. (INAFED, 2017); la población de Puácuaro, significa “lugar de chuspata”. La chuspata es una planta acuática que prolifera en la región, y más en específico en la ribera del lago.

RESEÑA HISTÓRICA

El municipio de Erongarícuaro, evoca a un pueblo prehispánico, cuya fundación es atribuida a Curateme, a partir de la unificación del imperio tarasco en 1440. Funcionaba como puerto de guarnición militar, a fin de controlar el poniente del lago de Pátzcuaro, que comunicaba con la sierra. Fue uno de los asentamientos más importantes después de Tzintzuntzan.

En los primeros años posteriores a la conquista, la comarca de Erongarícuaro fue otorgada en calidad de encomienda a Juan Infante, quien sostuvo con don Vasco de Quiroga un prolongado y ruidoso pleito sobre posesión de varios pueblos en la zona lacustre de Pátzcuaro y otros.

Para 1575, quedó bajo la jurisdicción de Pátzcuaro, perdiendo a los pueblos de la sierra que le pertenecían y trabajaron en la construcción de la catedral de Pátzcuaro.

Durante todo el período colonial dependió de Pátzcuaro, y sus pobladores fueron absorbidos como fuerza de trabajo para las haciendas rivereñas, los trapiches de tierra caliente y los telares que se establecieron en el lugar. Se constituyó en mercado a la sombra del de Pátzcuaro, pues para fines del siglo XVIII, eran parte de Pátzcuaro, sus moradores se dedicaban a trabajar en la arriería de sabaneros, cargadores y atajadores.

Las comunidades campesinas de Erongarícuaro, sufrieron a lo largo de la dominación colonial y en los primeros años de México independiente despojos de tierra por los propietarios colindantes, dueños de haciendas las cuales habían obtenido por el mismo mecanismo.

A partir del siglo XIX, empiezan a desaparecer los bienes comunales para distribuirlos en forma individual, por lo que, en 1869, se iniciaron los trabajos para el reparto en la región, lo que trajo problemas, tanto en el interior de las comunidades del municipio como en las colindantes.

La población de esta región participó decisivamente en la lucha revolucionaria, pregonando la restitución de las tierras que les habían sido usurpadas a lo largo de siglos.

A las medidas agrarias del gobierno revolucionario, las comunidades del actual municipio de Erongarícuaro, fueron las primeras en pedir la restitución de las tierras al gobierno de la revolución.

Los vecinos de Arócutin, pidieron sus tierras el 9 de agosto de 1915, que les había despojado la hacienda de Porumbo. Los de Puácuaro, solicitaron las

tierras de la hacienda de Napízaro el 22 de octubre de 1915. Los de Erongarícuaro, las tierras de la hacienda de Caricheo, Zincirio y una fracción de la de Napízaro, el 19 de noviembre de 1916. Los de Uricho, el 19 de noviembre de 1917, reclamaron tierras de Porumbo. Los de Nocutzepo, el 18 de febrero de 1918, las de la hacienda de Charaguen. Las primeras restituciones ejidales en Michoacán ocurrieron en esta región, por lo que se dio un enfrentamiento en la población de Erongarícuaro, el 24 de marzo de 1927.

Durante el período cardenista, el reparto agrario ocasionó una efervescencia en el medio rural y la proliferación de ejidos causó fricciones en la zona. Al término de esta etapa, la entrega de tierras disminuyó. Se constituyó en municipio el 10 de diciembre de 1831. (INAFED, 2016)

En la Figura 3.1. se muestra el escudo del municipio.

ESCUDO DE ERONGARÍCUARO



Fuente: INAFED, 2016

Figura 3.1. muestra el escudo del municipio

En la parte superior izquierda se encuentra el retrato de la heroína de la independencia María Luisa Martínez De García Rojas; en la parte central izquierda, está la estructura de la parroquia y ex convento del siglo XVI; la parte inferior izquierda, representa las principales actividades que son la agricultura y

la pesca; en la parte inferior derecha tiene artesanías y traje típico; y en la parte superior derecha, la tradicional danza de los viejitos.

Se presenta a continuación en la tabla 3.1. la cronología de hechos históricos del municipio de Erongarícuaro.

tabla 3.1. cronología de hechos históricos.

Año	Acontecimiento
1324	Fundación aproximada, por Curateme.
1440	Puerto del imperio tarasco
1540	Erongarícuaro, depende de la encomienda de Juan Infante
1567 - 1581	De esta fecha, se construye el templo y convento
1575	Forma parte de la jurisdicción de Pátzcuaro
1831	Adquiere el rango de municipio
1869	Inicio del reparto de tierras de uso colectivo para distribución individual
1927	Ataque cristero a la población
1968	Últimas peticiones de restitución de tierras.

Fuente: INAFED, 2017

PRINCIPALES LOCALIDADES

PUÁCUARO.

Se encuentra a 6 km. de la cabecera municipal. sus principales actividades económicas son la agricultura y artesanías. tiene una población aproximada de 670 habitantes. (INAFED, 2016)

JARÁCUARO.

Se ubica a 5 km. de la cabecera municipal. sus principales actividades económicas son las artesanías y pesca. Tiene una población aproximada de 2,370 habitantes. (INAFED, 2016)

TÓCUARO.

Su distancia a la cabecera municipal es de 5 km. sus principales actividades económicas son la agricultura, las artesanías y la pesca. Tiene una población aproximada de 1,200 habitantes. (INAFED, 2016)

URICHO.

Se encuentra a 2 km. de la cabecera municipal. sus principales actividades económicas son la agricultura, las artesanías y la pesca. Tiene una población aproximada de 1,775 habitantes. (INAFED, 2016)

ARÓCUTIN.

Se ubica a 3 km. de la cabecera municipal. sus principales actividades económicas son la agricultura y las artesanías. Tiene una población aproximada de 572 habitantes. (INAFED, 2016)

REGIONALIZACIÓN POLÍTICA

Pertenece al distrito federal electoral vii de Zacapu y al distrito local electoral III de Pátzcuaro. (INAFED, 2016)

CRONOLOGÍA DE LOS PRESIDENTES MUNICIPALES.

El municipio ha contado con 41 presidentes desde 1940 al 2017, el presidente municipal actual es el c. Adrián Marcial Melgoza Novoa. (INAFED, 2016)

CARACTERIZACIÓN DEL AYUNTAMIENTO.

Ayuntamiento 2015-2018

Presidente municipal

1 síndico

4 regidores de mayoría relativa

3 regidores de representación proporcional. (INAFED, 2016)

REGLAMENTACIÓN MUNICIPAL.

El ayuntamiento actualmente cuenta con los siguientes reglamentos:

- De administración
- De obras públicas
- De planeación
- De fraccionamientos
- De salud
- De expendios de bebidas alcohólicas
- De policía y tránsito. (INAFED, 2016)

PRINCIPALES COMISIONES

- Planeación y programación 1er. Regidor
- Salubridad y asistencia 2o. Regidor
- Urbanismo y obras públicas 3er. Regidor
- Asuntos agropecuarios 4o. Regidor
- Educación 1er. Regidor de rep. Prop.
- Industria 2o. Regidor de rep. Prop.
- Ecología 3er. Regidor de rep. Prop. (INAFED,2016)

SECRETARÍA DEL AYUNTAMIENTO

Sus funciones son: secretario de actas del ayuntamiento, atención de audiencia, asuntos públicos, junta municipal de reclutamiento, acción cívica, jurídico y aplicación de reglamentos, archivo y correspondencia, educación, cultura, deportes, salud, trabajo social. (INAFED, 2016)

TESORERÍA.

Sus funciones son: ingresos, egresos, contabilidad, auditorías causantes, coordinación fiscal, recaudación en mercados, recaudación en rastros, personal, adquisiciones, servicios generales, almacén, talleres. (INAFED, 2016)

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

OBRAS PÚBLICAS.

Sus funciones son: parques y jardines, edificios públicos, urbanismo, mercados, transporte público, rastro, alumbrado, limpia, planeación y ejecución del programa del ramo 026. (INAFED, 2016)

SEGURIDAD PÚBLICA.

Sus funciones son: policía, tránsito, centro de readaptación municipal. (INAFED, 2016)

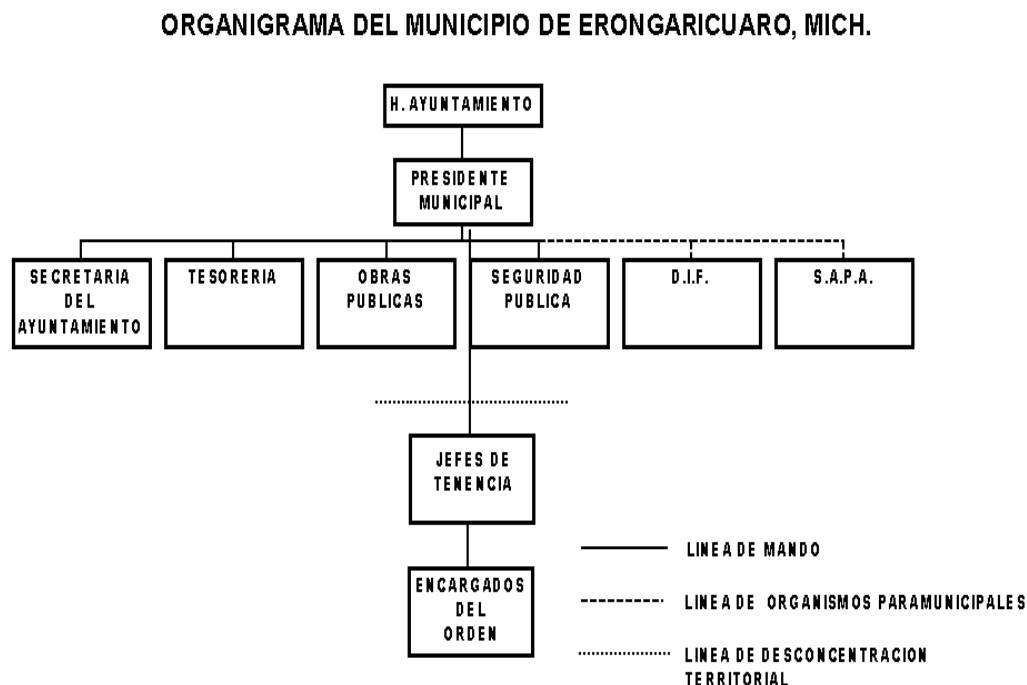
D.I.F.

Sus funciones son: asistencia social. (INAFED, 2016)

S.A.P.A.

Sus funciones son: agua potable, alcantarillado. (INAFED, 2016)

En la Figura 3.2. se muestra las jerarquías del ayuntamiento del municipio.



Fuente: INAFED, 2016

Figura 3.2. organización y estructura de la administración pública

AUTORIDADES AUXILIARES.

La administración pública municipal fuera de la cabecera municipal está a cargo de los jefes de tenencia o encargados del orden, quienes son electos en plebiscito, durando en su cargo 3 años. En el municipio de Erongarícuaro existen 9 jefes de tenencia y 4 encargados del orden, quienes ejercen principalmente las siguientes funciones:

Dar aviso al presidente municipal, de cualquier alteración que adviertan en el orden público.

1. Conformar el pódium de habitantes de su demarcación.
2. Cuidar de la limpieza y aseo de los sitios públicos y buen estado de los caminos vecinales y carreteras.
3. Procurar el establecimiento de escuelas.
4. Dar parte de la aparición de siniestros y epidemias.
5. Aprender a los delincuentes, poniéndolos a disposición de las autoridades competentes. (INAFED, 2016)

ECONOMÍA.

La economía del municipio de Erongarícuaro está basada en las actividades agrícolas fundamentalmente, siendo el maíz, el ajonjolí, el frijol y las frutas, los productos más importantes. (INAFED, 2016)

La ganadería es otro rubro importante de su vida económica: se cría ganado bovino, caprino, caballar y asnal.

ATRATIVOS CULTURALES Y TURÍSTICOS.

Fiestas tradicionales:

- 5 al 9 de enero. Celebración en honor del señor de la misericordia.
 - 2 de febrero. Día de la candelaria
 - 2 al 5 de mayo. Fiesta en honor de la santa cruz
 - 6 de junio. Celebración del medio año
 - 15 de agosto. Fiesta en honor de nuestra señora de la asunción.
- (INAFED, 2016)

GASTRONOMÍA.

En cuanto a la comida típica de la región es churipo, corundas, uchepos, tamales, buñuelos y caldo de pescado; en cuanto a bebidas se hace el atole blanco, atole de grano, charape (bebida de frutas a la que se le agrega alcohol) y vino de membrillo. (INAFED, 2016)

CENTROS TURÍSTICOS.

Templo franciscano del siglo xvi y monumentos arquitectónicos del lugar; además de la isla de Jarácuaro y el lago de Pátzcuaro. (INAFED, 2016)

SERVICIOS PÚBLICOS.

Cuenta con servicio de energía eléctrica, agua potable, drenaje y alcantarillado, panteón, parques y jardines, limpia y seguridad pública

Una mayoría de sus localidades cuenta con servicio de electricidad y agua potable. (INAFED, 2016)

VIVIENDAS.

Las construcciones del municipio en su mayoría son de adobe, le sigue las de madera y por ultimo las de tabique, tabicón y otros materiales. La mayoría cuenta con servicios de agua y drenaje. (INAFED, 2016)

ARTESANÍAS.

Mantas y vestidos, maderas talladas, muebles de madera, decoradas con Figuras de gran colorido. (INAFED, 2016)

MÚSICA.

Se escucha de toda la música nacional. (INAFED, 2016)

OBRAS DE ARTE.

Pintura: en el convento, existen pinturas originales del siglo XVI. (INAFED, 2016)

LEYENDAS.

La que relata que fray juan de san miguel, logro la resurrección de una doncella. (INAFED, 2016)

TRADICIONES Y COSTUMBRES.

El 1 y 2 de noviembre, culto a los muertos; en Jarácuaro, ritual conocido como “kirisi-atakua”, un día antes de la noche de muertos. (INAFED, 2016)

ATRATIVOS CULTURALES Y TURÍSTICOS.

Fiestas tradicionales:

5 al 9 de enero. Celebración en honor del señor de la misericordia.

2 de febrero. Día de la candelaria

2 al 5 de mayo. Fiesta en honor de la santa cruz

6 de junio. Celebración del medio año.

15 de agosto. Fiesta en honor de nuestra señora de la asunción. (INAFED, 2016)

3.1.2. LOCALIZACIÓN Y GEOGRAFÍA

El municipio de Erongarícuaro se localiza al este del estado en las coordenadas 19°36'19" de latitud norte y 101°40'26".75 de longitud oeste, se encuentra situado a una altura de 2,078 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con Zacapu y Coeneo, al este con Quiroga, Tzintzuntzan y Pátzcuaro, al sur con Pátzcuaro y al oeste con Nahuatzen y Tingambato. Su distancia a la capital del estado es de 75 km. (INAFED, 2017)

La superficie del municipio de Erongarícuaro es de 246.56 km² y representa el 0.41 % del total del estado, y el 0.000010 por ciento de la superficie del país. (INAFED, 2017)

La población de Puácuaro es una población del municipio Erongarícuaro, se puede acceder por la carretera de Erongarícuaro–Chupicuaro que pasa dentro de la población a una distancia de 6,3 km. (MAPS, 2017)

se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas:

- Longitud: 101°40'26.75" O
- Latitud: 19°36'19" N
- Altitud: 2078 metros sobre el nivel del mar.

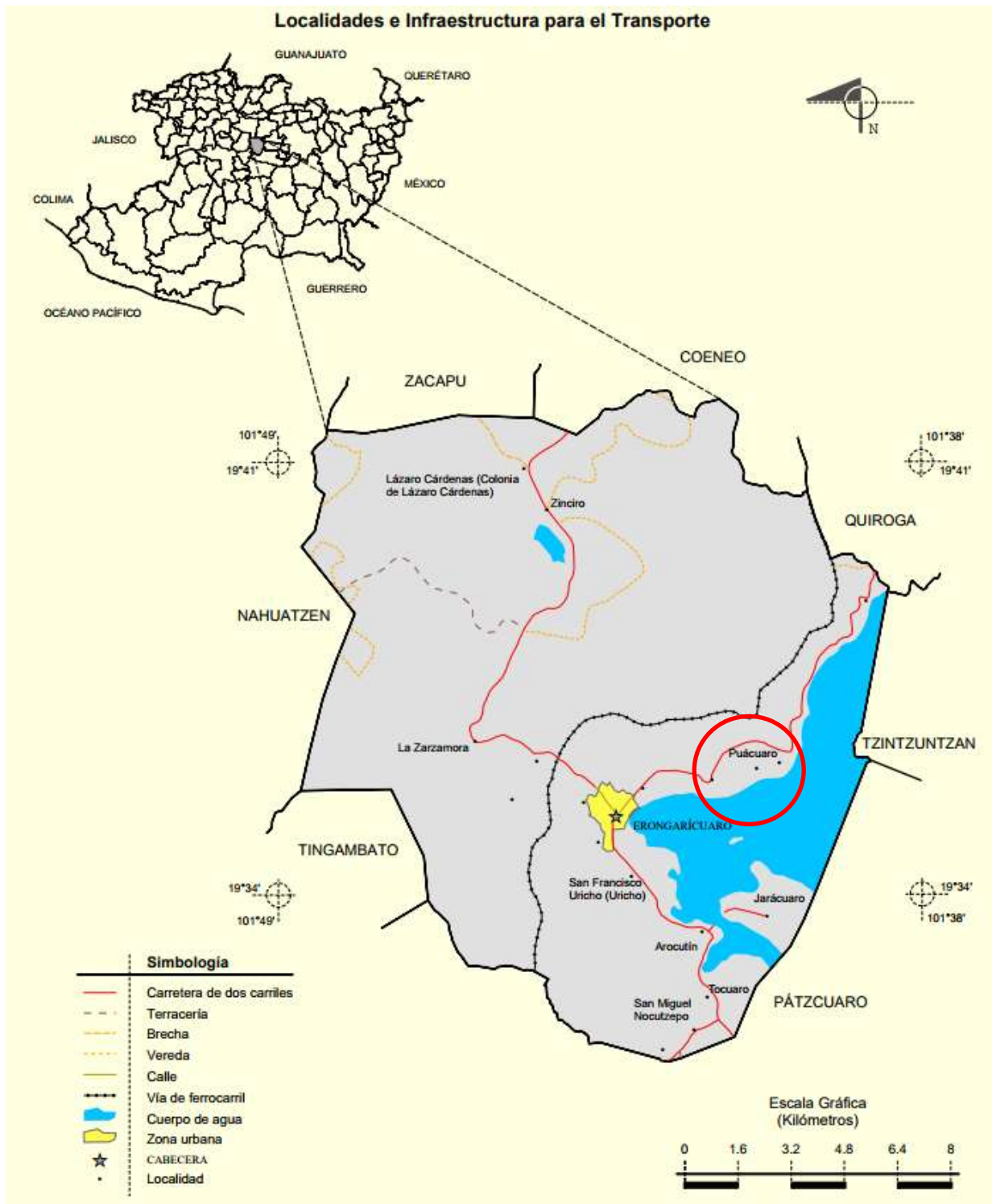
A continuación, se presenta la Figura 3.3. donde se muestra la ruta para llegar a la zona de estudio.



Página | 19

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

En la Figura 3.4. se muestra las vías de acceso del municipio.



Fuente: INEGI, 2009.

Figura 3.4. ubicación del municipio de Erongarícuaro.

3.1.3. OROGRAFÍA.

Su relieve lo constituyen la depresión del lago de Pátzcuaro; cerros: el bosque, el chivo, el pelón y las varas. (INEGI, prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009)

La superficie estatal forma parte de las provincias: sierra madre del sur y eje neovolcánico. (INEGI, CUÉNTAME, 2017)

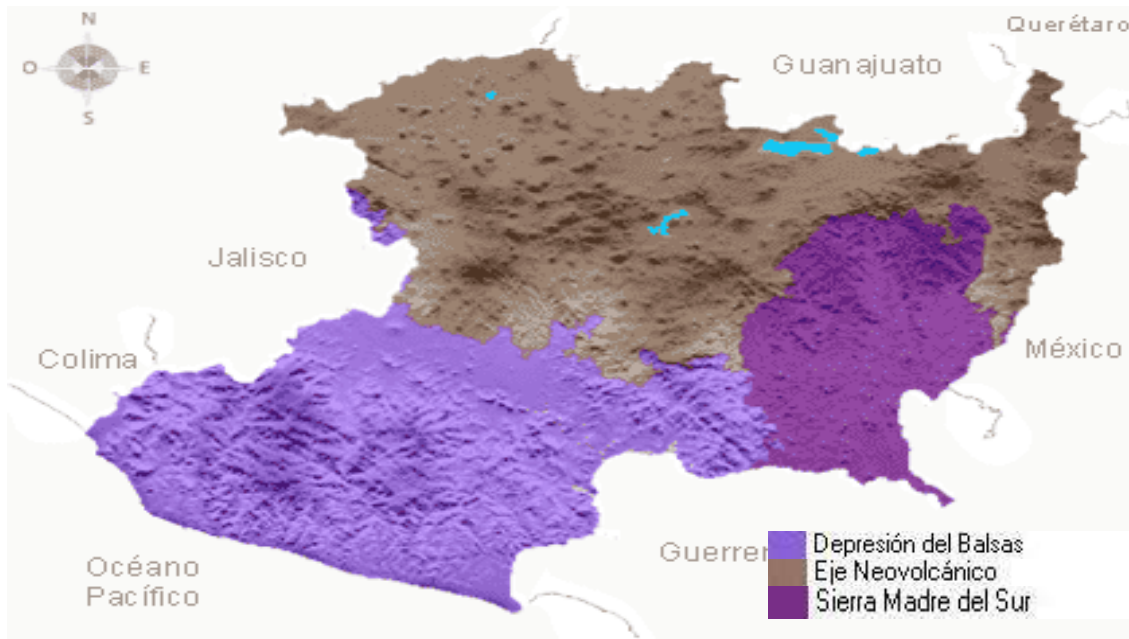
Desde el inicio de la zona costera ubicada en el suroeste hacia el nororiente, predominan las sierras con elevaciones como cerro la bufa con 2 600 metro sobre el nivel del mar (msnm) y cerro la magueyera con 2 120 msnm, conformadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro), ígneas (la roca derretida se enfría y se solidifica) y metamórficas (han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas), interrumpidas por una llanura en donde se encuentra Apatzingán de la constitución, que cuenta con algunas zonas bajas representadas por lomeríos y valles; en uno de ellos se construyó la presa infiernillo.(INEGI, CUÉNTAME, 2017)

Continuando hacia el nororiente existe la presencia de sierras, lomeríos y sierras de origen volcánico, con pequeñas llanuras y valles, en esta zona las elevaciones llegan a 3,840 m.s.n.m. como el cerro pico de Tancítaro o el volcán Paricutín con 2,800 m.s.n.m. (INEGI, CUÉNTAME, 2017)

Las características fisiográficas del municipio de Erongarícuaro lo constituye parte del sistema volcánico transversal, a la provincia eje neovolcánico (100%), a la subprovincia Neovolcanica tarasca (100%) por lo que su sistema fisiográfico es de topoformas caracterizado por llanura (87.87%), vaso lacustre en un 3.99% y llanura aluvial en un 0.17%. (INEGI, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009)

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

En la Figura 3.5. se muestra un mapa donde se puede observar los relieves del estado



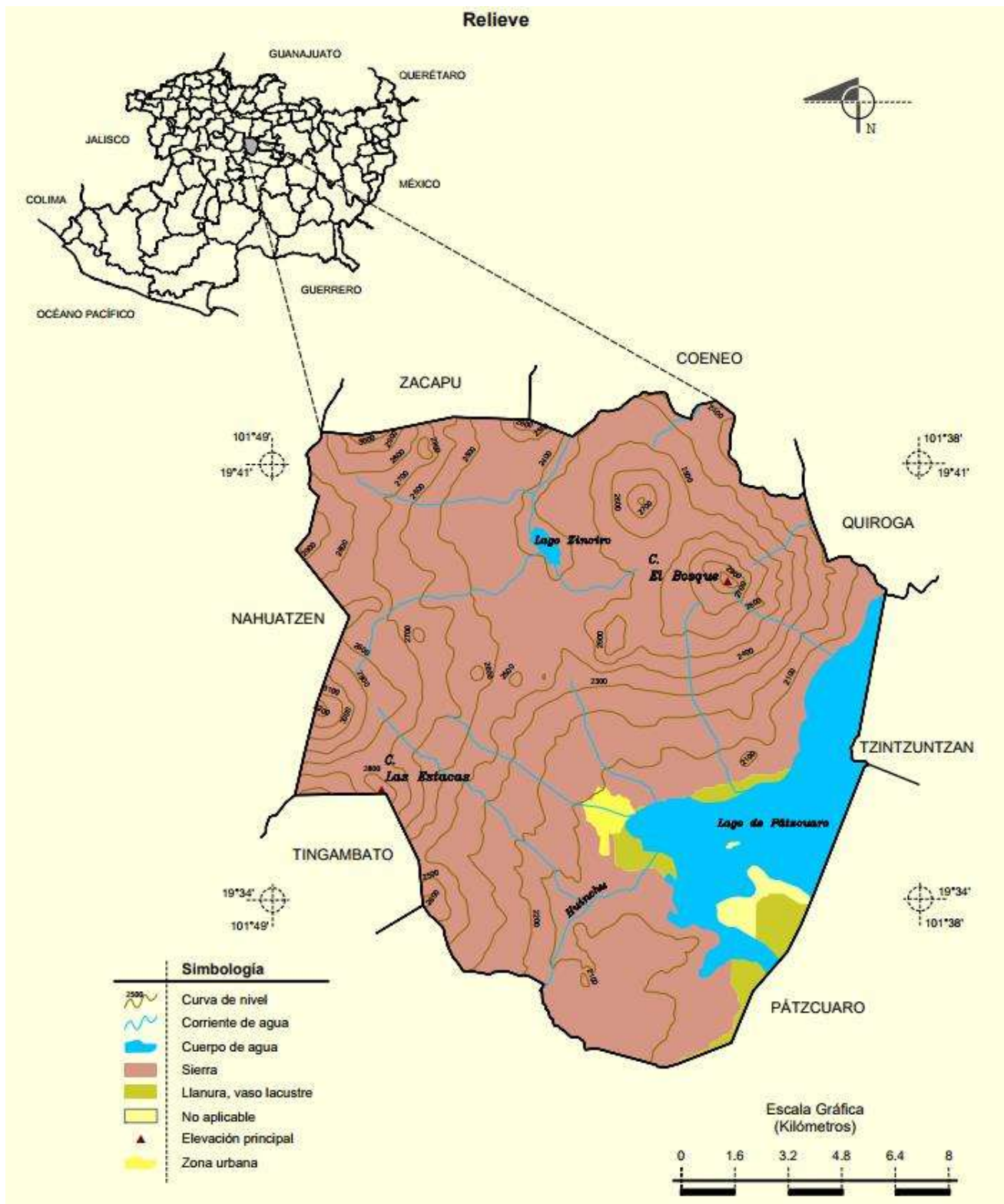
Fuente: CUÉNTAME, 2017

Figura 3.5. fisiografía del estado de Michoacán

El eje Neovolcánico también llamado eje volcánico transversal, sierra volcánica transversal o cordillera neovolcánica es una cadena de volcanes ubicada en México. Atraviesa el país cerca del paralelo 19° n, desde las islas revillagigedo en el océano pacífico hasta el golfo de México, pasa por el distrito federal y los estados de: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Morelos, Tlaxcala, Puebla y Veracruz, en la región de los Tuxtlas. (WIKIPEDIA, 2017)

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

En la Figura 3.6. se muestra el relieve del municipio



Fuente: (INEGI, 2009)

Figura 3.6. Relieve del municipio de Erongarícuaro

En la Figura 3.7. se muestra los tipos de cuerpos de agua cercanos a la zona de estudio.



Página | 24

CUENCAS Y SUB-CUENCAS

Una cuenca es un concepto geográfico e hidrológico que se define como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por ésta hacia un punto común de salida.

El municipio de Erongarícuaro pertenece a la región hidrográfica RH 12 “Lerma-Santiago” de la cuenca hidrográfica RH12g “lago de Patzcuaro-Cuitzeo, lago de Yuriria y rio Lerma-chapala”, región subcuenca RH12ga del lago de Cuitzeo y río ángulo. En ella se localizan tanto escurrimientos fluviales perenes como el lago de Pátzcuaro que esta alrededor el municipio y un número significativo de escurrimientos intermitentes durante la temporada de lluvias.

La tabla 3.2. siguiente, muestra la hidrología del municipio de Erongarícuaro.

Hidrología			
Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Corrientes de agua
Lerma -santiago (100%)	L. De Patzcuaro-Cuitzeo y l. De Yuriria (70.81%) y rio Lerma-chapala (29.19%)	L. de Cuitzeo (70.81%) y r. Angulo (29.19%)	Intermitentes: lago de zinziro (0.23%)
			Perene: lago de Pátzcuaro (10.88%)

Tabla 3.2. Clasificación hidrográfica de la zona de estudio

Fuente: INEGI, 2009

La cuenca Lerma-Santiago tiene un área de 135,493.17 km² y un perímetro de 3190.07 km, ya que tiene gran influencia en nuestra zona de estudio, en la Figura 3.8 se muestra las cuencas de la república.



Fuente: INEGI, Mapa Digital de Mexico V6.3.0-INEGI, 2017.

Figura 3.8. muestra la cuenca Lerma–Santiago

3.1.5. GEOLOGÍA.

La formación geológica del municipio de Erongarícuaro cuenta con varios periodos como: plioceno-cuaternario (62.61%), cuaternario (21.98%) y neógeno (3.63%).

Los tipos de rocas localizados en la zona según (INEGI, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009) se presentan a continuación en la Tabla 3.3. siguiente.

Tabla 3.3. Geología del municipio de Erongarícuaro.

GEOLOGÍA	
Roca	Ígnea extrusiva: basalto (63.3), Basalto-brecha volcánica básica (8.45%)
	Brecha volcánica básica (6.36%) y Basalto-toba básica 2.01%)
	Suelo: Aluvial (8.10%)

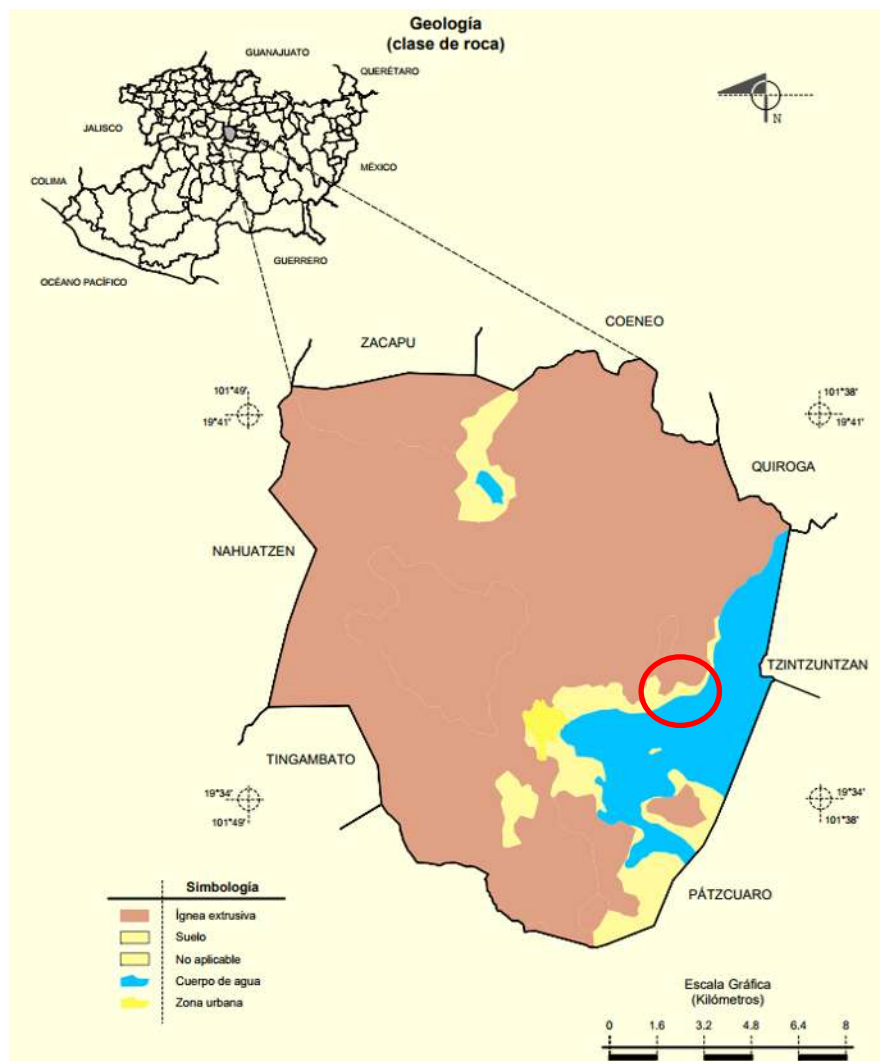
Fuente: INEGI, 2009

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

Una roca **extrusiva** son aquellas rocas ígneas que se formaron por el enfriamiento de lava en la superficie terrestre o de magma (masa de materia fundida subterránea) a escasa profundidad.

El enfriamiento rápido del magma o lava que se torna en roca volcánica hace que se formen muchos cristales pequeños, también llamados microcristales o granos finos, en estas rocas. El enfriamiento rápido también puede formar rocas volcánicas compuestas total o parcialmente de vidrio. Las rocas volcánicas más comunes en la Tierra son el basalto seguido por la andesita. Otras rocas volcánicas son la riolita, la dacita y la traquita para mencionar unas pocas. (WIKIPEDIA, 2017)

En la Figura 3.9. se muestra la clase de rocas que hay en el municipio.



Fuente: INEGI, 2009.

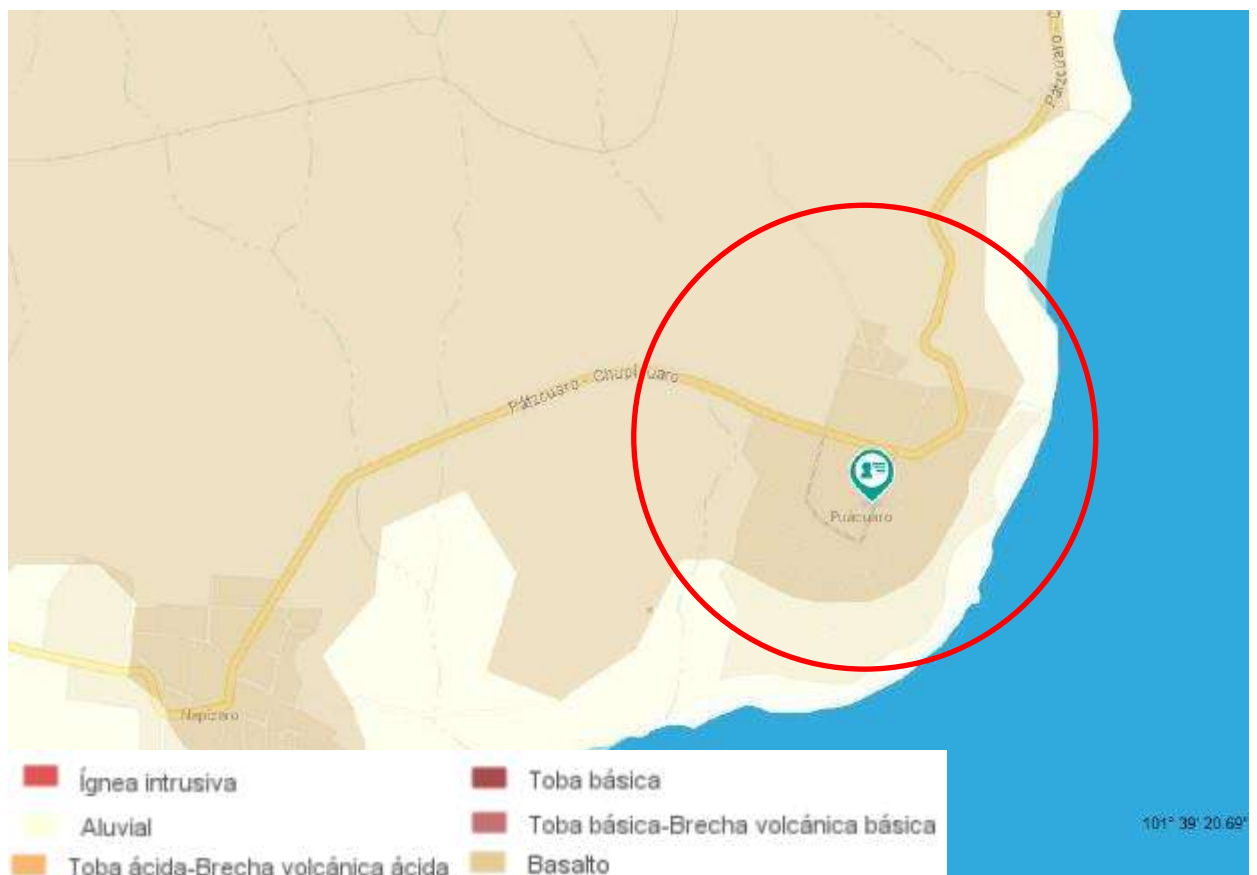
Figura 3.9. Geología (clases de rocas) del municipio de Erongarícuaro.

La zona urbana está creciendo sobre un tipo de roca llamado basalto que es una roca ígnea volcánica de color oscuro, de composición máfica, rica en silicatos de magnesio y hierro en sílice, que constituye una de las rocas más abundantes en la corteza terrestre.

Los basaltos suelen tener una textura porfídica, con fenocristales de olivino, augita, plagioclasa y una matriz cristalina fina. En ocasiones puede presentarse en forma de vidrio, denominado sideromelano, con muy pocos cristales o sin ellos. (WIKIPEDIA, 2018)

Suelo aluvial se ha desarrollado con el paso del tiempo como resultado de los sedimentos depositados por las inundaciones periódicas de arroyos o ríos. (BOLETINAGRARIO, 2018)

En la Figura 3.10. se muestra que la población se ubica en una zona con composición de basalto y suelo aluvial.



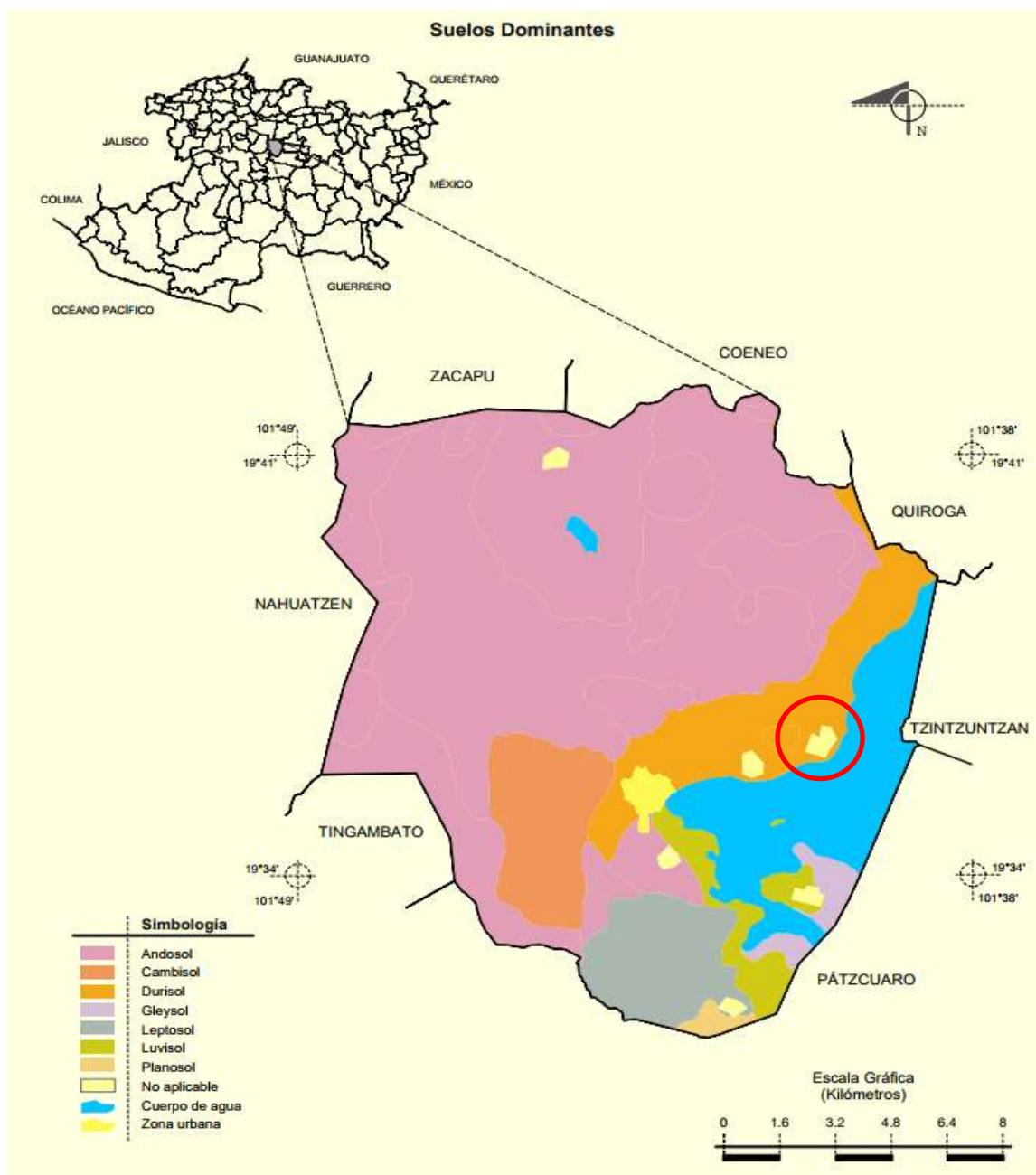
Fuente; INEGI, 2016

Figura 3.10. suelo y tipo de roca bajo la población.

3.1.6. EDAFOLOGÍA

Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella. (WIKIPEDIA, 2018)

En la Figura 3.11. se muestran los suelos dominantes del municipio.



Fuente: INEGI, 2009

Figura 3.11. suelos dominantes del municipio

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

Como se puede observar en la Figura 3.11. el suelo dominante del municipio de Erongarícuaro es conocido como Durisol, encontrándose en un 61.10% del área total correspondiente al municipio. (INEGI, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009).

En la Tabla: 3.5. se muestra la edafología del municipio de Erongarícuaro.

Tabla: 3.5. Edafología del Municipio de Erongarícuaro, Michoacán.

EDAFOLOGÍA	
Suelo dominante	Andosol 61.10%, Durisol (9.28%), cambisol (6.27%)
	Leptosol (5.74%), Luvisol (2.97%)
	Gleysol (1.39%) y Planosol (0.48%).

En la Figura 3.12. se muestra la zona de estudio, en la cual se puede observar que el suelo dominante es del tipo Durisol.

El termino Durisol deriva del vocablo latino “durus” que significa duro, haciendo alusión al endurecimiento provocado por la acumulación secundaria de sílice. (FAO, 2018)



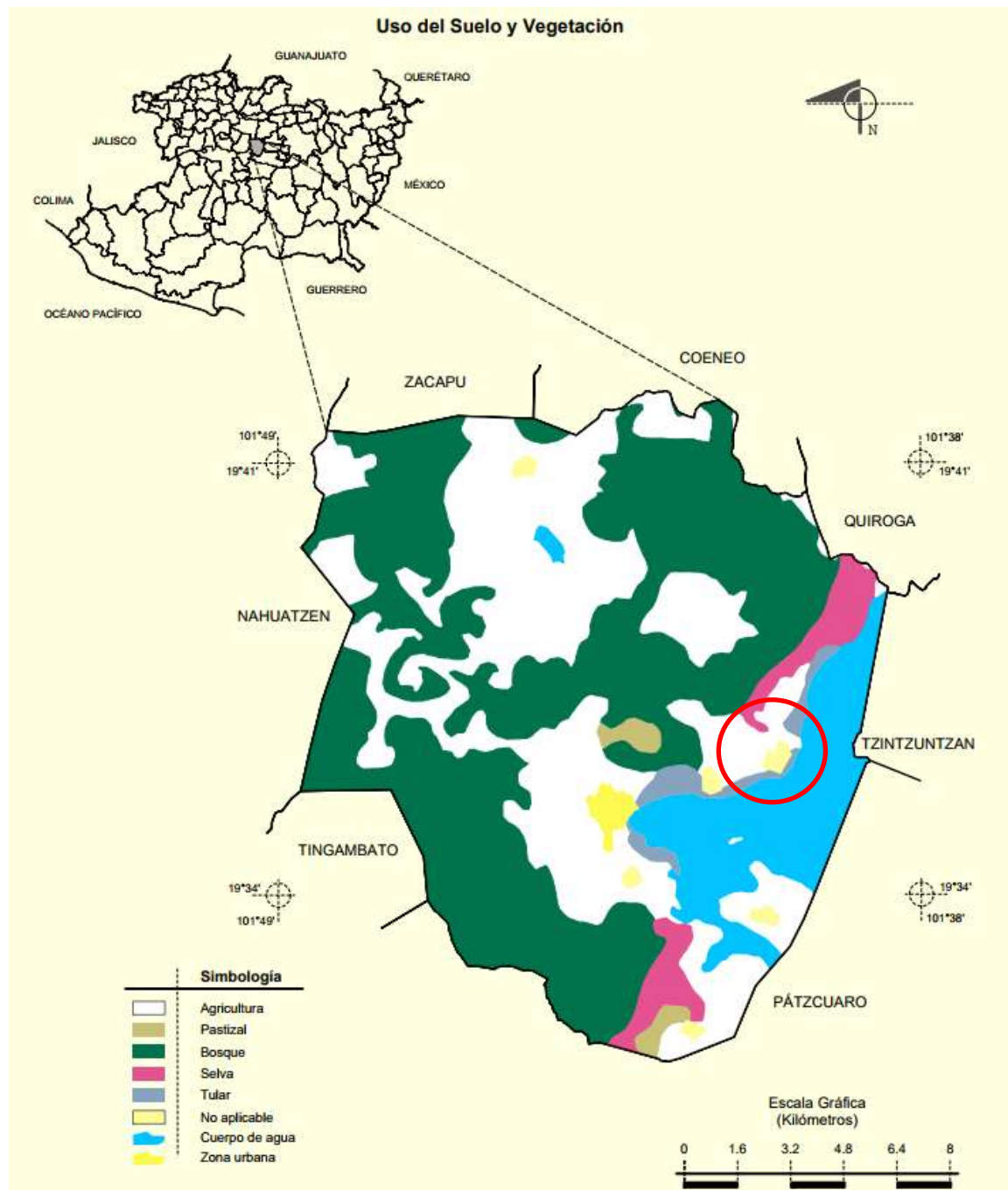
Fuente: INEGI, 2017

Figura 3.12. suelos dominantes.

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico, terciario y mioceno; corresponden principalmente a los del tipo de pradera y podzólico. Su uso es primordialmente agrícola y en menor proporción forestal y ganadero. En la estructura de la tenencia de la tierra, la superficie ejidal ocupa una extensión mayoritaria; la pequeña (INAFED, 2017)

En la Figura 3.13. muestra que la población tiene un uso suelo de agrícola y tular.



Fuente: INEGI, 2009

Figura 3.13. uso de suelo y vegetación.

En la siguiente tabla se muestra el uso del suelo.

Tabla 3.4. uso del suelo y vegetación en el municipio de Erongarícuaro.

	Uso del suelo	Vegetación
Uso de suelo y vegetación	Agricultura (35.49%) y zona urbana (0.65%)	Bosque (45.55%), selva (3.46%), tular (1.64%) y pastizal (1%)

3.1.7 CLIMA

En el municipio de Erongarícuaro el clima es subhúmedo con lluvias en verano en los meses de mayo a octubre, de una menor humedad (82.81%), y como su nombre lo indica la temperatura oscila entre una mínima normal de 10 °C en el mes de enero y una máxima normal de 18 °C. La media anual del municipio de Erongarícuaro es de 16 °C y se presenta un rango de precipitación de 1,100 a 1,300 mm anuales.

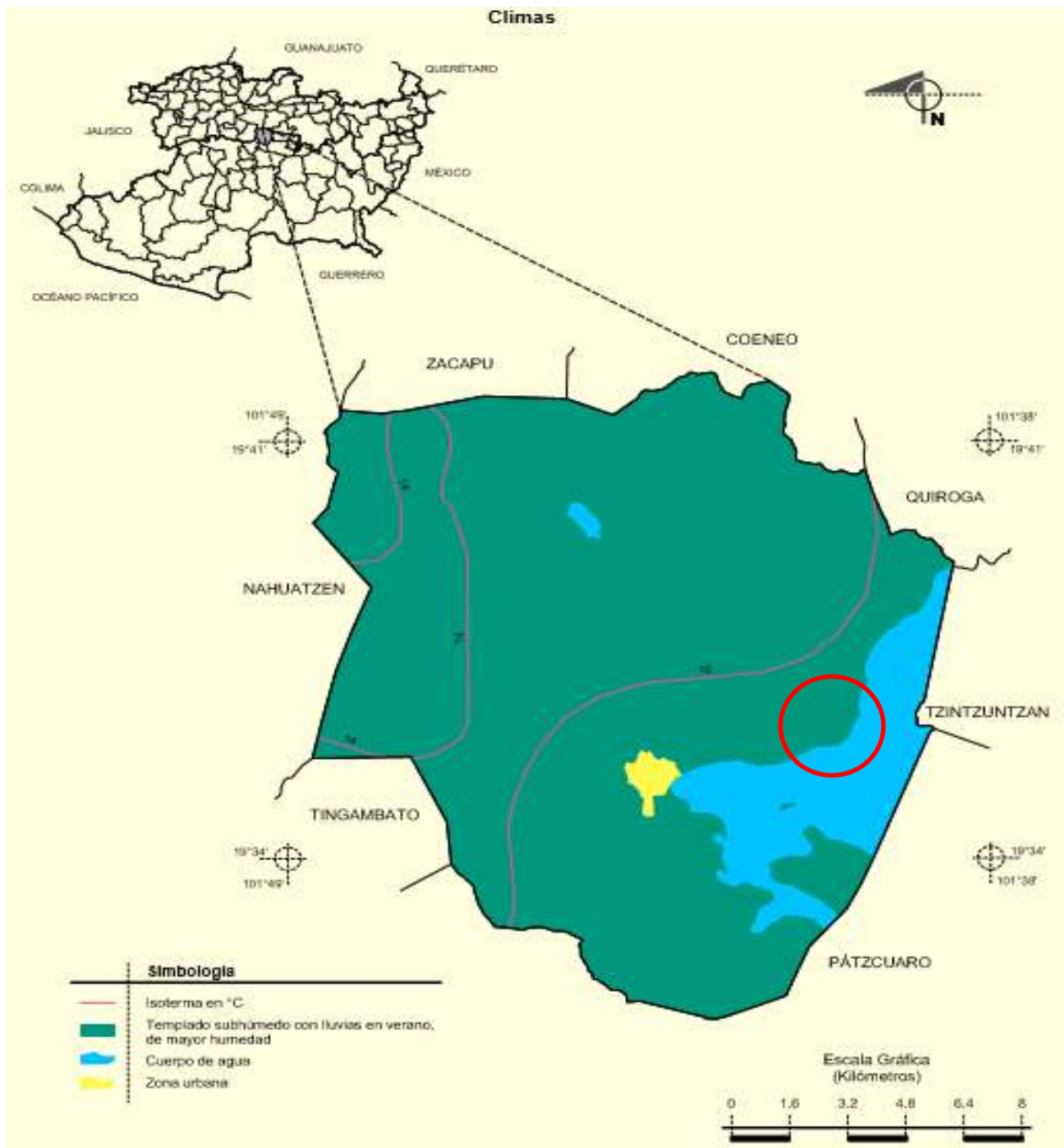
La tabla 3.6. se presentan los rangos de temperatura, precipitaciones y climas dominantes dentro del municipio de Erongarícuaro.

Tabla 3.6. clima del municipio de Erongarícuaro.

Rango de temperatura	10-18 c
Rango de precipitación	1,100-1,300 mm
Clima	Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (99.57%) y semifrío con lluvias en verano, de mayor humedad (0.43%)

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

En la Figura 3.14. se muestra el clima del municipio



Fuente: INEGI, 2017

Figura 3.14. clima del municipio.

PRINCIPALES ECOSISTEMAS

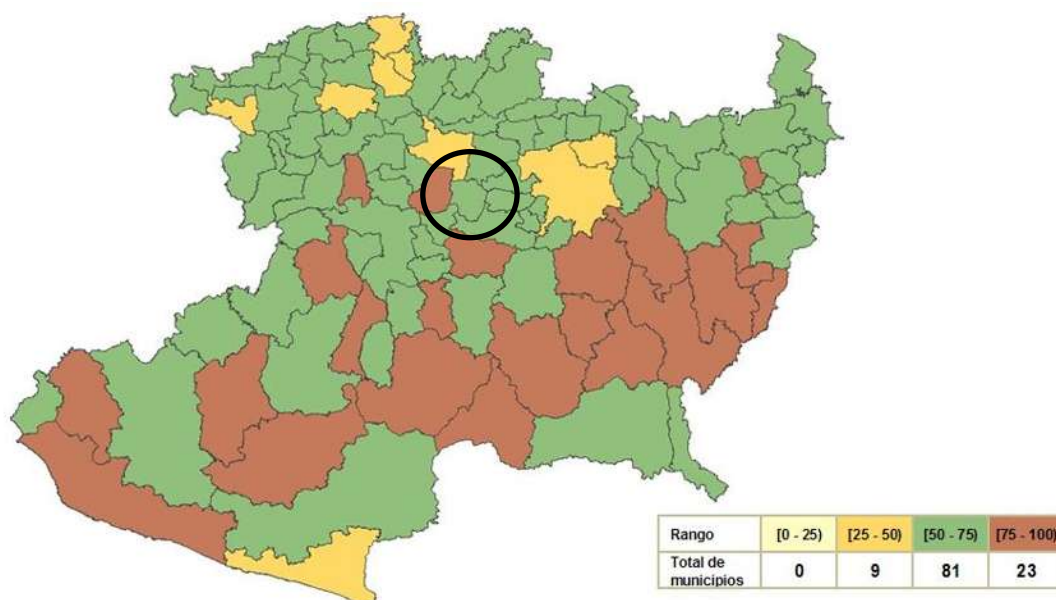
En el municipio predomina el bosque mixto, con pino, encino, aile y liquidámbar. Su fauna la conforman: caxomixtle, coyote, tlacuache, conejo, bagre, pez blanco, charal, pato y cerceta. (INAFED, 2017)

3.2. MARCO SOCIAL

3.2.1. NIVEL SOCIOECONÓMICO

El estado de Michoacán, en relación con las demás entidades del país, ocupó el lugar número seis en porcentaje de población en pobreza y el cinco en el de población en pobreza extrema. (CONEVAL, 2013)

En la Figura 3.15. se muestra por medio de colores el rango de pobreza en el estado de Michoacán, correspondiéndole un rango de porcentaje al municipio de Erongarícuaro de 50-75% en situación de pobreza.



Fuente: (CONEVAL, 2010)

Figura 3.15. nivel socioeconómico del municipio.

El municipio de Erongarícuaro según Fuentes de CONEVAL tiene una pobreza del 50–75%

La población “de Puácuaro” está en un rezago social muy bajo según los indicadores del directorio estadístico nacional de unidades económicas.

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

La Figura: 3.16. muestra el grado de rezago social de la población de Puácuaro.



Fuente: INEGI, 2017

Figura 3.16. grado de rezago social

DIVISIÓN REGIONAL DE MICHOACÁN

El municipio de Erongarícuaro se encuentra en la división regional número 7, también llamada región Pátzcuaro-Zirahuén como se muestra en la Figura 3.17.

Fuente: (FOROS MICHOACAN, 2017)

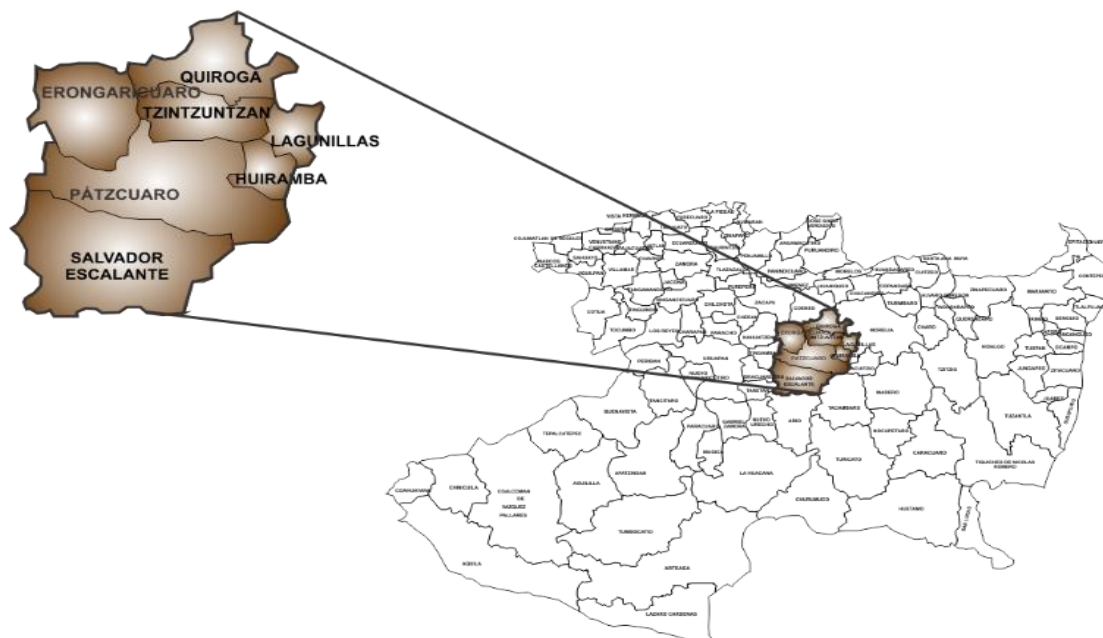
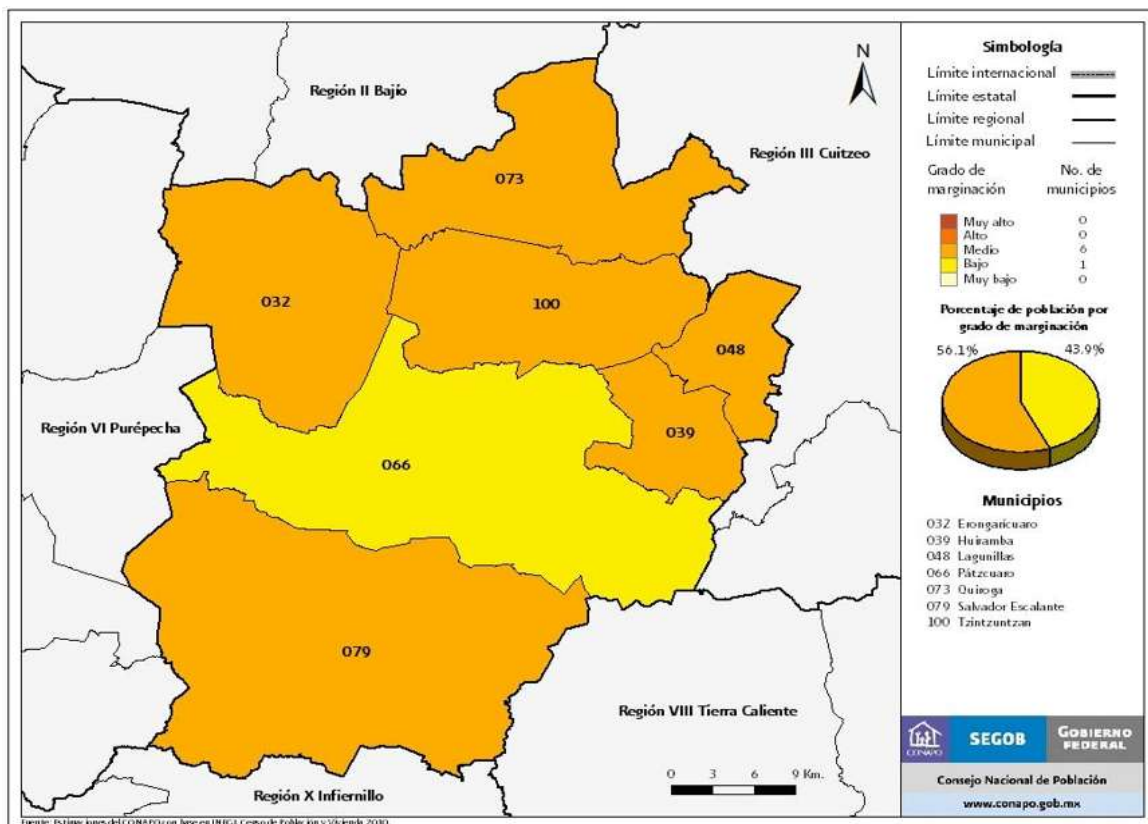


Figura 3.17. división regional

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

En la Figura 3.18. se muestra el grado de marginación para cada municipio de la región 7.



Fuente: (CONAPO, 2010)

Figura 3.18. Grado de marginación

En el mapa anterior se muestra el grado de marginación de la región 7, Pátzcuaro Zirahuén. En la que podemos localizar el municipio de Erongarícuaro con el número 032, correspondiéndole al municipio de Erongarícuaro un grado de marginación medio.

EDUCACIÓN

En el municipio de Erongarícuaro cuenta con las siguientes instalaciones educativas.

- A nivel preescolar existen 14 planteles.
- A nivel primaria existen 16 planteles.
- En secundaria se tienen 7 planteles
- En el nivel medio superior existen 3 escuelas de bachillerato.

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

Es importante señalar que la población de Puácuaro no cuenta con todos los niveles de educación. Contando solo con: un preescolar llamado Gabriela Mistral, dos primarias llamadas Emiliano Zapata y Lázaro Cárdenas y Una secundaria llamada 20 de noviembre.

En la figura 3.21. se muestra los centros educativos de la población.



Fuente: (INVENTARIO NACIONAL DE VIVIENDAS , 2016)

Figura 3.21. centros educativos

SALUD

La población no cuenta con servicios de salud, por lo cual tienen la necesidad de ir a la cabecera municipal, donde hay un centro de salud y la población se encuentran adscritos a la secretaria de salud.

ABASTO

La población cuenta con tiendas donde se puede encontrar productos de canasta básica, debido a eso la población tiene que ir al municipio de Erongarícuaro donde una vez a la semana hay tianguis y abarrotes donde puede encontrar artículos de primera necesidad.

DEPORTE

La localidad cuenta con canchas de basquetbol y fútbol.

MEDIOS DE COMUNICACIÓN

La población de Puácuaro cuenta con los siguientes medios de comunicación: televisión, radio e internet

POBLACIÓN Y VIVIENDA

El índice de hacinamiento (relación habitante/vivienda) es un factor fundamental considerado en la realización de cualquier estudio y proyecto, ya que este representa el bienestar social de una familia.

En la tabla 3.7. se muestra el descenso de hacinamiento conforme ha transcurrido el tiempo.

Tabla 3.7. principales resultados por localidad (ITER, 2017).

AÑO	LOCALIDAD PUÁCUARO		
	POBLACIÓN	VIVIENDA	HACINAMIENTO
1990	1323	220	6.01
2000	1659	306	5.42
2010	1807	391	4.62

En la Figura 3.22. muestra el grado de hacinamiento de la localidad, el cual es de 4.6 habitantes/vivienda



Fuente: INEGI, 2010

Figura 3.22. grado de hacinamiento

3.2.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.

ACTIVIDADES DE LA COMUNIDAD:

La comunidad de Puácuaro es famosa por su artesanía en chuspata y tule, Puácuaro muestra su actividad desde el momento en que se llega al pueblo. Personas transportando la materia prima por la calle, la fibra secándose a un lado de las trojes, pequeños comercios con Figuras tejidas, petates en los pisos. Las mujeres son las que en mayor grado tejen la fibra. (INSTITUTO DEL ARTESANO MICHOACANO, 2018)

Siendo sus principales actividades la ganadera, teniendo la crianza de res pequeñas para luego su venta, y la agricultura en menor escala, los principales cultivos son maíz y frijol

PESCA:

Un buen porcentaje de la comunidad se dedica a la pesca donde pueden encontrar: nueve especies de peces nativas: el famoso pescado blanco (en peligro de extinción), tres tipos de charales (blanco, prieto y pinto) y otros pescados de nombres tan extraños en estas latitudes como acúmara, tiro, chegua, tirípichos y allotocas. También hay tres especies introducidas, como la lobina negra, la tilapia y la carpa. (DIARIO DEL VIAJERO, 2017)

ACTIVIDADES ARTESANALES

Fibras vegetales: tule y chuspata.

GANADERÍA

La actividad principal económica es la pesca y ganadería donde se crían principalmente el ganado bovino, porcino y avícola.

AGRICULTURA

Aunque esta actividad es de menor proporción sus principales cultivos son: el maíz y frijol.

INDUSTRIA

En el poblado no existe planta industrial.

TURISMO

No se dispone de lugares turísticos en el poblado.

COMERCIO

No se cuenta con un comercio interno por lo cual es necesario asistir a la cabecera municipal a comprar sus necesidades.

3.2.3. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.

Área geoestadística estatal: Michoacán de Ocampo

área geoestadística

municipal: Erongarícuaro

clave geoestadística: 160320009

latitud: 19°36'8"

longitud: 101°40'26"

altitud: 2063

carta topográfica: e14a21

tipo: rural



Tabla: 3.8. categoría de la Población a través del tiempo.

Nombre de localidad geoestadística	Nombre de área geoestadística municipal	Categoría política	Origen de modificación
Puácuaro	Pátzcuaro	Pueblo	Censo de 1910.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Censo de 1910.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Censo de 1921.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Censo de 1930.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Censo de 1940.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Censo de 1950.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Censo de 1960.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Censo de 1970.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Censo de 1980.
Puácuaro	Erongarícuaro	Indefinida	Censo de 1990, cambio de nombre de localidad
Puácuaro	Erongarícuaro	Indefinida	Conteo de 1995, cambio de nombre de localidad
Puácuaro	Erongarícuaro	Indefinida	Censo de 2000.
Puácuaro	Erongarícuaro	Indefinida	Conteo de 2005.
Puácuaro	Erongarícuaro	Indefinida	Censo de 2010.
Puácuaro	Erongarícuaro	Pueblo	Ley orgánica de división de territorial del 21 de enero de 1904, pasa al municipio de Erongarícuaro (032)

Tabla 3.9. Censos realizados, INEGI

Evento censal	Fuente	Total de habitantes	Hombres	Mujeres
1900	Censo	339	169	170
1910	Censo	258	120	138
1921	Censo	382	186	196
1930	Censo	454	228	226
1940	Conteo	498	253	245
1950	Censo	550	291	259
1960	Conteo	911	452	459
1970	Censo	1117	-	-
1980	Censo	1452	718	734
1990	Censo	1323	645	678
1995	Censo	1618	762	856
2000	Censo	1659	764	895
2005	Conteo	1643	738	905
2010	Censo	1807	836	971

El último censo obtenido de INEGI fue en el año 2010, el cual indica que la población de Puácuaro tiene un total de 1807 habitantes, como se muestra en la Figura 3.23.

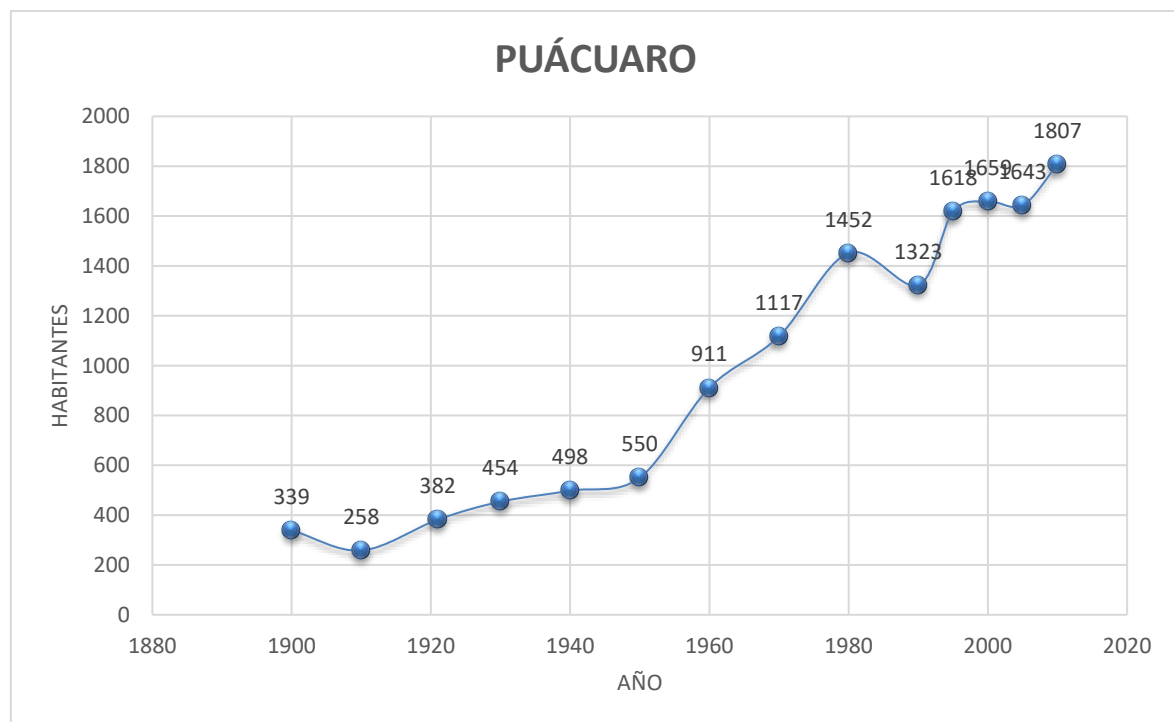


Figura 3.23. Grafica de población de Puácuaro, Michoacán.

CAPÍTULO 4

ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA ALCANTARILLADO Y SANITARIO



4. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA ALCANTARILLADO Y SANITARIO.

4.1. COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE.

La población de Puácuaro, municipio de Erongarícuaro, Michoacán tiene un total de 490 viviendas de las cuales 99 están deshabitadas, 386 viviendas de las 391 de viviendas habitadas cuentan con servicio de red de agua potable entubada, debido a la lejanía de las casas, el servicio de abastecimiento consiste en tandeo dividiendo a la población en dos para abastecerla. (INVENTARIO NACIONAL DE VIVIENDAS, 2016)

La Fuente de la cual se abastecen es un pozo profundo que está a orillas del lago y se extrae mediante una bomba.

La línea de conducción y de alimentación es de 2” de pvc.

La red de distribución abarca aproximadamente un 78.77% de las viviendas de la localidad

El agua no se potabiliza solamente es distribuida así para sus necesidades.

A continuación, se muestra una tabla de las viviendas con agua potable.

Tabla 4.1. viviendas con servicios de agua potable en la población.

Año	Viviendas con agua (Erongarícuaro)				
	INEGI				
	Localidad	Municipio	(%)	Estado	(%)
1990	143	1811	7.89	494,236	0.36
2000	299	2333	12.81	699,112	0.33
2010	386	3020	12.78	935,651	0.32

Fuente: INEGI, censo y conteo de población y vivienda, 2010

En la Figura 4.1. se muestra la cantidad de viviendas con servicio de agua potable.



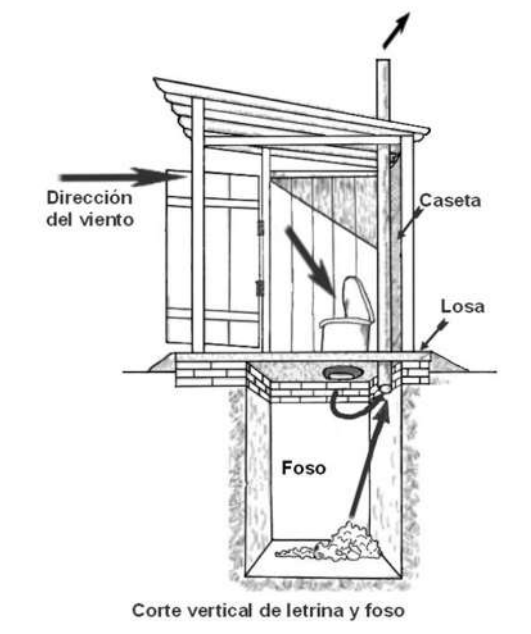
Fuente: INVENTARIO DE VIVIENDAS, 2016

figura 4.1. muestra la cantidad de viviendas con agua potable.

4.2.- COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO.

Las Fuentes de INEGI indican que en dicha Población se tiene 185 viviendas con alcantarillado, pero una visita a la población se corrobora que el servicio de alcantarillado es nulo y que las 391 viviendas habitadas cuentan con pozos ciegos o letrinas.

en la Figura 4.2. se muestra de manera básica como es una letrina.



Fuente: (instituto de transferencia de tecnologías apropiadas para sectores marginales, 2017)

En la Figura 4.2. se ilustra un pozo rural

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

La cobertura del servicio de alcantarillado en la actualidad es nula, por tal motivo se propondrá un servicio de alcantarillado que abarque todas las zonas que se encuentren dentro de la población.

La Fuente de INEGI muestra que la localidad cuenta con servicio de alcantarillado beneficiando un 37.75% de las viviendas de la población y un 62.24% de la población se encuentra cubierto de pozos ciegos.

El agua contaminada descarga sobre el lago de Pátzcuaro, de esta manera contaminando el lago y perjudicando la vida acuática.

En la tabla 4.2. se muestra la cantidad de viviendas con drenaje

Año	Viviendas con red de drenaje. (Erongarícuaro)				
	INEGI				
	Localidad	Municipio	(%)	Estado	(%)
1990	11	586	1.87	378,653	0.15
2000	59	961	6.13	631,973	0.15
2010	185	2176	8.49	944,928	0.23

Fuente: (INEGI, censo y conteo de poblacion y vivienda, 2010)

En la Figura 4.3. se muestra el número de viviendas con drenaje



Fuente: INVENTARIO NACIONAL DE VIVIENDAS, 2016

Figura 4.3. viviendas con drenaje

Es importante mencionar que, de las 386 viviendas con servicio de agua potable, solamente 185 cuentan con drenaje sanitario, arrojando una diferencia de 201 viviendas sin servicio de alcantarillado.

Es de mencionar que el INEGI considera las fosas sépticas como sistema de alcantarillado, más sin embargo por mención del jefe de tenencia se manifestó que no se cuenta con sistema formal de alcantarillado sanitario.

De todo lo anterior, se justifica la necesidad del sistema de alcantarillado que cubra las necesidades al 100% de la población.

4.3.- COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE ELECTRICIDAD

La localidad cuenta con servicio de energía eléctrica el cual beneficia al 78.97% de la misma.

En la tabla 4.3. se muestra la cantidad de viviendas con electricidad

Año	Viviendas con electricidad (Erongarícuaro)				
	INEGI				
	Localidad	Municipio	(%)	Estado	(%)
1990	188	2100	0.87	578,652	0.002
2000	293	2597	1.38	806,949	0.005
2010	387	3396	0.87	1,044,515	0.003

FUENTE: INEGI, censo y conteo de población y vivienda, 2010

4.4.- INFRAESTRUCTURA DE PROYECTO

La población de Puácuaro no tiene una infraestructura de recolección de aguas residuales, los sistemas actuales de almacenamientos de residuos representan un foco de contaminación para los mantos acuíferos, así como Fuentes de infección para la misma población, se propone una infraestructura adecuada para la población para mantener una correcta recolección y traslado de los residuos sanitarios.

Una red de alcantarillado sanitario es un conjunto de tuberías y obras necesarias para recolectar y transportar las aguas residuales e industriales, para poder llevarlas a un punto de salida para su tratamiento y que posteriormente puedan ser vertidas al medio natural.

Los componentes principales de la red de alcantarillado sanitario son:

1. Red de atarjeas
2. Subcolector
3. Colector
4. Emisores

1) red de atarjeas

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores, o emisores. Esta red se conforma por un conjunto de tuberías por las que son conducidas las aguas residuales captadas, el ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen en el diseño las mayores secciones en los tramos finales de la red.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del paramento exterior de las edificaciones; el diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 10 (4”) a 15 cm (6”), siendo éste el mínimo recomendable. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética. A continuación, se tienen las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las Calles, las cuales van recogiendo las aportaciones de los albañales. En general, su diseño debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de velocidad y la condición mínima de tirante.

La estructura típica de liga entre dos tramos de la red es el pozo de visita, que permite el acceso del exterior para su inspección y maniobras de limpieza. Las uniones de la red de atarjeas con los pozos de visita deben ser herméticas, utilizando mangas de empotramiento. Los pozos de visita deben localizarse en

todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente, diámetro y para dividir los tramos que exceden una longitud máxima de 125 m; distancia establecida para facilitar las maniobras de mantenimiento y limpieza de las redes.

b) Subcolectores

Son las tuberías que reciben las aguas residuales de las atarjeas después de alcanzar una longitud acumulada mayor a 1000 metros, para después conectarse a un colector. Su diámetro va de 20 cm como mínimo a 60 cm como máximo.

c) Colector e interceptores

Es la tubería que recoge las aguas de las atarjeas o subcolectores después de alcanzar una longitud acumulada mayor a 2000 metros y terminan en un interceptor, emisor o en la planta de tratamiento.

Interceptor: Son las tuberías que interceptan las aportaciones de aguas negras de dos más colectores y terminan en un emisor o en la planta de tratamiento.

d) Emisores

Es el conducto que transporta el agua de uno o más colectores ó interceptores, sin recibir ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias) en su trayecto y su función es conducir las aguas negras a la planta de tratamiento.

Por razones de economía, los colectores, interceptores y emisores deben tender a ser una réplica subterránea del drenaje superficial natural. El escurrimiento debe ser por gravedad.

4.5.- DICTAMEN SOBRE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

La existencia de agua potable genera la necesidad del desalojo formal de agua residual.

El contar con sistema de letrinas con lleva el riesgo de contaminación del manto acuífero que suministra agua a la propia población, pudiéndole traer problemas de salud de ahí la necesidad de desalojar el agua residual a un sitio de disposición para el tratamiento de los residuos.

CAPÍTULO 5

ESTUDIOS PRELIMINARES



5. ESTUDIOS PRELIMINARES

5.1. RÉGIMEN DE TENENCIA DE LA TIERRA

La tenencia de la tierra corresponde al tipo ejidal y propiedad privada.

5.2. TOPOGRAFÍA

La comunidad de Puácuaro cuenta con una topografía tal que las cotas van de 2038 metros a la cota 2104, dentro de la población dando un desnivel de 66 metros.

La Figura: 5.1. se muestra la topografía de Puácuaro, la población se muestra en morado seguido de las curvas de nivel de color café con su respectiva cota de elevación



Figura: 5.1. Topografía de la población de “Puácuaro”

5.2.1. ÁREA DISPONIBLE

La población de Puácuaro tiene una extensión territorial de 50 hectáreas o 0.5 km²

5.2.2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

La infraestructura hidráulica existente en la población de Puácuaro es la red de agua potable que llega y abastece a toda la comunidad, aunque este sistema no abarca las 24 horas del día, sino se utiliza un sistema de tanteo para dar abasto a toda la población, el agua abastecida en la red es extraída de pozos profundos ubicados dentro de la población para eventualmente almacenarla en tanque de mampostería de roca, situados a nivel de suelo.

5.2.3. CALLES PAVIMENTADAS.

En la población de Puácuaro se cuenta aproximadamente con 4016 metros lineales de calle pavimentada, las calles que cuenta con 2 sentidos o carriles que representan el 48.43 % total de las calles, teniendo un 51.56% de las calles sin pavimentar.

En la figura 5.2 se muestran las calles pavimentadas.



Figura 5.2. calles pavimentadas de la población.

5.2.4. CRUCE DE CARRETERA.

La comunidad de Puácuaro cuenta con un cruce de carretera que pasa a través de la población en la carretera Erongarícuaro – Quiroga como se muestra en la Figura 5.3.



Fuente: GOOGLE MAPS, 2017

Figura 5.3. Carretera que divide la población de Puácuaro.

5.2.5. PUENTES.

La población de Puácuaro no cuenta con puentes de ningún tipo.

5.3. PERIODO DE DISEÑO Y VIDA ÚTIL.

El periodo de diseño, es el tiempo en que el sistema de alcantarillado funcionará de manera eficaz, rebasando este tiempo su eficiencia ira disminuyendo hasta terminar la vida útil de los elementos.

Se eligió un periodo de diseño para 20 años, debido a que la CONAGUA establece unos límites para poder hacer una ampliación. En la tabla 5.1. se muestra los parámetros para el periodo de diseño.

Tabla 5.1. Periodo de diseño.

ELEMENTO	PERIODO DE DISEÑO (Años)
Red de atarjeas	a saturación
Colector y emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

Como ya se mencionó, para este proyecto se diseñará para una vida útil de 20 años, periodo en el que la obra resulta factible, cumpliendo además con los parámetros que recomienda la CONAGUA. Es de mencionar que la vida útil depende de los materiales con los que sea construido la obra, y que, en ese tiempo de diseño, la red funcione de manera correcta, sin tener gastos excesivos de operación y mantenimiento.

En la tabla 5.2. se muestra la vida útil de elementos de un sistema de alcantarillado.

Tabla 5.2. Vida útil de elementos de un sistema de alcantarillado.

ELEMENTO	VIDA ÚTIL (Años)
Red de atarjeas	de 15 a 20
Colector y emisor	de 20 a 40
Planta de tratamiento	
Obra civil	40
Equipo electromecánico	de 15 a 20

CAPÍTULO 6

DISEÑO HIDRÁULICO



6. DISEÑO HIDRÁULICO

6.1. DISEÑO HIDRÁULICO Y VARIABLES HIDRÁULICAS.

ANTECEDENTES DISEÑO HIDRÁULICO

Los datos del capítulo 6 son recopilación del manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Libro 2, alcantarillado sanitario (CONAGUA, 2009).

En la red de atarjeas, generalmente se presenta 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:

$$Q = VA$$

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

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

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:

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

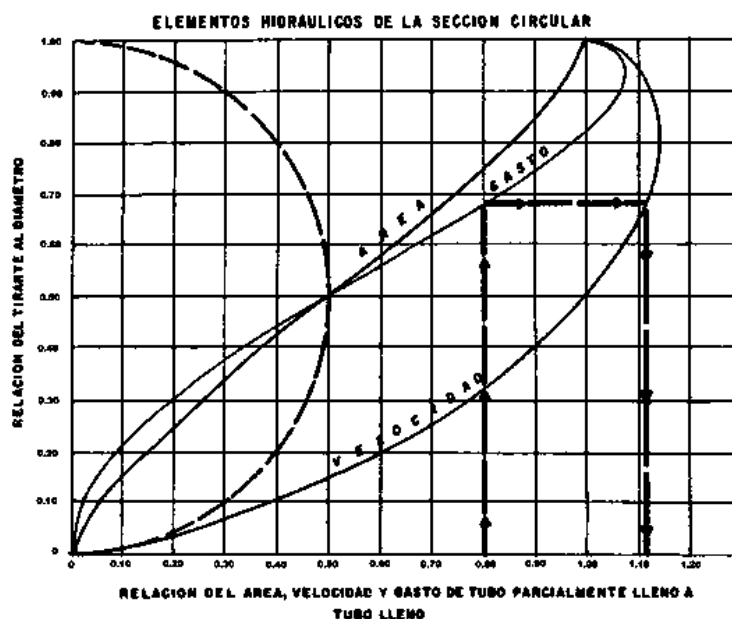
Donde:

R_h es el radio hidráulico en m

A es el área transversal del flujo en m²

P_m es perímetro mojado en m

En la Figura 6.1., se presenta las relaciones hidráulicas y geométricas para el cálculo de la red de alcantarillado usando secciones circulares.



Fuente: (UNAM, 1988)

Figura 6.1. Elementos de relación de gasto a tubo lleno

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 el 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 N (MANNING)

Material	$n(\text{manning})$
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	0.01
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: CONAGUA, 2009

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 6.2.

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

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

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

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

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

Donde:

d es el tirante hidráulico, en m.

D es el tirante interior del tubo, en m.

A es el área de la sección transversal del flujo, en m².

P_m es el perímetro mojado, en m.

R_h es el radio hidráulico, en m.

Θ es el ángulo en grados.

r es D/2, en m.

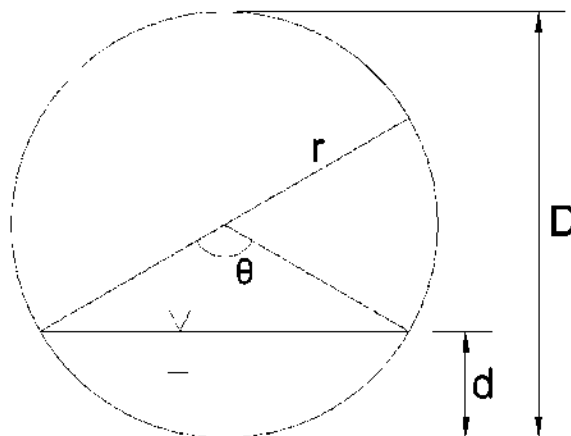


Figura 6.2. características hidráulicas de una tubería.

VARIABLES HIDRÁULICAS PERMISIBLES

Velocidades

- a) Velocidad mínima: la velocidad mínima se considera como aquella velocidad 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, para el gasto mínimo de 1 lt/seg, considerando un gasto mínimo y para comportamiento a tubo lleno mediante el gasto máximo extraordinario de 0.6 m/s. Adicionalmente, debe asegurarse que el tirante calculado bajo estas condiciones, tenga un valor mínimo de 1.0 cm, en casos de pendiente fuertes y de 1.5 cm en casos normales.
- b) Velocidad máxima: la velocidad máxima es el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras de drenaje sanitario. La velocidad máxima permisible para los diferentes tipos de material se muestra en la tabla 6.2. Para su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario.

Tabla: 6.2. Velocidades máximas y mínimas permisibles.

Material	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
Acero (sin revestimiento, revestido y galvanizado)	3	0.3
Concreto reforzado	5	
Concreto simple		
Fibrocemento		
Polietileno alta densidad (pead)		
Poli (cloruro de vinilo) (pvc)		
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (prfv)	3	

Fuente: CONAGUA, 2009

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 escalonamientos 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, gas toxico que aumenta los malos olores de las aguas residuales, propiciando la contaminación ambiental.

Las pendientes de las tuberías deberán 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 topografía de los lotes a los que se darán servicio.

En los casos especiales en donde las pendientes del terreno sean muy fuertes, es conveniente que para el diseño se consideren tuberías de materiales que soporten velocidades altas y se debe hacer un estudio técnico económico de tal forma que se pueda tener sólo en casos extraordinarios y en tramos cortos velocidades de hasta 8 m/s.

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.

En cualquier caso, la selección del diámetro depende de las velocidades permisibles, aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre.

6.2. DETERMINACIÓN DE POBLACIÓN ACTUAL Y PROYECTO, PERIODO DE DISEÑO Y VIDA ÚTIL

La población actual se refiere a datos censales que proporciona el instituto nacional de estadística, geometría e informática (INEGI), esta información se valida con la que resulta del número de contratos de servicios y la densidad de población. Es necesario auxiliarse de visitas de reconocimiento en la población.

A continuación, en tabla 6.3. se muestra una tabla con los datos censales Fuente de INEGI y visitas a la población de Puácuaro.

Tabla 6.3. Número de población de la comunidad de Puácuaro.

Evento Censal	Fuente	Total De Habitantes	Hombres	Mujeres
1900	Censo	339	169	170
1910	Censo	258	120	138
1921	Censo	382	186	196
1930	Censo	454	228	226
1940	Conteo	498	253	245
1950	Censo	550	291	259
1960	Conteo	911	452	459
1970	Censo	1117	-	-
1980	Conteo	1452	718	734
1990	Censo	1323	645	678
1995	Censo	1618	762	856
2000	Censo	1659	764	895
2005	Conteo	1643	738	905
2010	censo	1807	836	971

Fuente: INEGI, 2017

POBLACIÓN PROYECTO

La población proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema alcantarillado, se considera un periodo de 20 años de vida útil, empezando por el año 2017 hasta el 2037.

Para obtener la población para el año 2037 (considerando periodo de diseño de 20 años), se aplicará la predicción de población según el apartado de la norma técnica NT-011-CNA-2001 y los dos últimos datos de los censos de la tabla: 6.3.

De acuerdo con la (CONAGUA, NT-011-CNA-2001, Metodos de proyección de población, 2001), se tiene el caso c-1 en la clasificación de métodos. En este caso se caracteriza con ausencia de proyección del CONAPO, pero hay censos y acceso a datos de organismos locales (INEGI), se considera que en el periodo del proyecto permanecerá la misma estructura socioeconómica. Siguiendo la nt-011-cna-2001 se calcula primero la tasa de crecimiento entre los dos últimos que consta de conteo y censo, a los años 2010 y 2017, tabla 6.1.

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

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 (%)

Considerando los dos últimos datos de la tabla 6.3 y sustituyendo en la fórmula tenemos por resultado una tasa de crecimiento de un 1.92%.

$$TC\% = \left[\left(\frac{1807}{1643} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 \right] 100 = \mathbf{1.92\%}$$

La proyección de la población se realizará para periodos de 5 años (n), se utilizará la misma tasa de crecimiento de 1.92% de acuerdo con las recomendaciones de la NT-011-CNA-2001 ya que no se cuentan con datos de la CONAPO. Con esta tasa de crecimiento la población proyecto se calcula por la ecuación mostrada. La población estimada para el periodo (2017-2037) se presenta en la tabla 6.4.

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

Donde:

P_i: 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)

Tabla 6.4. Población estimada periodo (2017-2037)

Año	Tasa de crecimiento		Población inicial (hab)	Población estimada Pi+n
	Tc%	Periodo		
2010	1.92	2005-2010	1807	1807
2015	1.92	2010-2015		1987
2017	1.92	2015-2027		2064
2022	1.92	2017-2022		2271
2027	1.92	2022-2027		2497
2032	1.92	2027-2032		2746
2037	1.92	2032-2037		3021

La población estimada para el final de la vida útil de la red de alcantarillado resultado de la población proyecto es de 3021 habitantes.

La estimación de población proyecto es aceptable dado que sus referencias y datos están validados por el INEGI, para comparar con otros métodos numéricos la predicción de población proyecto se empleará el uso de línea tendencia polinómica de orden 4 con los datos del INEGI que se presentan a continuación en la Figura: 6.3.

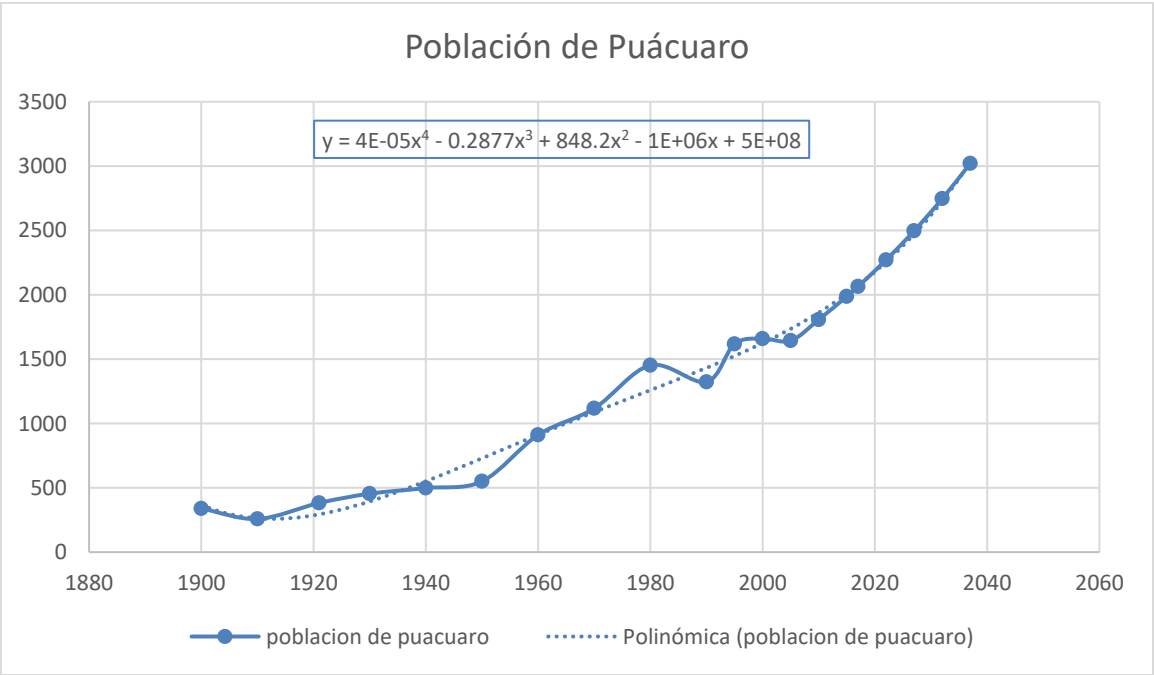


Figura 6.3. población con línea de tendencia (polinomial)

6.3. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

El análisis de agua potable arrojó que la población tendrá una dotación de agua estimado en 203 litros de habitante por día, mismo que servirá para el cálculo de los gastos de agua residual. A continuación, se muestra la tabla 5.8. correspondiente.

Tabla 5.8. dotación de agua potable.

Concepto	Años				
	2017	2022	2027	2032	2037
Población	2064	2271	2497	2746	3021
Dotación en zonas habitacionales (l/hab./dia)	183	188	193	198	203
Gasto medio diario (l/s)	4.37	4.93	5.57	6.28	7.10
Qmax d = Gasto máximo diario (l/s), Cvd= 1.4	6.11	6.90	7.80	8.80	9.94
Qmax h = Gasto máximo horario (l/s), Cvh= 1.55	9.47	10.70	12.09	13.63	15.41
Capacidad de regulación (m3) C= RCW, R= 11	67	76	86	97	109
volumen contra incendio (m3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Capacidad de regulación total (m3)	67	76	86	97	109

6.4. DETERMINACIÓN DE GASTOS DE DISEÑO (AGUA RESIDUAL)

Los gastos de diseño que se emplean en los proyectos de alcantarillado sanitario son:

Gasto medio

Gasto mínimo

Gasto máximo instantáneo

Gasto máximo extraordinario

Los tres últimos se determinan a partir del primero. La CONAGUA considera, para el diseño de una nueva red que el sistema de alcantarillado sanitario, debe construirse herméticamente, por lo que no se le adicionara al caudal de aguas residuales el volumen por filtraciones.

Gasto medio

El gasto medio es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas residuales en cada tramo de la red, se calcula con:

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

Donde:

Q_{med} es el gasto medio de aguas residuales en l/s.

Ap es la aportación de aguas residuales por día, en l/hab.

P es la población, en número de habitantes.

86,400 son el número de segundos en un día.

Para localidades con zonas industriales, comerciales y publicas que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes considerables, se debe obtener el porcentaje de aportación para cada una de estas zonas, independientemente de las habitacionales.

En función del área y la aportación, el gasto medio de aguas residuales en cada tramo de la red se calcula con:

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

Donde:

Q_{med} es el gasto medio de aguas residuales en l/s.

Ap es la aportación en litros por metro cuadrado al día o litros por hectárea al día.

A es el área de la zona industrial, comercial o pública.

86,400 son el número de segundos en un día.

Gasto mínimo

El gasto mínimo, $Q_{\min}$ 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 medio. El gasto mínimo $Q_{\min}$ se calcula con la siguiente formula:

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

El gasto mínimo corresponde a la descarga de un excusado de 6 litros, dando un gasto de 1.0 l/seg. En excusados de tanque de 12 litros de descarga este valor se adopta en 1.5 l/seg. Este será el gasto mínimo al inicio de una atarjea.

Donde:

$Q_{\min}$ es gasto mínimo

Q_{med} es gasto medio

Gasto máximo instantáneo

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Su valor, es producto de multiplicar el gasto medio de aguas residuales por un coeficiente m, que en el caso de la zona habitacional es el coeficiente de Harmon.

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

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.

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.

El coeficiente M en zonas industriales, comerciales o publicas presenta otra ley de variación. Siempre que sea posible, debe hacerse un aforo del caudal de agua residual en las tuberías existentes para determinar sus variaciones reales. De no disponer de esta información, el coeficiente m podrá ser de 1.5 en zonas comerciales e industriales.

Gasto máximo extraordinario

El 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.

La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario resulta:

$$Q_{max\ ext} = CS * Q_{max\ inst.}$$

Donde:

$Q_{max\ ext}$ = gasto máximo extraordinario, en l/s.

Cs = coeficiente de seguridad adaptado.

$Q_{max\ inst.}$ = gasto máximo instantáneo

En el caso de aportaciones normales el coeficiente Cs será de 1.0; para condiciones diferentes, éste Cs puede definirse mayor a 1 y como máximo 1.5 bajo aprobación de la autoridad local del agua y dependiendo de las condiciones particulares de la localidad.

6.5. 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 las que 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 en que se incrementa 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 paramento exterior de las edificaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo este 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 considerar un pendiente de 2%.

A continuación, se tiene las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectando las aportaciones de los albañales. 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 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 de liga 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 las tuberías con los pozos de visita deben ser herméticas. Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruces, cambios de dirección, pendiente y diámetro y para dividir tramos que excedan la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación.

Las separaciones máximas entre pozos de visita se indican en la tabla: 6.5. con el objetivo de aprovechar al máximo la capacidad de los tubos, en el diseño de las atarjeas se debe dimensionar cada tramo con el diámetro mínimo que cumpla las condiciones hidráulicas definidas por el proyecto.

Tabla 6.5: separación máxima entre pozos de visita

Diámetro, en m	Separación, en m
0.20-0.76	125-135
0.90-1.22	175-190

El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle y de la ubicación de los frentes de los lotes. (CONAGUA, manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: alcantarillado sanitario, 2009).

Dentro de la traza de la población se analiza que calles llevaran drenaje sanitario, esto mediante el estudio de población y numero de casa de la localidad. En la Figura: 6.4. se muestra con negro las calles que incluirán red de atarjeas, para después planear el tipo de trazo de la red con forme la topografía.

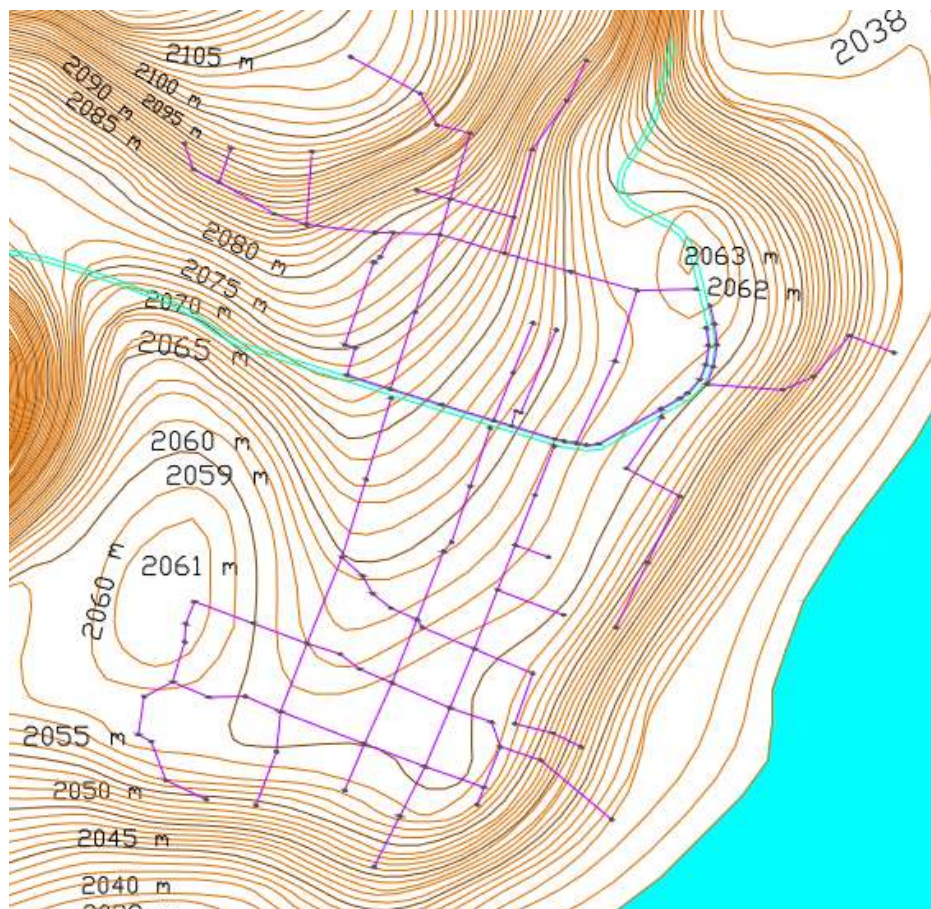


Figura 6.4.: Trazo de la población, principales calles.

Se propone un trazo en peine, este se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empieza su desarrollo en una cabeza de atarjea. Descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro. 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.

Para la población de Puácuaro, se proyecta un sitio de descarga para las atarjeas de la población, esto aprovechando la topografía del lugar. Por lo que contara el sistema con dos colectores, que cumplen con la función de llevar las aguas residuales de la población a la planta de tratamiento de aguas residuales.

La Figura 6.5. se muestra la población de Puácuaro, con la propuesta de trazo tipo peine con su respectiva topografía.



6.5. pozos de visita y componentes del sistema.

6.6. POZOS DE VISITA Y COMPONENTES DEL SISTEMA.

Nota: El capítulo 6.6. Pozos de visita y componentes del sistema, es una cita de (CONAGUA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 2009)

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado sanitario, 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.

Los pozos de visita pueden ser prefabricados o contruidos en sitio de la obra, los tipos de pozos usados en la red de alcantarillados sanitarios y contruidos en sitio de la obra se clasifican en:

- a. pozos de visita tipo común
- b. pozos con caída libre
- c. pozos con caída adosada

Los componentes esenciales de un pozo de visita (Figura: 6.6) son:

- a) base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, medias cañas y banquetta
- b) cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones
- c) cono de acceso (concéntrico o excéntrico)
- d) brocal
- e) tapa

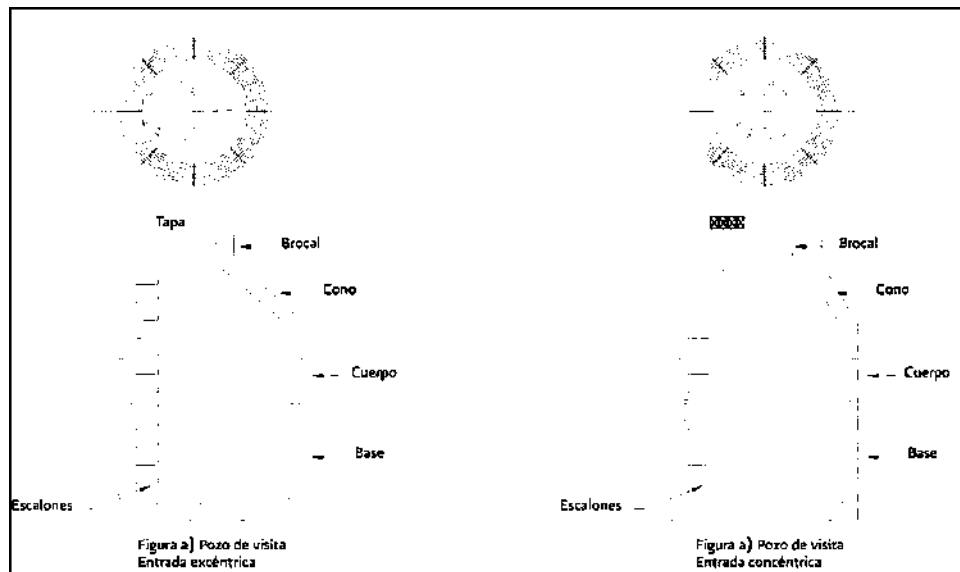


Figura: 6.6. Componentes generales de un pozo de visita.

Descripción de los pozos de visita

a). pozos comunes

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 cm.

Todos los pozos comunes deben de asentarse sobre una base 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 ser con respiraderos, con lo cual se permita la ventilación del pozo y la salida de gases.

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.

Los pozos de visita comunes tienen un diámetro interior de 1.00 m, se utiliza para unir tuberías de hasta 0.76 m de diámetro.

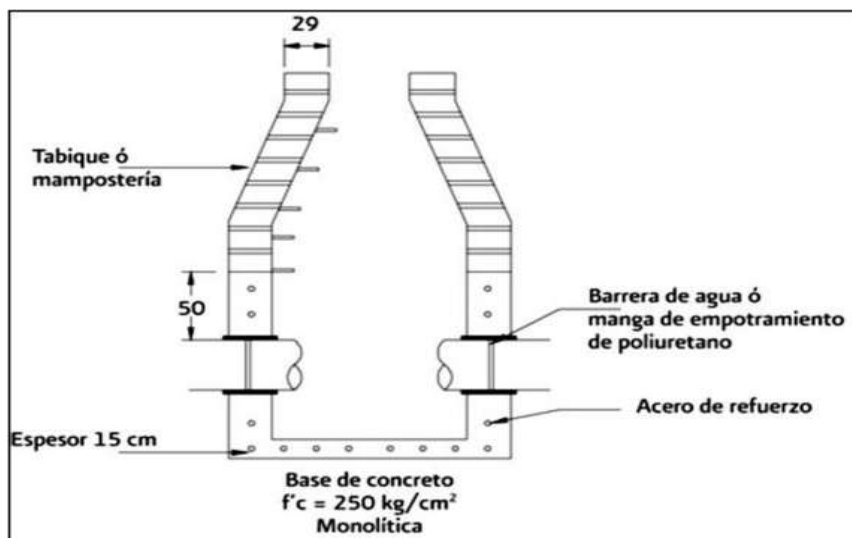
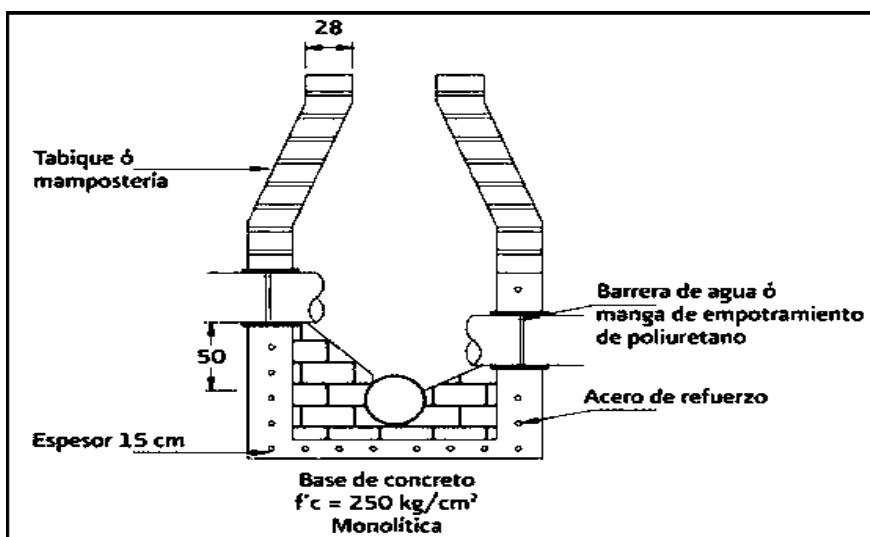


Figura: 6.7. Pozo de visita común.

b). pozos con caída libre

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

Caídas libres; se permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.



Fuente: (CONAGUA, 2009)

Figura: 6.8. Pozo de visita con caída libre

c).-pozos 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 y 0.25 de diámetro con un desnivel hasta de 2 m.

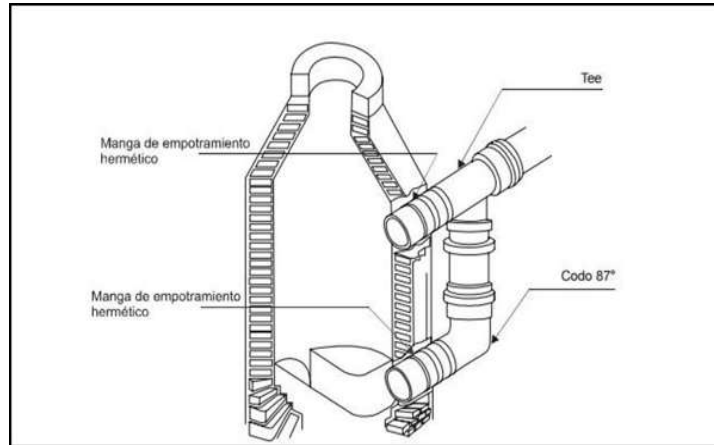


Figura: 6.9. Pozo de visita con caída adosada.

6.7- PENDIENTES Y DIÁMETROS DE LA RED.

Las pendientes y diámetros de la red deben cumplir con los parámetros que se mencionó en el capítulo 6.1 ANTECEDENTES DISEÑO HIDRÁULICO Y VARIABLES HIDRÁULICAS.

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. 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 por 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).

$$(S)PENDIENTE = \frac{COTA\ DE\ PLANTILLA\ MAYOR - COTA\ DE\ PLANTILLA\ MENOR}{LONGITUD\ DEL\ TRAMO}$$

Para después calcular la nueva diferencia de cotas de plantilla o desnivel (Hajust) esta resulta ser:

$$Hajust = LONGITUD\ DEL\ TRAMO * (S)PENDIENTE$$

Una vez calculada la nueva diferencia de cotas de plantilla o desnivel (Hajust), se deberá mantener fija la cota del pozo inicial del tramo de interés y restarle el desnivel (Hajust) 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, tabla: 6.6.

Tipo de pozo	Profundidad mínima
Común	1.5
Cabeza de atarjea interior	1.3
Cabeza de atarjea exterior	1.2

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. Estas se mencionan a detalle en el subcapítulo 6.5 pozos de visita y componentes del sistema.

A continuación, se muestra un segmento de la tabla: 6.7, donde muestra las pendientes, profundidades de pozos y estructuras de caída calculadas de la red de alcantarillado. La tabla completa se presenta en el apartado 8. Relación de planos, como anexo al presente documento.

6.8 REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEFINITIVO

Para la revisión hidráulica se propone utilizar una tabla bastante simple y funcional dando en ella parámetros mínimos y máximos para las diferentes condiciones de los tramos y la red en general, extraída de (apuntes de alcantarillado sanitario y pluvial).

Se propone de manera tabular la columna 1, que representa al número de pozo de visita asignado desde el diseño geométrico, y que es de donde inicia el análisis hidráulico por tramos de la red de sub colectores, colectores y emisor (cualquiera que aplique de los anteriores).

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

Las columnas 3 ,4 y 5 se refieren 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 se plasman en el pozo en el cual llega el 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 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 al entero. Una manera de cuadrar resultados es que, al finalizar la columna, esta 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 litro/ segundo. Así, la columna 7 corresponderá al gasto medio en el tramo, obtenido con la formula ya mencionada en capítulos anteriores. 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 debe 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 corresponderán a los datos geométricos por tramo de estudio, plasmados como $I-s-\phi$; 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, de esta manera, las columnas 13 y 14 se refieren a las condiciones de tubo lleno, asumiendo que este se encuentra al 100% de su capacidad hidráulica.

Para continuar el análisis hidráulico de la red, se usará un método básico y elemental, 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, consiste de 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.

En este caso se utilizará el nomograma de Manning (Figura: 6. 10), correspondiente a tuberías plásticas con índice de rugosidad (n) de 0.009;

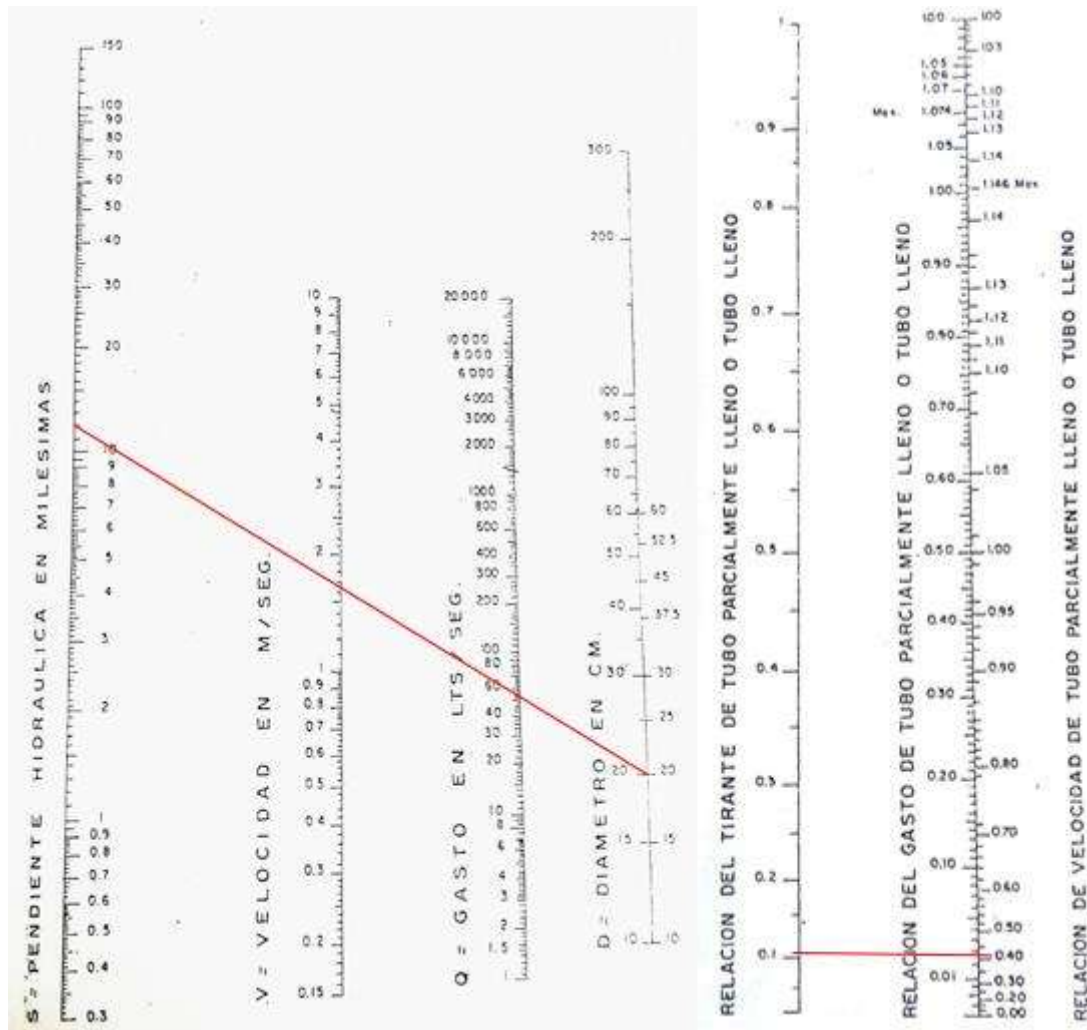


Figura: 6. 10. Nomograma de Manning para tubería de PVC.

Las columnas 15 y 16 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 cumpla la velocidad mínima en el sistema de alcantarillado, así como la máxima permisible; y que estas velocidades no comprometan su funcionamiento, ya sea por cuestiones 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 compresión; y que por regla de tres y despeje simple puede determinarse los parámetros buscados.

$$\frac{AREA}{AR AE A TUBO LLENO} : \frac{RADIO HIDRAULICO}{RADIO HIDRAULICO A TUBO LLENO} : \frac{VELOCIDAD}{VELOCIDAD A TUBO LLENO}$$

$$: \frac{GASTO}{GASTO A TUBO LLENO} : \frac{TIRANTE}{TIRANTE A TUBO LLENO}$$

Así, de esta manera se determinan 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:

$$\text{Relación a } Q \text{ min} = \frac{Q \text{ min}}{Q \text{ lleno}} = RQ \text{ min} ; \text{ que corresponde a la columna 17}$$

$$\text{Relación a } Q \text{ máx ext} = \frac{Q \text{ máx ext}}{Q \text{ lleno}} = RQ \text{ máx ext, que corresponde a la columna 18}$$

Con las relaciones de gasto para ambas condiciones (mínimas y máximas extraordinarias); se deberá de 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 las condiciones de lectura establecidas.

Por lo que dando un ejemplo resulta:

Para $RQ \text{ min} = 0.028$; $RV \text{ min} = 0.41$ y $RT \text{ min} = 0.155$

Para $EQ \text{ max} = 0.057$; $RV \text{ max} = 0.56$ y $RT \text{ max ext} = 0.155$

Entonces, la velocidad efectiva a gasto mínimo (columna 15) resulta 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 deberá cuidar que las velocidades tanto mínima como máxima estén dentro de los parámetros ya mencionados.

En el caso de las columnas 19 y 20 referentes a los tirantes que se presentaran con las condiciones establecidas de gasto, que procederá de la misma manera que las columnas anteriores, utilizando las relaciones de tirante a determinadas en el nomograma.

Por lo que el tirante a gasto mínimo (columna 19) resultara de multiplicar la relación de tirante a gasto mínimo ($r_{t\min}$) por el diámetro del tubo propuesto (columna 12). De igual manera, para el caso del tirante a gasto máximo (columna 20) resultara de multiplicar la relación de tirante a gasto máximo ($r_{t\max}$) por el diámetro propuesto (columna 12).

En este caso deberá de 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.

La tabla revisión hidráulica del diseño definitivo, calculada con la metodología anteriormente mencionada, se muestra como anexo en el capítulo 8. Relación de planos.

6.9. PLANOS CONSTRUCTIVOS

Los planos constructivos de la red de atarjeas, colectores y emisores se harán a escala de 1:2500, indicando en los pozos de visita las cotas del terreno y plantilla; en los tramos de tubería longitudinal, pendiente y diámetro. Se incluirá la simbología, los datos de proyecto, notas y croquis de localización.

CAPÍTULO 7

RELACIÓN DE PLANOS



7. RELACIÓN DE PLANOS.

7.1. FORMATO Y CONTENIDO DE PLANOS

Los planos se muestran a continuación, consta de dos tablas como anexos, la primera es pendiente, profundidades de pozo y estructuras de caída, la segunda es la revisión hidráulica del diseño definitivo, además de 3 planos que son: el topográfico, planeación del sistema y el constructivo.

7.2. PLANO 1 TOPOGRÁFICO

7.3. PLANO 2 PLANEACIÓN DEL SISTEMA

7.4. PLANO 3 CONSTRUCTIVO

Tramo			Elevación del Terreno natural (m)	Cota de plantilla (m)	Profundidad del pozo (m)	Distancia (m)	Pendiente (S) Función Redondear	Pendiente (S) Función (milésima)	H _{ajust}	Cota de plantilla real	Profundidad del pozo real	Estructuras de caída
1			2093.18	2091.64	1.54					2091.64	1.54	
1	a	2	2089.77	2088.57	1.20	37	0.083	83	3.07	2088.57	1.20	caida libre
2	a	4	2090.15	2088.15	2.00	38	0.003	3	0.11	2088.16	1.99	
	3		2096.85	2092.95	3.90					2092.95	3.90	
3	a	4	2090.15	2088.95	1.20	49	0.082	82	4.02	2088.93	1.22	caida adosada
4	a	5	2087.95	2086.43	1.52	86	0.020	20	1.72	2086.45	1.50	
5	a	7	2085.75	2084.23	1.52	43	0.052	52	2.24	2084.21	1.54	
	6		2098.12	2095.02	3.10					2095.02	3.10	
6	a	6´	2092.15	2090.95	1.20	49	0.083	83	4.07	2090.95	1.20	caida adosada
6´	a	7	2085.75	2084.55	1.20	49	0.090	90	4.41	2084.54	1.21	caida libre
7	a	8	2080.00	2078.49	1.51	92	0.063	63	5.80	2078.44	1.56	
8	a	9	2079.31	2077.79	1.52	24	0.027	27	0.65	2077.79	1.52	
9	a	16	2077.49	2075.96	1.53	63	0.029	29	1.83	2075.96	1.53	
10			2103.61	2102.41	1.20					2102.41	1.20	
10	a	11	2099.43	2097.88	1.55	104	0.044	44	4.58	2097.83	1.60	caida adosada
11	a	12	2093.47	2091.95	1.52	47	0.083	83	3.90	2091.93	1.54	caida adosada
12	a	13	2086.73	2085.53	1.20	45	0.098	98	4.41	2085.52	1.21	caida libre
13	a	15	2079.17	2077.63	1.54	91	0.082	82	7.46	2077.66	1.51	
14			2083.03	2081.73	1.30					2081.73	1.30	
14	a	15	2079.17	2077.85	1.32	47	0.083	83	3.90	2077.83	1.34	caida adosada
15	a	20	2071.80	2068.56	3.24	88	0.083	83	7.30	2068.53	3.27	
17			2073.09	2071.89	1.20					2071.89	1.20	
17	a	18	2070.11	2068.61	1.50	59	0.056	56	3.30	2068.59	1.52	
18	a	19	2071.81	2068.36	3.45	80	0.003	3	0.24	2068.35	3.46	
19	a	20	2071.80	2068.10	3.70	94	0.003	3	0.28	2068.07	3.73	
20	a	21	2071.49	2067.94	3.55	49	0.003	3	0.15	2067.92	3.57	
15			2079.17	2077.87	1.30					2077.87	1.30	
15	a	16	2077.49	2075.96	1.53	49	0.039	39	1.91	2075.96	1.53	
16	a	21	2071.49	2069.95	1.54	89	0.068	68	6.05	2069.91	1.58	caida adosada
21	a	22	2064.40	2062.90	1.50	92	0.055	55	5.06	2062.86	1.54	
22	a	23	2062.60	2061.10	1.50	90	0.020	20	1.80	2061.06	1.54	
24			2062.55	2061.35	1.20					2061.35	1.20	
24	a	23	2062.60	2061.07	1.53	79	0.004	4	0.32	2061.03	1.57	
23	a	50	2062.37	2060.77	1.60	98	0.003	3	0.29	2060.74	1.63	
50	a	42	2062.15	2060.43	1.72	121	0.003	3	0.36	2060.38	1.77	
9			2079.31	2078.01	1.30					2078.01	1.30	

9	a	25	2078.65	2077.15	1.50	33	0.026	26	0.86	2077.15	1.50	
25	a	26	2078.67	2077.12	1.55	11	0.003	3	0.03	2077.12	1.55	
26	a	27	2075.27	2073.77	1.50	116	0.029	29	3.36	2073.76	1.51	
27	a	28	2074.91	2073.41	1.50	14	0.025	25	0.35	2073.41	1.50	
28	a	29	2073.35	2071.85	1.50	38	0.041	41	1.56	2071.85	1.50	
29	a	30	2071.74	2070.23	1.51	61	0.027	27	1.65	2070.20	1.54	
16			2077.49	2076.19	1.30					2076.19	1.30	
16	a	31	2074.89	2073.39	1.50	108	0.026	26	2.81	2073.38	1.51	
31	a	30	2071.74	2070.19	1.55	107	0.030	30	3.21	2070.17	1.57	
30	a	32	2069.23	2067.70	1.53	71	0.035	35	2.49	2067.68	1.55	
32	a	33	2066.40	2064.90	1.50	72	0.039	39	2.81	2064.87	1.53	
35			2067.36	2066.16	1.20					2066.16	1.20	
35	a	34	2067.05	2065.55	1.50	68	0.009	9	0.61	2065.55	1.50	
34	a	33	2066.40	2064.88	1.52	68	0.010	10	0.68	2064.87	1.53	
33	a	39	2065.38	2063.88	1.50	25	0.040	40	1.00	2063.87	1.51	
36			2065.60	2064.40	1.20					2064.4	1.20	
36	a	37	2065.34	2063.84	1.50	118	0.005	5	0.59	2063.81	1.53	
37	a	38	2065.66	2063.79	1.87	7	0.003	3	0.02	2063.79	1.87	
38	a	39	2065.38	2063.73	1.65	21	0.003	3	0.06	2063.73	1.65	
39	a	40	2063.03	2061.53	1.50	60	0.037	37	2.22	2061.51	1.52	
40	a	41	2062.63	2061.13	1.50	13	0.029	29	0.38	2061.13	1.50	
41	a	42	2062.15	2060.65	1.50	16	0.030	30	0.48	2060.65	1.50	caida libre
42	a	43	2061.79	2060.27	1.52	14	0.008	8	0.11	2060.27	1.52	
43	a	44	2061.48	2059.96	1.52	16	0.019	19	0.30	2059.97	1.51	
44	a	45	2060.59	2059.06	1.53	95	0.010	10	0.95	2059.02	1.57	caida libre
45	a	46	2060.39	2058.66	1.73	12	0.005	5	0.06	2058.66	1.73	
46	a	47	2060.27	2058.44	1.83	83	0.003	3	0.25	2058.41	1.86	
47	a	48	2059.75	2058.20	1.55	80	0.003	3	0.24	2058.17	1.58	
48	a	49	2054.39	2052.87	1.52	98	0.054	54	5.29	2052.88	1.51	
49	a	50	2052.62	2051.08	1.54	97	0.019	19	1.84	2051.04	1.58	
60			2061.62	2060.42	1.20					2060.42	1.20	
60	a	61	2061.12	2059.61	1.51	24	0.034	34	0.82	2059.60	1.52	
61	a	62	2060.70	2059.19	1.51	26	0.016	16	0.42	2059.18	1.52	
62	a	63	2060.42	2058.92	1.50	22	0.012	12	0.26	2058.92	1.50	
63	a	64	2060.39	2058.84	1.55	23	0.003	3	0.07	2058.85	1.54	
64	a	65	2060.46	2058.81	1.65	13	0.003	3	0.04	2058.81	1.65	
65	a	45	2060.59	2058.72	1.87	29	0.003	3	0.09	2058.72	1.87	
51			2062.03	2060.83	1.20					2060.83	1.20	
51	a	52	2061.36	2059.86	1.50	25	0.039	39	0.98	2059.85	1.51	
52	a	53	2060.86	2059.36	1.50	28	0.018	18	0.50	2059.35	1.51	

53	a	54	2060.30	2058.80	1.50	29	0.019	19	0.55	2058.80	1.50	
54	a	55	2060.06	2058.56	1.50	24	0.010	10	0.24	2058.56	1.50	
55	a	56	2051.53	2050.31	1.22	100	0.083	83	8.30	2050.26	1.27	caida libre
56	a	57	2047.50	2046.30	1.20	47	0.078	78	3.67	2046.29	1.21	caida libre
57	a	58	2045.39	2043.88	1.51	74	0.029	29	2.15	2043.84	1.55	
58	a	59	2042.46	2041.26	1.20	27	0.096	96	2.59	2041.25	1.21	
59	a	120	2042.36	2040.86	1.50	32	0.003	3	0.10	2040.85	1.51	
120	a	121	2042.09	2040.55	1.54	90	0.003	3	0.27	2040.58	1.51	
121	a	122	2041.73	2040.23	1.50	124	0.003	3	0.37	2040.21	1.52	
122	a	123	2041.37	2039.82	1.55	120	0.003	3	0.36	2039.85	1.52	
123	a	124	2041.01	2039.51	1.50	120	0.003	3	0.36	2039.49	1.52	
124	a	125	2040.70	2039.20	1.50	103	0.003	3	0.31	2039.18	1.52	
125	a	126	2040.52	2039.02	1.50	33	0.005	5	0.17	2039.01	1.51	
126	a	127	2040.33	2038.83	1.50	59	0.003	3	0.18	2038.83	1.50	
127	a	101	2040.21	2038.71	1.50	41	0.003	3	0.12	2038.71	1.50	caida libre
101	a	128	2039.87	2038.37	1.50	111	0.003	3	0.33	2038.33	1.54	
128	a	129	2039.57	2038.07	1.50	100	0.003	3	0.30	2038.03	1.54	
129	a	130	2039.33	2037.83	1.50	79	0.003	3	0.24	2037.79	1.54	
130	a	131	2039.26	2037.71	1.55	27	0.003	3	0.08	2037.71	1.55	
131	a	132	2039.14	2037.59	1.55	38	0.003	3	0.11	2037.60	1.54	
132	a	133	2038.80	2037.25	1.55	115	0.003	3	0.35	2037.25	1.55	
66			2071.33	2070.13	1.20					2070.13	1.20	
66	a	67	2068.25	2066.75	1.50	113	0.030	30	3.39	2066.74	1.51	
67	a	68	2064.79	2063.29	1.50	108	0.032	32	3.46	2063.28	1.51	
68	a	69	2064.19	2062.69	1.50	37	0.016	16	0.59	2062.69	1.50	
69	a	70	2063.67	2062.14	1.53	27	0.020	20	0.54	2062.15	1.52	
70	a	71	2063.22	2061.72	1.50	31	0.014	14	0.43	2061.72	1.50	
71	a	72	2062.43	2060.93	1.50	38	0.021	21	0.80	2060.92	1.51	
76			2066.33	2065.13	1.20					2065.13	1.20	
76	a	75	2065.38	2063.84	1.54	82	0.016	16	1.31	2063.82	1.56	
75	a	74	2064.29	2062.76	1.53	78	0.014	14	1.09	2062.73	1.56	
74	a	73	2064.09	2062.59	1.50	16	0.009	9	0.14	2062.59	1.50	
73	a	72	2062.43	2060.89	1.54	97	0.018	18	1.75	2060.84	1.59	
72	a	77	2062.06	2060.56	1.50	13	0.022	22	0.29	2060.55	1.51	
77	a	78	2060.56	2059.03	1.53	74	0.021	21	1.55	2059.00	1.56	
88			2062.91	2061.71	1.20					2061.71	1.20	
88	a	87	2062.78	2061.25	1.53	70	0.007	7	0.49	2061.22	1.56	
87	a	85	2062.47	2060.97	1.50	71	0.004	4	0.28	2060.94	1.53	
86			2061.37	2060.17	1.20					2060.17	1.20	
86	a	85	2062.47	2060.02	2.45	48	0.003	3	0.14	2060.03	2.44	

85	a	83	2061.76	2059.81	1.95	64	0.003	3	0.19	2059.84	1.92	
83	a	78	2060.56	2059.04	1.52	84	0.010	10	0.84	2059.00	1.56	
78	a	79	2058.58	2057.06	1.52	84	0.023	23	1.93	2057.07	1.51	
79	a	80	2058.31	2056.44	1.87	71	0.009	9	0.64	2056.43	1.88	
80	a	81	2053.31	2052.11	1.20	52	0.083	83	4.32	2052.11	1.20	caida adosada
81	a	82	2047.55	2046.05	1.50	41	0.099	99	4.06	2046.05	1.50	
82	a	101	2040.21	2038.71	1.50	101	0.073	73	7.37	2038.68	1.53	
83			2061.76	2060.56	1.20					2060.56	1.20	
83	a	84	2059.43	2057.31	2.12	94	0.035	35	3.29	2057.27	2.16	
84	a	50	2052.62	2051.40	1.22	71	0.083	83	5.89	2051.38	1.24	caida adosada
50	a	124	2041.01	2039.79	1.22	89	0.108	108	9.61	2039.77	1.24	caida libre
68			2064.79	2063.49	1.30					2063.49	1.30	
68	a	91	2061.97	2060.10	1.87	123	0.028	28	3.44	2060.05	1.92	
89			2061.16	2059.86	1.30					2059.86	1.30	
89	a	90	2059.90	2058.40	1.50	83	0.018	18	1.49	2058.37	1.53	
90	a	91	2061.97	2058.17	3.80	77	0.003	3	0.23	2058.14	3.83	
91	a	92	2062.32	2058.02	4.30	46	0.003	3	0.14	2058.00	4.32	
92	a	93	2061.76	2057.86	3.90	32	0.004	4	0.13	2057.87	3.89	
93	a	94	2060.90	2057.75	3.15	47	0.003	3	0.14	2057.73	3.17	
72			2062.43	2061.13	1.30					2061.13	1.30	
72	a	94	2060.90	2059.70	1.20	91	0.016	16	1.46	2059.67	1.23	caida adosada
94	a	95	2060.27	2057.47	2.80	84	0.003	3	0.25	2057.48	2.79	
78			2060.56	2059.26	1.30					2059.26	1.30	
78	a	95	2060.27	2058.77	1.50	85	0.006	6	0.51	2058.75	1.52	caida adosada
95	a	96	2059.40	2057.30	2.10	58	0.003	3	0.17	2057.31	2.09	
96	a	97	2058.85	2057.20	1.65	35	0.003	3	0.11	2057.20	1.65	
97	a	98	2058.35	2056.85	1.50	58	0.006	6	0.35	2056.85	1.50	caida libre
98	a	99	2057.55	2056.03	1.52	26	0.027	27	0.70	2056.02	1.53	
99	a	119'	2051.99	2050.77	1.22	66	0.080	80	5.28	2050.74	1.25	caida libre
119'	a	119	2051.22	2049.70	1.52	115	0.006	6	0.69	2049.75	1.47	
119	a	135	2047.86	2046.36	1.50	69	0.049	49	3.38	2046.37	1.49	
97			2058.85	2057.05	1.80					2057.05	1.80	
97	a	100	2053.52	2052.32	1.20	57	0.083	83	4.73	2052.32	1.20	caida adosada
100	a	101	2040.21	2038.69	1.52	118	0.099	99	11.68	2038.64	1.57	
89			2061.16	2059.86	1.30					2059.86	1.30	
89	a	102	2061.21	2059.71	1.50	31	0.005	5	0.16	2059.70	1.51	
102	a	103	2061.15	2059.60	1.55	25	0.004	4	0.10	2059.60	1.55	
103	a	104	2060.23	2058.73	1.50	55	0.016	16	0.88	2058.72	1.51	
104	a	105	2059.45	2057.95	1.50	53	0.015	15	0.80	2057.92	1.53	
105	a	106	2060.13	2057.73	2.40	48	0.004	4	0.19	2057.73	2.40	

106	a	107	2060.57	2057.57	3.00	51	0.003	3	0.15	2057.58	2.99	
91			2061.97	2060.67	1.30					2060.67	1.30	
91	a	107	2060.57	2059.05	1.52	98	0.017	17	1.67	2059.00	1.57	caida adosada
107	a	108	2060.03	2057.28	2.75	119	0.003	3	0.36	2057.22	2.81	
94			2060.90	2059.60	1.30					2059.60	1.30	
94	a	108	2060.03	2058.53	1.50	89	0.012	12	1.07	2058.53	1.50	caida adosada
108	a	109	2060.16	2056.98	3.18	86	0.003	3	0.26	2056.96	3.20	
95			2060.27	2058.97	1.30					2058.97	1.30	
95	a	109	2060.16	2058.66	1.50	84	0.004	4	0.34	2058.63	1.53	caida adosada
109	a	98	2058.35	2056.75	1.60	83	0.003	3	0.25	2056.71	1.64	
104			2060.23	2058.93	1.30					2058.93	1.30	
104	a	110	2059.85	2058.33	1.52	43	0.014	14	0.60	2058.33	1.52	
110	a	111	2059.20	2057.68	1.52	51	0.013	13	0.66	2057.67	1.53	
111	a	112	2059.12	2057.62	1.50	19	0.003	3	0.06	2057.61	1.51	
112	a	113	2056.81	2055.31	1.50	55	0.042	42	2.31	2055.30	1.51	
113	a	114	2054.44	2052.94	1.50	61	0.039	39	2.38	2052.92	1.52	
114	a	116	2054.22	2052.72	1.50	66	0.003	3	0.20	2052.72	1.50	caida libre
116	a	136	2052.53	2051.33	1.20	98	0.014	14	1.37	2051.32	1.21	caida adosada
136	a	135	2047.86	2046.64	1.22	43	0.083	83	3.57	2046.65	1.21	caida libre
135	a	134	2041.38	2040.18	1.20	77	0.080	80	6.16	2040.17	1.21	caida libre
134	a	133	2038.80	2037.28	1.52	75	0.035	35	2.63	2037.24	1.56	
133	a	137	2038.59	2037.03	1.56	82	0.003	3	0.25	2036.99	1.60	
107			2060.57	2059.27	1.30					2059.27	1.30	
107	a	115	2059.75	2058.25	1.50	54	0.019	19	1.03	2058.24	1.51	
115	a	116	2054.22	2052.72	1.50	76	0.073	73	5.55	2052.69	1.53	
108			2060.03	2058.73	1.30					2058.73	1.30	
108	a	117	2058.18	2056.65	1.53	68	0.031	31	2.11	2056.62	1.56	
117	a	136	2052.53	2051.03	1.50	69	0.081	81	5.59	2051.03	1.50	
109			2060.16	2058.86	1.30					2058.86	1.30	
109	a	118	2059.30	2058.10	1.20	74	0.010	10	0.74	2058.12	1.18	caida adosada
118	a	119	2051.22	2050.00	1.22	74	0.083	83	6.14	2049.98	1.24	caida libre

Población proyecto	3021 Habitantes
Longitud total	9888 m
Numero de casas	490 viviendas
Dotación	204 l/hab/día
Aportación agua residual	153 l/hab/día
Rugosidad	0.01
Población Acumulada < 1000 hab.	M = 3.8

Velocidades	
Mínima	Máxima
0.3 m/s	5 m/s

Pendientes	
Mínima	3 milésimas
Máxima	83 milésimas

Población Servida Acumulada (P.S.A)= Densidad Pobl. * Longitud Acumulada

$$Q_m = \frac{(P.S.A * Aportacion)}{86400}$$

$$Q_{min} = 0.5 * Q_m$$

$$Q_{MaxInst.} = M * Q_m$$

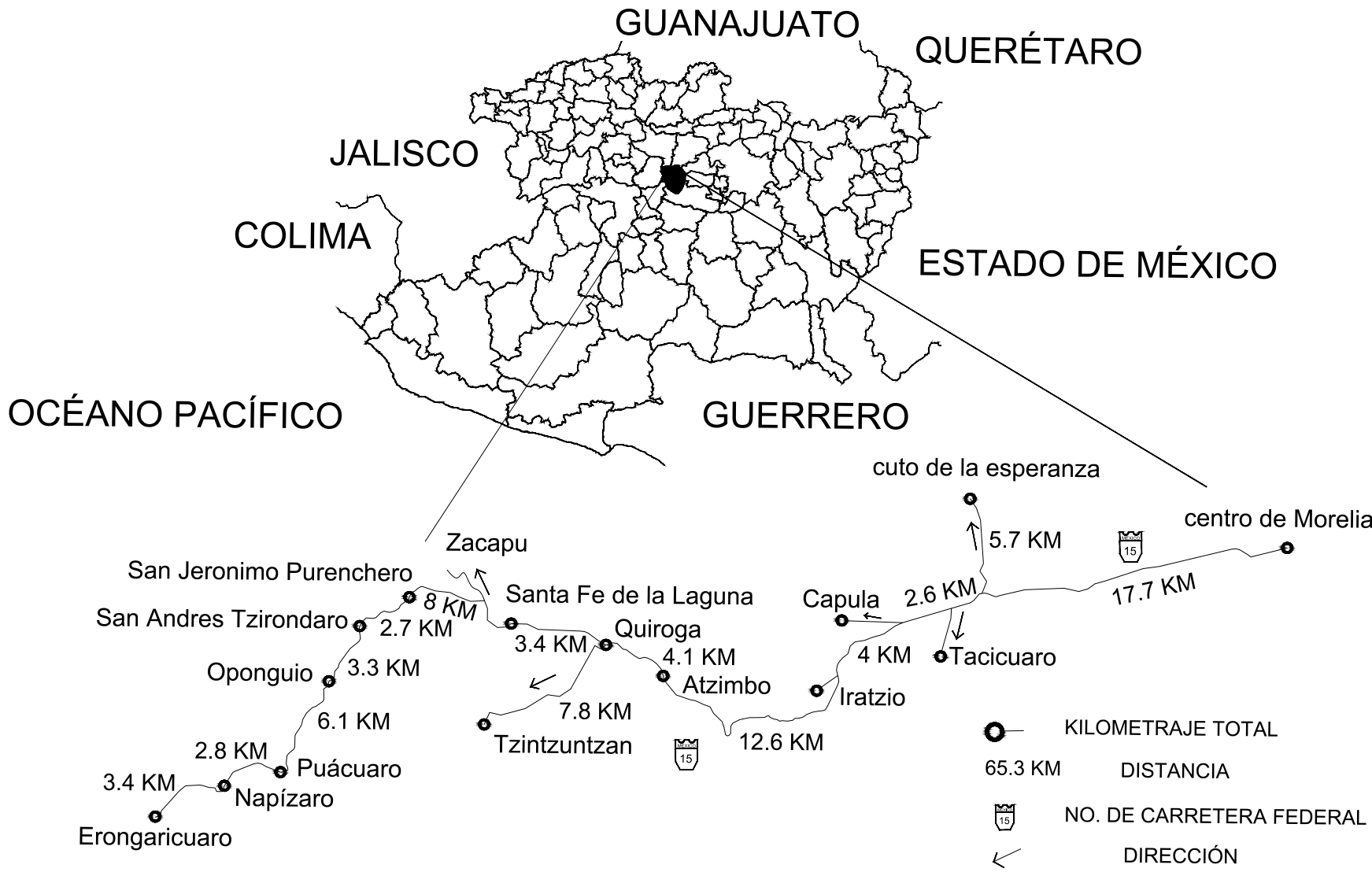
$$Q_{MaxExt.} = 1.5 * Q_{MaxInst.}$$

CÁLCULO HIDRÁULICO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO																			
POBLACIÓN “PUACUARO ” MUNICIPIO DE ERONGARICUARO, MICHOACÁN.																			
Pozo	Tramo	Longitudes (m)			Población servida (Acumulada habitantes)	Gastos de aguas negras				Pendiente	Diámetro	Funcionamiento hidráulico				RQmin	Rqmax ext.	Tirante	
		Propia del tramo	Tributaria en el crucero	Acumulada para el tramo		Medio	Mínimo	Máximo instantáneo	Máximo extraordinario			Tubo lleno		Velocidad efectiva a				A gasto mínimo	A gasto máximo
												Gasto	Velocidad	Mínimo	Máximo				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
		Aportación=	153	Densidad=	0.306														
	Población =	3021	Hab.	Longitud =	9888														
		SUBCOLECTOR I																	
21			1372																
	21-22	92		1464	447	0.79	1.50	3.01	4.51	55	20	101	3.4	1.09	1.56	0.01	0.04	1.4	2.6
	22-23	90		1554	475	0.84	1.50	3.19	4.79	20	20	67	2.1	0.78	1.22	0.02	0.07	1.8	3.6
	24		79																
	23-50	98		1731	529	0.94	1.50	3.56	5.34	3	20	26	0.81	0.45	0.63	0.06	0.21	3.2	6.2
	50-42	121		1852	566	1.00	1.50	3.81	5.71	3	20	26	0.81	0.45	0.66	0.06	0.22	3.2	6.6
		SUBCOLECTOR II																	
41			1011																
	41-42	16		1027	314	0.56	1.50	2.11	3.17	29	20	76	2.5	0.93	1.15	0.02	0.04	1.8	2.6
		SUBCOLECTOR III																	
78			1051																
	78-79	84		1135	347	0.61	1.50	2.33	3.50	23	20	72	2.25	0.83	1.15	0.02	0.05	1.8	2.8
	79-80	71		1206	368	0.65	1.50	2.48	3.72	9	20	48	1.47	0.62	0.91	0.03	0.08	2.2	3.8
	80-81	52		1258	384	0.68	1.50	2.59	3.88	81	20	140	4.2	1.34	1.76	0.01	0.03	1.4	2.2
	81-82	41		1299	397	0.70	1.50	2.67	4.01	99	20	160	4.7	1.50	1.74	0.01	0.03	1.4	1.8
	82-101	101		1400	428	0.76	1.50	2.88	4.32	73	20	130	4	1.28	1.68	0.01	0.03	1.4	2.2

		SUBCOLECTOR IV																	
98			1641																
	98-99	26		1667	509	0.90	1.50	3.43	5.14	26	20	79	2.4	0.89	1.30	0.02	0.07	1.8	9.8
	99-119'	66		1733	529	0.94	1.50	3.56	5.34	80	20	140	4.1	1.31	1.89	0.01	0.04	1.4	2.6
118			148																
	119' - 199	115		1996	610	1.08	1.50	4.10	6.16	7	20	40	1.2	0.55	0.85	0.04	0.15	2.6	5.2
	119-135	69		2065	631	1.12	1.50	4.25	6.37	48	20	100	3.1	1.15	1.67	0.02	0.06	1.8	9.8
		COLECTOR I																	
42			2879																
	42-43	14		2893	884	1.57	1.50	5.95	8.92	8	25	74	1.6	0.59	1.07	0.02	0.12	2.25	5.75
	43-44	16		2909	889	1.57	1.50	5.98	8.97	19	25	130	2.4	0.77	1.39	0.01	0.07	1.75	4.5
	44-45	95		3004	918	1.63	1.50	6.18	9.26	10	25	80	1.75	0.65	1.16	0.02	0.12	2.25	5.75
65			137																
	45-46	12		3153	963	1.71	1.50	6.48	9.72	5	25	62	1.2	0.44	0.85	0.02	0.16	2.25	6.5
	46-47	83		3236	989	1.75	1.50	6.65	9.98	3	25	48	0.94	0.39	0.73	0.03	0.21	2.75	7.75
	47-48	80		3316	1013	1.79	1.50	6.81	10.22	3	25	48	0.94	0.39	0.74	0.03	0.21	2.75	8
	48-49	98		3414	1043	1.85	1.50	7.00	10.50	54	25	200	4	1.28	2.00	0.01	0.05	1.75	3.5
	49-50	97		3511	1073	1.90	1.50	7.18	10.77	19	25	110	2.4	0.77	1.54	0.01	0.10	1.75	5.25
84			165																
	50-124	89		3765	1150	2.04	1.50	7.66	11.49	108	25	290	5.6	1.79	2.63	0.01	0.04	1.75	3.25
123			840																
	124-125	103		4708	1438	2.55	1.50	9.41	14.11	3	25	48	0.94	0.39	0.39	0.03	0.29	2.75	2.75
	125-126	33		4741	1448	2.57	1.50	9.47	14.20	5	25	62	1.2	0.44	0.48	0.02	0.23	2.25	2.5
	126-127	59		4800	1467	2.60	1.50	9.57	14.36	3	25	48	0.94	0.39	0.82	0.03	0.30	2.75	9.25
	127-101	41		4841	1479	2.62	1.50	9.65	14.47	3	25	48	0.94	0.39	0.83	0.03	0.30	2.75	9.5
82			1400																
97			175																
	101-128	111		6527	1994	3.53	1.77	12.67	19.00	3	25	48	0.94	0.43	0.43	0.04	0.40	3.25	3.25
	128-129	100		6627	2025	3.59	1.79	12.84	19.26	3	25	48	0.94	0.43	0.88	0.04	0.40	3.25	11
	129-130	79		6706	2049	3.63	1.81	12.98	19.47	3	25	48	0.94	0.43	0.88	0.04	0.41	3.25	11
	130-131	27		6733	2057	3.64	1.82	13.03	19.54	3	25	48	0.94	0.43	0.89	0.04	0.41	3.25	11.25
	131-132	38		6771	2069	3.66	1.83	13.09	19.64	3	25	48	0.94	0.43	0.89	0.04	0.41	3.25	11.25
	132-133	115		6886	2104	3.73	1.86	13.29	19.94	3	25	48	0.94	0.43	0.89	0.04	0.42	3.25	11.25
		COLECTOR II																	
135			2065																
136			703																
	135-134	77		2845	869	1.54	1.50	5.91	8.86	80	25	240	4.8	1.54	2.21	0.01	0.04	1.75	3.25
	134-133	75		2920	892	1.58	1.50	6.05	9.08	35	25	170	3.2	1.02	1.60	0.01	0.05	1.75	3.5
		EMISOR																	
133			9806																
	133-137	82		9888	3021	5.35	2.67	18.40	27.60	3	30	48	0.94	0.47	0.99	0.06	0.58	4.2	16.8



LOCALIZACIÓN DE PUÁCURO



POBLACIÓN DE PUÁCUARO



SIMBOLOGÍA

	CURVAS DE NIVEL
	PERIMETRO DE CALLES
	ATARJEA
	REFERENCIA
2058	COTA DE TERRENO
	LONGITUD



PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
POBLACION DE PUÁCUARO

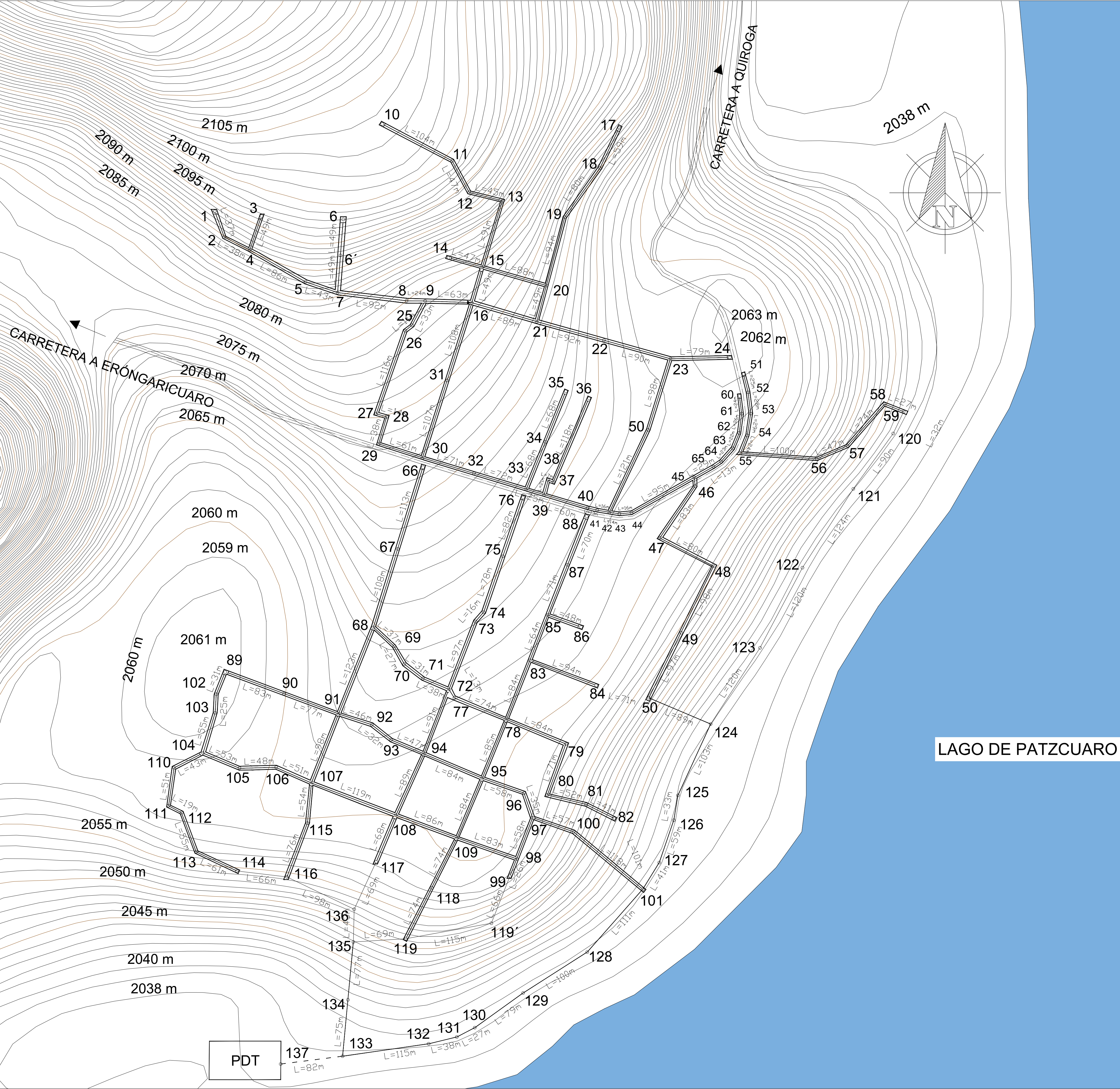
PLANO:
TOPOGRÁFICO

UBICACION:
PUÁCUARO, MICHOACÁN.

PROYECTÓ:
SÁNCHEZ ARROYO CÉSAR ADRIÁN

PLANO:
1/3

ESCALA:
FECHA: ENERO DEL 2018
ACOTACIONES: EN METROS



LOCALIZACIÓN DE PUÁCURO



PÓBLACION DE PUÁCURO



SIMBOLOGÍA

	CURVAS DE NIVEL
	ATARJEA
2042 m	COTA DE TERRENO
	LONGITUD
	POZO DE VISITA COMÚN
	POZO DE VISITA CON CABEZA DE ATARJEA EXTERIOR
	POZO DE VISITA CON CABEZA DE ATARJEA INTERIOR
101	NUMERO DE POZO DE VISITA
	PROPUESTA PARA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACION DE PUÁCUARO

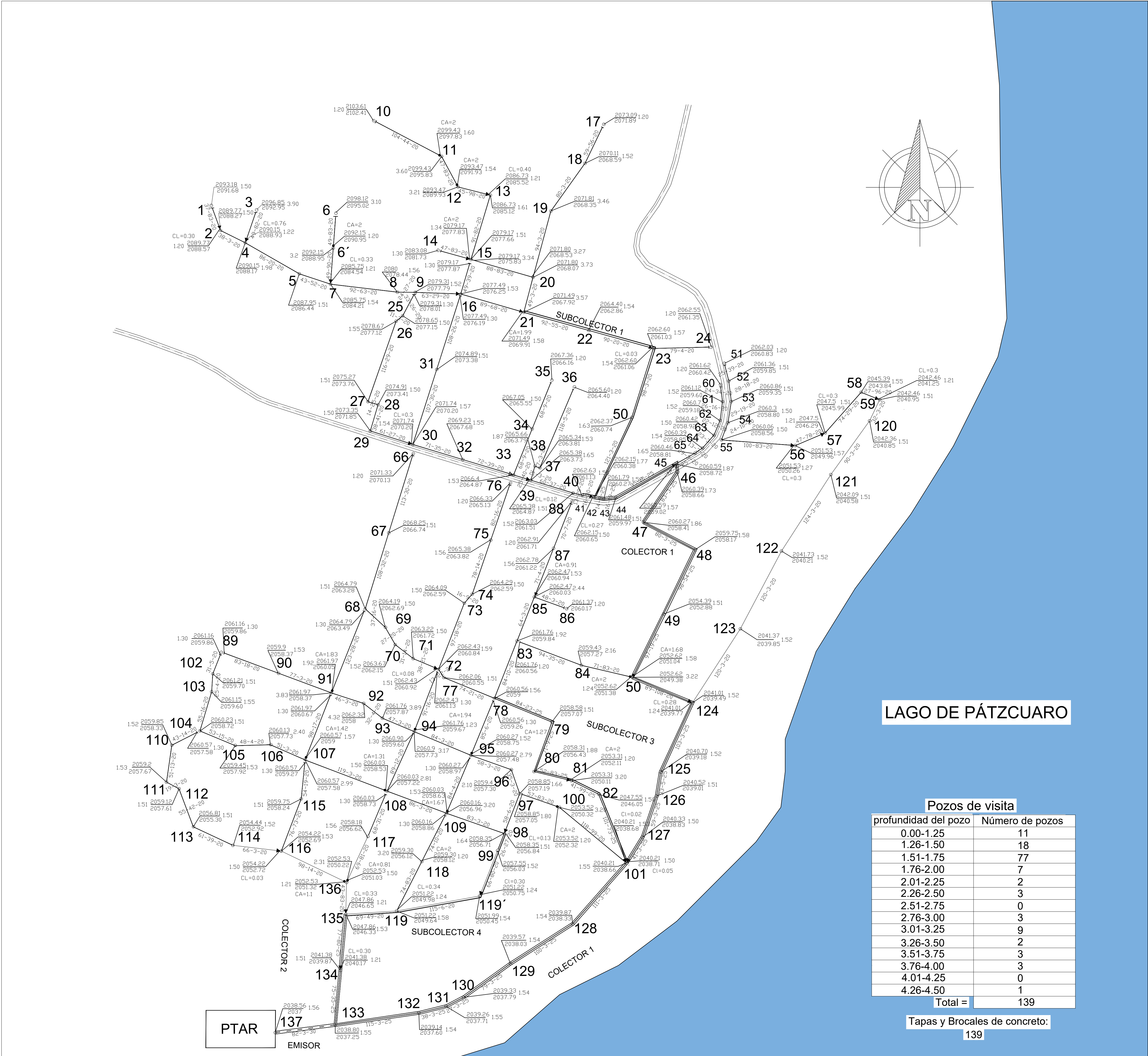
PLANO:
PLANEACIÓN DEL SISTEMA

UBICACION:
PUÁCUARO, MICHOACÁN.

PROYECTÓ:
SÁNCHEZ ARROYO CÉSAR ADRIÁN

PLANO:
2/3

ESCALA:
FECHA: ENERO DEL 2018
ACOTACIONES: EN METROS



DATOS DEL PROYECTO

Población actual servida (2017)..... 1807 hab.
Población proyecto (2037) 3021 hab.
Vida útil de la obra 20 años
Dotación 203 l/h/d
Aportación (75%) 152 l/h/d
Coeficiente de Variación max. inst.Harmon (3.4)
Gasto Mínimo 2.67 l/s
Gasto medio 5.35 l/s
Gasto máximo instantáneo 18.4 l/s
Gasto máximo extraordinario 27.6 l/s
Velocidadmínima 0.3 m/s
Velocidad máxima 5 m/s
Sitio de vertido LAGO DE PATZCUARO

Tipo de tuberíaPolicloruro de vinilo (PVC)
Tipo de conducción Gravedad
Formulas Manning

SIMBOLOGÍA

————	ATARJEA
○	POZO DE VISITA COMUN
— ○	POZO DE VISITA CON CABEZA DE ATARJEA EXTERIOR
— ⊕	POZO DE VISITA CON CABEZA DE ATARJEA INTERIOR
▲	CAIDA LIBRE
●	CAIDA ADOSADA
7	NUMERO DE POZO DE VISITA
L-S-D	LONGITUD(M)-PENDIENTE(S)-DIÁMETRO (CM)
———— ————	COTA DE TERRENO COTA DE PLANTILLA PROFUNDIDAD DE POZO
=====	SUBCOLECTOR
=====	COLECTOR
-----	EMISOR
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
POBLACION DE PUÁCUARO

PLANO:
CONSTRUCTIVO

UBICACION:
PUÁCUARO, MICHOACÁN.

PROYECTÓ:
SÁNCHEZ ARROYO CÉSAR ADRIÁN

PLANO:
3/3

ESCALA: 1:2,500
FECHA: ENERO DEL 2018
ACOTACIONES: EN METROS

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el diseño de la red de alcantarillado para la población de “Puácuaro”, se logra cumplir el objetivo principal del tema, es decir, se presenta el diseño a nivel anteproyecto, tomando en cuenta las normativas de la CONAGUA.

Con la red de alcantarillado se mejorará la calidad de vida de los habitantes de la población de Puácuaro, además de evitar posibles focos de infección por la descarga de aguas residuales en zonas abiertas, disminuyendo así la contaminación de los cuerpos de agua debido a escurrimiento de aguas residuales.

Se recomienda que se construya una planta de tratamiento de aguas residuales, para evitar que el foco de infección se transfiera al sitio de descarga, en cuanto al tratamiento es recomendable un “Humedal Artificial” debido a la gran cantidad de espacio en la zona del emisor; ya que es una opción viable, sustentable y económica para poblaciones pequeñas.

Se recomienda que, para ejecutar este proyecto, se realice un levantamiento topográfico, con el objeto de tener un mejor diseño, debido a que la topografía se tomó de modelos digitales de elevación.

CAPÍTULO 9

BIBLIOGRAFÍA



9. BIBLIOGRAFÍA

- apuntes de alcantarillado sanitario y pluvial. (2016). En i. R. Acevedo. ingeniería ambiental, U.M.S.N.H.
- BOLETINAGRARIO*. (3 de enero de 2018). Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,suelos+aluviales,4199.html>
- CONAGUA. (2001). *NT-011-CNA-2001, Metodos de proyección de población*.
- CONAGUA. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-29.pdf>
- CONAGUA. (s.f.). Especificaciones Generales para la contruccion de agua potable y alcantarillado. Subdirección General De Infraestructura Hidaulica Urbana.
- CONAPO. (2010). Obtenido de http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/mf2010/AnexosMapas/Mapas/Entidadesfederativas/MapasB16Michoacan/Mapa%20B167MichoacanRegion%20VII%20PatzcuaroZirahuen.jpg
- CONEVAL. (2010). Obtenido de http://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Michoacan/Paginas/pob_municipal.aspx
- CONEVAL. (2013). *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*. Obtenido de <http://www.coneval.org.mx>
- DENUE. (agosto de 2016). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas* . Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/default.aspx>
- DIARIO DEL VIAJERO*. (23 de DICIEMBRE de 2017). Obtenido de <https://www.diariodelviajero.com/america/el-lago-de-patzcuaro-en-mexico-donde-ver-la-pesca-tradicional-con-alas-de-mariposa>
- FAO. (3 de enero de 2018). Obtenido de <http://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/Durisol.htm>
- FOROS MICHOACAN*. (18 de diciembre de 2017). Obtenido de <http://foros.michoacan.gob.mx/region-7/>
- INAFED. (6 de septiembre de 2017). *Enciclopedia de los municipios*. Obtenido de <http://inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16032a.html>
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16032.pdf
- INEGI. (2010). *censo y conteo de poblacion y vivienda*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE PUÁCUARO, MUNICIPIO DE ERONGARÍCUARO MICHOACÁN.”

INEGI. (Agosto de 2016). *Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología*. Obtenido de www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf

Inegi. (23 de noviembre de 2017). *cuentame*. Obtenido de <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/relieve.aspx?tema=me&e=16>

INEGI. (15 de noviembre de 2017). *CUÉNTAME*. Obtenido de <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/relieve.aspx?tema=me&e=16>

INEGI. (29 de noviembre de 2017). *Mapa Digital de Mexico V6.3.0-INEGI*. Obtenido de <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>

instituto de transferencia de tecnologías apropiadas para sectores marginales. (2017). Obtenido de http://www.itacab.org/adminpub/web/index.php?mod=ficha&ficha_id=74

INSTITUTO DEL ARTESANO MICHOACANO. (17 de enero de 2018). Obtenido de <http://iam.gob.mx/regiones-artesanales/region-lacustre/>

INVENTARIO NACIONAL DE VIVIENDAS . (2016). Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>

MAPS, G. (20 de noviembre de 2017). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/dir/Morelia,+Michoac%C3%A1n/Pu%C3%A1cuaro,+Michoac%C3%A1n/@19.6191327,-101.5853967,11z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x842d0ba2b29da7e3:0x4016978679c8620!2m2!1d-101.1949825!2d19.7059504!1m5!1m1!1s0x842dbfa518b0900f:0x938cf1e3b47ccf>

UNAM. (1988). *mejoras al método usual de diseño hidráulico de alcantarillas*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000100001

WIKIPEDIA. (2 de diciembre de 2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Roca_volc%C3%A1nica

WIKIPEDIA. (28 de Noviembre de 2017). *WIKIPEDIA*. Obtenido de https://es.m.wikipedia.org/wiki/Eje_Neovolc%C3%A1nico

WIKIPEDIA. (5 de enero de 2018). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Basalto>

WIKIPEDIA. (3 de enero de 2018). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Suelo>