



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

"Proyecto de alcantarillado sanitario para la población de Abasolo
(cabecera municipal), del estado de Nuevo León."

TESIS

Para obtener el título de:
Ingeniera Civil

PRESENTA:

Diana Laura Moreno Morales

ASESOR:

M. en C. ING. Ricardo Ruiz Chávez

MORELIA, MICHOACÁN, JULIO DE 2021.



INDICE

RESUMEN	3
PALABRAS CLAVE	3
ABSTRACT	4
KEYWORDS	4
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	9
2.1. OBJETIVO GENERAL	9
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES	9
2.3. JUSTIFICACIÓN	9
3. ANTECEDENTES	12
3.1. MARCO FÍSICO	12
3.1.1. <i>HISTORIA</i>	12
3.1.2. <i>LOCALIZACIÓN Y GEOGRAFÍA</i>	13
3.1.3. <i>OROGRAFÍA</i>	15
3.1.4. <i>HIDROGRAFÍA</i>	17
3.1.5. <i>GEOLOGÍA</i>	18
3.1.6. <i>EDAFOLOGÍA</i>	20
3.1.7. <i>CLIMA</i>	22
3.2. MARCO SOCIAL	24
3.2.1. <i>NIVEL SOCIO ECONÓMICO</i>	24
3.2.2. <i>TIPOS DE VIVIENDAS</i>	27
3.2.3. <i>ACTIVIDADES ECONÓMICAS</i>	29
3.2.4. <i>ASPECTOS DEMOGRÁFICOS</i>	30
4. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA ALCANTARILLADO	33
4.1. COBERTURA DEL LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE	33
4.2. COBERTURA DEL LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO	33
4.2.1. <i>INFRAESTRUCTURA DE PROYECTO</i>	34
4.3. DICTAMEN SOBRE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	35
5. ESTUDIOS PRELIMINARES	38
5.1. TOPOGRAFÍA	38
5.2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	39
5.2.1. <i>CALLES PAVIMENTADAS</i>	39
5.2.2. <i>CRUCE DE CARRETERA</i>	40
5.2.3. <i>PUENTES</i>	41
6. DISEÑO HIDRÁULICO	43
6.1. ANTECEDENTES DE DISEÑO HIDRÁULICO Y SUS VARIABLES.	43

6.1.1. ANTECEDENTES DE DISEÑO HIDRÁULICO	43
6.1.2. VARIABLES HIDRÁULICAS PERMISIBLES	46
6.2. DETERMINACIÓN DE POBLACIÓN ACTUAL Y PROYECTO, PERIODO DE DISEÑO Y VIDA ÚTIL (2021-2041).....	49
6.2.1. POBLACIÓN ACTUAL	49
6.2.2. POBLACIÓN DE PROYECTO	50
6.3. DETERMINACIÓN DE GASTOS DE DISEÑO (AGUA RESIDUAL).....	53
6.3.1. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE	53
6.3.2. GASTO MEDIO.....	55
6.3.3. GASTO MÍNIMO	56
6.3.4. GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO	56
6.3.5. GASTO MÁXIMO EXTRAORDINARIO.....	58
6.4. PLANEACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (TIPO DE TRAZO CON BASE EN LA TOPOGRAFÍA).....	59
6.5. POZOS DE VISITA Y COMPONENTES DEL SISTEMA.....	65
6.5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS POZOS DE VISITA	66
6.6. PENDIENTES Y DIÁMETROS DE LA RED	70
6.7. REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEFINITIVO.....	80
6.8. PLANOS CONSTRUCTIVOS.	87
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
7.1. CONCLUSIONES	92
7.2. RECOMENDACIONES	93
8. REFERENCIAS.....	94
9. ANEXOS	97
ANEXO 1. EJEMPLO DE AJUSTE DE PENDIENTE	97

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló con el fin de resolver la problemática en el ámbito de alcantarillado sanitario de la cabecera municipal de Abasolo, Nuevo León; ubicada a 37.5 kilómetros de la ciudad de Monterrey, Nuevo León; y con una población aproximada en el presente año de 2993 habitantes. En este trabajo se diseñó el sistema de alcantarillado para esta comunidad basado en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); generando además los planos constructivos de éste. El proyecto incluyó la revisión hidráulica, y se eligió un periodo de diseño de 20 años, considerando las especificaciones correspondientes para este tiempo. Con la ejecución de este proyecto se asegura el manejo adecuado de las aguas residuales provenientes de las casas habitación y de diferentes construcciones, lo cual redundará en un mejor aspecto urbano, así como mejores condiciones sanitarias de la localidad y sus habitantes. Para el desarrollo del trabajo se llevó a cabo una investigación extensa sobre los marcos físico y social del Estado y del Municipio, así como la elaboración de un dictamen de la infraestructura existente y estado actual del sistema de alcantarillado de la localidad, sin dejar de mencionar la importancia de los estudios preliminares del proyecto.

PALABRAS CLAVE

- **Abasolo, Nuevo León**
- **Diseño**
- **Drenaje**
- **Hidráulico**
- **Planos constructivos**

ABSTRACT

This project was developed in order to solve the problem in the area of sanitary sewerage in the region of Abasolo, Nuevo León; located 37.5 kilometers from the city of Monterrey, Nuevo León; and with an approximate population this year of 2993 inhabitants. In this project, the sewerage system for this community was designed based on the Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) of the Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); also generating the construction plans of this one; The project included the hydraulic revision, and a design period of 20 years was chosen, considering the corresponding specifications for this time. With the execution of this project, the proper use is guaranteed of wastewater from residential homes, which will result in a better urban appearance, as well as better sanitary conditions for the town and its inhabitants. For the development of the project, an extensive investigation was effected on the physical and social frameworks of the State and the Municipality, as well as the elaboration of an opinion of the existing infrastructure and its current state of the sewerage system of the locality, without stopping mention the importance of the preliminary studies of the project.

KEYWORDS

- **Abasolo, Nuevo León**
- **Design**
- **Sewerage**
- **Hydraulic**
- **Construction plans**



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

Las obras de alcantarillado son primordiales en cualquier tipo de asentamiento humano de actualidad, ya que al igual que se tienen las redes de agua potable ingresando a cada vivienda o edificio público para satisfacer las necesidades básicas de sus ocupantes, también es necesario poder desalojarlas para evitar la acumulación y consecuente descomposición de los residuos contenidos en ellas, principalmente material orgánico; por tal motivo, el desalojo se debe efectuar de manera adecuada y sistematizada, tal y como lo marca la normatividad, por medio de un sistema de alcantarillado, el cual debe brindar la suficiente capacidad para captar las descargas residuales a cualquier hora e instante del año, sin presentar fallas de ningún tipo, al tiempo que pueda ser de fácil acceso para su revisión, mantenimiento y reparación a futuro. En este sentido, es aquí donde se hace notar el uso de la ingeniería y sus múltiples disciplinas, que juntas, logran diseñar este tipo de proyectos con el fin de poder hacer óptima y agradable la vida dentro de una ciudad, municipio o localidad.

En el caso de la localidad de Abasolo, Nuevo León, existe alcantarillado en el centro de la Cabecera Municipal y en áreas aledañas a éste, en cierta forma obsoleto, debido al aumento poblacional y al crecimiento hacia zonas topográficas elevadas de ésta, lo que representa una parte importante del total de la población; en consecuencia, es claro que no existe una red de alcantarillado con una planeación técnica adecuada para resolver el problema satisfactoriamente. Ahora bien, al no contar con un alcantarillado idóneo, muchos de los habitantes de Abasolo eliminan sus aguas negras hacia la calle, otras las encausan por pequeñas canaletas (elaboradas por ellos mismos), conduciéndolas con la ayuda de la gravedad a las partes de elevación topográfica más baja; lo anterior, trae como consecuencia, malos olores, enfermedades, insectos, contaminación a tierras de cultivo, entre otras más.

Como consecuencia, a los problemas mencionados anteriormente, es que se presenta este trabajo para proponer un nuevo Proyecto de Alcantarillado para la localidad de Abasolo, Nuevo León; que satisfaga las necesidades durante 20 años.

Es importante especificar que la información en la cual se basó este proyecto fue la dada a conocer por el Gobierno Federal a través de las fuentes oficiales, como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, entre otros que aparecen en las referencias; con ello se tiene la certeza de que los resultados del presente trabajo son realistas y fundados en información precisa, lo cual aporta una herramienta muy útil para que la localidad, pueda gestionar la implementación de su sistema de Alcantarillado

Es conveniente hacer notar que la cabecera municipal de Abasolo, Nuevo León, cuenta con 2974 personas (INEGI, 2020), esta comunidad se dedica principalmente, además de la agricultura y ganadería, al comercio de mercancías variadas y la zona cuenta con un nivel de economía, en general, menor a los dos salarios mínimos, siendo

aproximadamente el 30% de la población económicamente activa el que se encuentra por encima de esta cifra (CONEVAL, 2010); teniendo la mayoría de los habitantes casas habitación de calidad media a residencial, alumbrado público, servicios como agua, luz, además de contar con calles pavimentadas (INEGI, 2016); es de subrayar que la comunidad es de clima cálido; por tanto, todos estos factores se tomaron en cuenta al momento de realizar los cálculos pertinentes para la elaboración del proyecto.

En la comunidad de Abasolo se tiene una zona semiregular, ligeramente accidentada a las orillas del pueblo, por ello se tuvo que hacer algunas “excepciones extraordinarias” para poder realizar y llevar a cabo la red de drenaje de manera funcional, teniendo claro no sobrepasar el número máximo de casos especiales que marcan las normas. Por otro lado, es de subrayar que la comunidad no cuenta con fábricas, pues como ya se mencionó, su economía proviene principalmente de la distribución y venta de productos, de la ganadería y del cultivo de tierras a las afueras de la parte urbana, por lo cual no se tuvieron que hacer más estimaciones para algún tipo de fábrica o rastro.



CAPÍTULO 2

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN



2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario que cumpla con las normas correspondientes, buscando satisfacer las necesidades en este rubro de los habitantes de la localidad de Abasolo, Nuevo León.

2.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Diseñar el sistema de alcantarillado para Abasolo (cabecera municipal), Nuevo León, basado en el MAPAS de la CONAGUA.
- Generar los planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario, con base en los lineamientos técnicos vigentes.
- Realizar la revisión hidráulica del sistema de alcantarillado en estudio.
- Determinar la vida útil del sistema de alcantarillado más adecuada para la población, con base en las especificaciones técnicas correspondientes.
- Evitar las condiciones inadecuadas de manejo de aguas residuales provenientes de las casas habitación, dando un mejor aspecto urbano y mejorando las condiciones sanitarias de la población.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La problemática de alcantarillado es un común denominador en las principales ciudades del país, pero no es específico de éstas, sino también las pequeñas poblaciones o municipios adolecen, en su mayoría, de un drenaje sanitario adecuado para brindar condiciones sanitarias que eviten la contaminación de los mantos acuíferos. Por lo anterior es que se escogió el presente tema de tesis para realizar el estudio del estado actual del alcantarillado sanitario de la cabecera municipal de Abasolo, Nuevo León, y determinar la pertinencia de diseñar un sistema de alcantarillado, toda vez que el existente, presenta problemas de obsolescencia ocasionados tanto por el tiempo transcurrido, como por el aumento poblacional.

De forma tal que, una vez realizado el análisis del estado actual del sistema, surgió la necesidad de diseñar por completo el sistema de alcantarillado sanitario basado en el MAPAS de la CONAGUA, y con ello surgió la oportunidad de aplicar los conocimientos obtenidos durante el curso de la materia de *“Alcantarillado Sanitario y Pluvia”*, incluida en el noveno semestre del plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería Civil; puesto que se requirió generar los planos constructivos del sistema de alcantarillado, se

determinó la vida útil del sistema siendo ésta de 20 años y, finalmente, se propuso solución al manejo inadecuado de las aguas residuales, lo cual permitirá resolver el problema sanitario y de contaminación de los mantos acuíferos de la zona.



CAPÍTULO 3

ANTECEDENTES



3. ANTECEDENTES

3.1. MARCO FÍSICO



ILUSTRACIÓN 1. ESCUDO DE ABASOLO, N.L.

Fuente: (Mexicoteca, s.f.)

Abasolo es uno de los 51 municipios que pertenecen a Nuevo León. La entidad fue nombrada así en honor a José Mariano Abasolo, participante de la guerra de Independencia de México.

Es el municipio más pequeño de la entidad y se encuentra situado en la región Centro-Periférica que rodea a la Zona Metropolitana de Monterrey. La región cuenta con una extensión territorial de 76.9 kilómetros cuadrados.

El día cinco de abril se celebra el aniversario de la fundación del municipio, con feria, coronación de la Reina, pólvora y juegos mecánicos; el 15 y 16 de septiembre se realizan el tradicional Grito de Independencia y desfile cívico por las principales calles del municipio; el 20 de

noviembre también se realiza a su vez desfile cívico (INAFED, 2010).

3.1.1. HISTORIA

La historia de Abasolo comienza con uno de los hombres que más influyeron en la población del Valle de las Salinas, el capitán Bernabé de las Casas; las mercedes de tierra que fue adquiriendo a partir de que se avecindó en este valle, en 1610, llegaron a conformar un gran latifundio, mismo que se extendía desde lo que es hoy el municipio de General Escobedo, Nuevo León, hasta los límites de la provincia de Coahuila.

Los hijos del capitán Bernabé de las Casas llevaron como dote al matrimonio extensas estancias mineras; de ahí nacieron los municipios de Abasolo, El Carmen, Hidalgo y Mina. Una de las hijas de Bernabé de las Casas, doña Beatriz, tuvo como dote, al casarse con don Diego de Villarreal, quien había llegado en 1608 procedente de San Miguel el Grande, Guanajuato, la hacienda “La Eguía”; ahí, don Diego Villarreal, considerado como una de las figuras prominentes de la época y uno de los más destacados pobladores del municipio, levantó una productiva hacienda que se beneficiaba de diferentes metales, principalmente plata.

En 1624 se creó la alcaldía mayor de Salinas; sin embargo, al consumarse le sobrevinieron dificultades de orden administrativo. Los vecinos se reunieron en la Hacienda Eguía de Viudas y solicitaron a la diputación permanente su separación del Valle de Salinas, ésta accedió a la formación de un nuevo distrito, pero el ayuntamiento no se instaló en Viudas sino en el Pueblito, hoy Hidalgo.

Los vecinos de Nuestra Señora de Eguía continuaron acariciando la posibilidad de erigirse en distrito, debido a que Eguía era una de las haciendas más importantes. No fue sino hasta el 15 de abril de 1826, que se erigió en un nuevo distrito, con cabecera en Viudas, según el decreto número 145 que sancionaba el provincial número 117, y se cambió el nombre por el de Abasolo.

Desde 1760 y hasta las primeras tres décadas del siglo XIX, el principal impulsor de la provincia fue don Santiago Villarreal, nieto de uno de los principales pobladores; fue protector de numerosos jóvenes, costó los estudios de muchos nuevoleonenses y gozó de gran influencia en la vida política de la entidad.

Al entrar a Monterrey en enero de 1811, el patriota mexicano, Mariano Jiménez, nombra Gobernador del Nuevo Reino León, a don Santiago Villarreal, en sustitución de don Manuel de Santa María, permaneciendo al frente del gobierno hasta el primero de abril de ese mismo año. Después de su muerte, los vecinos de Abasolo y del Valle de Salinas le mencionaban llamándole “El Virrey Chiquito” (H. congreso del estado de Nuevo Leon, 2012)

3.1.2. LOCALIZACIÓN Y GEOGRAFÍA

Abasolo se ubica en la parte noroeste del estado de Nuevo León, cercano al estado de Coahuila de Zaragoza a 37.53 km de Monterrey, que es una ciudad de alta importancia del estado y a sus alrededores se encuentran Hidalgo a 6.61 Km y de Carmen a 4 Km.

Las coordenadas están entre los paralelos 25° 56' 43" de latitud norte; los meridianos 100° 23' 45" de longitud oeste; con una altitud de 500 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Hidalgo; al este con el municipio de Carmen; al sur con los municipios de Carmen, General Escobedo e Hidalgo; al oeste con el municipio de Hidalgo (INAFED, 2010).

El municipio en su mayor parte está constituido por zonas planas y poco accidentadas, otra parte es accidentada con un 35 % y un 15 % con zonas semiplanas, nuestra comunidad está en su mayor parte en una zona semiplano y plana con ligeros lomeríos no accidentados (INEGI, 2009).

- Macro localización



ILUSTRACIÓN 2. MACRO LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE ABASOLO N.L.
Fuente: (EcuRed, 2015)

- Micro localización



ILUSTRACIÓN 3. MICRO LOCALIZACIÓN DE LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.
Fuente: (SIALT, INEGI, 2020)

3.1.3. OROGRAFÍA

Desde el punto de vista orográfico, la ciudad de Abasolo tiene tres formas de relieve típicas.

La primera corresponde a las zonas accidentadas y desniveladas, abarcando alrededor del 35% del terreno municipal, estas áreas se ubican en el norte y sur, están formadas por la Sierra Minas Viejas y la Sierra del Fraile.

La segunda corresponde a zonas semiplanas, aproximadamente el 15% de la superficie, ubicada en el norte y sureste, formada por las laderas de la Sierra de Fraile.

La tercera área corresponde a la zona llana, que representa alrededor del 50% del territorio municipal y está ubicada en el centro del municipio, está formada por los desfiladeros que forman la Sierra del Fraile y la Sierra de Minas Viejas. (INAFED, 2010)

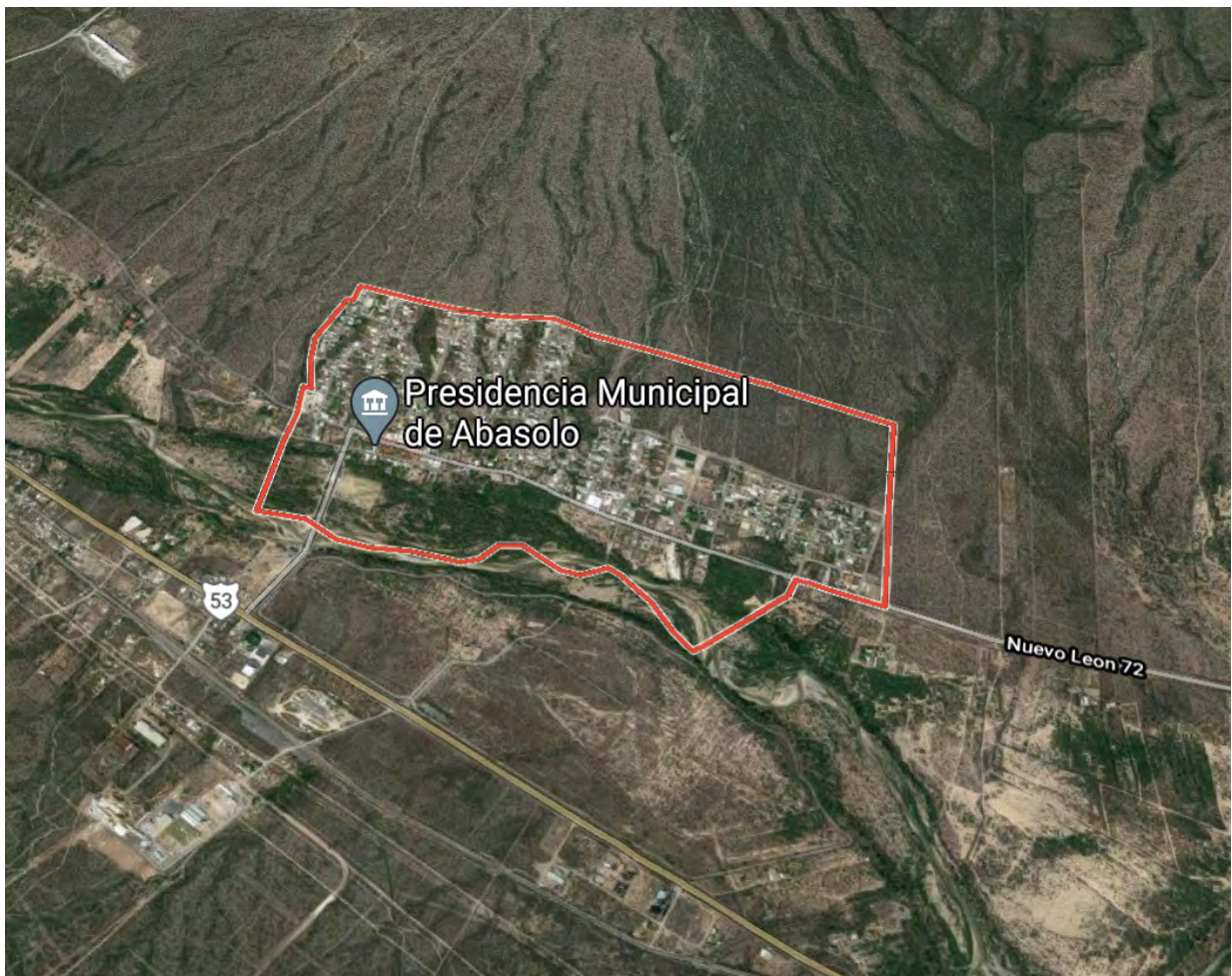


ILUSTRACIÓN 4. OROGRAFÍA DE ABASOLO, N.L.

Fuente: (INEGI, 2016)

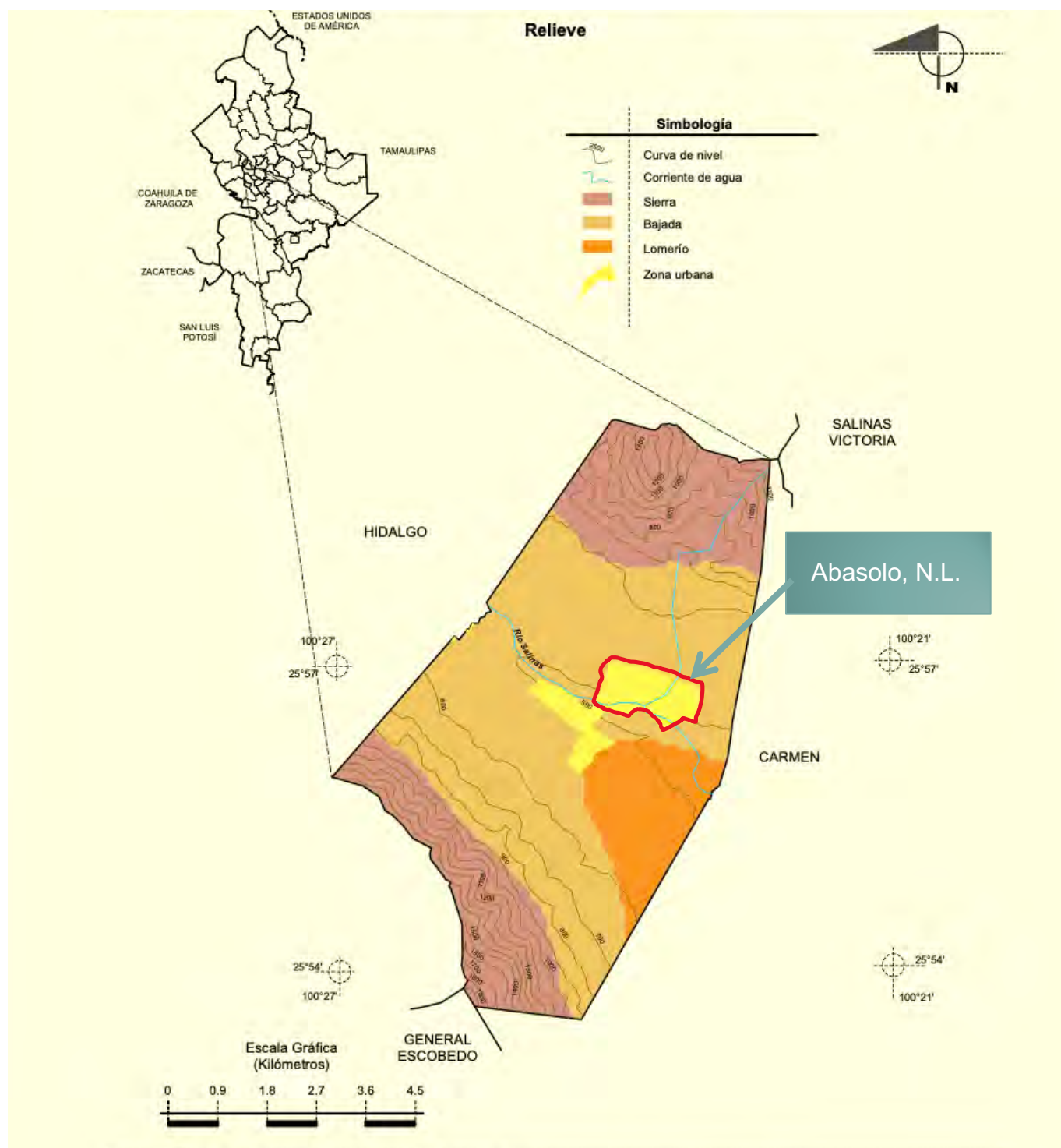


ILUSTRACIÓN 5. RELIEVE DE ABASOLO, N.L.
 Fuente: (INEGI, 2009)

3.1.4. HIDROGRAFÍA

Las aguas de los ríos Salinas y Pomona se utilizan para regar áreas de trabajo a través de canales o proyectos de riego. El Acueducto de Mina también aporta este importante recurso al municipio (INAFED, 2010).

TABLA 1. DATOS HIDROGRÁFICOS ABASOLO

DATOS	HIDROGRÁFICOS
REGIÓN HIDROLÓGICA	BRAVO - CONCHOS (100%)
CUENCA	R. BRAVO - SAN JUAN (100%)
SUBCUENCA	R. SALINAS (100%)
CORRIENTE DE AGUA	PERENNE: R. SALINAS
CUERPOS DE AGUA	NO DISPONIBLE

FUENTE: (INEGI, 2009)

En la **Ilustración 6**, se muestra la zona de Abasolo y la cuenca que abaca la zona de estudio en un color azul claro, cuenta con un área de 1676.41 Km², además; de una pendiente media de 0.74%. Por su gran tamaño intersecciona las localidades de Abasolo, Hidalgo y Mina. Alimenta con sus aportaciones al Río Salinas. (SIALT, INEGI, 2020)

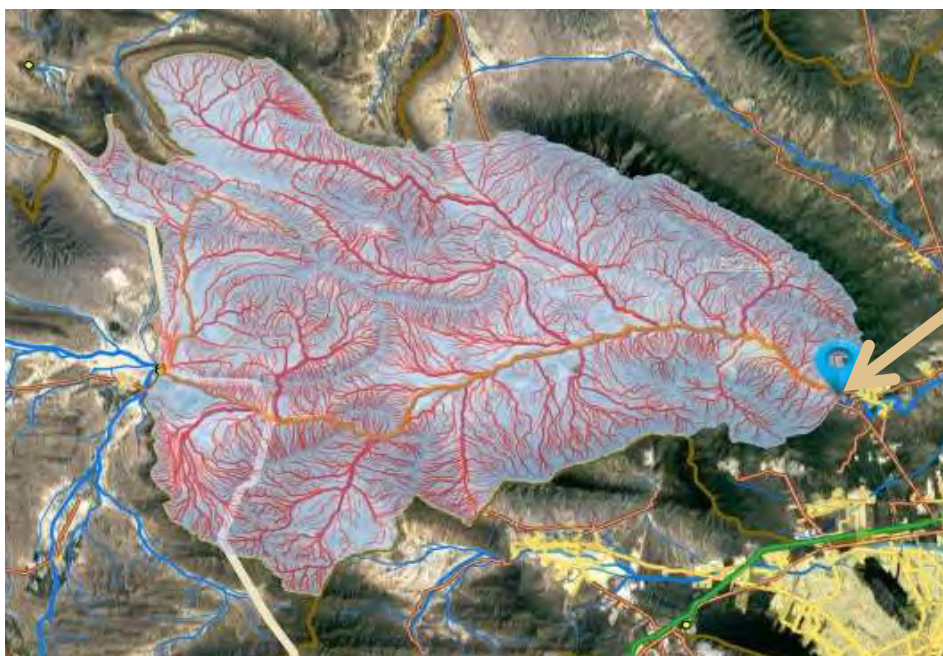


ILUSTRACIÓN 6. CUENCA HIDROLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Fuente: (SIALT, INEGI, 2020)

3.1.5. GEOLOGÍA

El municipio de Abasolo tiene una geología que pertenece a dos periodos geológicos los cuales son: cuaternario con un 57% y Cretácico con un 43%. Además, afloran lutitas, varias asociaciones de lutitas y areniscas, así como de calizas con lutitas; el Cretácico está representado por afloramientos de caliza, de lutitas y asociaciones de calizas-lutitas y lutitas areniscas. Los cuerpos de rocas ígneas intrusivas (ácidas e intermedias), que afectan a rocas sedimentarias mesozoicas son del Terciario, presentando un suelo aluvial en un 16%. En la **Tabla 2** se muestra el periodo y el tipo de roca para el municipio de Abasolo (INEGI, 2009).

TABLA 2. GEOLOGÍA DE ABASOLO, N.L.

Geología	
Periodo	Cuaternario (57%)
	Cretácico (43%)
Roca:	Conglomerado (39%), caliza (38%)
	caliza-lutita (7%)
	Suelo: aluvial (16%)

Fuente: (INEGI, 2009)

Para tener una mejor interpretación del tipo de roca presentado en la población de Abasolo se muestra la **Ilustración 7**.

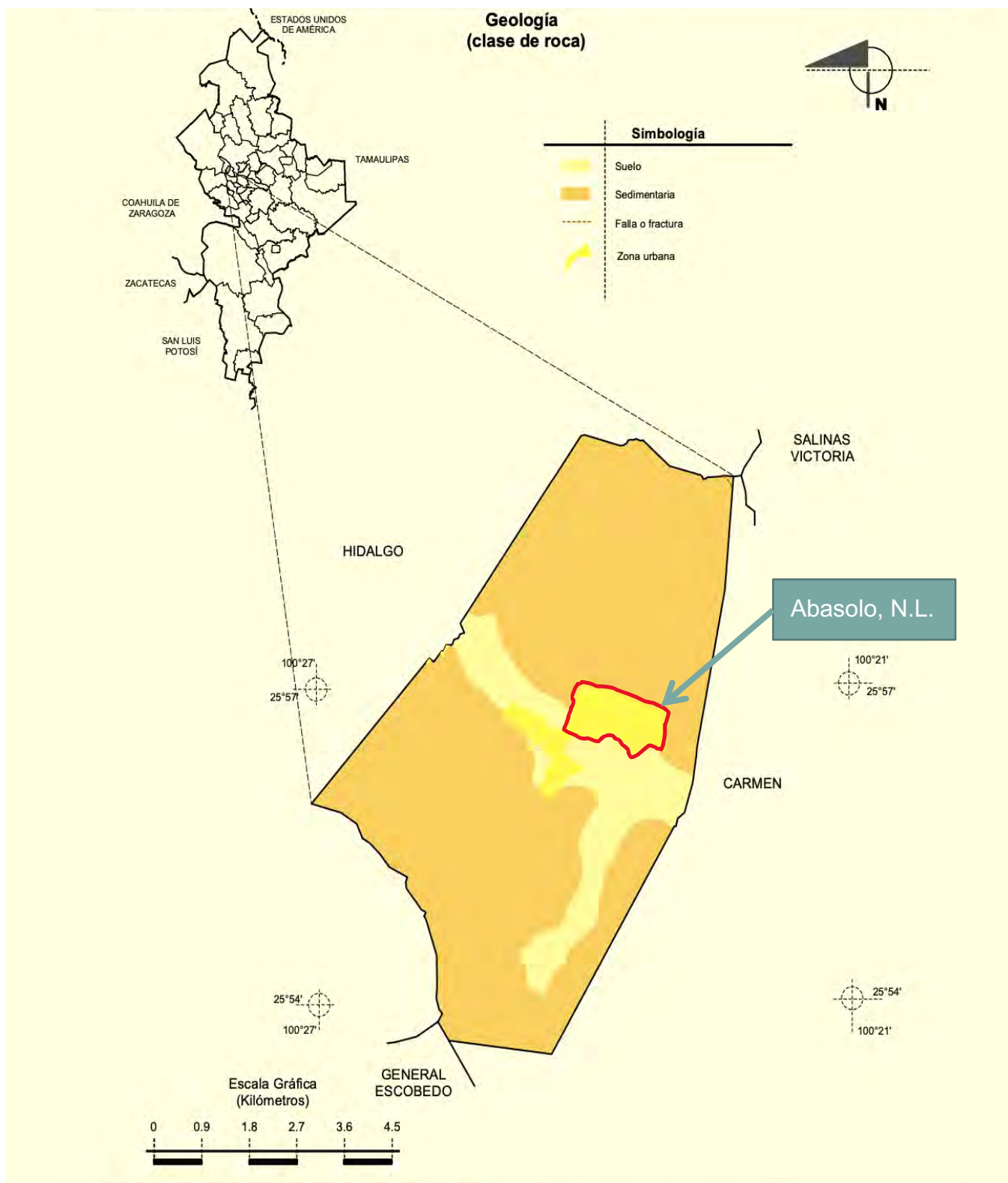


ILUSTRACIÓN 7. MAPA GEOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE ABASOLO N.L.

Fuente: (INEGI, 2009)

3.1.6. EDAFOLOGÍA

La palabra edafología proviene de las raíces “edafos”, suelo y “logos”, estudio, por lo tanto, es el estudio de los suelos, la edafología en la zona de Abasolo, Nuevo León está constituida principalmente por Leptosol con un 68.6% y Phaeozem con un 30%, sin embargo, una pequeña parte es no aplicable con un 1.4%.

TABLA 3. SUELO DOMINANTE DEL MUNICIPIO DE ABASOLO N.L.

Suelo dominante	Leptosol (68.6%),
	Phaeozem (30.0%)
	No aplicable (1.4%)

Fuente: (INEGI, 2009)

El **Leptosol** es común encontrarlo ya que representa el 24% del territorio mexicano. Los leptosoles se caracterizan por tener poca profundidad (menos de 25 cm); una gran parte de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos con una profundidad de 10 cm o menos. Otro componente destacado de este grupo es los leptosoles réndzicos que se desarrollan sobre rocas calizas y son ricos en materia orgánica; en algunos casos son muy aptos para la producción agrícola, pero en otros casos son casi inútiles por dos motivos: la poca profundidad y excesiva pedregosidad los vuelve muy secos y, el calcio que contienen puede inmovilizar los minerales inhibiendo la absorción de las plantas que se siembren en el terreno.

El **Phaeozem**, del griego “phaios” oscuro y del ruso “zemlja” tierra, son suelos porosos, oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que se utilizan intensivamente en la agricultura; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan para la producción de granos como soya, trigo y cebada; así como hortalizas, y como zona de agostadero cuando están cubiertas por pastos. Se forma sobre material no consolidado y están presentes en climas templados y húmedos (SEMARNAT, 2002).

En la **Ilustración 8** se puede apreciar que la zona de estudio el suelo es de tipo Phaeozem, a lo largo de todo su territorio.

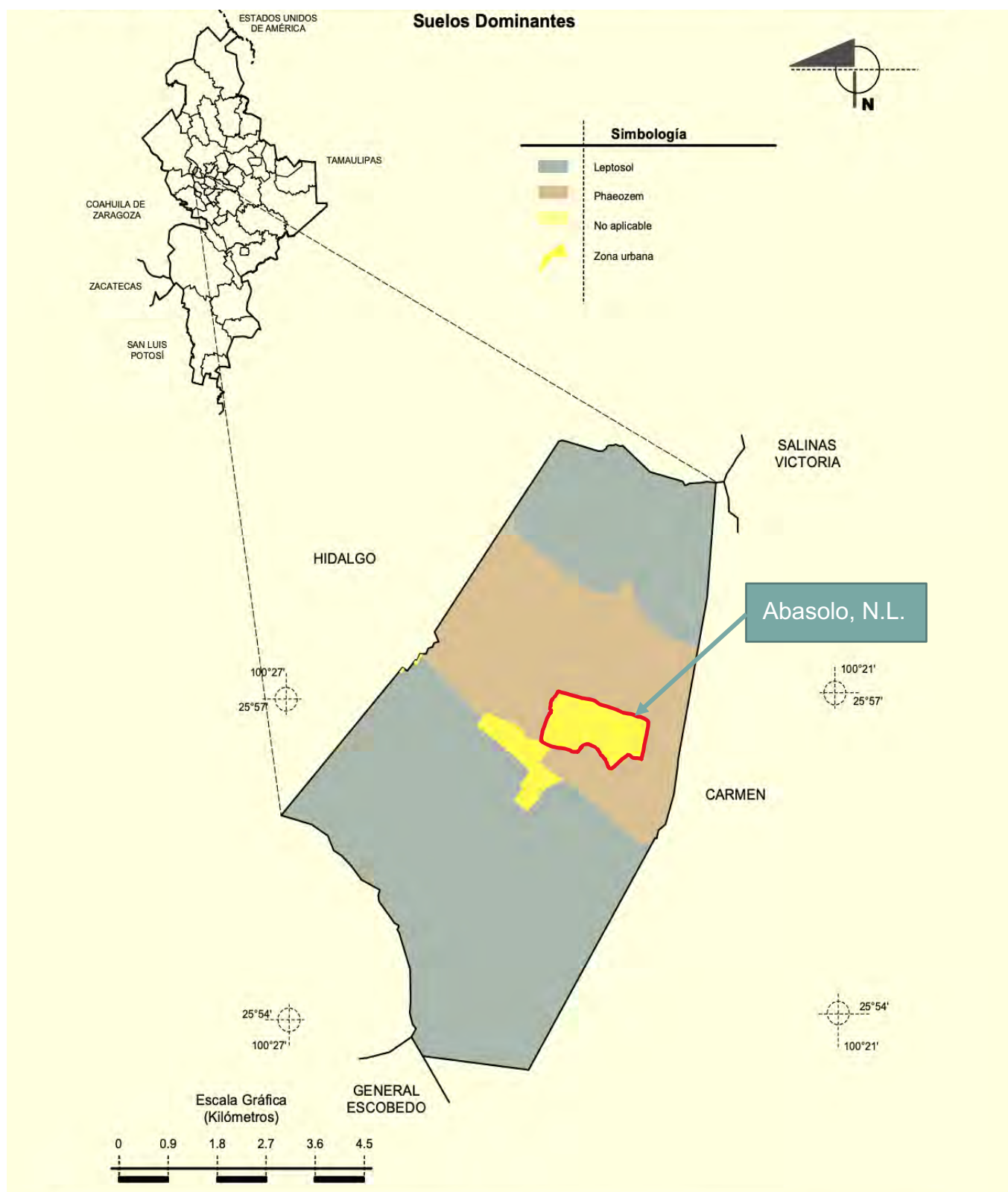


ILUSTRACIÓN 8. SUELOS DOMINANTES DEL MUNICIPIO DE ABASOLO N.L.
 Fuente: (INEGI, 2009)

3.1.7. CLIMA

De los datos obtenidos del Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (INEGI, 2009), se observa que el clima que prevalece en el municipio es seco semicálido 100%, con una temperatura en un rango de entre 18 - 22°C; los meses más calurosos son mayo y junio. La precipitación pluvial media anual oscila entre 300 y 500 milímetros; el régimen de lluvias se presenta en los meses de agosto, septiembre y octubre.



ILUSTRACIÓN 9. IGLESIA DE LA CABECERA MUNICIPAL ABASOLO.

Fuente: (INAFED, 2010)

La dirección de los vientos en general es de oriente a poniente con una velocidad de 25 km/h (INAFED, 2010). Como se muestra en la **Ilustración 10**, podemos observar que la temperatura promedio anual es aproximadamente de 20°C y una precipitación de 400 mm

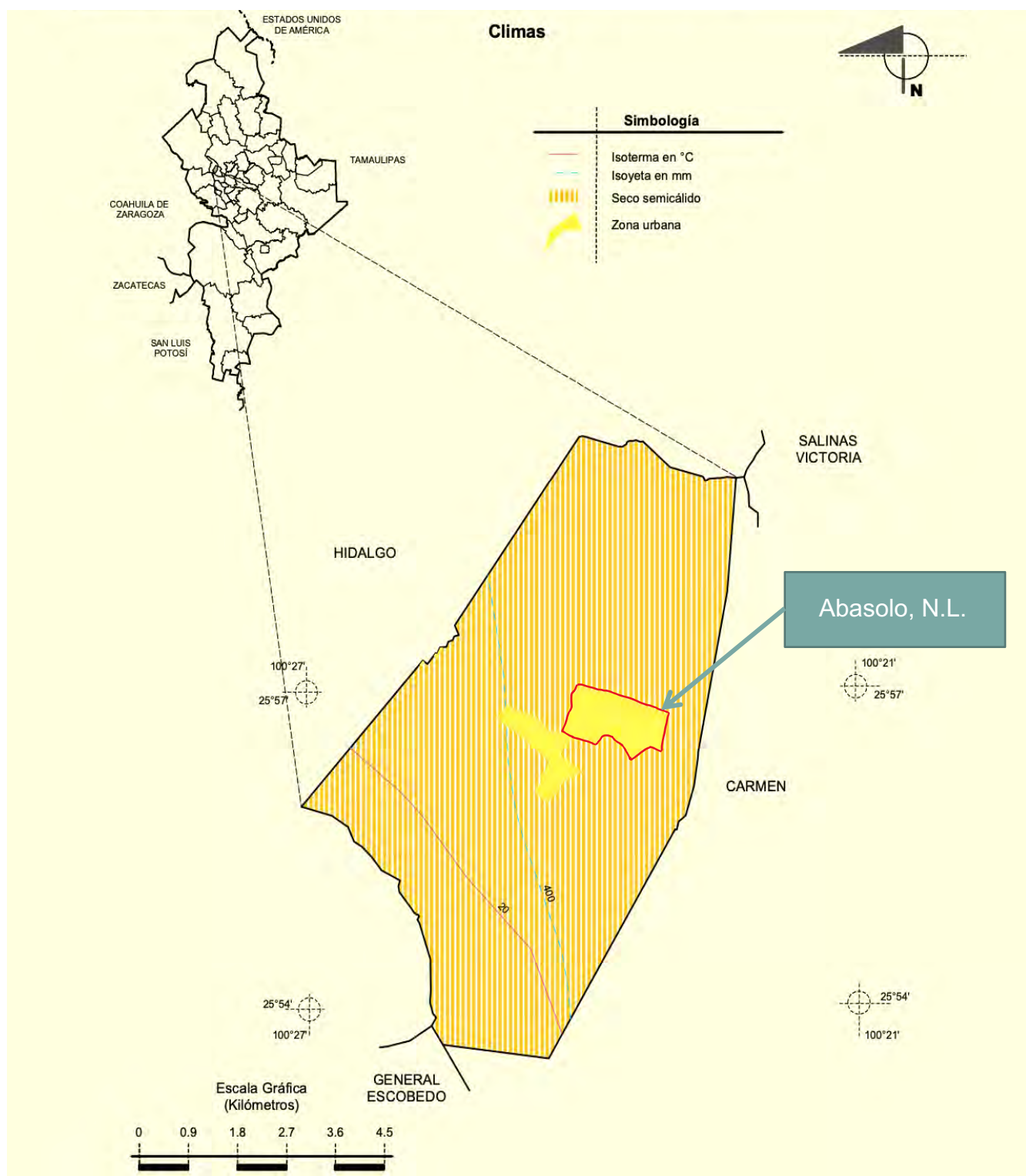


ILUSTRACIÓN 10. MAPA DEL CLIMA DEL MUNICIPIO DE ABASCO N.L.
 Fuente: (INEGI, 2009)

3.2. MARCO SOCIAL

3.2.1. NIVEL SOCIO ECONÓMICO

El estado de Nuevo León, comparativamente con las demás entidades del país, es el estado con menor porcentaje de personas en pobreza y pobreza extrema, según los datos aportados por Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2018), en su informe: “Diez años de medición de pobreza multidimensional en México: Avances y Desafíos en política social, Medición de la pobreza serie 2008-2018”, con tan sólo el 14.5% y 0.5%, respectivamente, como se muestra en la **Ilustración 11 y 12**.

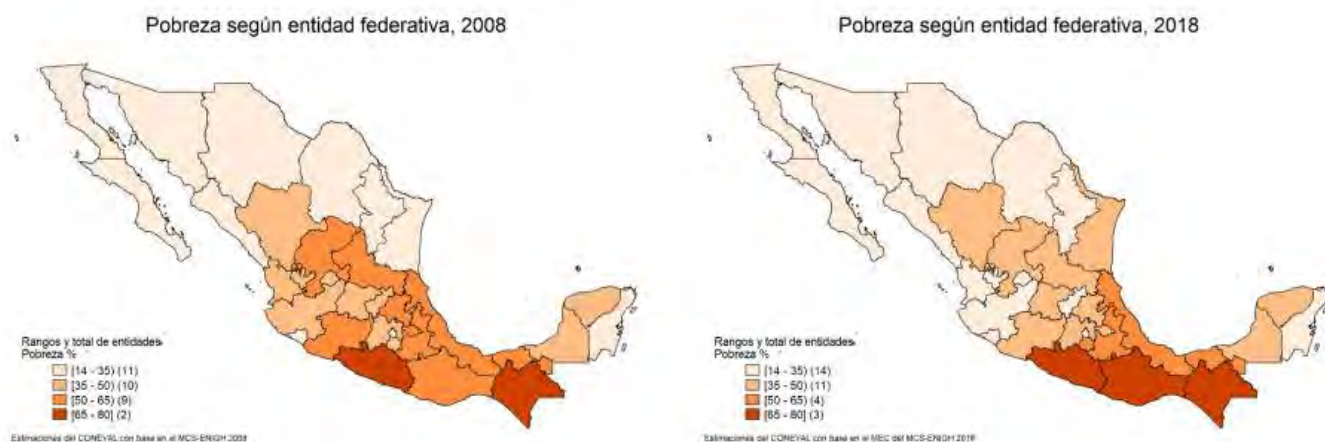


ILUSTRACIÓN 11. PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE POBREZA, POR ENTIDAD FEDERATIVA EN 2008 Y 2018.

FUENTE: (CONEVAL, 2018)

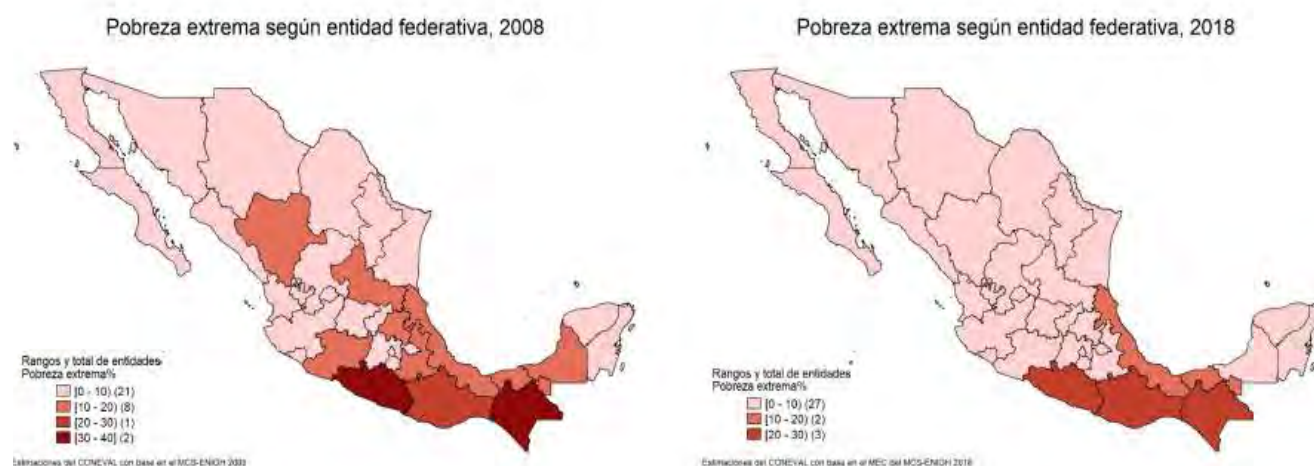


ILUSTRACIÓN 12. PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN EN POBREZA EXTREMA POR ENTIDAD FEDERATIVA EN 2008 Y 2018.

Fuente: (CONEVAL, 2018)

Ahora bien, para medir la pobreza el CONEVAL parte de dos enfoques de análisis: el de bienestar económico y el de derechos sociales y, a partir de ellos, es posible determinar las siguientes categorías: a) Se considera en **pobreza** a la población con al menos una carencia social e ingreso inferior al valor de la línea de pobreza por ingresos, antes línea de bienestar y que se refiere al valor total de la canasta alimentaria y de la canasta no alimentaria por persona al mes. b) Se considera en **pobreza moderada** a la población que, a pesar de estar en situación de pobreza, no cae en la categoría de pobreza extrema. La incidencia de pobreza moderada se obtiene al calcular la diferencia entre la incidencia de la población en pobreza menos la de la población en pobreza extrema. c) Se considera en **pobreza extrema** a la población con tres o más carencias sociales e ingreso inferior al valor de la línea de pobreza extrema por ingresos, antes línea de bienestar mínimo que se refiere al valor de la canasta alimentaria por persona al mes. d) Se considera en **vulnerabilidad por carencias sociales** a la población con un ingreso superior a la línea de pobreza por ingresos, antes línea de bienestar, pero con una o más carencias sociales. e) Se considera en **vulnerabilidad por ingresos** a la población que no padece ninguna carencia social, pero su ingreso es igual o inferior a la línea de pobreza por ingresos, antes línea de bienestar.

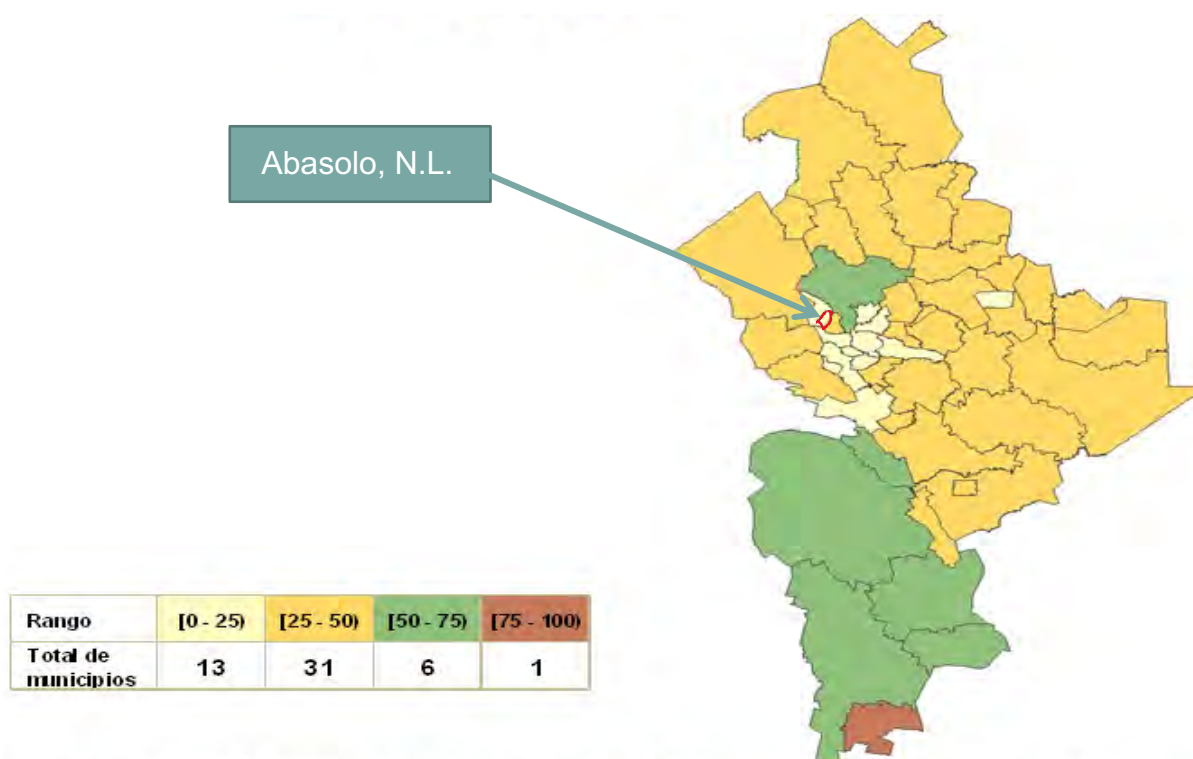


ILUSTRACIÓN 13. PORCENTAJE DE POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE POBREZA EN 2010 PARA EL ESTADO DE NUEVO LEÓN.

Fuente: (CONEVAL, 2010)

En la **Ilustración 13** se muestra la distribución de los 51 municipios de Nuevo León según el porcentaje de pobreza para el año 2010 (CONEVAL, 2010).

De forma gráfica podemos ver el estatus que tiene la cabecera municipal de Abasolo, Nuevo León, respecto al rezago social, observando que es bajo, en base a la información obtenida del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2016); hecho que se aprecia en la **Ilustración 14**.

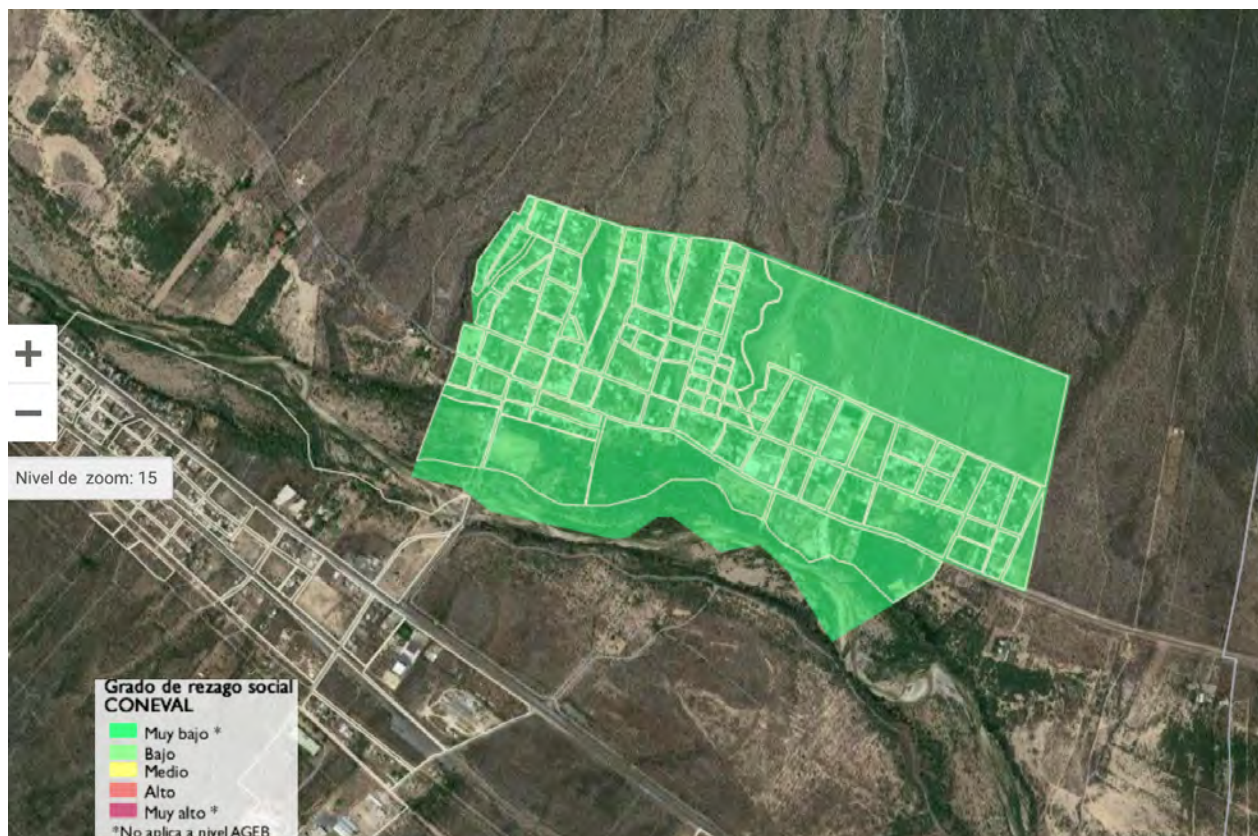


ILUSTRACIÓN 14. GRADO DE REZAGO SOCIAL EN CABECERA MUNICIPAL ABASOLO, N.L.

Fuente: (INEGI, 2016)

3.2.2. TIPOS DE VIVIENDAS

Los siguientes datos son obtenidos del inventario nacional de viviendas, INEGI 2020 e INEGI 2015.

TABLA 4 . TIPOS DE VIVIENDAS EN LA CABECERA MUNICIPAL ABASOLO N.L.

Viviendas	Cantidad
Particulares	802
Habitadas	544
Particulares habitados	544
No habitadas	258
Manzanas	84

Fuente: (INEGI, 2020), (INEGI, 2015)

TABLA 5. SERVICIOS EN LAS VIVIENDAS DE LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.

Servicios	Cantidad de viviendas
Con recubrimiento en piso	543
Con energía eléctrica	542
Con agua entubada	542
Con drenaje	542
Con servicio sanitario	536
3 o mas ocupantes por cuarto	10

Fuente: (INEGI, 2020), (INEGI, 2015)

TABLA 6. COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA CABECERA MUNICIPAL ABASOLO N.L.

Población	Cantidad
De 0 a 14 años	506
De 15 a 29 años	438
De 15 a 64 años	1,315
De 30 a 59 años	689
Con 60 y más años	259
De 65 y más años	169
Con discapacidad	94

Fuente: (INEGI, 2020), (INEGI, 2015)

La localidad de Abasolo según menciona (INEGI, 2020), cuenta con 84 manzanas de las cuales tienen los siguientes servicios públicos:

a) Alumbrado y energía eléctrica

TABLA 7. MANZANAS DE LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L. CON ALUMBRADO PUBLICO

No. De Manzanas Con	En todas las vialidades	En alguna vialidad	En ninguna
Alumbrado publico	70	14	0

Fuente: (INEGI, 2014)

TABLA 8. SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.

Servicio	Cantidad
Viviendas con energía eléctrica	542
Viviendas con energía eléctrica	67.58%

Fuente: (INEGI, 2020)

b) Vialidades

TABLA 9. VIALIDADES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.

Manzanas con	En todas las vialidades	En alguna vialidad	En ninguna vialidad	No especificado
Recubrimiento de la calle	55	27	2	0
Banqueta	6	61	17	0
Guarnición	23	51	10	0
Rampa para silla de ruedas	0	1	83	0

(INEGI, 2014)

c) Mercado y rastros

Del conocimiento que se tiene de la comunidad se sabe que cuenta con un mercado y no tiene rastro propio.

d) Albercas, balnearios y baños públicos

La comunidad carece de albercas o balnearios, respecto a baños públicos sólo existen los del mercado y los de la Presidencia Municipal.

e) Iglesias, centros de beneficencia, educativos, etc.

Abasolo cuenta con una iglesia, carece de centros beneficiarios y en lo educativo cuenta con un preescolar, una primaria, una secundaria y un bachillerato.

f) Clasificación de zonas atendiendo a su importancia (residenciales comerciales, industriales, etc.)

Abasolo cuenta en su mayoría con zonas residenciales, ya que además de la agricultura y ganadería, depende del comercio y la venta de bienes y servicios, pero no de su producción; en el municipio hay sitios especializados para la producción de las mercancías, pero no en la zona de estudio (cabecera municipal), por lo tanto, Abasolo no cuenta con zonas industriales.

Para hacer una estimación, en base a los datos investigados en apartados anteriores, se podría decir que se tiene: un 95% de zonas residenciales y un 5% de zona comercial.

3.2.3. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La principal actividad económica de la población de Abasolo es la cría y explotación de animales, específicamente ganado bovino.

Además de la agricultura y ganadería, la actividad que más se destaca sin duda son los restaurantes, bares, pequeños talleres y bloqueras. También, se fabrican mosaicos y artículos de plásticos diversos para el uso industrial. Se muestra una tabla más adelante con los indicadores económicos de la región (Mundoregio, s.f.).

Las orillas del Río Salinas permiten la pesca de mojarra, matalote y bagre de río (INAFED, 2010).

TABLA 10. PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.

Principales actividades económicas	
Sector Primario	Agricultura, ganadería, Cría y explotación de animales, silvicultura, y pesca
Sector secundario	(Industria) Manufacturera, Construcción, Electricidad y Agua
Sector terciario	Comercio, transporte, Comunicaciones, turismo, administración pública, otros.

Fuente: (EcuRed, 2015)

3.2.4. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

TABLA 11. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Área Geoestadística Estatal:	Nuevo León
Área Geoestadística Municipal:	Abasolo
Clave Geoestadística:	19001
Latitud:	25°53'27.96" N
Longitud:	100°27'03.60" W
Altitud:	907 m. s. n. m.
Carta Topográfica:	F14C72
Zona	Urbana

Fuente: (INEGI, 2009)



ILUSTRACIÓN 15. NUEVO LEÓN

Fuente: (ceenl, s.f.)

TABLA 12 CENSOS Y CONTEOS INEGI DE LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.

Año	Fuente	Total de Habitantes
1950	Censo	305
1960	Censo	236
1970	Censo	398
1980	Censo	712
1990	Censo	1373
1995	Conteo	1,945
2000	Censo	2,514
2005	Conteo	2,746
2010	Censo	2,791
2015	Conteo	2,639
2020	Censo	2,974

Fuente: (INEGI, 2020)

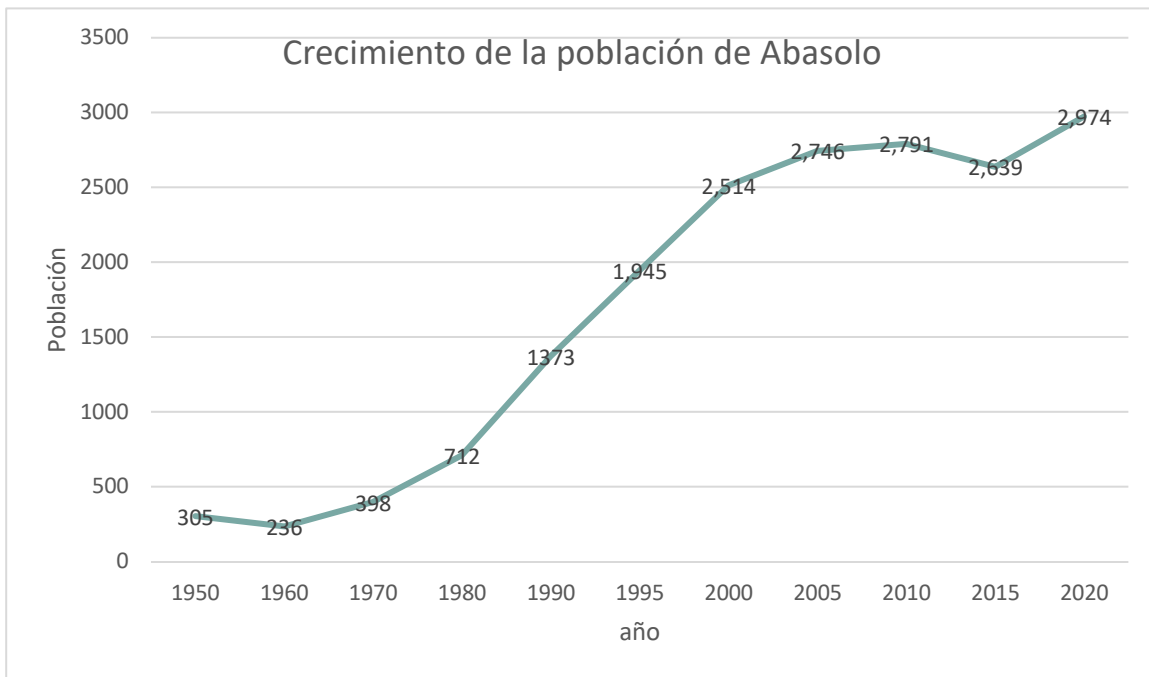


ILUSTRACIÓN 16. GRAFICA DE CENSOS Y CONTEOS DEL INEGI DE LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.

Fuente: (INEGI, 2020)

Se observa en los censos una disminución de la población en el año 2015, pero un crecimiento para el año 2020. La mayoría de la población tienen una edad entre 15 y 29 años, siendo ésta aproximadamente el 25% de la población total.



CAPÍTULO 4

ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA ALCANTARILLADO



4. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA ALCANTARILLADO

4.1. COBERTURA DEL LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE

La población de Abasolo Nuevo León, tiene un total de 802 viviendas de las cuales 542 cuentan con servicio de agua potable; sin embargo, 260 viviendas no tienen el servicio, siendo el 32.42% de las viviendas las cuales sólo se pueden abastecer de agua potable por acarreo (INEGI, 2020).

TABLA 13. SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.

Población	total de viviendas	viviendas habitadas	viviendas deshabitadas	viviendas con agua entubada
Abasolo	802	544	258	542

Fuente: (INEGI, 2020)

4.2. COBERTURA DEL LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO

La Población de Abasolo, Nuevo León cuenta con 802 viviendas, de las cuales 542 disponen de drenaje y 536 de servicio sanitario, esto nos dice que el 32.41% de las viviendas no cuentan con este servicio, y el 66.83% no tiene servicio sanitario. Estas viviendas desalojan por medio de fosa séptica. (INEGI, 2020)

TABLA 14. SERVICIOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ABASOLO N.L.

Población	total de viviendas	viviendas habitadas	viviendas deshabitadas	viviendas con drenaje	viviendas con servicio sanitario
Abasolo	802	544	258	542	536

Fuente: (INEGI, 2020)

La cobertura de los servicios de alcantarillado es aceptable para la población; sin embargo, no es suficiente. La red de alcantarillado diseñada en este proyecto planea abastecer de servicio de alcantarillado a toda la comunidad de Abasolo.

4.2.1. INFRAESTRUCTURA DE PROYECTO.

La Población de Abasolo no cuenta con la infraestructura suficiente para la recolección de aguas residuales de todos los habitantes, por lo cual se propone el diseño de una red de alcantarillado sanitario que pueda dar el servicio a toda la población, evitando focos de infección y contaminación de mantos acuíferos.

Los sistemas de alcantarillado sanitario convencional se clasifican en 2 tipos: **alcantarillado separado**, el cual independiza las aguas negras y el agua de lluvia; **alcantarillado combinado**, conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas, industriales y el agua de lluvia. El tipo de alcantarillado que se use depende de las características: de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto, en localidades pequeñas como es el caso del área de estudio, por lo general se propone de inicio un sistema de alcantarillado sanitario separado, dejando correr al agua de lluvia por las calles, para poder aplazar la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial hasta que sea sumamente necesario (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016); sin embargo, para este proyecto se utilizará un sistema de alcantarillado combinado.

El diseño también incluye una propuesta de ubicación para una futura planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Los componentes principales para una red de alcantarillado son:

- a) **RED DE ATARJEAS:** Tiene como objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales hacia los colectores e interceptores.
- b) **SUBCOLECTORES:** Es la tubería que recibe las aguas negras de las atarjeas para después conectarse a un colector; su diámetro generalmente es menor a 60 cm y como mínimo 20 cm.
- c) **COLECTORES:** Son las tuberías que tienen aportaciones de las atarjeas de otros colectores (subcolectores) y terminan en un emisor, en la planta de tratamiento o en un sistema de reúso.
- d) **EMISORES:** Son el conducto que recibe las aguas de uno o varios colectores o interceptores y no recibe ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias).

El escurrimiento debe ser por gravedad para no incrementar los costos, sin embargo, en algunas excepciones se requiere de bombeo por condiciones como:

- Elevar las aguas residuales de un conducto profundo a otro más superficial cuando constructivamente no es económico continuar con las profundidades resultantes.
- Conducir las aguas residuales de una cuenca a otra.

- Entregar las aguas residuales a una planta de tratamiento o a una estructura determinada de acuerdo a las condiciones específicas que así lo requieran. (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

4.3. DICTAMEN SOBRE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

De acuerdo a la información publicada por el INEGI, en el CENSO del año 2020, actualmente se cuenta con una cobertura de alcantarillado que alcanza el 67.6%, lo que indica un nivel de prestación de servicio por encima de la media nacional. Existen dos arroyos a lo largo de la ciudad que representan el drenaje pluvial de la ciudad, pues la red de atarjeas es solamente para aguas sanitarias.

Según el análisis realizado por el Municipio en febrero de 2020 (Abasolo N.L., 2020) si bien existe alguna información sobre el inventario de la red de atarjeas, esta solo cubre el 30 % de la zona urbana, por lo que se considera que no es confiable, Además, se debe tener en cuenta que se tienen tuberías muy antiguas, las cuales han superado su vida útil, y por lo que frecuentemente se presentan problemas asociados a esta condición.

Los problemas derivados de esta situación se asocian al deterioro, que por lo regular se manifiesta mediante colapso de tuberías y afectación, al grado de hacerlas desaparecer, aunado a las infiltraciones de agua subterránea presentes por el tipo de suelo de la región; consecuentemente, hay obstrucciones al sistema, dando como resultado el ahogamiento de las redes y el afloramiento de las aguas residuales hacia la superficie, que buscan salida a fin de continuar con su escurrimiento principalmente por las vialidades del centro de la ciudad. De acuerdo a la información que proporcionó (Abasolo N.L., 2019), se reportaron y atendieron 27 colapsos al sistema de drenaje sanitario, en donde fue necesario levantar pavimentos, zanjar vialidades y reponer infraestructura de alcantarillado.

Entre las principales afectaciones con las que cuenta el sistema de alcantarillado están las siguientes: la edad de las líneas de conducción y el drenaje sanitario en la zona centro superan su vida útil, siendo muy frecuente la presencia de fugas e insuficiencia para operar con las demandas requeridas; debido principalmente al colapso de la infraestructura cuya antigüedad en algunos casos es mayor a los 30 años, en consecuencia, la infraestructura con mayor edad sufre infiltraciones que aceleran el colapso de tuberías y su degradación, la presencia de azolve y obstrucciones son comunes; en zonas donde se reemplaza tubería a causa de colapsos se identifica que el nivel de degradación es tal, que prácticamente las redes de atarjeas son muy endebles o inexistentes, en ocasiones al momento de tratar de destaponar alguna atarjea por medios mecánicos, se destruye la tubería por las malas condiciones en las que se encuentran.

Por lo descrito anteriormente, es factible desarrollar el proyecto, consistirá en: Diseñar el sistema de alcantarillado para el municipio, basado en el MAPAS de CONAGUA, evitando condiciones inadecuadas de manejo de aguas residuales provenientes de las

casas habitación; generando los planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario; logrando determinar la vida útil del sistema de alcantarillado más adecuada para la población; y, por último, determinar el presupuesto base para la construcción de la red, mismo que se obtenga a partir del análisis de precios unitarios y sus correspondientes números generadores de obra.



CAPÍTULO 5

ESTUDIOS PRELIMINALES



5. ESTUDIOS PRELIMINARES

5.1. TOPOGRAFÍA

La población de Abasolo cuenta con una topografía que va desde los 525 m a los 490 m aproximadamente, teniendo así un desnivel de 75 m; al sur de la ciudad se encuentra el Río salinas, de donde se utiliza su líquido para la actividad agrícola y ganadera de esta zona. En la **Ilustración 17** se muestran las curvas de nivel Abasolo Nuevo León (cabecera municipal), la cual fue generada a través de medios digitales como global mapper, con información del INEGI e imagen de satélite, por cuestiones de accesibilidad; para fines de construcción se debe realizar un levantamiento topográfico en el lugar con una estación total.

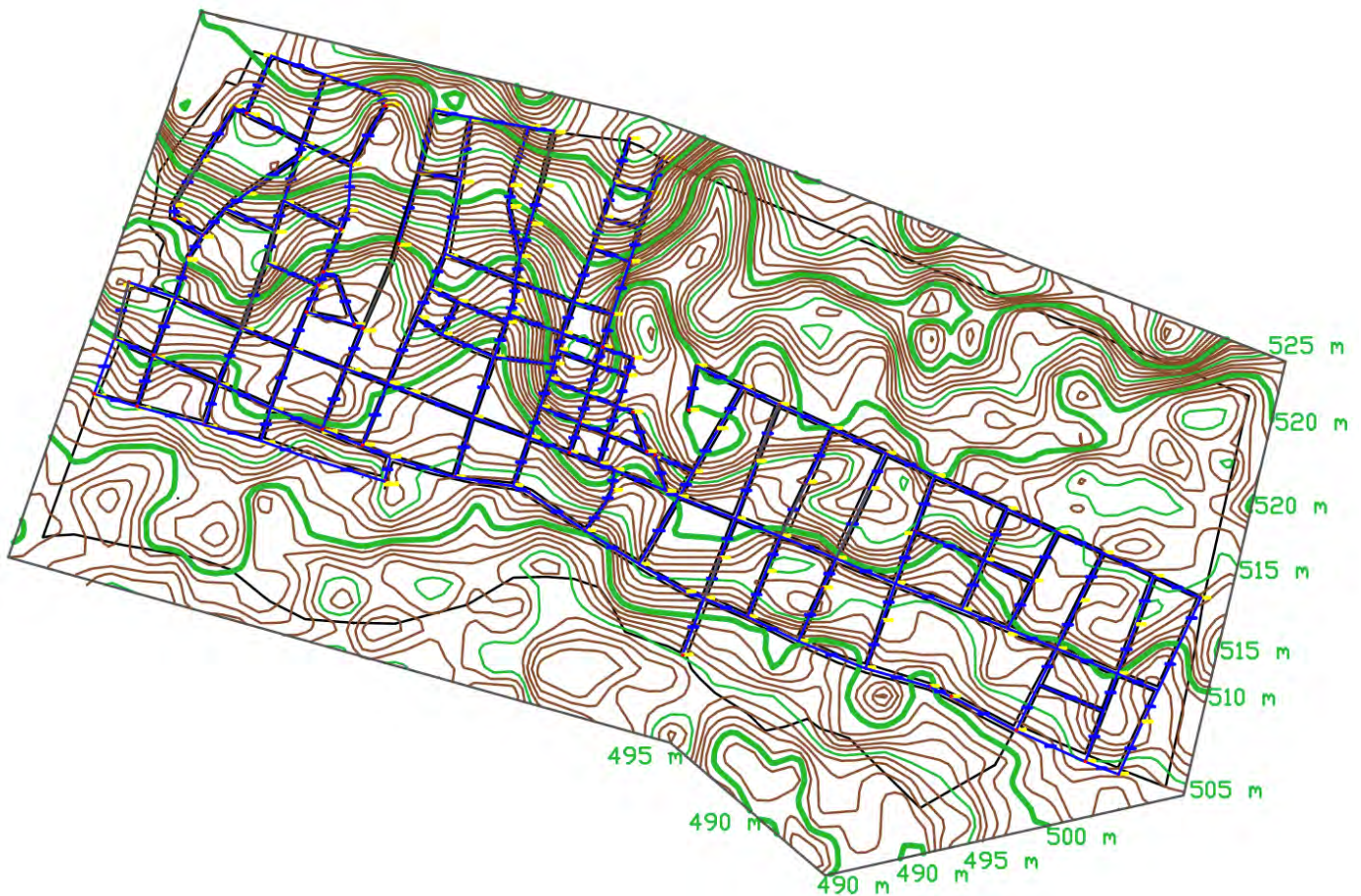


ILUSTRACIÓN 17. TOPOGRAFÍA DE LA CABECERA MUNICIPAL ABASOLO N.L.

5.2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Como ya se mencionó anteriormente, la infraestructura existente en lo que se refiere a la red de agua potable, un 94.2% de las viviendas habitadas cuentan con agua entubada; en el rubro de drenaje, se cuenta con un 93.8% de las viviendas disponen de este servicio; sin embargo, si bien existe una la red de atarjeas, esta sólo cubre el 30 % de la zona urbana, por lo que se considera que no es óptimo; además, se tienen tuberías, pozos de visita, brocales, subcolectores y colectores muy antiguos, los cuales han superado su vida útil, y por lo que frecuentemente se presentan problemas asociados a esta condición como es el colapso de tuberías y afectación del estado de las mismas, al grado de hacerlas desaparecer, aunado a las infiltraciones de agua subterránea presentes por el tipo de suelo de la región; consecuentemente, hay obstrucciones al sistema, dando como resultado el ahogamiento de las redes y el afloramiento de las aguas residuales hacia la superficie, lo que provoca reponer infraestructura de alcantarillado, con los costos que esto conlleva.

5.2.1. CALLES PAVIMENTADAS

La comunidad de Abasolo cuenta con recubrimiento de pavimento o concreto en la mayor parte de sus calles, como se puede observar en la **Ilustración 18**; y una pequeña porción, aproximadamente 15% no tiene recubrimiento.



ILUSTRACIÓN 18. CALLES PAVIMENTADAS DE LA CABECERA MUNICIPAL ABASOLO N.L.

Fuente (INEGI, 2016)

Dentro de las calles pavimentadas, destaca la avenida principal de la población, llamada Alfonso Martínez Domínguez, con una longitud de casi 2 kilómetros; además de ser el camino de entrada a la localidad, sobre ella se encuentra la Plaza de Armas y la Presidencia Municipal, entre otras construcciones tan civiles como religiosos.

5.2.2. CRUCE DE CARRETERA

La población de Abasolo cuenta con un cruce de carretera y es la intersección entre la carretera federal No. 53 con el camino estatal Nuevo León 72, que es entrada principal a la localidad, este cruce se encuentra a una distancia aproximada de 850 m; aclarando que el camino estatal Nuevo León 72, se convierte al paso por la localidad en la calle principal, llamada Alfonso Martínez Domínguez.



ILUSTRACIÓN 19. CRUCES DE CARRETERA DE ABASOLO N.L.

Fuente: (INEGI, 2014)

5.2.3. PUENTES

La Comunidad de Abasolo cuenta con un puente, el cual forma parte de la carretera Nuevo León 72, mediante este se libra el Río Salinas y permite el acceso a la localidad. Para el caso de nuestro proyecto no será necesario cruzar con esta infraestructura.



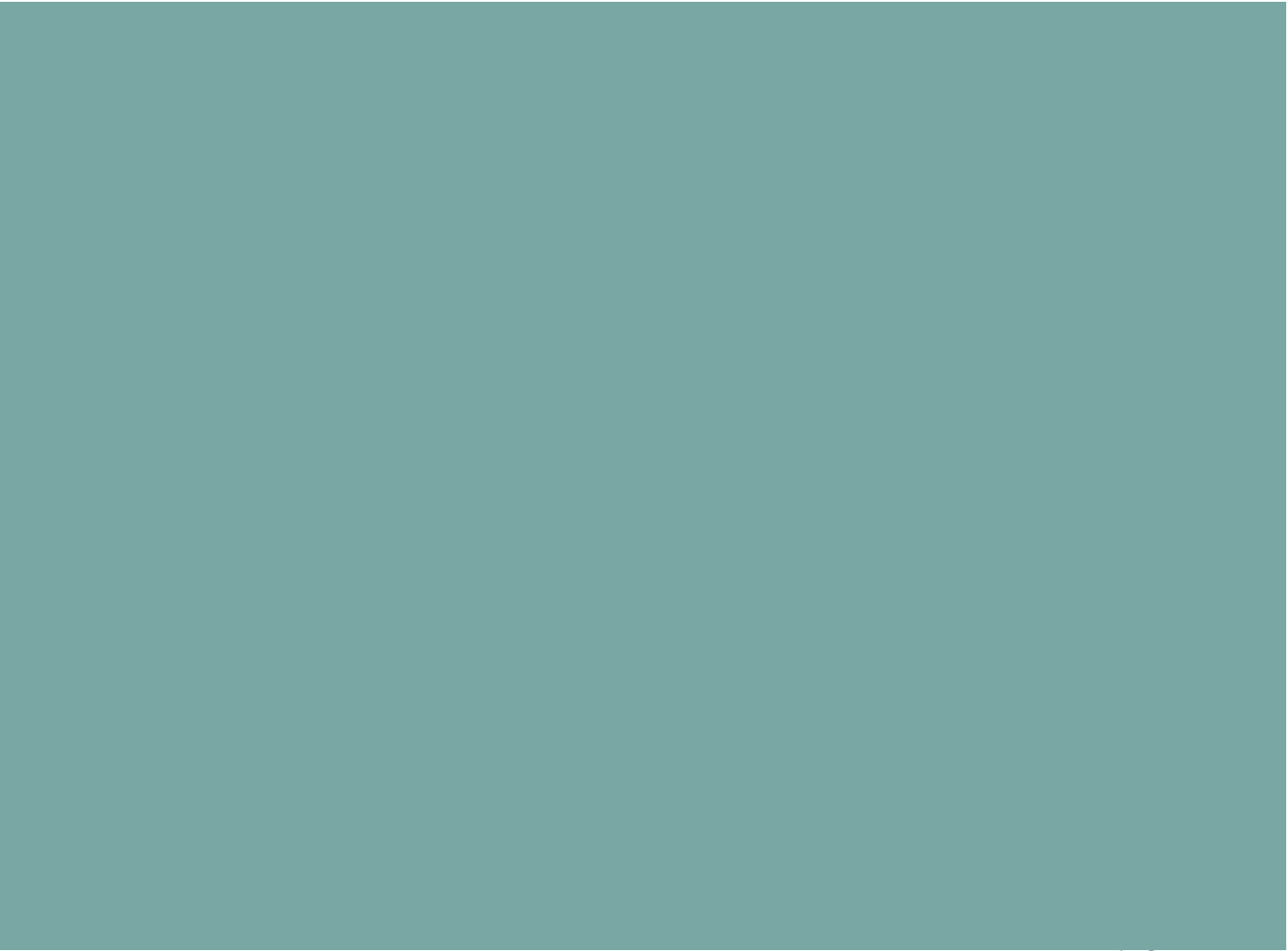
ILUSTRACIÓN 20. PUENTE JOSÉ MARIANO JIMÉNEZ.

Fuente: (Bing, 2019)



CAPÍTULO 6

DISEÑO HIDRÁULICO



6. DISEÑO HIDRÁULICO

6.1. ANTECEDENTES DE DISEÑO HIDRÁULICO Y SUS VARIABLES.

6.1.1. ANTECEDENTES DE DISEÑO HIDRÁULICO

En la red de atarjeas y en las tuberías sólo debe considerarse la condición de flujo a superficie libre, para simplificar el diseño, se suponen condiciones de flujo establecido. A continuación, se muestra la ecuación de continuidad para un escurrimiento continuo permanente (Ruíz Chavez & García Acevedo, 2016).

$$Q = VA \quad (\text{EC. 1})$$

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.

$$V = \frac{1}{n} R_h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{EC. 2})$$

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 fórmula:

$$R_h = \frac{A}{P_m} \quad (\text{EC. 3})$$

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 **Ilustración 21** se presentan las relaciones hidráulicas y geométricas para el cálculo de la red de alcantarillado usando secciones circulares.

Elementos Hidráulicos de la Sección Circular Subíndice "o" indica condición de lleno total

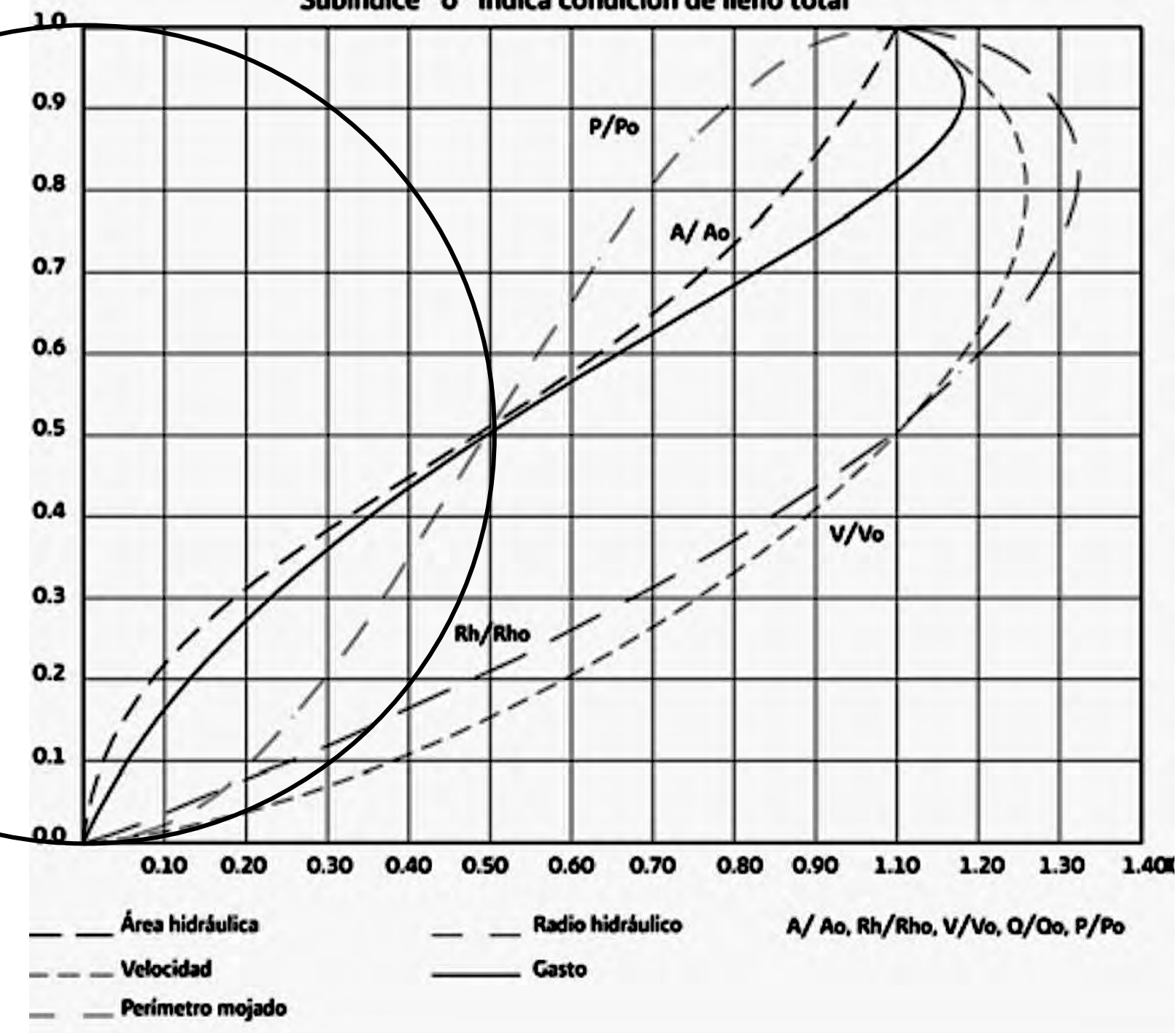


ILUSTRACIÓN 21. ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE LA SECCIÓN CIRCULAR
Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

TABLA 15. COEFICIENTE DE FRICCIÓN N DE MANNING

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

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

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 15 se observan los valores de n para cada material; en 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 **Ilustración 22**.

$$\theta = 2\cos^{-1}(1 - d/r) \quad (\text{EC. 4})$$

$$d = r(1 - \cos \theta/2) \quad (\text{EC. 5})$$

$$P_m = \pi D \theta / 360 \quad (\text{EC. 6})$$

$$r_h = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{360 \text{Sen} \theta}{2\pi \theta} \right) \quad (\text{EC. 7})$$

$$A = r^2 \left(\frac{\pi \theta}{360} - \frac{\text{Sen} \theta}{2} \right) \quad (\text{EC. 8})$$

Donde:

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

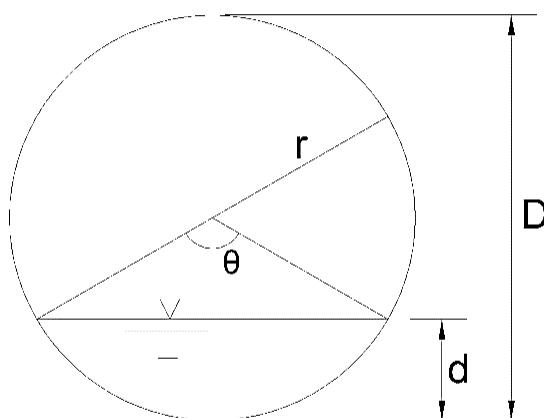


ILUSTRACIÓN 22. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE UNA TUBERÍA

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

6.1.2. VARIABLES HIDRÁULICAS PERMISIBLES

Velocidades

- **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 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.
- **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 16.

TABLA 16. VELOCIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS PERMISIBLES PARA DIFERENTES MATERIALES.

Material	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
acero (sin revestimiento, revestido y galvanizado)	3	0.3
Concreto reforzado	5	
Concreto simple		
Fibro cemento		
Polietileno alta densidad (PEAD)		
Policloruro de vinilo (PVC)		
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	3	

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

Pendientes

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

Para el caso de pendientes pronunciadas, donde no se pueda seguir la pendiente del terreno, será necesario hacer escalonamiento en el perfil de la línea de drenaje, utilizando para este caso tuberías que no sean afectadas por el sulfuro de hidrógeno que se produce en las caídas libres, gas tóxico que aumenta los malos olores de las aguas residuales, propiciando la contaminación del aire.

Las pendientes en las tuberías deberán seguir, hasta donde sea posible, el perfil que tiene nuestro terreno natural, para así tener excavaciones mínimas, pero sin olvidar las restricciones de velocidad y de tirantes mínimos mencionadas anteriormente, así como también la ubicación y topografía de los lotes a los que se proporcionará servicio.

En casos especiales donde la pendiente del terreno sea muy fuerte, es conveniente considerar en el diseño tuberías de materiales que puedan permitir velocidades altas, y realizar 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.

En la **Ilustración 23** aparecen las pendientes mínimas recomendadas para los diferentes tipos de tuberías.

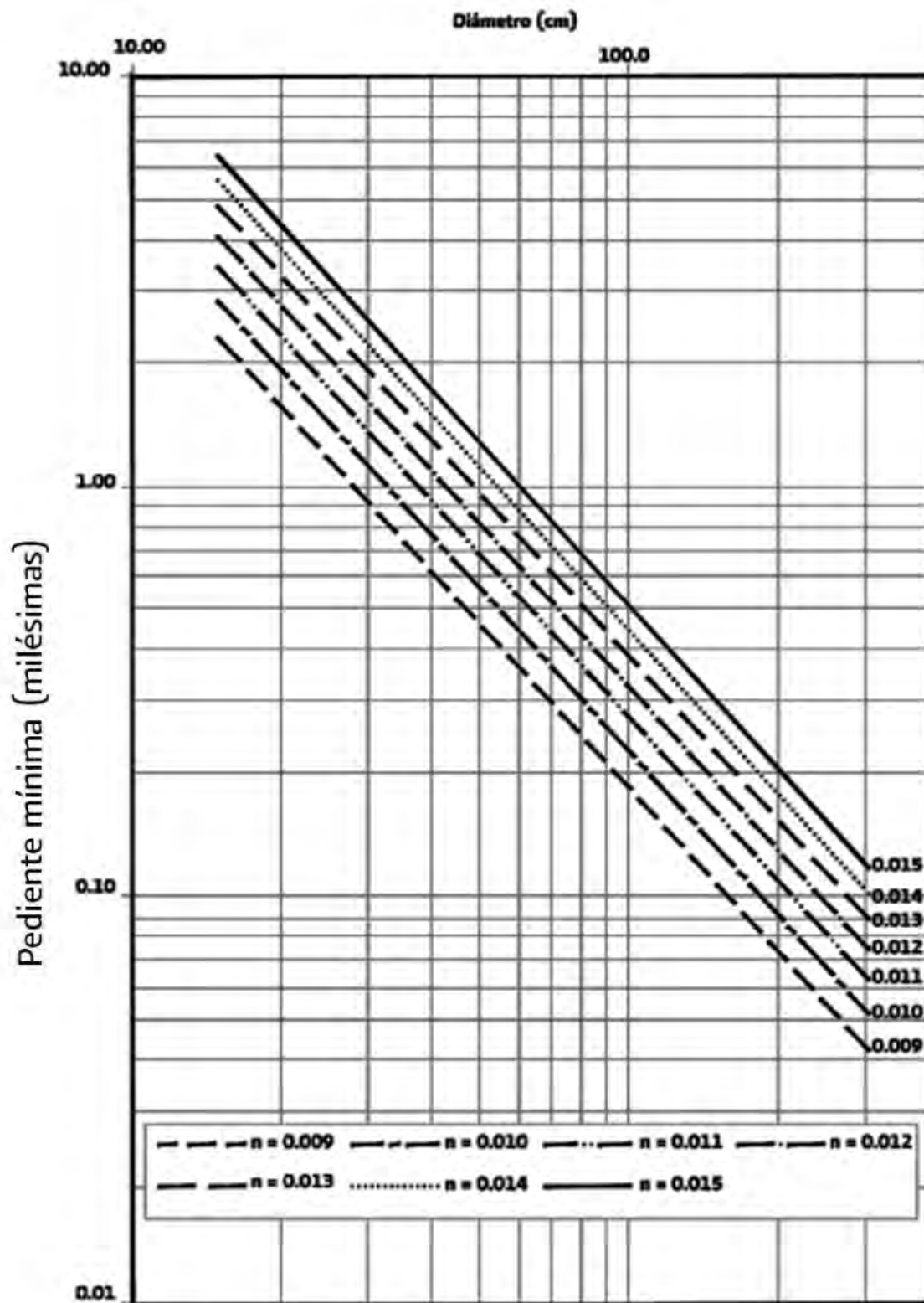


ILUSTRACIÓN 23. PENDIENTE MÍNIMA PARA $V=0.6$ M/S A TUBO LLENO
Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

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 diversos factores, entre los cuales destacan: el gasto máximo extraordinario de diseño, las características topográficas y de mecánica de suelos de la localidad, el tipo de material de la tubería y los diámetros comerciales disponibles en el mercado.

Para cualquier caso la elección del diámetro en lo respectivo, depende de las velocidades permisibles y del aprovechamiento máximo de la capacidad hidráulica del tubo para trabajar a superficie libre.

6.2. DETERMINACIÓN DE POBLACIÓN ACTUAL Y PROYECTO, PERIODO DE DISEÑO Y VIDA ÚTIL (2021-2041)

6.2.1. POBLACIÓN ACTUAL

La población actual es la proyectada a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), ya que es nuestra principal y más confiable fuente de información.

En la **Tabla 17** se muestran los datos censales y conteos realizados por el INEGI.

TABLA 17. CENSOS Y CONTEOS DE LA CABECERA MUNICIPAL ABASOLO N.L.

Año	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1950	Censo	305	-	-
1960	Censo	236	-	-
1970	Censo	398	-	-
1980	Censo	712	-	-
1990	Censo	1373	-	-
1995	Conteo	1,945	1004	941
2000	Censo	2,514	1,288	1226
2005	Conteo	2,746	1,378	1,368
2010	Censo	2,791	1,406	1,385
2015	Conteo	2,639	-	-
2020	Censo	2,974	-	-

Fuente: (INEGI, 2020)

6.2.2. POBLACIÓN DE PROYECTO

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del período de diseño, tanto para el sistema de agua potable y alcantarillado como para este proyecto, considerando una vida útil de 20 años, comenzando desde el año 2021 hasta el año 2041.

La proyección de la población para el año 2041, de acuerdo con nuestro periodo de diseño de 20 años, se realizará con base a como lo establece la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en la Norma Técnica NT-011-CNA-2001 “Métodos de proyección de población”.

Con base a la Norma Técnica antes mencionada y los datos de la población obtenidos, podemos considerar que se tiene un caso C-1 en la clasificación de métodos. El cual no cuenta con proyecciones CONAPO o similares, pero sí existen censos recientes y acceso a catastros o estadísticas de organismos locales, en este caso se estima que permanecerá el mismo índice de marginalidad y estructura socioeconómica, así como movimientos migratorios similares (CONAGUA, 2001).

Siguiendo la NT-011-CNA-2001 se determina la tasa de crecimiento promedio entre los dos últimos censos o conteos (los más actuales), aplicando la siguiente fórmula.

$$TC\% = \left[\left(\frac{Pi + n}{Pi} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] 100 \quad (EC.9)$$

Donde:

- **Pi** es la población que existe al iniciar el periodo de tiempo “i” (hab)
- **Pi+n** es la población que habrá “n” periodos después del tiempo “i” (hab)
- **Tc** es la tasa de crecimiento promedio entre par de periodos consecutivos (%)

Considerando los últimos 2 censos (en el conteo de 2015 tenemos un decremento en la población), de la Tabla 17 sustituimos en la fórmula anterior para obtener una tasa de crecimiento del 0.64%.

$$TC\% = \left[\left(\frac{2974}{2791} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \right] 100 = 0.64\% \quad (EC.10)$$

La proyección de la población se calculará para periodos de 5 años (n), utilizando la tasa de crecimiento antes calculada del 0.64%, tal y como lo menciona la NT-011-CNA-2001 al no tener datos de CONAPO. La población estimada se calcula con la siguiente ecuación.

$$P_{i+n} = P_i(1 + Tc)^n \quad (EC.11)$$

Donde:

- **P_i** es la población inicial “i” (hab)
- **P_{i+n}** es la población que habrá “n” periodos después del tiempo “i” (hab)
- **Tc** la tasa de crecimiento promedio entre par de periodos (adimensional)

TABLA 18. POBLACIÓN ESTIMADA PARA EL PERIODO 2021-2041

Año	Tasa de crecimiento		Población inicial (P_i)	Población estimada (P_{i+n})
	Tc%	Periodo		
2020	0.64	2010-2020	2,974	2,974
2021	0.64	2020-2021		2993
2026	0.64	2021-2036		3090
2031	0.64	2026-2031		3190
2036	0.64	2031-2036		3294
2041	0.64	2036-2041		3400

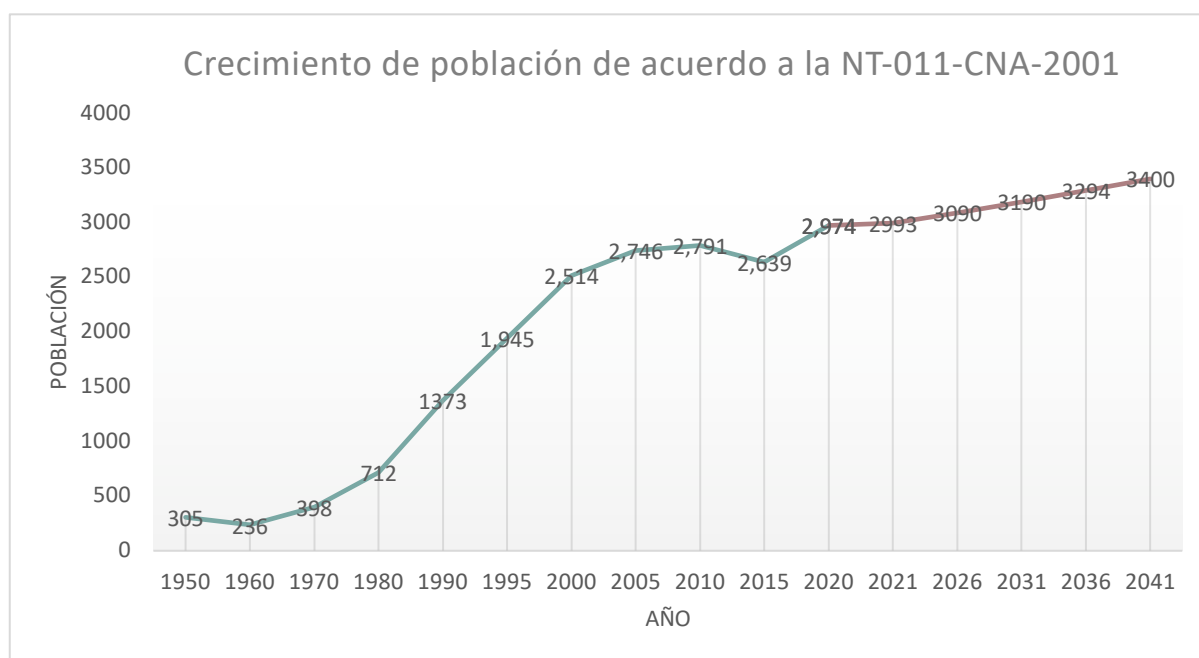


ILUSTRACIÓN 24. CREMIENTO DE POBLACIÓN DE ACUERDO A LA NT-011-CNA-2001

La población para el final de la vida útil de la red de alcantarillado, según las estimaciones correspondientes, será de **3400 habitantes** para el año 2041.

Para comparar con otros métodos numéricos la predicción de la población de proyecto, se utilizó el método geométrico con base en los datos del INEGI, y al comparar los valores obtenidos fueron muy similares, como se observa en la **Tabla 19**.

TABLA 19. CRECIMIENTO DE POBLACIÓN CON EL MÉTODODO GEOMÉTRICO

Año	población
1950	305
1960	236
1970	398
1980	712
1990	1373
1995	1,945
2000	2,514
2005	2,746
2010	2,791
2015	2,639
2020	2,974
2021	2993
2026	3090
2031	3189
2036	3292
2041	3398

A continuación, se muestran las fórmulas empleadas para este método.

$$r = \left(\frac{Pob\ 2020}{Pob\ 2010} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \quad (EC.12)$$

$$P = Pi(1 + r)^{t-ti} \quad (EC.13)$$

Donde:

- r es la tasa de crecimiento geométrico
- P es la población futura
- Pi es la población del último censo
- t es el tiempo futuro
- ti es el tiempo inicial

Con las ecuaciones anteriores obtuvimos los siguientes datos para el año 2021 como se observa en la **Tabla 20**.

TABLA 20. PASOS A SEGUIR DEL MÉTODO GEOMÉTRICO

1.- Calcular Tasa de crecimiento geométrico			
$r =$	0.006370998		
2.- estimar el valor de la población			
	$(1+r) =$	1.006371	
Población 2021=	2993		

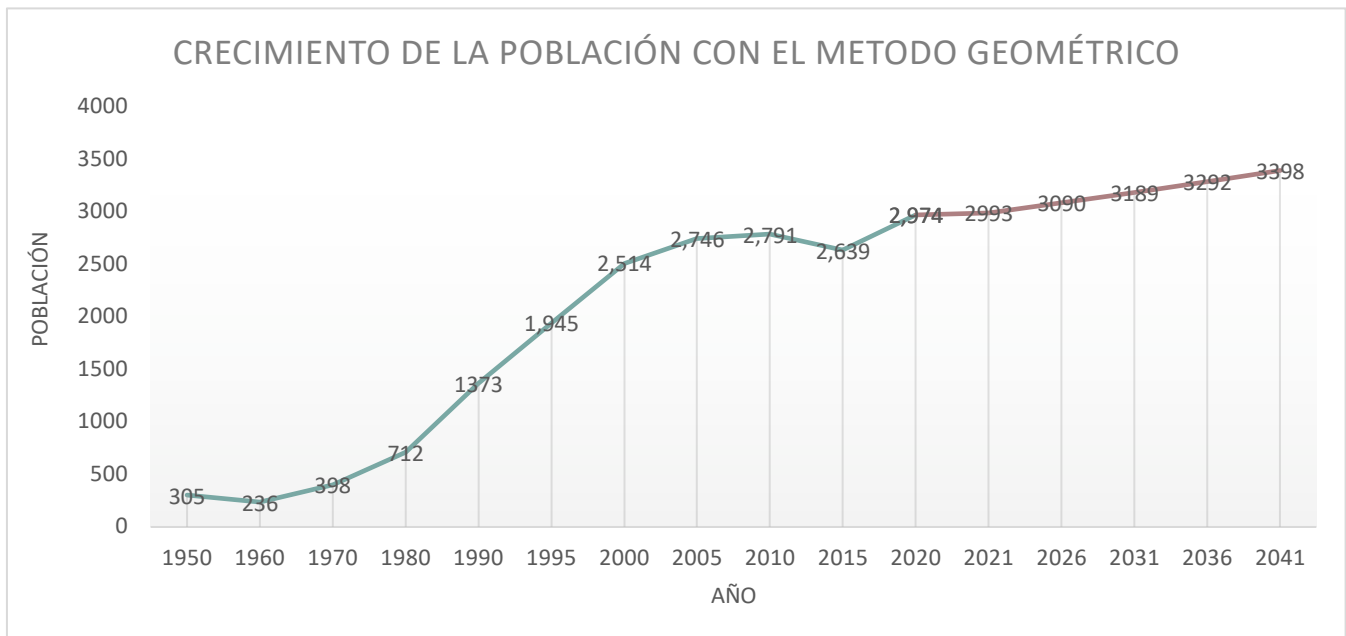


ILUSTRACIÓN 25. CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN CON EL MÉTODO GEOMÉTRICO

6.3. DETERMINACIÓN DE GASTOS DE DISEÑO (AGUA RESIDUAL)

De acuerdo a lo establecido en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, se obtiene el criterio de valorar el gasto de dotación de drenaje sanitario como un porcentaje del gasto de consumo de agua potable (CONAGUA, 2019).

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.

6.3.1. DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

Para poder calcular el gasto medio es necesario primero calcular la Dotación de agua potable para así mismo determinar la aportación de aguas residuales por día.

Para este proyecto la dotación de agua potable se calculará con ayuda de las siguientes tablas obtenidas de Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS de CONAGUA, 2007)

TABLA 22. DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA SEGÚN CLASES SOCIOECONOMICAS

Clase socio Económica	Descripción de la vivienda
Residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o más baños, jardín de 50 m ² o más, cisternas, Lavadora, etc.
Media	Casas y departamentos que cuentan con uno o dos baños, jardín de 15 a 35 m ² y tinaco.
Baja	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias las cuales cuentan con un jardín de 2 a 8 m ² , con un solo baño o compartimiento.

TABLA 21. TABLA DE TIPO DE CLIMA SEGUN SU TEMPERATURA

Temperatura media anual (°C)	Tipo de clima
Mayor de 22	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrío
Menor a 5	Frío

TABLA 23. CONSUMO DOMÉSTICO PERCÁPITA

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA L/HAB/DÍA		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
CÁLIDO	400	230	185
SEMICÁLIDO	300	205	130
TEMPLADO, SEMIFRÍO Y FRÍO	250	295	100

De acuerdo con la tabla 22, la comunidad de Abasolo, Nuevo León tiene un tipo de clima semicálido ya que su temperatura media anual es de 20°C. Al contar con los datos de temperatura y su clasificación socioeconómica proporcionado por el INEGI y CONEVAL se puede calcular los porcentajes de los tipos de viviendas.

Al realizar el análisis socioeconómico de las viviendas se puede determinar que existe un 86.5% de viviendas de tipo residencial un 11.7% de viviendas de nivel medio y tan solo un 1.8% de tipo popular por lo que al calcular la dotación obtenemos lo siguiente:

TABLA 24. CÁLCULO DE LA DOTACIÓN DE AGUA POTABLE.

Clase Socioeconomica	Consumo Domestico Per Cápita (l/hab/día)	Poblacion Por Clase Socioeconómica (%)	Consumo Domestico (L/hab/día)	Dotación (L/hab/día)
Residencial	300	86.5	259.5	285.82
Media	205	11.7	23.98	
Popular	130	1.8	2.34	

La aportación de aguas residuales de la red está en función de la dotación de la localidad por ello se hizo un análisis para poder obtener la aportación el cual representa el 75% de la dotación por las perdidas.

$$Ap = 0.75 \text{Dotación} \quad (\text{EC.14})$$

$$Ap = (0.75)(285.82) = 214.37 \text{ l/hab/día} \quad (\text{EC.15})$$

6.3.2. GASTO MEDIO

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. La CONAGUA considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente, por lo que no se adicionará al caudal de aguas negras el volumen por infiltraciones. En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas negras en cada tramo de la red se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = \frac{Ap P}{86400} \quad (\text{EC.16})$$

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.
- **86400** son el número de segundos en un día.

Para localidades con zonas industriales que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes considerables, se debe adicionar al gasto medio, el gasto de aportación el cual se debe obtener del porcentaje de aportación para cada una de estas zonas, independientemente de las habitacionales, sin embargo, no es el caso de este proyecto.

$$Q_{med} = \frac{(214.37) (3400)}{86400} = 8.44 \text{ l/s} \quad (\text{EC.17})$$

6.3.3. GASTO MÍNIMO

El gasto mínimo es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto; en los proyectos generalmente se considera como gasto mínimo a la mitad del gasto medio, teniendo entonces la siguiente ecuación.

$$Q_{min} = 0.5 Q_{med} \quad (\text{EC.18})$$

Donde:

- ***Q_{min}*** es el gasto mínimo
- ***Q_{med}*** es el gasto medio

En la **Ilustración 26** se observa los valores del gasto mínimo, estos también pueden ser utilizados para el diseño de alcantarillado; se puede observar que el límite inferior es de 1.5 l/s, lo cual nos indica que cuando se obtengan valores inferiores a este se debe utilizar el de 1.5 l/s para el diseño.

$$Q_{min} = 0.5 (8.44) = 4.22 \text{ l/s} \quad (\text{EC.19})$$

6.3.4. GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede dar en un instante y se puede obtener de la siguiente forma:

$$Q_{max. inst} = M * Q_{med} \quad (\text{EC.20})$$

La estimación del gasto máximo instantáneo, se hace afectando con un coeficiente "***M***" al gasto medio, que para el caso de la zona habitacional es llamado coeficiente de Harmon y este se calcula con la siguiente ecuación:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \quad (\text{EC.21})$$

Donde:

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

Este coeficiente de variación máxima se aplica tomando las siguientes consideraciones:

- a) En tramos con una población acumulada inferior a los 1,000 habitantes, el coeficiente “**M**” es constante e igual a 3.8.
- b) Para una población acumulada mayor que 63,454, 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.

Lo anterior resulta de considerar al alcantarillado como un reflejo de la red de distribución de agua potable, ya que el coeficiente “**M**” se equipará con el coeficiente de variación del gasto máximo horario necesario en un sistema de agua potable, cuyo límite inferior es de $1.40 \times 1.55 = 2.17$.

El coeficiente “**M**” en zonas industriales, comerciales y públicas presenta otro tipo de ley de variación; sin embargo, siempre que sea posible, debe hacerse un aforo del caudal de las aguas residuales en las tuberías existentes para determinar sus variaciones reales, de no ser posible disponer de esta información, el coeficiente “**M**” podrá ser de 1.5 en zonas comerciales, industriales y públicas.

Diámetro (cm)	No. de excusados	Excusado de 16 litros		Excusado de 8 litros	
		Aportación por descarga (l/s)	Gasto mínimo Aguas Negras (l/s)	Aportación por descarga (l/s)	Gasto mínimo Aguas Negras (l/s)
20	1	1.5	1.5	1.0	1.0
25	1	1.5	1.5	1.0	1.0
30	2	1.5	3.0	1.0	2.0
38	2	1.5	3.0	1.0	2.0
46	3	1.5	4.5	1.0	3.0
61	5	1.5	7.5	1.0	5.0
76	8	1.5	12.0	1.0	8.0
91	12	1.5	18.0	1.0	12.0

ILUSTRACIÓN 26. GASTO MÍNIMO PARA AGUAS RESIDUALES.

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{3400}{1000}}} = 3.40 \quad (\text{EC.22})$$

Al obtener el coeficiente se puede calcular el gasto máximo instantáneo como se muestra en la siguiente ecuación.

$$Q_{\text{max. inst}} = (3.4)(8.44) = 28.64 \text{ l/s} \quad (\text{EC.23})$$

6.3.5. 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 son las bajadas de aguas pluviales de azoteas, patios o las provocadas por un crecimiento demográfico no considerado. Este gasto se utiliza para prever los excesos en las aportaciones que puede recibir la red de alcantarillado sanitario, por lo cual con este se determina el diámetro adecuado para los conductos. Para calcular este gasto se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{\text{Max ext}} = CS Q_{\text{Max inst}} \quad (\text{EC.24})$$

Donde:

- $Q_{\text{Max ext}}$ = Gasto máximo extraordinario, en l/s.
- CS = Coeficiente de seguridad adaptado.
- $Q_{\text{Max inst.}}$ = Gasto máximo instantáneo, en l/s.

En el caso que se diseñe con un plan de desarrollo urbano que no permita el crecimiento desordenado y no existan aportaciones pluviales de otros predios, ya que se utilizará un sistema de drenaje pluvial separado, el coeficiente de seguridad (CS) tendrá un valor de 1; sin embargo, en los casos que se diseñe la ampliación en un sistema existente de tipo combinado y con aportaciones extraordinarias de origen pluvial, se podrá usar un coeficiente de seguridad (CS) de 1.5 (Ruíz Chavez & García Acevedo, 2016).

$$Q_{\text{Max ext}} = (1.5)(28.64) = 42.97 \text{ l/s} \quad (\text{EC.25})$$

6.4. PLANEACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (TIPO DE TRAZO CON BASE EN LA TOPOGRAFÍA)

Una red de alcantarillado tiene como finalidad recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales, tanto domésticas, industriales y públicas; y así llevar éstas hacia los colectores.

La red está formada por un conjunto de varias tuberías por las cuales son conducidas las aguas residuales. El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de toda la red y progresivamente van acumulándose los caudales, lo que propicia el incremento del diámetro de la tubería, por lo cual en los tramos finales del sentido del flujo se tienen las mayores secciones de diámetro, en consecuencia, podemos deducir que no pueden hacerse reducciones en la tubería aguas abajo cuando la pendiente es constante.

Una red inicia con el albañal el cual recoge las aguas negras de una casa o edificio, la mayoría de las ocasiones el diámetro del albañal es de 15 cm como mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales. Este se divide en albañal interior, es decir, que está dentro de la construcción (casa o edificio), y albañal exterior, el que va del paño exterior de la construcción hasta la atarjea. La conexión entre el albañal y la atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe tener una pendiente mínima del 1%; si el diámetro es de 10 cm, se deberá utilizar una pendiente del 2%.

El albañal exterior va conectado a una atarjea, esta es la tubería que normalmente va por el centro de la calle y recoge el agua de los albañales. El diámetro mínimo para un sistema de drenaje separado en las atarjeas es de 20 cm, y su diseño, en general debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites de la velocidad y de tirante.

La estructura que une dos o más tramos de atarjeas son los pozos de visita, que permiten el acceso por la superficie de la calle y con suficiente espacio para darle paso a una persona para su inspección y maniobras de limpieza; así mismo, dan ventilación a la red para eliminar gases. La unión de la atarjea con el pozo de visita también debe ser hermética. Estos pozos deben ubicarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro; y para dividir tramos que excedan la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación.

La separación máxima entre pozos de visita se puede observar en la Tabla 25, con el objetivo de aprovechar al máximo la capacidad de cada tubo. 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 25. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE POZOS DE VISITA, RESPECTO AL DIÁMETRO.

Diámetro, en m	Separación, en m
0.20-0.76	125 máximo -135 casos extraordinarios.
0.90-1.22	175 máximo -190 casos extraordinarios.
Mayores de 1.22	250 máximo – 275 casos extraordinarios.

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

El trazo de una red de alcantarillado generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle y la ubicación de los frentes de los lotes. Los trazos más usuales son los siguientes:

a) Trazo en bayoneta.

Se denomina así al trazo que, iniciando en una cabeza de atarjea, tiene un desarrollo en zigzag o en escalera como se observa en la **Ilustración 27**.

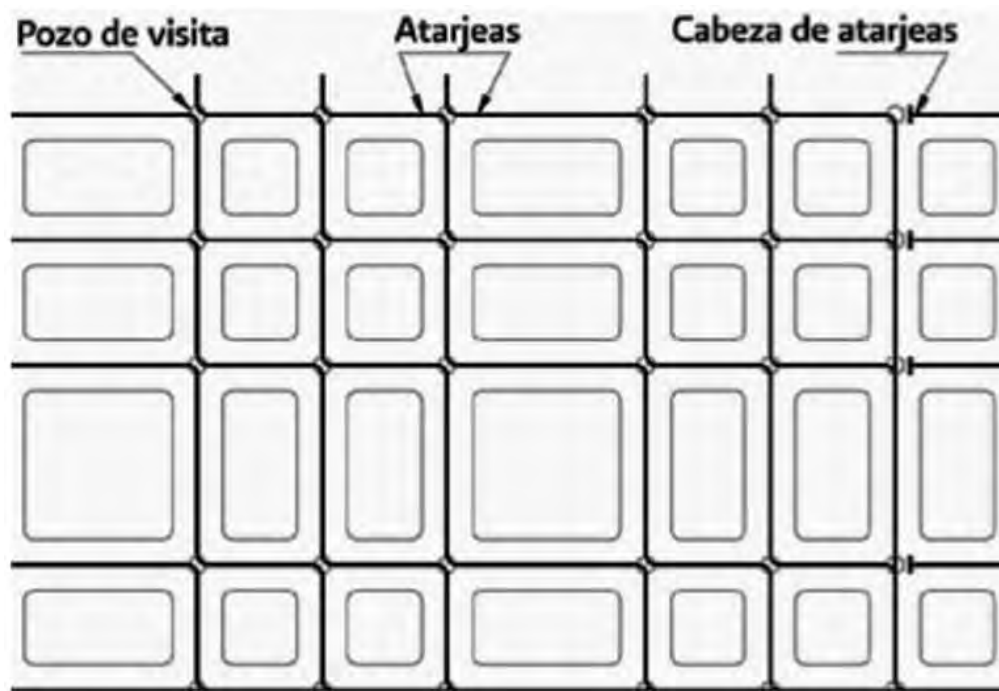


ILUSTRACIÓN 27. TRAZO DE RED DE ATARJEAS EN BAYONETA.

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

Con este trazo se reduce en número de cabezas de atarjeas y permite un mayor desarrollo de éstas logrando con ello aprovechar la capacidad de cada uno de los

conductos. Sin embargo, es necesario tener una topografía con pendientes suaves más o menos estables y definidas.

b) Trazo en peine.

Se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea y descargan en una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas; sin embargo, es importante resaltar que en este trazo no deben existir bifurcaciones, como se observa en la **Ilustración 28**.

Este arreglo garantiza aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas a la tubería común de cada peine y de éstas a los colectores, propiciando un régimen hidráulico establecido. Además, tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta de mucha utilidad cuando la topografía no es favorable.



ILUSTRACIÓN 28. TRAZO DE LA RED DE ATARJEAS EN PEINE.

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

c) Trazo combinado.

Como su nombre lo menciona corresponde a la combinación de los dos trazos anteriores y algunos trazos obligados por lo accidentado de la topografía de la zona.

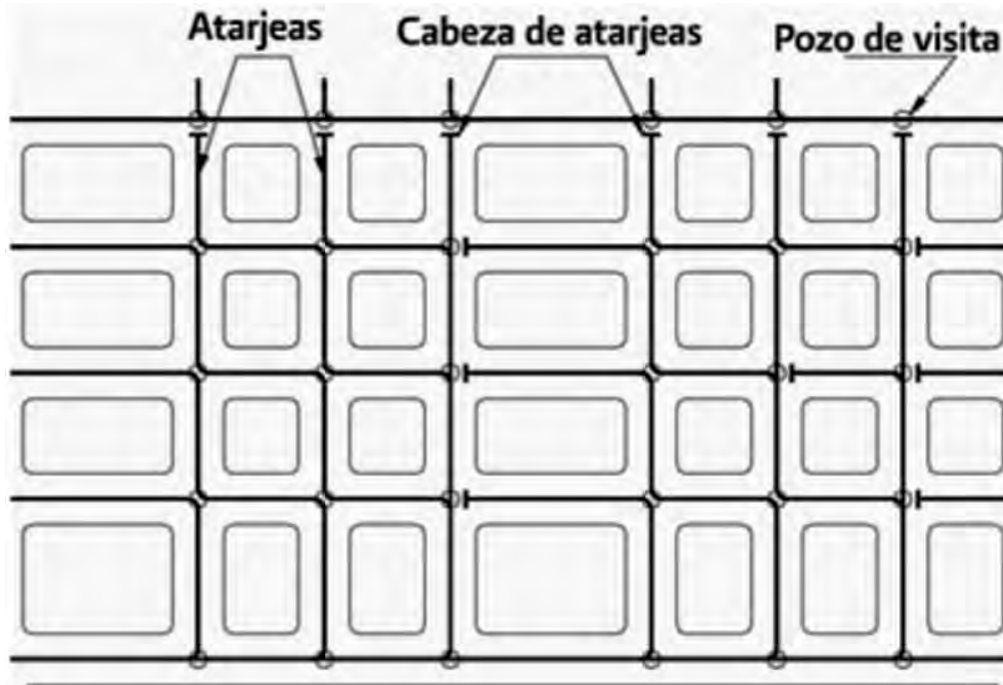


ILUSTRACIÓN 29. TRAZO COMBINADO DE UNA RED DE ATARJEAS.

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

La elección del tipo de trazo depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del sitio de estudio en cuestión.

Dentro de la traza de la población se analizan las calles que llevarán diseño de drenaje, esto mediante el estudio de la población y el número de casas de la localidad; en la **Ilustración 30**, se observan en color amarillo las calles que llevarán la red de drenaje y consecuentemente elegir el tipo de trazo de la red conforme a la topografía.

Para el caso de este proyecto se seleccionó un sistema con base a la traza urbana y la topografía de la población, el cual es un trazo combinado.

En esta población se proyecta un sitio de descarga para la red de atarjeas, esto con base a la topografía de la zona la cual se muestra en la . ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

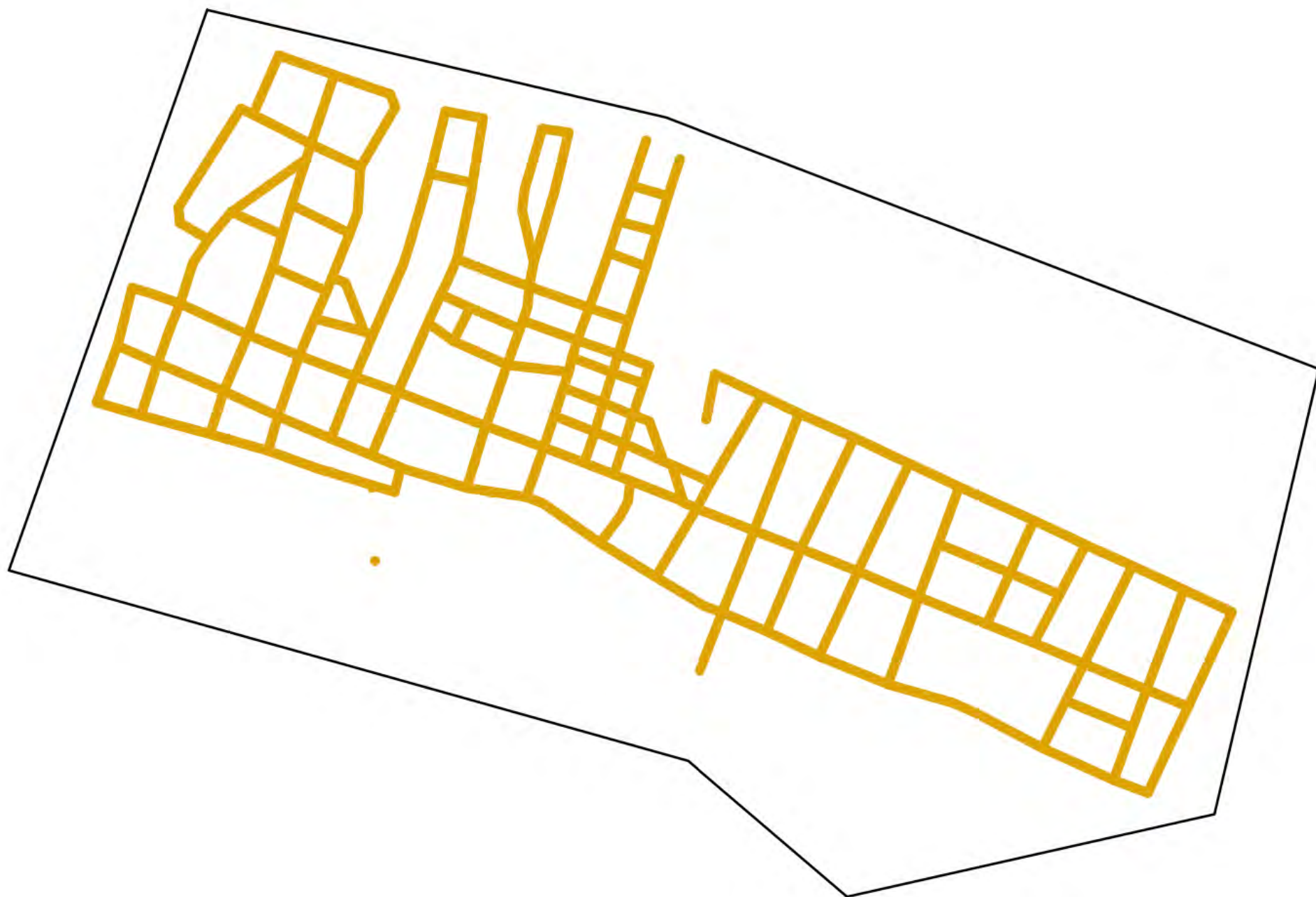


ILUSTRACIÓN 30. CALLES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

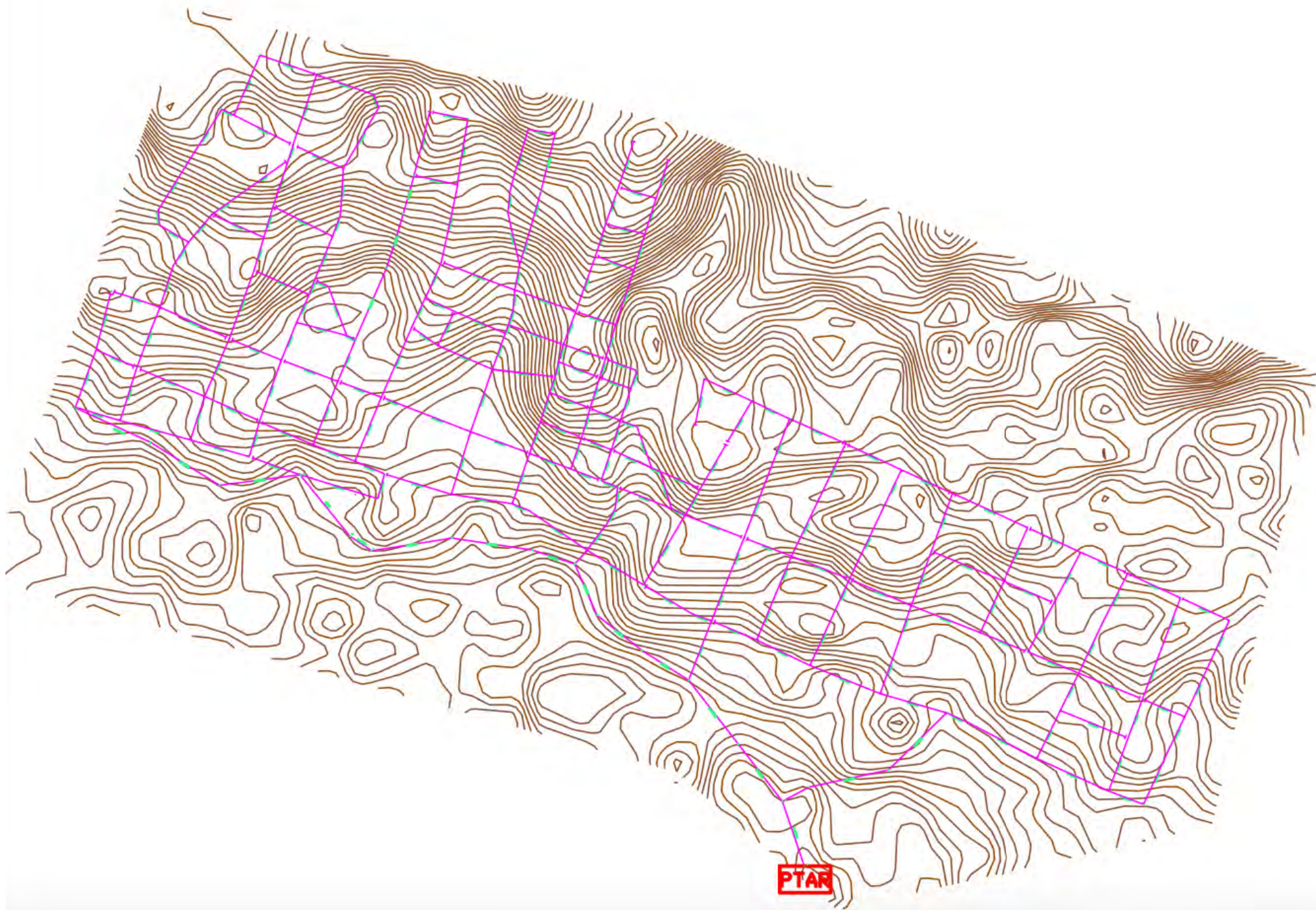


ILUSTRACIÓN 31. TRAZO COMBINADO DE LA RED PARA LA POBLACIÓN DE ABASOLO, N.L.

6.5. POZOS DE VISITA Y COMPONENTES DEL SISTEMA

Los pozos de visita son estructuras de la red de alcantarillado, cuyo interior se tiene acceso por la superficie de la calle; estas permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de Alcantarillado, también se utilizan para unir dos o más tuberías, 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 tanto prefabricados como también contruidos en el sitio de la obra estos últimos se clasifican en:

- a) Pozos de visita tipo común.
- b) Pozos con caída libre.
- c) Pozos con caída adosada.
- d) Pozos de visita tipo especial.
- e) Pozos tipo caja.
- f) Pozos tipo caja de deflexión.
- g) Pozos con caída escalonada.

Los componentes esenciales para los pozos de visita 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

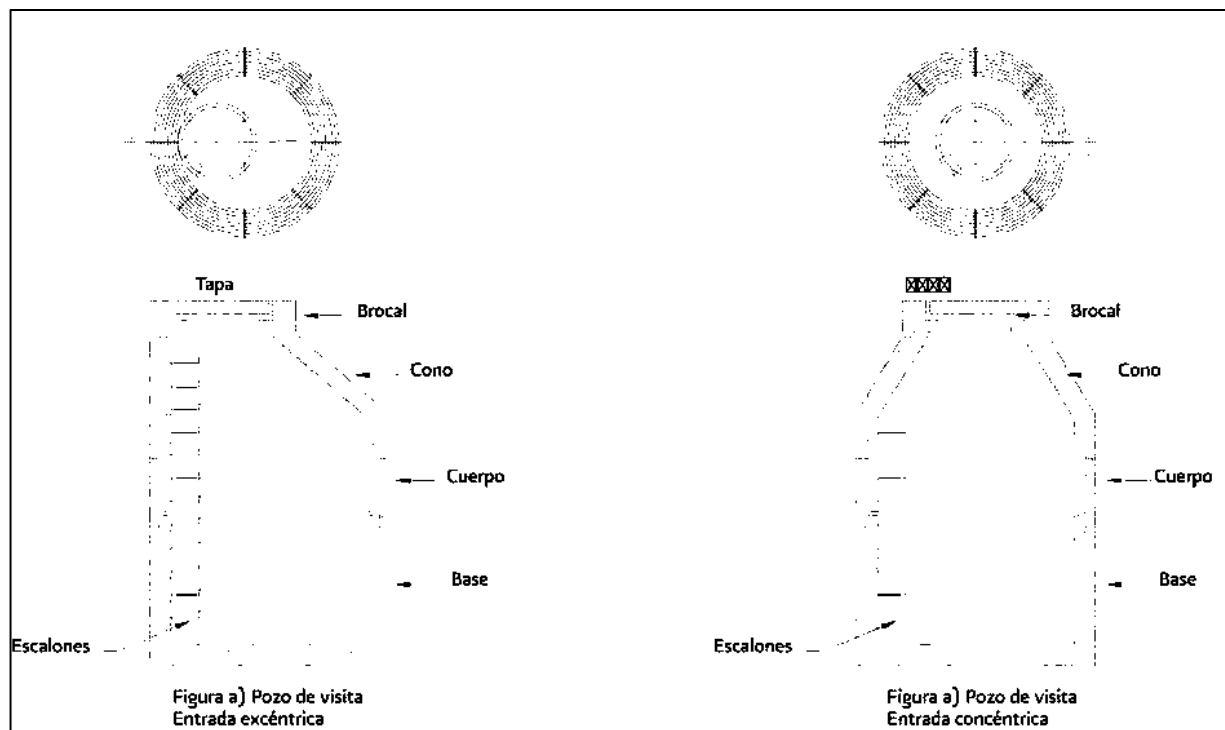


ILUSTRACIÓN 32. COMPONENTES ESENCIALES PARA LOS POZOS DE VISITA.

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

6.5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS POZOS DE VISITA

a) Pozo de visita común

Los pozos de visita comunes están formados por una chimenea con una forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior estos son utilizados hasta 800mm. Los pozos comunes deben asentarse sobre una plantilla de material base con una compactación de 95% **PROCTOR** y contar con un espesor mínimo de 10 cm. En terrenos suaves esta plantilla se construye de concreto armado. Cualquiera que sea el 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.

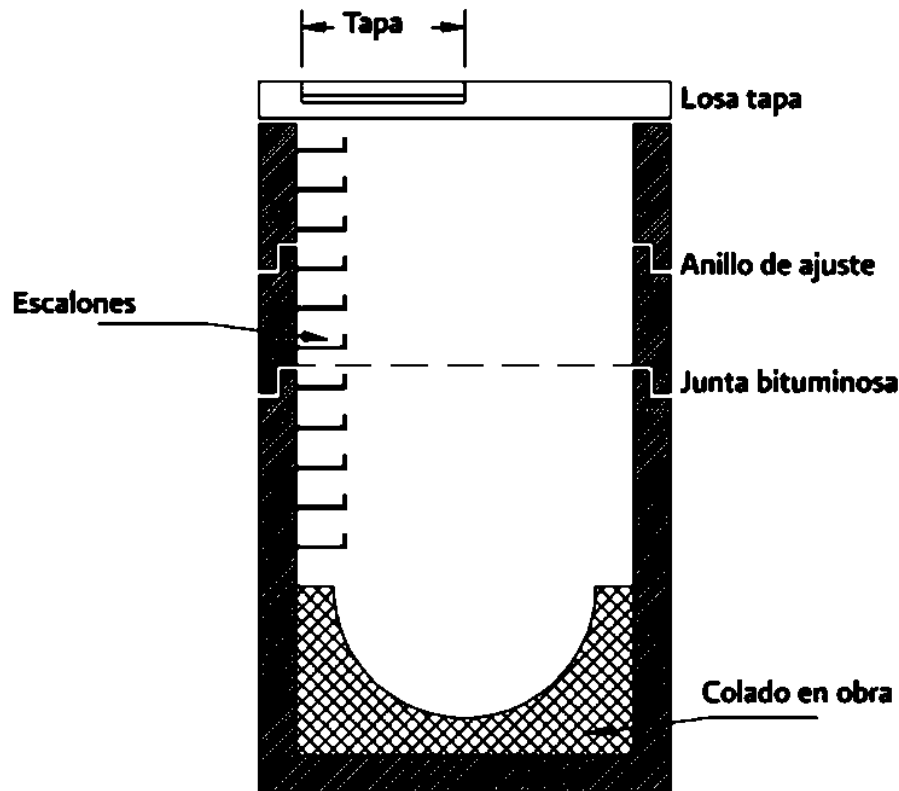


ILUSTRACIÓN 33. POZO DE VISITA COMÚN.

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

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 corrosivo, 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 100 cm, se utiliza para unir tuberías de hasta 76 cm de diámetro, con entronques de hasta 45 cm de diámetro así mismo permiten una deflexión máxima en la tubería de 90 grados.

b) Pozo con caída libre

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 como lo son los pozos de caída libre estos permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial; su diseño se muestra en la **Ilustración 34**.

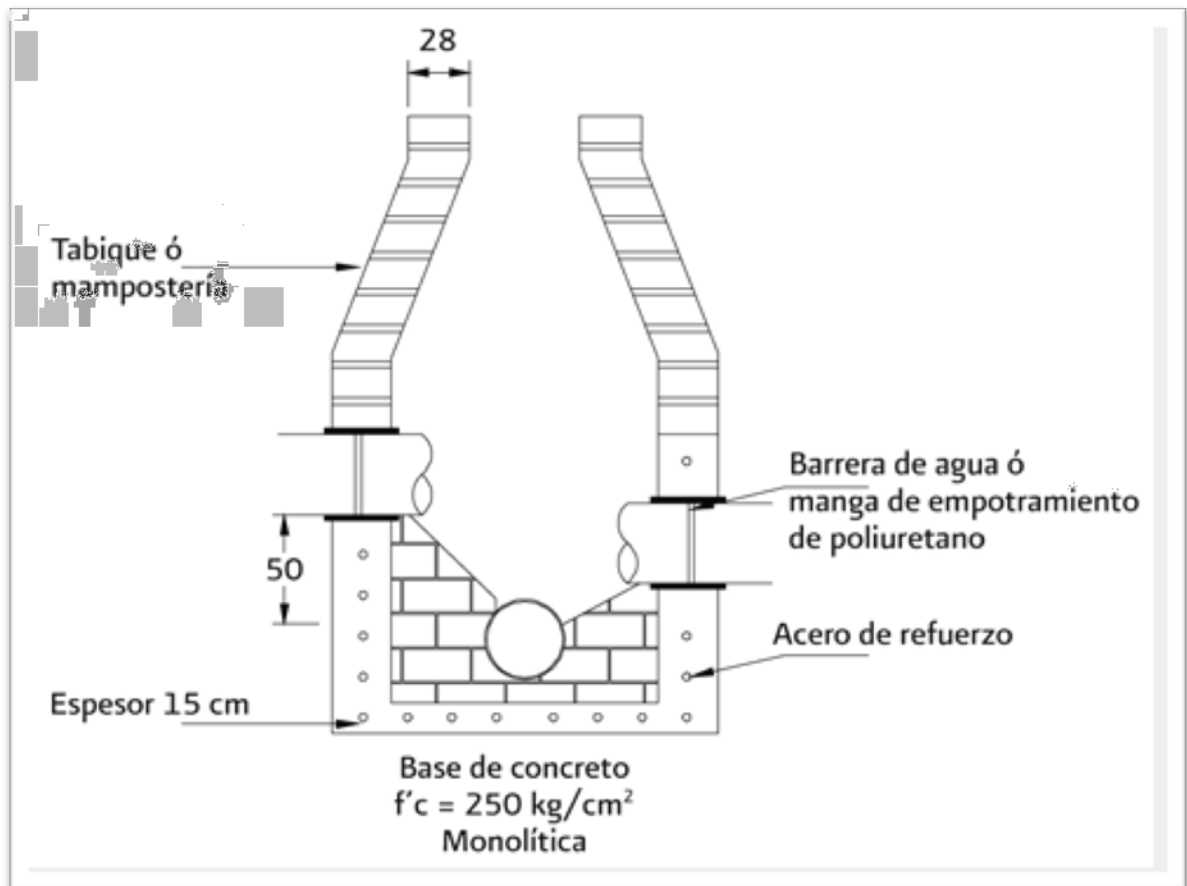


ILUSTRACIÓN 34. POZO DE VISITA CON CAÍDA LIBRE

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

c) Pozo con caída Adosada

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

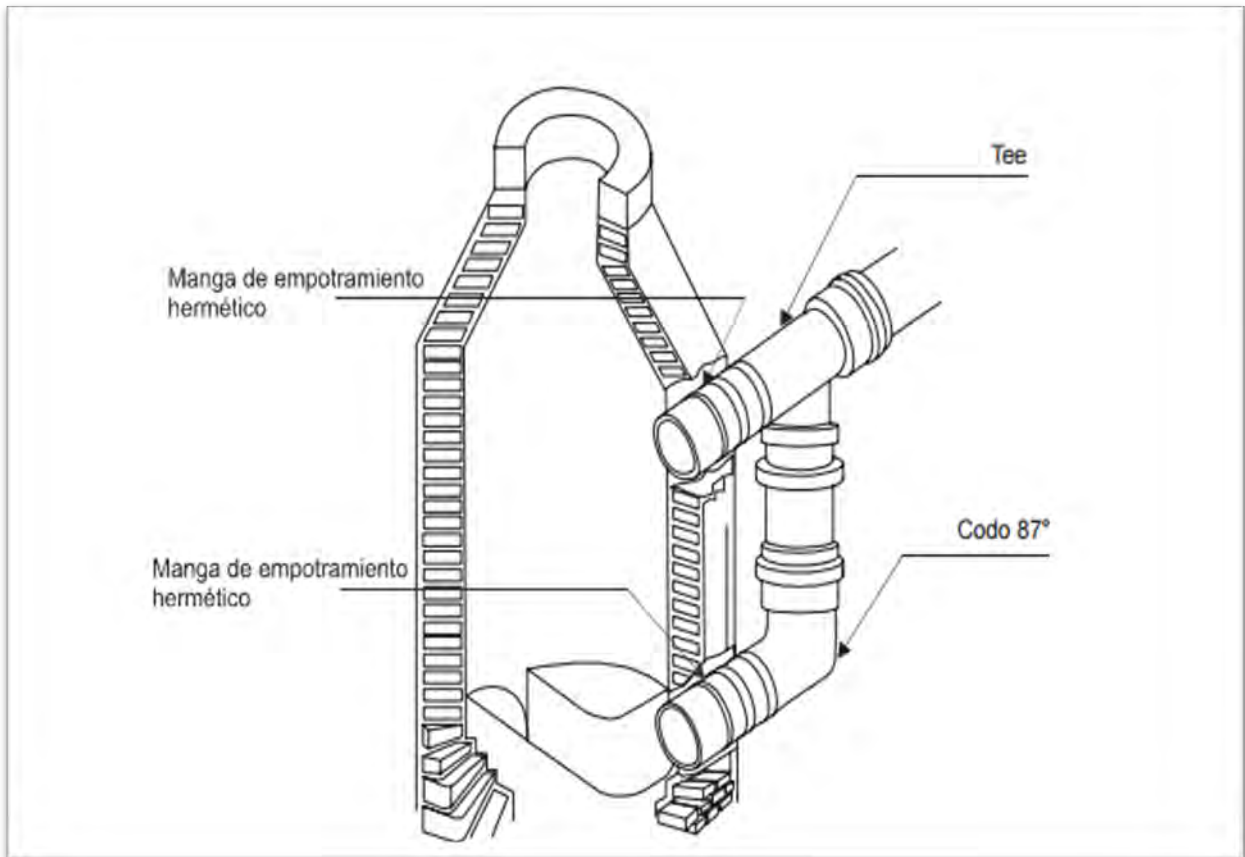


ILUSTRACIÓN 35. POZO DE VISITA CON CAÍDA ADOSADA.

Fuente: (HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, 2017)

NOTA: El apartado 6.5. POZOS DE VISITA Y COMPONENTES DEL SISTEMA es una cita de los apuntes de alcantarillado sanitario y pluvial (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016).

6.6. PENDIENTES Y DIÁMETROS DE LA RED

Las pendientes y los diámetros deben cumplir ciertos parámetros previamente mencionados con el objetivo de evitar azolves, así mismo no encarecer las obras y evitar la producción del sulfuro de hidrógeno (gas tóxico) propiciando la contaminación ambiental.

El diámetro mínimo para la red será de 20 cm (8 in), para evitar obstrucciones, el diámetro propuesto sólo cambiará para los colectores y el emisor el cual será de 25 cm. Los cuales se revisarán desde la parte hidráulica para que cumplan con los parámetros previamente establecidos para el diseño.

Para realizar los cálculos de las pendientes con las cotas de plantillas de los pozos, es proponiendo la profundidad mínima, ya que el criterio es minimizar los volúmenes de excavación, de acuerdo al tipo de pozo ya sea pozo común, cabeza de atarjea exterior o cabeza de atarjea interior y después se utiliza la Ec. 26 (ver anexo 1).

$$(S)\text{Pendiente} = \frac{\text{Cota de plantilla mayor} - \text{Cota de plantilla menor}}{\text{Longitud del tramo}} \quad (\text{EC. 26})$$

La diferencia entre cotas de plantilla (Hajust.) está dada por la Ec. 20. Mostrada continuación.

$$\text{Hajust} = \text{Longitud del tramo} * (S)\text{Pendiente} \quad (\text{EC. 27})$$

Una vez calculada la nueva diferencia de cotas o desnivel (h) se deberá mantener fija la cota del pozo inicial y restarle el desnivel h para poder determinar la nueva cota de plantilla para el otro pozo con la pendiente calculada; teniendo como resultado las siguientes ecuaciones:

$$\text{Nueva cota de plantilla del pozo final (CPPFajust)} = \text{cota del pozo inicial} - \text{Hajust} \quad (\text{EC. 28})$$

$$\text{Nueva profundidad del pozo final} = \text{cota de elevación del pozo final} - \text{CPPFajust} \quad (\text{EC. 29})$$

Nota: la profundidad siempre debe ser mayor a la profundidad mínima establecida para el tipo de pozo a analizar.

TABLA 26. PROFUNDIDADES MÍNIMAS PARA POZOS DE VISITA.

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

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

Las estructuras de caída por razones topográficas o por elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan los cambios bruscos de nivel. Las cuales se mencionan

A continuación se muestra la tabla utilizada para el cálculo de las pendientes y profundidades de los pozos para este proyecto:

N	Tramo (B-A)	NTN A	NTN B	Prof Pozo A	Prof Pozo B	N P A	N P B	Longitud	S	Fijando	S Ajustada	h Ajustada	N P Calculado	Prof Pozo
1	1_2	533.11	541	1.55	1.5	531.56	539.5	100.4	0.0790837	A	0.079	7.94	539.5	1.5
2	5_1	541	542.91	1.5	1.2	539.5	541.71	92	0.0240217	A	0.024	2.21	541.71	1.2
3	2-3	535.23	533.11	3.73	1.55	531.5	531.56	21	0.0028571	B	0.003	0.07	531.49	3.74
4	4-2	533.11	535.76	1.55	1.2	531.56	534.56	101.7	0.0294985	A	0.029	2.95	534.51	1.25
5	3-6	532.88	535.23	4	3.74	528.88	531.49	98.3	0.0265514	B	0.027	2.66	528.83	4.05
6	6_7	523.23	532.88	1.54	4.05	521.69	528.83	84	0.085	B	0.085	7.14	521.69	1.54
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE	0.2		S=	0.082619	S Real=	0.083	h Ajustada=	6.98	Caida Libre Ajustada=	0.16		1.38	521.85
7	7_8	520.88	523.23	1.5	1.54	519.38	521.69	24.1	0.0958506	B	0.096	2.32	519.37	1.51
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE	0.33		S=	0.0821577	S Real=	0.083	h Ajustada=	2.01	Caida Libre Ajustada=	0.30		1.20	519.68
8	8-9	522.59	520.88	3.4	1.51	519.19	519.37	51.8	0.0034749	B	0.004	0.21	519.16	3.43
9	9-10	520.51	522.59	1.5	3.43	519.01	519.16	43.1	0.0034803	B	0.004	0.18	518.98	1.53
10	10_11	514.89	520.51	1.5	1.53	513.39	518.98	67.1	0.0833085	B	0.084	5.64	513.34	1.55
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE	0.1		S=	0.0825633	S Real=	0.083	h Ajustada=	5.57	Caida Libre Ajustada=	0.07		1.48	513.41
11	12-11	514.89	517.92	1.55	1.2	513.34	516.72	78.6	0.0430025	A	0.043	3.38	516.72	1.2
12	5-4	535.76	542.91	1.5	1.2	534.26	541.71	113.9	0.0654083	B	0.066	7.52	534.19	1.57
13	13 - 14	530.76	535.06	1.5	1.2	529.26	533.86	100	0.046	B	0.046	4.6	529.26	1.5
14	4 - 13	535.06	535.76	1.5	1.57	533.56	534.19	24.1	0.0261411	B	0.027	0.66	533.53	1.53
15	14-15	526.83	530.76	1.5	1.5	525.33	529.26	43.7	0.0899314	B	0.090	3.94	525.32	1.51
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE	0.32		S=	0.0828375	S Real=	0.083	h Ajustada=	3.63	Caida Libre Ajustada=	0.31		1.20	525.63
16	15_9	522.59	526.83	3.43	1.51	519.16	525.32	56	0.11	B	0.110	6.16	519.16	3.43
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA DE	1.53		S=	0.0826786	S Real=	0.083	h Ajustada=	4.65	Caida adosada Ajustada=	1.51		1.92	520.67
17	11-16	510.95	514.89	1.5	1.55	509.45	513.34	99.3	0.0391742	B	0.040	3.98	509.36	1.59
18	12-17	509.83	517.92	1.5	1.8	508.33	516.12	93.2	0.0835837	A	0.083	7.74	516.07	1.85
19	13-20	529.26	535.06	1.5	1.53	527.76	533.53	75.1	0.0768309	B	0.077	5.79	527.74	1.52
20	20-21	525.3	529.26	1.5	1.52	523.8	527.74	49.6	0.0794355	B	0.080	3.97	523.77	1.53
21	15-21	525.3	526.83	1.53	1.2	523.77	525.63	86.9	0.0214039	A	0.021	1.83	525.6	1.23
22	21_22	525.97	525.3	4.06	1.53	521.91	523.77	52.8	0.0352273	B	0.036	1.91	521.86	4.11
23	22_23	515.69	525.97	1.5	4.11	514.19	521.86	112.1	0.0684211	B	0.069	7.74	514.12	1.57
24	23-11	514.89	515.69	1.55	1.2	513.34	514.49	116.9	0.0098375	A	0.009	1.06	514.4	1.29
25	23_24	508.37	515.69	1.5	1.57	506.87	514.12	96.1	0.0754422	B	0.076	7.31	506.81	1.56
26	17-18	504.11	509.83	1.5	1.5	502.61	508.33	94.5	0.0605291	B	0.061	5.77	502.56	1.55
27	16_17	509.83	510.95	1.5	1.2	508.33	509.75	68.1	0.0208517	A	0.020	1.37	509.7	1.25
28	16_19	505.52	510.95	1.5	1.59	504.02	509.36	85.5	0.0624561	B	0.063	5.39	503.97	1.55
29	16_24	508.37	510.95	1.56	1.2	506.81	509.75	113	0.0260177	A	0.026	2.94	509.75	1.2
30	24_25	506.91	508.37	1.5	1.56	505.41	506.81	70.3	0.0199147	B	0.020	1.41	505.4	1.51
31	25_19	505.52	506.91	1.55	1.51	503.97	505.4	111.9	0.0127793	B	0.013	1.46	503.94	1.58
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE	0.1		S=	0.0118856	S Real=	0.012	h Ajustada=	1.35	Caida Libre Ajustada=	0.08		1.47	504.05
32	19_18	504.11	505.52	1.55	1.55	502.56	503.97	71.6	0.0196927	B	0.020	1.44	502.53	1.58

N	Tramo (B-A)	NTN A	NTN B	Prof Pozo A	Prof Pozo B	N P A	N P B	Longitud	S	Fijando	S Ajustada	h Ajustada	N P Calculado	Prof Pozo	
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.4	S=	0.0141061	S Real=	0.015	h Ajustada=	1.08	Caida Libre Ajustada=		0.33	1.22	502.89
33	5_26	535.88	542.91	2.6	1.2	533.28	541.71	92.3	0.0913326	A	0.091	8.4	541.68		1.23
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA DE			1.4	S=	0.0761647	S Real=	0.077	h Ajustada=	7.11	Caida adosada Ajustada=		1.32	1.28	534.60
34	26_27	533.01	535.88	1.5	2.6	531.51	533.28	21.5	0.0823256	B	0.083	1.79	531.49		1.52
35	27_28	531.5	533.01	2.34	1.52	529.16	531.49	108.6	0.0214549	B	0.022	2.39	529.1		2.4
36	4_28	531.5	535.76	2.4	1.2	529.1	534.56	85.2	0.0640845	A	0.064	5.46	534.56		1.2
37	28_PI1	528	531.5	3.74	2.4	524.26	529.1	35	0.1382857	B	0.139	4.87	524.23		3.77
38	28_PI1	528	531.5	1.74	2.4	526.26	529.1	35	0.0811429	B	0.082	2.87	526.23		1.77
39	PI1_29	522.48	528	1.5	3.77	520.98	524.23	36	0.0902778	B	0.091	3.28	520.95		1.53
40	PI1_29	522.48	528	1.2	3.77	521.28	524.23	36	0.0819444	B	0.082	2.96	521.27		1.21
41	29_30	521.81	522.48	1.7	1.53	520.11	520.95	35.6	0.0235955	B	0.024	0.86	520.09		1.72
42	20_30	521.81	529.26	1.72	1.2	520.09	528.06	98.1	0.0812436	A	0.081	7.95	528.04		1.22
43	30_31	515.26	521.81	1.5	1.72	513.76	520.09	73.3	0.0863574	B	0.087	6.38	513.71		1.55
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.29	S=	0.0824011	S Real=	0.083	h Ajustada=	6.09	Caida Libre Ajustada=		0.24	1.26	514.00
44	31_33	513.8	515.26	1.5	1.55	512.3	513.71	23.2	0.0607759	B	0.061	1.42	512.29		1.51
45	31_32	514.29	515.26	1.5	1.2	512.79	514.06	23	0.0552174	B	0.056	1.29	512.77		1.52
46	PI2_33	513.8	519.41	1.51	3.3	512.29	516.11	46	0.0830435	A	0.083	3.82	516.11		3.3
47	22_PI2	519.41	525.97	3.3	4.06	516.11	521.91	46	0.126087	A	0.126	5.8	521.91		4.06
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA DE			2	S=	0.0826087	S Real=	0.083	h Ajustada=	3.82	Caida Libre Ajustada=		1.98	1.32	518.09
48	32_34	512.76	514.29	1.5	1.52	511.26	512.77	80.9	0.018665	B	0.019	1.54	511.23		1.53
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.33	S=	0.0145859	S Real=	0.015	h Ajustada=	1.22	Caida Libre Ajustada=		0.29	1.21	511.55
49	33_35	512.54	513.8	1.5	1.51	511.04	512.29	46.9	0.0266525	B	0.027	1.27	511.02		1.52
50	34_35	512.54	512.76	1.52	1.5	511.02	511.26	79.6	0.0030151	A	0.003	0.24	511.26		1.5
51	36_34	512.76	513	1.5	1.2	511.26	511.8	14.9	0.0362416	A	0.036	0.54	511.8		1.2
52	35_37	512.05	512.54	1.5	1.52	510.55	511.02	62.5	0.00752	B	0.008	0.5	510.52		1.53
53	23_37	512.05	515.69	1.53	1.2	510.52	514.49	86.4	0.0459491	A	0.045	3.89	514.41		1.28
54	37_38	511.31	512.05	1.5	1.53	509.81	510.52	100.5	0.0070647	B	0.008	0.81	509.71		1.6
55	38_24	508.37	511.31	1.56	1.2	506.81	510.11	92.9	0.0355221	A	0.035	3.26	510.07		1.24
56	38_39	507.79	511.31	1.5	1.6	506.29	509.71	55.8	0.0612903	B	0.062	3.46	506.25		1.54
57	39_25	506.91	507.79	1.51	1.54	505.4	506.25	91.8	0.0092593	B	0.010	0.92	505.33		1.58
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.3	S=	0.0059913	S Real=	0.006	h Ajustada=	0.56	Caida Libre Ajustada=		0.29	1.22	505.69
58	40_41	533.55	539.79	2.7	1.2	530.85	538.59	100.7	0.076862	B	0.077	7.76	530.83		2.72
59	41_42	527.33	533.55	2.42	2.72	524.91	530.83	61	0.0970492	B	0.098	5.98	524.85		2.48
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA DE			1.26	S=	0.0763934	S Real=	0.077	h Ajustada=	4.7	Caida Libre Ajustada=		1.22	1.20	526.13
60	PI4_43	515.28	519.42	1.51	2.95	513.77	516.47	29	0.0931034	A	0.093	2.7	516.47		2.95
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.3	S=	0.0827586	S Real=	0.083	h Ajustada=	2.41	Caida Libre Ajustada=		0.29	1.22	514.06
61	PI3_PI4	519.42	523.76	2.95	3.17	516.47	520.59	29	0.142069	A	0.142	4.12	520.59		3.17

N	Tramo (B-A)	NTN A	NTN B	Prof Pozo A	Prof Pozo B	N P A	N P B	Longitud	S	Fijando	S Ajustada	h Ajustada	N P Calculado	Prof Pozo	
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA DE			1.75	S=	0.0817241	S Real=	0.082	h Ajustada=	2.38	Caida Libre Ajustada= 1.74			1.21	518.21
62	42_PI3	523.76	527.33	3.17	2.42	520.59	524.91	30	0.144	A	0.144	4.32	524.91	2.42	
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA DE			1.98	S=	0.078	S Real=	0.079	h Ajustada=	2.37	Caida Libre Ajustada= 1.95			1.22	522.54
63	43_36	513	515.28	1.5	1.51	511.5	513.77	133.4	0.0170165	B	0.018	2.41	511.36	1.64	
64	36_44	511.45	513	1.5	1.64	509.95	511.36	69.8	0.0202006	B	0.021	1.47	509.89	1.56	
65	37_44	511.45	512.05	1.56	1.2	509.89	510.85	92.7	0.010356	A	0.010	0.93	510.82	1.23	
66	44_45	508.61	511.45	1.5	1.56	507.11	509.89	104.4	0.0266284	B	0.027	2.82	507.07	1.54	
67	38_45	508.61	511.31	1.54	1.2	507.07	510.11	89.5	0.0339665	A	0.033	2.96	510.03	1.28	
68	45_46	507.34	508.61	1.5	1.54	505.84	507.07	69.3	0.0177489	B	0.018	1.25	505.82	1.52	
69	46_47	506.78	507.34	1.5	1.52	505.28	505.82	49.3	0.0109533	B	0.011	0.55	505.27	1.51	
70	47_48	505.12	506.78	1.5	1.51	503.62	505.27	39.4	0.0418782	B	0.042	1.66	503.61	1.51	
71	48_49	502.43	505.12	1.5	1.51	500.93	503.61	125	0.02144	B	0.022	2.75	500.86	1.57	
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.4	S=	0.01824	S Real=	0.019	h Ajustada=	2.38	Caida Libre Ajustada= 0.30			1.20	501.23
72	39_49	502.43	507.79	1.5	1.2	500.93	506.59	82.7	0.0684401	B	0.069	5.71	500.88	1.55	
73	40_50	539.56	539.79	1.5	1.2	538.06	538.59	59.6	0.0088926	B	0.009	0.54	538.05	1.51	
74	50_51	531.92	539.56	1.5	1.51	530.42	538.05	101.9	0.0748773	B	0.075	7.65	530.4	1.52	
75	41_51	531.92	533.55	1.52	1.2	530.4	532.35	68.2	0.0285924	A	0.028	1.91	532.31	1.24	
76	51_52	522.41	531.92	1.5	1.52	520.91	530.4	121.4	0.0781713	B	0.079	9.6	520.8	1.61	
77	52_53	518.97	522.41	1.5	1.61	517.47	520.8	60.7	0.05486	B	0.055	3.34	517.46	1.51	
78	53_55	516.63	518.97	1.5	1.51	515.13	517.46	48.4	0.0481405	B	0.049	2.38	515.08	1.55	
79	55_56	510.93	516.63	1.5	1.55	509.43	515.08	118.1	0.0478408	B	0.048	5.67	509.41	1.52	
80	56_46	507.34	510.93	1.5	1.52	505.84	509.41	104.2	0.034261	B	0.035	3.65	505.76	1.58	
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.32	S=	0.03119	S Real=	0.032	h Ajustada=	3.34	Caida Libre Ajustada= 0.23			1.27	506.07
81	44_56	510.93	511.45	1.52	1.2	509.41	510.25	71.3	0.0117812	A	0.011	0.79	510.2	1.25	
82	58_PI5	539.23	544.6	3.32	4	535.91	540.6	32.9	0.1425532	A	0.142	4.68	540.59	4.01	
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA			2	S=	0.0817629	S Real=	0.082	h Ajustada=	2.7	Caida Libre Ajustada= 1.99			1.33	537.90
83	70_58	544.6	544.95	4.01	1.2	540.59	543.75	42	0.0752381	A	0.075	3.15	543.74	1.21	
84	PI5_PI6	534.42	539.23	2.13	3.3	532.29	535.93	32.9	0.1106383	A	0.110	3.62	535.91	3.32	
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA			0.94	S=	0.0820669	S Real=	0.083	h Ajustada=	2.74	Caida Libre Ajustada= 0.90			1.23	533.19
85	PI6_59	531.12	534.42	2.72	2.12	528.4	532.3	32.9	0.118541	A	0.118	3.89	532.29	2.13	
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA			1.5	S=	0.0729483	S Real=	0.073	h Ajustada=	2.41	Caida Libre Ajustada= 1.49			1.23	529.89
86	59_60	528.87	531.12	3.27	2.7	525.6	528.42	33.7	0.0836795	A	0.083	2.8	528.4	2.72	
87	72_61	520.28	528.1	1.5	4.35	518.78	523.75	56.7	0.0876543	A	0.087	4.94	523.72	4.38	
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.3	S=	0.0823633	S Real=	0.083	h Ajustada=	4.71	Caida Libre Ajustada= 0.26			1.24	519.04
88	60_61	520.28	528.87	1.5	3.25	518.78	525.62	82.1	0.083313	A	0.083	6.82	525.6	3.27	
89	71_72	528.1	533.88	4.38	3.15	523.72	530.73	60.9	0.1151067	A	0.115	7.01	530.73	3.15	

N	Tramo (B-A)	NTN A	NTN B	Prof Pozo A	Prof Pozo B	N P A	N P B	Longitud	S	Fijando	S Ajustada	h Ajustada	N P Calculado	Prof Pozo	
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA 2				S=	0.082266	S Real=	0.083	h Ajustada=	5.06	Caida Libre Ajustada=		1.95	2.43	525.67
90	PI7_71	533.88	538.81	3.15	2.33	530.73	536.48	46	0.125	A	0.124	5.71	536.44		2.37
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA 1.95				S=	0.0826087	S Real=	0.083	h Ajustada=	3.82	Caida Libre Ajustada=		1.93	1.22	532.66
91	70_PI7	538.81	544.95	2.37	3.55	536.44	541.4	46	0.1078261	A	0.107	4.93	541.37		3.58
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA 1.15				S=	0.0828261	S Real=	0.083	h Ajustada=	3.82	Caida Libre Ajustada=		1.14	1.23	537.58
92	61_62	517.13	520.28	1.5	1.5	515.63	518.78	39.2	0.0803571	B	0.081	3.18	515.6		1.53
93	52_62	517.13	522.41	1.53	1.2	515.6	521.21	120.7	0.0464789	A	0.046	5.56	521.16		1.25
94	77_62	517.13	525.08	1.53	1.2	515.6	523.88	99.6	0.0831325	A	0.083	8.27	523.87		1.21
95	62_63	515.77	517.13	1.5	1.53	514.27	515.6	32.1	0.041433	B	0.042	1.35	514.25		1.52
96	63_64	514.02	515.77	1.5	1.52	512.52	514.25	22.4	0.0772321	B	0.078	1.75	512.5		1.52
97	78_64	514.02	523.82	1.52	3.8	512.5	520.02	90	0.0835556	A	0.083	7.47	519.97		3.85
98	64_65	512.64	514.02	1.5	1.52	511.14	512.5	14.1	0.0964539	B	0.097	1.37	511.13		1.51
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE 0.3				S=	0.0751773	S Real=	0.076	h Ajustada=	1.08	Caida Libre Ajustada=		0.28	1.22	511.42
99	54_65	512.64	518.7	1.51	1.5	511.13	517.2	84.9	0.0714959	A	0.071	6.03	517.16		1.54
100	53_54	518.7	518.97	1.54	1.2	517.16	517.77	49.6	0.0122984	A	0.012	0.6	517.76		1.21
101	65_66	509	512.64	1.5	1.51	507.5	511.13	58.9	0.0616299	B	0.062	3.66	507.47		1.53
102	PI8_66	509	511.73	1.53	1.6	507.47	510.13	32	0.083125	A	0.083	2.66	510.13		1.6
103	PI9_PI8	511.73	516.64	1.6	3.85	510.13	512.79	32	0.083125	A	0.083	2.66	512.79		3.85
104	80_PI9	516.64	521.77	3.85	4.28	512.79	517.49	32.8	0.1432927	A	0.143	4.7	517.49		4.28
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA 2				S=	0.0823171	S Real=	0.083	h Ajustada=	2.73	Caida Libre Ajustada=		1.97	1.88	514.76
105	57_66	509	514.48	1.53	1.5	507.47	512.98	88.8	0.0620495	A	0.062	5.51	512.98		1.5
106	54_57	514.48	518.7	1.5	1.2	512.98	517.5	58.3	0.07753	A	0.077	4.49	517.47		1.23
107	55_57	514.48	516.63	1.5	1.2	512.98	515.43	48.3	0.0507246	A	0.050	2.42	515.4		1.23
108	66_68	507.48	509	1.5	1.53	505.98	507.47	101.7	0.0146509	B	0.015	1.53	505.94		1.54
109	67_68	507.48	509.22	1.54	1.5	505.94	507.72	108.9	0.0163453	A	0.016	1.75	507.69		1.53
110	56_67	509.22	510.93	1.53	1.2	507.69	509.73	38.3	0.0532637	A	0.053	2.03	509.72		1.21
111	82_68	507.48	508.66	1.54	1.2	505.94	507.46	96.4	0.0157676	A	0.015	1.45	507.39		1.27
112	68_69	504.03	507.48	1.5	1.54	502.53	505.94	100.5	0.0339303	B	0.034	3.42	502.52		1.51
113	47_69	504.03	506.78	1.51	1.2	502.52	505.58	107.8	0.0283859	A	0.028	3.02	505.54		1.24
114	69_83	503.64	504.03	1.5	1.51	502.14	502.52	94.6	0.0040169	B	0.005	0.48	502.04		1.6
115	83_109	504.22	503.64	2.25	1.6	501.97	502.04	27.6	0.0025362	B	0.003	0.09	501.95		2.27
116	82_83	503.64	508.66	1.6	1.5	502.04	507.16	82.2	0.0622871	A	0.062	5.1	507.14		1.52
117	81_82	508.66	514.41	1.52	2.41	507.14	512	58.1	0.0836489	A	0.083	4.83	511.97		2.44
118	93_82	508.66	511.71	1.52	1.5	507.14	510.21	67.6	0.0454142	A	0.045	3.05	510.19		1.52
119	99_93	511.71	512.72	1.52	1.2	510.19	511.52	50.4	0.0263889	A	0.026	1.32	511.51		1.21
120	92_93	511.71	515.33	1.5	1.53	510.21	513.8	50.8	0.0706693	B	0.071	3.61	510.19		1.52
121	94_81	514.41	519.98	2.44	2.95	511.97	517.03	46.3	0.1092873	A	0.109	5.05	517.02		2.96

N	Tramo (B-A)	NTN A	NTN B	Prof Pozo A	Prof Pozo B	N P A	N P B	Longitud	S	Fijando	S Ajustada	h Ajustada	N P Calculado	Prof Pozo
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA	1.25		S=	0.0822894	S Real=	0.083	h Ajustada=	3.85		Caida Libre Ajustada=	1.21	1.23	513.18
122	80_94	519.98	521.77	2.96	2.6	517.02	519.17	25.7	0.0836576	A	0.083	2.14	519.16	2.61
123	79_80	521.77	523.08	2.61	1.95	519.16	521.13	23.7	0.0831224	A	0.083	1.97	521.13	1.95
124	78_79	523.08	523.82	1.95	1.5	521.13	522.32	27.6	0.0431159	A	0.043	1.19	522.32	1.5
125	77_78	523.82	525.08	1.5	1.5	522.32	523.58	54.1	0.0232902	A	0.023	1.25	523.57	1.51
126	76_77	525.08	532.42	1.51	1.5	523.57	530.92	91.3	0.0805038	A	0.080	7.31	530.88	1.54
127	75_76	532.42	537.78	1.54	2.6	530.88	535.18	51.2	0.0839844	A	0.083	4.25	535.13	2.65
128	74_75	537.78	540.33	2.65	1.5	535.13	538.83	59.6	0.0620805	A	0.062	3.7	538.83	1.5
129	73_74	540.33	546.28	2.65	2.4	537.68	543.88	74.4	0.0833333	A	0.083	6.18	543.86	2.42
130	92_81	514.41	515.33	2.44	1.2	511.97	514.13	68.2	0.0316716	A	0.031	2.12	514.09	1.24
131	91_92	515.33	519.8	1.5	2.12	513.83	517.68	47.3	0.0813953	B	0.082	3.88	513.8	1.53
132	91_94	519.98	519.8	2.96	1.2	517.02	518.6	66.4	0.0237952	A	0.023	1.53	518.55	1.25
133	90_91	519.8	524.1	2.1	5.68	517.7	518.42	49.3	0.0146045	B	0.015	0.74	517.68	2.12
134	90_79	523.08	524.1	1.95	1.2	521.13	522.9	67.4	0.0262611	A	0.026	1.76	522.89	1.21
135	89_90	524.1	524.36	5.65	5.84	518.45	518.52	30.1	0.0023256	B	0.003	0.1	518.42	5.68
136	89_78	523.82	524.36	1.5	1.2	522.32	523.16	68.2	0.0123167	A	0.012	0.82	523.14	1.22
137	109_110	500.48	504.22	1.5	2.27	498.98	501.95	108.5	0.0273733	B	0.028	3.04	498.91	1.57
138	108_110	500.48	506.41	1.57	3.2	498.91	503.21	51.2	0.0839844	A	0.083	4.25	503.16	3.25
139	107_108	506.41	508.39	3.25	1.5	503.16	506.89	26.3	0.1418251	A	0.141	3.71	506.87	1.52
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA	2		S=	0.0657795	S Real=	0.066	h Ajustada=	1.74		Caida Libre Ajustada=	1.99	1.26	505.15
140	88_89	524.36	520.19	5.8	1.5	518.56	518.69	54.8	0.0023723	B	0.003	0.17	518.52	5.84
141	77_88	520.19	525.08	1.5	1.2	518.69	523.88	64.6	0.0803406	A	0.080	5.17	523.86	1.22
142	87_88	520.19	527.57	1.5	1.5	518.69	526.07	88.9	0.0830146	A	0.083	7.38	526.07	1.5
143	76_87	527.57	532.42	1.5	1.2	526.07	531.22	62.8	0.0820064	A	0.082	5.15	531.22	1.2
144	86_87	527.57	535.11	1.5	4.25	526.07	530.86	57.2	0.0837413	A	0.083	4.75	530.82	4.29
145	75_86	535.11	537.78	4.29	1.8	530.82	535.98	62	0.0832258	A	0.083	5.15	535.97	1.81
146	85_86	535.11	539.69	4.29	2.1	530.82	537.59	57.9	0.1169257	A	0.116	6.72	537.54	2.15
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA	2		S=	0.0823834	S Real=	0.083	h Ajustada=	4.81		Caida Libre Ajustada=	1.96	2.33	532.78
147	74_85	539.69	540.33	2.15	1.2	537.54	539.13	60	0.0265	A	0.026	1.56	539.1	1.23
148	84_85	539.69	543.34	2.15	1.2	537.54	542.14	61.4	0.0749186	A	0.074	4.55	542.09	1.25
149	104_107	508.39	511	1.52	1.5	506.87	509.5	33.1	0.0794562	A	0.079	2.62	509.49	1.51
150	99_104	511	512.72	1.51	1.5	509.49	511.22	27.2	0.0636029	A	0.063	1.72	511.21	1.51
151	98_99	512.72	514.29	1.51	1.5	511.21	512.79	50.1	0.0315369	A	0.031	1.56	512.77	1.52
152	92_98	514.29	515.33	1.52	1.2	512.77	514.13	49.3	0.0275862	A	0.027	1.34	514.11	1.22
153	97_98	514.29	516.9	1.52	1.5	512.77	515.4	46.9	0.0560768	A	0.056	2.63	515.4	1.5
154	91_97	516.9	519.8	1.5	1.2	515.4	518.6	50.3	0.0636183	A	0.063	3.17	518.57	1.23
155	96_97	516.9	517.2	1.5	1.5	515.4	515.7	51.6	0.005814	A	0.005	0.26	515.66	1.54
156	90_96	517.2	524.1	1.54	4.2	515.66	519.9	50.9	0.0833006	A	0.083	4.23	519.89	4.21

N	Tramo (B-A)	NTN A	NTN B	Prof Pozo A	Prof Pozo B	N P A	N P B	Longitud	S	Fijando	S Ajustada	h Ajustada	N P Calculado	Prof Pozo	
157	95_96	517.2	517.35	1.54	1.5	515.66	515.85	29.2	0.0065068	A	0.006	0.18	515.84	1.51	
158	89_95	517.35	524.36	1.51	4.2	515.84	520.16	51.6	0.0837209	A	0.083	4.29	520.13	4.23	
159	106_120	505.93	510.51	1.5	1.5	504.43	509.01	124.6	0.0367576	A	0.036	4.49	508.92	1.59	
160	97_100	514.89	516.9	1.5	1.25	513.39	515.65	27.2	0.0830882	A	0.083	2.26	515.65	1.25	
161	100_101	512.11	514.89	1.5	1.5	510.61	513.39	67.3	0.0413076	B	0.042	2.83	510.56	1.55	
162	98_101	512.11	514.29	1.55	1.2	510.56	513.09	67.8	0.0373156	A	0.037	2.51	513.07	1.22	
163	101_102	512.94	512.11	2.41	1.55	510.53	510.56	14.1	0.0021277	B	0.003	0.05	510.51	2.43	
164	103_102	512.94	517.14	2.43	1.2	510.51	515.94	66.9	0.0811659	A	0.081	5.42	515.93	1.21	
165	102_105	510.22	512.94	1.5	2.43	508.72	510.51	59.8	0.0299331	B	0.030	1.8	508.71	1.51	
166	104_105	510.22	511	1.51	1.2	508.71	509.8	88.9	0.012261	A	0.012	1.07	509.78	1.22	
167	105_106	510.51	510.22	1.9	1.51	508.61	508.71	23.3	0.0042918	B	0.005	0.12	508.59	1.92	
168	117_106	510.51	510.82	1.92	1.2	508.59	509.62	97.2	0.0105967	A	0.010	0.98	509.57	1.25	
169	106_120	505.93	510.51	1.5	1.92	504.43	508.59	124.6	0.0333868	B	0.034	4.24	504.35	1.58	
170	120_110	500.48	505.93	1.5	1.58	498.98	504.35	102.1	0.0525955	B	0.053	5.42	498.93	1.55	
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE 0.3				S=	0.0496572	S Real=	0.05	h Ajustada=	5.11	Caida Libre Ajustada=		0.26	1.24	499.24
171	103_106	510.51	517.14	1.92	4	508.59	513.14	46.8	0.0972222	A	0.097	4.54	513.13	4.01	
172	114_103	517.14	520.74	4.01	1.3	513.13	519.44	78.2	0.0806905	A	0.080	6.26	519.39	1.35	
173	113_112	519.54	520.53	1.5	1.2	518.04	519.33	72.2	0.017867	B	0.018	1.3	518.03	1.51	
174	112_111	519.77	519.54	2	1.51	517.77	518.03	81.2	0.003202	B	0.004	0.33	517.7	2.07	
175	114_111	519.77	520.74	2.07	1.2	517.7	519.54	78.2	0.0235294	A	0.023	1.8	519.5	1.24	
176	111_115	518.3	519.77	1.5	2.07	516.8	517.7	64.6	0.0139319	B	0.014	0.91	516.79	1.51	
177	115_116	515.57	518.3	1.5	1.51	514.07	516.79	98	0.0277551	B	0.028	2.75	514.04	1.53	
178	121_115	518.3	520.16	1.51	1.2	516.79	518.96	94.1	0.0230606	A	0.023	2.17	518.96	1.2	
179	116_117	510.82	515.57	1.5	1.53	509.32	514.04	98	0.0481633	B	0.049	4.81	509.23	1.59	
180	117_118	507.82	510.82	1.54	1.59	506.28	509.23	68.5	0.0430657	B	0.044	3.02	506.21	1.61	
181	118_125	502.08	507.82	1.5	1.61	500.58	506.21	68.5	0.0821898	B	0.083	5.69	500.52	1.56	
182	119_125	502.08	503.11	1.56	1.5	500.52	501.61	29.8	0.0365772	A	0.036	1.08	501.6	1.51	
183	120_119	503.11	505.93	1.51	1.5	501.6	504.43	88.5	0.0319774	A	0.031	2.75	504.35	1.58	
184	125_168	495.08	502.08	1.5	1.56	493.58	500.52	97.7	0.0710338	B	0.072	7.04	493.48	1.6	
185	121_122	513.08	520.16	1.5	1.3	511.58	518.86	96	0.0758333	B	0.076	7.3	511.56	1.52	
186	122_123	508.25	513.08	1.5	1.52	506.75	511.56	96	0.0501042	B	0.051	4.9	506.66	1.59	
187	117_123	508.25	510.82	1.59	1.2	506.66	509.62	78.1	0.0379001	A	0.037	2.89	509.55	1.27	
188	128_123	508.25	508.82	1.59	1.2	506.66	507.62	95.9	0.0100104	A	0.010	0.96	507.62	1.2	
189	123_124	505.53	508.25	1.5	1.59	504.03	506.66	61.8	0.0425566	B	0.043	2.66	504	1.53	
190	124_130	501.04	505.53	1.5	1.53	499.54	504	77.7	0.0574003	B	0.058	4.51	499.49	1.55	
191	125_130	501.04	502.08	1.55	1.2	499.49	500.88	75.5	0.0184106	A	0.018	1.36	500.85	1.23	
192	130_135	500.21	501.04	1.5	1.55	498.71	499.49	90.6	0.0086093	B	0.009	0.82	498.67	1.54	
193	129_135	500.21	506	1.54	1.5	498.67	504.5	93.4	0.0624197	A	0.062	5.8	504.47	1.53	

N	Tramo (B-A)	NTN A	NTN B	Prof Pozo A	Prof Pozo B	N P A	N P B	Longitud	S	Fijando	S Ajustada	h Ajustada	N P Calculado	Prof Pozo	
194	128_129	506	508.82	1.53	1.5	504.47	507.32	52.6	0.0541825	A	0.054	2.85	507.32	1.5	
195	127_128	508.82	517.03	1.5	2.4	507.32	514.63	123	0.0594309	A	0.059	7.26	514.58	2.45	
196	126_127	517.03	516.48	2.45	1.5	514.58	514.98	63.1	0.0063391	A	0.006	0.38	514.96	1.52	
197	121_126	516.48	520.16	1.52	1.2	514.96	518.96	94.7	0.0422386	A	0.042	3.98	518.94	1.22	
198	131_126	516.48	520	1.52	1.2	514.96	518.8	86.3	0.0444959	A	0.044	3.8	518.76	1.24	
199	135_140	500.3	500.21	1.9	1.54	498.4	498.67	116.3	0.0023216	B	0.003	0.35	498.32	1.98	
200	140_136	499.36	500.3	1.5	1.98	497.86	498.32	106	0.0043396	B	0.005	0.53	497.79	1.57	
201	133_134	504.67	507.79	1.57	3.92	503.1	503.87	62.9	0.0122417	B	0.013	0.82	503.05	1.62	
202	128_133	507.79	508.82	3.92	1.2	503.87	507.62	103.3	0.036302	A	0.036	3.72	507.59	1.23	
203	131_132	514.41	520	1.5	1.3	512.91	518.7	94.6	0.0612051	A	0.061	5.78	518.69	1.31	
204	131_137	518.88	520	1.5	1.2	517.38	518.8	127.6	0.0111285	B	0.012	1.54	517.26	1.62	
205	137_138	512.36	518.88	1.5	1.62	510.86	517.26	90	0.0711111	B	0.072	6.48	510.78	1.58	
206	132_138	512.36	514.41	1.58	1.2	510.78	513.21	120.6	0.0201493	A	0.020	2.42	513.2	1.21	
207	142_138	512.36	513	1.58	1.2	510.78	511.8	84.6	0.0120567	A	0.012	1.02	511.8	1.2	
208	138_139	505.76	512.36	1.5	1.58	504.26	510.78	87.4	0.0745995	B	0.075	6.56	504.22	1.54	
209	143_139	505.76	508.71	1.54	1.2	504.22	507.51	79.8	0.0412281	A	0.041	3.28	507.5	1.21	
210	132_133	507.79	514.41	3.92	1.5	503.87	512.91	88.6	0.1020316	A	0.102	9.04	512.91	1.5	
	CONSIDERANDO CAIDA ADOSADA 2				S=	0.0794582	S Real=	0.08	h Ajustada=	7.09	Caida Libre Ajustada= 1.95			1.97	505.82
211	134_140	500.3	504.67	1.98	1.62	498.32	503.05	80.9	0.0584672	B	0.059	4.78	498.27	2.03	
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE 0.5				S=	0.0522868	S Real=	0.053	h Ajustada=	4.29	Caida Libre Ajustada= 0.44			1.54	498.76
212	137_141	515	518.88	1.5	1.2	513.5	517.68	89.6	0.0466518	B	0.047	4.22	513.46	1.54	
213	144_141	515	516.82	1.54	1.2	513.46	515.62	79.3	0.0272383	A	0.027	2.15	515.61	1.21	
214	141_142	513	515	1.5	1.54	511.5	513.46	87.9	0.0222981	B	0.023	2.03	511.43	1.57	
215	142_143	508.71	513	1.5	1.57	507.21	511.43	85.4	0.0494145	B	0.050	4.27	507.16	1.55	
216	143_146	508.29	508.71	1.5	1.55	506.79	507.16	84.6	0.0043735	B	0.005	0.43	506.73	1.56	
217	145_146	508.29	512.78	1.56	1.5	506.73	511.28	85.3	0.0533411	A	0.053	4.53	511.26	1.52	
218	144_145	512.78	516.82	1.52	1.3	511.26	515.52	85.2	0.05	A	0.050	4.26	515.52	1.3	
219	152_146	508.29	509.98	1.56	1.2	506.73	508.78	105.8	0.0193762	A	0.019	2.02	508.75	1.23	
220	146_147	506.24	508.29	1.5	1.56	504.74	506.73	64.3	0.0309487	B	0.031	2	504.73	1.51	
221	153_147	506.24	510.31	1.51	1.2	504.73	509.11	112.3	0.0390027	A	0.039	4.38	509.11	1.2	
222	147_148	501.9	506.24	1.5	1.51	500.4	504.73	81.9	0.0528694	B	0.053	4.35	500.38	1.52	
223	148_149	501.07	501.9	1.5	1.52	499.57	500.38	117.6	0.0068878	B	0.007	0.83	499.55	1.52	
224	149_136	499.36	501.07	1.5	1.52	497.86	499.55	38.6	0.0437824	B	0.044	1.7	497.85	1.51	
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE 0.3				S=	0.0360104	S Real=	0.037	h Ajustada=	1.43	Caida Libre Ajustada= 0.26			1.24	498.12
225	154_148	501.9	504.69	1.52	3.1	500.38	501.59	121.5	0.0099588	A	0.009	1.1	501.48	3.21	
226	159_154	504.69	503.21	3.21	1.5	501.48	501.71	57.2	0.004021	A	0.004	0.23	501.71	1.5	
227	153_154	504.69	510.31	3.21	2.1	501.48	508.21	86.4	0.0778935	A	0.077	6.66	508.14	2.17	
228	152_153	510.31	509.98	2.17	1.5	508.14	508.48	63.8	0.0053292	A	0.005	0.32	508.46	1.52	

N	Tramo (B-A)	NTN A	NTN B	Prof Pozo A	Prof Pozo B	N P A	N P B	Longitud	S	Fijando	S Ajustada	h Ajustada	N P Calculado	Prof Pozo		
229	151_152	509.98	514.12	1.52	1.5	508.46	512.62	83.3	0.04994	A	0.049	4.09	512.55	1.57		
230	150_151	514.12	515.36	1.57	1.5	512.55	513.86	83.2	0.0157452	A	0.015	1.25	513.8	1.56		
231	144_150	515.36	516.82	1.56	1.2	513.8	515.62	89.5	0.0203352	A	0.020	1.79	515.59	1.23		
232	158_159	503.21	507.68	1.5	3.1	501.71	504.58	92	0.0311957	A	0.031	2.86	504.57	3.11		
233	157_158	507.68	506.32	3.11	1.5	504.57	504.82	56.5	0.0044248	A	0.004	0.23	504.8	1.52		
234	152_157	506.32	509.98	1.52	1.2	504.8	508.78	70.3	0.0566145	A	0.056	3.94	508.74	1.24		
235	156_157	506.32	510.82	1.52	1.5	504.8	509.32	93.3	0.0484459	A	0.048	4.48	509.28	1.54		
236	155_156	510.82	513.65	1.54	1.5	509.28	512.15	69.9	0.0410587	A	0.041	2.87	512.15	1.5		
237	150_155	513.65	515.36	1.5	1.2	512.15	514.16	82.6	0.0243341	A	0.024	1.99	514.14	1.22		
238	18_159	503.54	504.11	1.5	1.55	502.04	502.56	124.4	0.0041801	B	0.005	0.63	501.93	1.61		
239	159_160	503.11	503.54	1.5	1.61	501.61	501.93	125	0.00256	B	0.003	0.38	501.55	1.56		
240	160_49	502.43	503.11	1.5	1.56	500.93	501.55	125	0.00496	B	0.005	0.63	500.92	1.51		
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.3	S=	0.00256	S Real=	0.003	h Ajustada=	0.38	Caida Libre Ajustada=			0.24	1.26	501.17
241	49_161	502.14	502.43	1.51	1.55	500.63	500.88	121.9	0.0020509	B	0.003	0.37	500.51	1.63		
242	161_162	501.98	502.14	1.55	1.63	500.43	500.51	39.7	0.0020151	B	0.003	0.12	500.39	1.59		
243	162_163	500.91	501.98	1.5	1.59	499.41	500.39	125	0.00784	B	0.008	1	499.39	1.52		
244	163_164	498.88	500.91	1.5	1.52	497.38	499.39	125	0.01608	B	0.017	2.13	497.26	1.62		
245	164_165	498	498.88	1.5	1.62	496.5	497.26	68.6	0.0110787	B	0.012	0.83	496.43	1.57		
246	110_165	498	500.48	1.57	1.57	496.43	498.91	28.5	0.0870175	B	0.088	2.51	496.4	1.6		
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.3	S=	0.0764912	S Real=	0.077	h Ajustada=	2.2	Caida Libre Ajustada=			0.28	1.29	496.71
247	165_166	497.06	498	1.5	1.57	495.56	496.43	86	0.0101163	B	0.011	0.95	495.48	1.58		
248	166_167	496.14	497.06	1.5	1.58	494.64	495.48	87.7	0.0095781	B	0.010	0.88	494.6	1.54		
249	167_168	495.08	496.14	1.6	1.54	493.48	494.6	85	0.0131765	B	0.014	1.19	493.41	1.67		
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.3	S=	0.0096471	S Real=	0.01	h Ajustada=	0.85	Caida Libre Ajustada=			0.27	1.33	493.75
250	168_169	492.12	495.08	1.5	1.6	490.62	493.48	125	0.02288	B	0.023	2.88	490.6	1.52		
251	169_172	489	492.12	1.5	1.52	487.5	490.6	110.5	0.0280543	B	0.029	3.21	487.39	1.61		
252	171_172	489	490.24	1.61	1.5	487.39	488.74	46.6	0.02897	A	0.028	1.31	488.7	1.54		
253	170_171	490.24	497.48	1.54	1.5	488.7	495.98	125	0.05824	A	0.058	7.25	495.95	1.53		
254	136_170	497.48	499.36	1.53	1.57	495.95	497.79	125	0.01472	A	0.014	1.75	497.7	1.66		
	CONSIDERANDO CAIDA LIBRE DE			0.3	S=	0.01232	S Real=	0.013	h Ajustada=	1.63	Caida Libre Ajustada=			0.21	1.32	496.16
255	172_173	488	489	1.5	1.6	486.5	487.4	105	0.0085714	B	0.009	0.95	486.45	1.55		

ILUSTRACIÓN 36. PENDIENTES Y PROFUNDIDADES DE LOS POZOS CALCULADOS.

6.7. REVISIÓN HIDRÁULICA DEL DISEÑO DEFINITIVO.

Para poder facilitar la revisión hidráulica se propone la utilización de una tabla bastante simple y muy funcional con los parámetros máximos y mínimos.

Se propone tabular **La columna 1** la cual corresponde el número de pozo de visita asignado desde el diseño geométrico, que es donde inicia el análisis hidráulico por tramos de la red de subcolectores, colectores y emisor.

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

Las columnas 3, 4 y 5 son las longitudes expresadas en metros. **La columna 3** es 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 a analizar, 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, bastará 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 fórmula 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 fórmula 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 fórmula correspondiente.

Las columnas 11 y 12 corresponderán a los datos geométricos por tramo de estudio, plasmados como **L-S-Φ**; 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 éste se encuentra al 100% de su capacidad hidráulica.

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

Se llama nomograma al instrumento gráfico de cálculo el cual 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 (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016).

En este caso se utilizará el nomograma correspondiente a tuberías plásticas con índice de rugosidad (n) de 0.009; **Ilustración 37**.

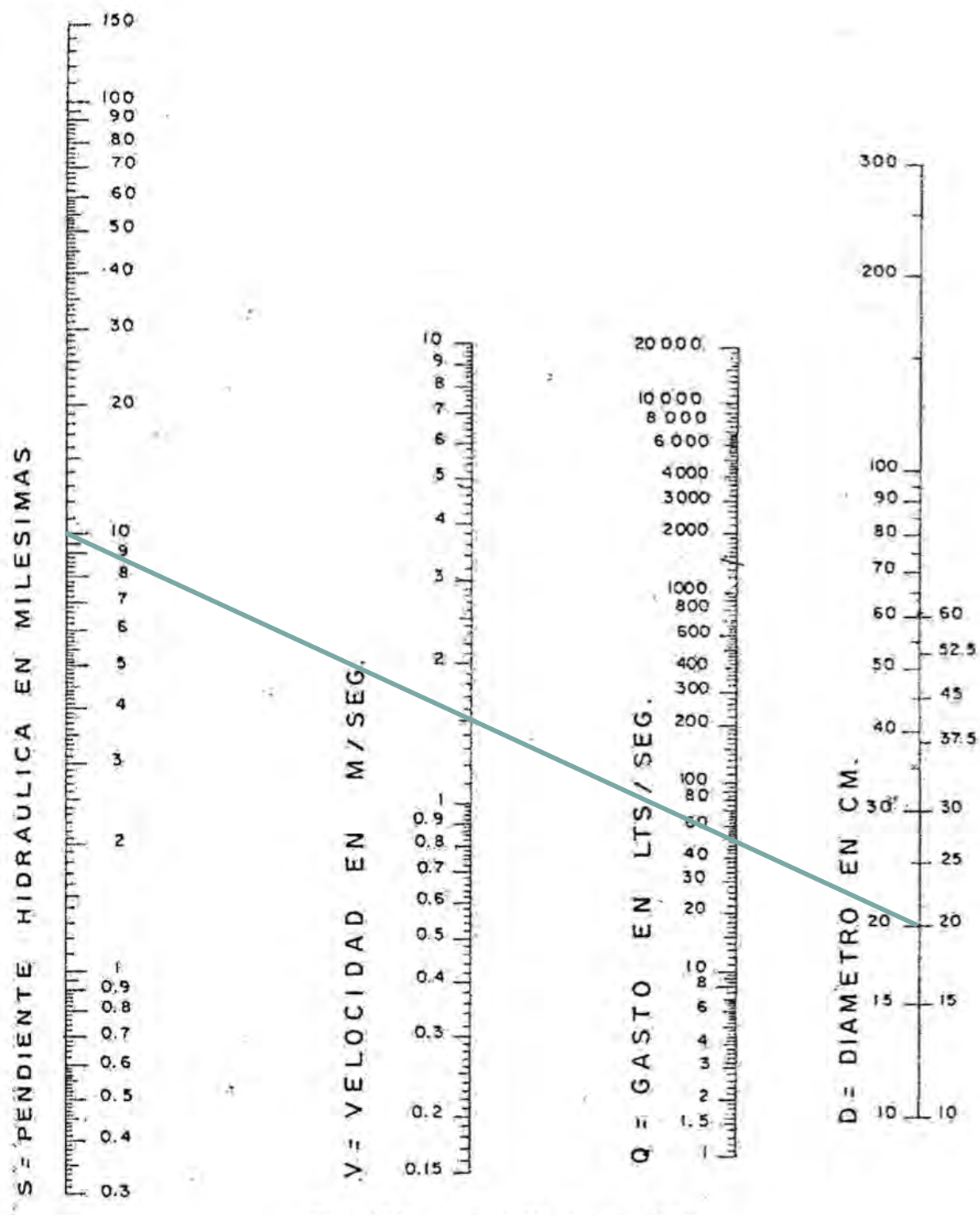


ILUSTRACIÓN 37. NOMOGRAMA DE MANNING PARA TUBERIA DE PVC.

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

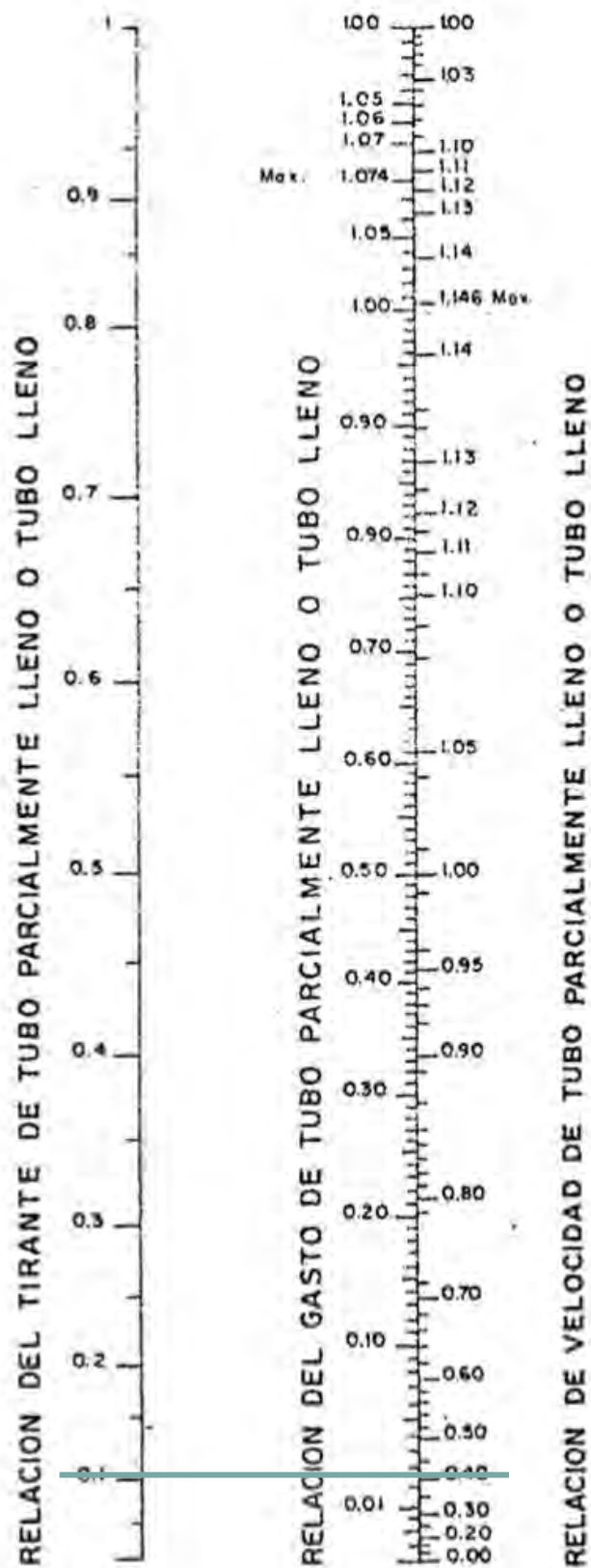


Figura 4.3 Nomograma de Manning para $n=0.009$

ILUSTRACIÓN 38. NOMOGRAMA DE MANNING PARA $N=0.009$

Fuente: (Ruiz Chávez & García Acevedo, 2016)

Las columnas 15 y 16 las cuales corresponden a la velocidad efectiva, tanto a condiciones de gasto mínimo que ocurrirá en el tramo, como el gasto máximo extraordinario en el mismo tramo. La finalidad de análisis de estas columnas es la de revisar que 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.

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

$$\frac{\text{Gasto}}{\text{Gasto a tubo lleno}} : \frac{\text{Tirante}}{\text{Tirante a tubo lleno}}$$

Así, de 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:

- Relación a Q min: $\frac{Q_{\min}}{Q_{\text{lleno}}} = RQ_{\min}$.
- Relación a Q máx Ext: $\frac{Q_{\text{máx ext}}}{Q_{\text{lleno}}} = RQ_{\text{máx ext}}$.

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 $RQ_{\min} = 0.028$, $RV_{\min} = 0.41$ y $RT_{\min} = 0.155$
- Para $RQ_{\text{máx ext}} = 0.057$, $RV_{\text{máx ext}} = 0.56$ y $RT_{\text{máx ext}} = 0.155$

Entonces, la velocidad efectiva a gasto mínimo (**columna 15**) resultará de multiplicar la relación de velocidad a gasto mínimo (**$RV_{\min}$**) por la velocidad a tubo lleno (**columna 14**). De igual manera, para el caso de la velocidad efectiva a gasto máximo (**columna 16**) resultará de multiplicar la relación de velocidad a gasto máximo (**$RV_{\text{máx ext}}$**) por la velocidad a tubo lleno (**columna 14**). En este caso se deberá cuidar que las

velocidades tanto mínima como máxima estén dentro de los parámetros ya mencionados.

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

Por lo que el tirante a gasto mínimo (**columna 17**) resultará de multiplicar la relación de tirante a gasto mínimo (**RT_{mín}**) por el diámetro del tubo propuesto (**columna 12**). De igual manera, para el caso del tirante a gasto máximo (**columna 18**) resultará de multiplicar la relación de tirante a gasto máximo (**RT_{máx ext}**) por el diámetro del tubo propuesto (**columna 12**). En este caso se deberá cuidar que el tirante mínimo sea menor que el máximo; y que el máximo no exceda el diámetro propuesto, en caso de exceder, significa que es insuficiente para que circule el gasto máximo instantáneo, en este caso se deberá modificar por el diámetro inmediato 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.

A continuación se encuentra la tabla de diseño hidráulico con lo antes mencionado.

TABLA 27. TABLA DE DISEÑO HIDRAULICO.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
POZO	TRAMO	LONGITUDES (m)			POBLACION SERVIDA (ACUMUMULAD A HABITANTES)	GASTOS DE AGUAS NEGRAS (L/S)				PENDIENTE (MILESIMAS)	DIAMETRO (CM)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO				TIRANTE A GASTO	
		PROPIA DEL TRAMO	TRIBUTARIA EN EL CRUCERO	ACUMUMULAD A PARA EL TRAMO		MEDIO	MINIMO	MAXIMO INSTANTANEO	MAXIMO EXTRAORDINARIO			TUBO LLENO		VELOCIDAD EFECTIVA A GASTO			
												GASTO (LTS/S)	VELOCIDA D (M/S)	MIN	MAX	MIN	MAX
SUBCOLECTOR 1																	
19			3605.3														
	19_18	71.60		3676.90	678	1.68	1.50	6.39	9.59	15	20	61.00	1.80	0.79	1.30	2.10	5.40
SUBCOLECTOR 2																	
17			161.30														
	17_18	94.50		255.80	47	0.12	1.50	5.70	8.55	61	20	120.00	3.60	1.12	2.12	1.20	3.60
SUBCOLECTOR 3																	
48			1637.30														
	48_49	125.00		1762.30	325	0.81	1.50	5.70	8.55	19	20	69.00	2.10	0.92	1.43	2.20	4.80
SUBCOLECTOR 4																	
110			5235.2														
	110_165	28.50		5263.70	971	2.41	1.50	9.15	13.73	77	20	135.00	4.20	1.30	2.69	1.20	4.40
SUBCOLECTOR 5																	
125			841.60														
	125_168	97.70		939.30	173	0.43	1.50	5.70	8.55	72	20	130.00	4.00	1.24	2.36	1.20	3.60
SUBCOLECTOR 6																	
140			2435.10														
	140_136	106.00		2541.10	469	1.16	1.50	5.70	8.55	5	20	35.00	1.09	0.56	0.90	2.80	6.80
SUBCOLECTOR 7																	
148			2010.70														
	148_149	117.60		2128.30	392	0.97	1.50	5.70	8.55	7	20	40.00	1.25	0.64	0.99	2.80	6.40
	149-136	38.60		2166.90	400	0.99	1.50	5.70	8.55	37	20	90.00	2.90	1.28	1.86	2.20	4.40
COLECTOR 1																	
18			3932.70														
	18_159	124.40		4057.10	748	1.86	1.50	7.05	10.58	5	20	35.00	1.09	0.56	0.95	2.80	7.60
	159_160	125.00		4182.10	771	1.91	1.50	7.27	10.91	3	20	26.00	0.82	0.46	0.78	3.20	9.00
	160_49	125.00		4307.10	794	1.97	1.50	7.49	11.23	3	20	26.00	0.82	0.46	0.79	3.20	9.20
49			1845.00														
	49_161	121.90		6274.00	1157	2.87	1.50	10.79	16.18	3	25	47.00	0.95	0.45	0.86	3.00	10.00
	161_162	39.70		6313.70	1164	2.89	1.50	10.85	16.28	3	25	47.00	0.95	0.45	0.87	3.00	10.25
	162_163	125.00		6438.70	1187	2.95	1.50	11.05	16.57	8	25	78.00	1.59	0.70	1.26	2.75	8.00
	163_164	125.00		6563.70	1210	3.00	1.50	11.25	16.87	17	25	115.00	2.27	0.70	1.61	1.50	6.50
	164_165	68.60		6632.30	1223	3.03	1.52	11.35	17.03	12	25	96.00	2.90	1.28	2.20	2.75	7.25
165			5263.70														
	165_166	86.00		11982.00	2209	5.48	2.74	19.47	29.20	11	25	94.00	2.80	1.32	2.46	3.00	9.75
	166_167	87.70		12069.70	2226	5.52	2.76	19.60	29.40	10	25	90.00	1.73	0.81	1.54	3.00	10.00
	167_168	85.00		12154.70	2241	5.56	2.78	19.72	29.58	10	25	90.00	1.73	0.81	1.54	3.00	10.00
168			939.30														
	168_169	125.00		13219.00	2437	6.05	3.02	21.27	31.91	23	25	133.00	2.62	1.15	2.17	2.75	8.50
	169_172	110.50		13329.50	2458	6.10	3.05	21.43	32.15	29	25	150.00	2.98	1.31	2.35	2.75	8.00
COLECTOR 2																	
136			4708.00														
	136_170	125.00		4833.00	891	2.21	1.50	8.40	12.60	13	20	56.00	1.70	0.80	1.38	2.40	6.40
	170_171	125.00		4958.00	914	2.27	1.50	8.62	12.93	58	20	115.00	3.60	1.12	2.38	1.20	4.40
	17_172	46.60		5004.60	923	2.29	1.50	8.70	13.05	28	20	80.00	2.50	1.10	1.80	2.20	5.40
EMISOR																	
172			18334.10														
	172_173	105.00		18439.10	3400	8.44	4.22	28.64	42.97	9	30	140.00	1.90	0.89	1.67	3.60	11.70

6.8. PLANOS CONSTRUCTIVOS.

Los planos constructivos son representaciones esquemáticas de los detalles de procesos constructivos, tiempos de ejecución, materiales, equipo y mano de obra a ser utilizados en el desarrollo de las distintas actividades que componen un proyecto de construcción en particular. Tienen como objetivo fundamental comunicar al personal de campo en la obra la intención del diseñador, la cual ha sido expresada en los planos y especificaciones técnicas y es responsabilidad de los ejecutores cumplir a cabalidad lo especificado en los planos constructivos para que las actividades se desarrollen de forma eficiente, económica y funcional. Son generados en la etapa de planificación del proyecto y son desarrollados por ingenieros, arquitectos y dibujantes. En esta etapa sirven como herramienta que permite la detección de errores de diseño previo a la ejecución del proyecto, posibilitando de esta manera generar estrategias de solución a los mismos. Son aplicados en la etapa de ejecución; ayudan a controlar la calidad, ya que permiten verificar si lo plasmado en planos ha sido materializado en la obra, así como también, contribuyen a un mayor control de cantidad y costo de mano de obra, materiales y cantidad de obra ejecutada (CÁCERES VALDÉS, CRUZ BARAHONA, & RODAS PÉREZ, 2013).

Los planos constructivos, tienen como objetivo fundamental comunicar al personal de campo en la obra la intención del diseñador, la cuál ha sido expresada en los planos y especificaciones técnicas; en éste deben estar explícitas las ideas y las soluciones planteadas de cada una de las partes de la obra. Los planos nos muestran cotas, dimensiones lineales, superficiales y volumetricas de todas las contrucciones y acciones que requieran los trabajos desarrollados por el proyectista. Cabe destacar que los planos constructivos son distintos a los planos de diseño. La diferencia radica en que los planos de diseño son aquellos en los cuales el ingeniero especialista plasma el diseño del sistema o estructura, los planos constructivos son los que plantean detalles más específicos, como equipos y procesos con los cuales se construirán o instalarán dichas estructuras o sistemas.

Un plano arquitectonico o plano de cosntrucción es la representación grafica de la futura obra; ésta dependiendo de su extension puede tener diferentes cantidades de planos, no existe una cantidad exacta ya que cada proyecto presenta diferentes necesidades; en otras palabras, los planos son la guía a seguir de los constructores para ejecutar la obra, por lo que para entender dicho proyecto entre más detallado y específico sea será mejor.

El plano es el medio de expresión de las ideas del proyectista y representa, por medio de graficos, lo que será un proyecto. Existen varios tipos de planos que pueden ser generales y de detalle para la ejecución de la obra en campo, entre lo más conocidos estan: localización, topografico, planeación del sistema, constructivo, entre otros.

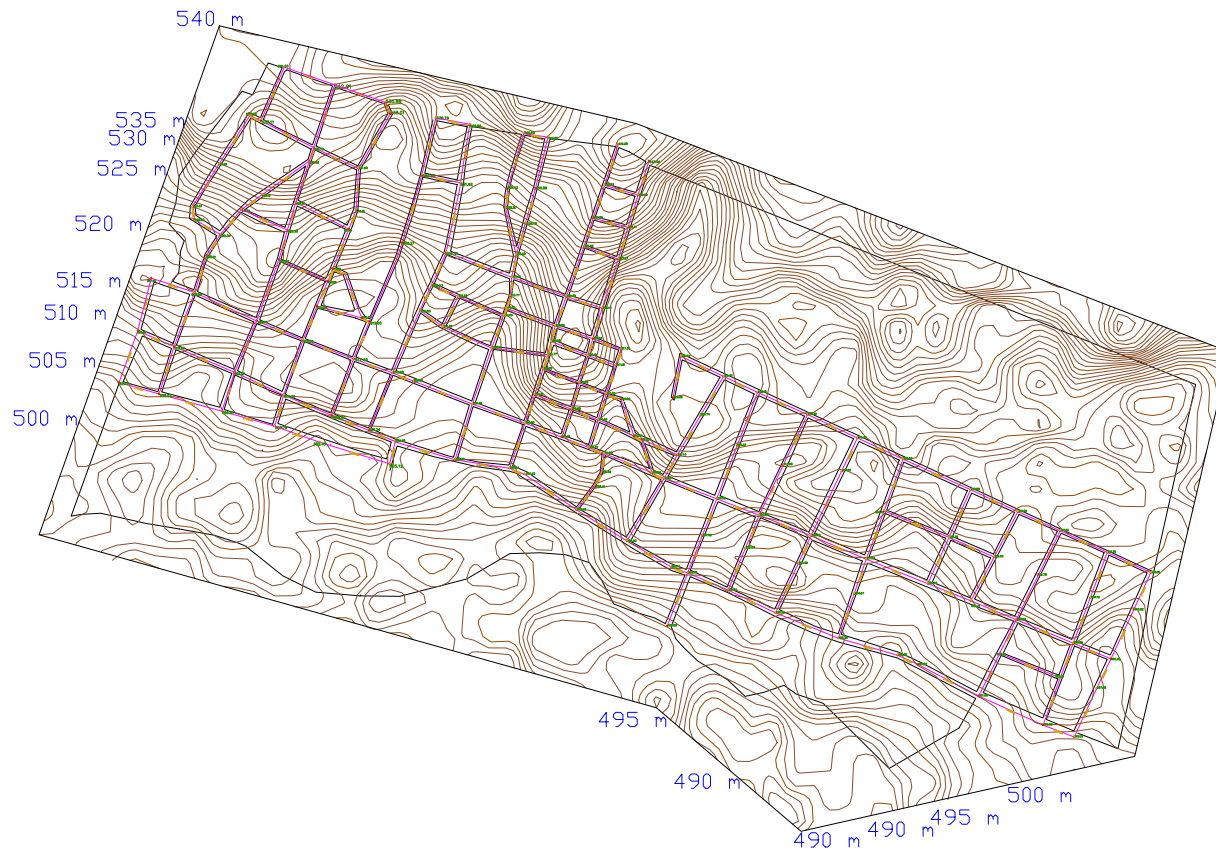
En nuestro caso los planos constructivos de la red de atarjeas, colectores y emisores, se indican los pozos de visita, las cotas del terreno y la cota de plantilla; en los tramos de tubería la longitud, la pendiente y el diámetro. Asimismo se incluye la simbología,

las cantidades de obra correspondientes al plano, los datos de proyecto, notas y croquis de localización. Estos mismos se realizaron mediante autocad todos cuentan con sus definiciones y elementos que marca la norma.

En el plano No. 1, **topográfico**, se trazó la topografía de la zona de estudio, las curvas de nivel se marcan a cada 5 metros, también se observa el perímetro de las calles, la longitud de éstas, las cotas de terreno, la micro y la macro localización; cuenta con su escala gráfica y su rosa de los vientos. Se comprueba que la topografía de la comunidad cuenta con zonas muy accidentadas las cuales se localizan en la parte noroeste y otras zonas ligeramente accidentadas que complementan el resto del plano. Además, se aprecia un trazo urbano irregular, tanto en dimensiones como en su distribución.

En el plano No. 2, **planeación del sistema**, se puede observar que al igual que en el anterior se encuentra la topografía, la cota de terreno, la longitud de las calles, y adicionalmente se muestran las atarjeas, la localización de los 173 pozos de visita, los números de pozo, las cabezas de atarjea interiores y exteriores. También, se puede apreciar la distancia entre la PTAR y la zona urbana que es de 300 m aproximadamente, es importante recalcar, que la planta de tratamiento se encuentra a la orilla del río Salinas, lo cual facilitará la descargar del agua tratada.

En el plano No.3, **constructivo**, en éste se detallan los datos de la población actual (2021) y la población a futuro (2041), de la misma forma se describen los resultados obtenidos en el diseño hidráulico, la simbología entre la que destaca la relación longitud-pendiente-diametro obtenida del ajuste geométrico, cota de plantilla, profundidad del pozo, tipos de caídas (libre y adosada), adicionalmente se definieron los subcolectores, colectores y el emisor.



ESCALA GRÁFICA

LOCALIZACIÓN : ABASOLO



POBLACIÓN ABASOLO



SIMBOLOGÍA

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

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN
DE ASOLO, NUEVO LEÓN

PLANO:
1/3

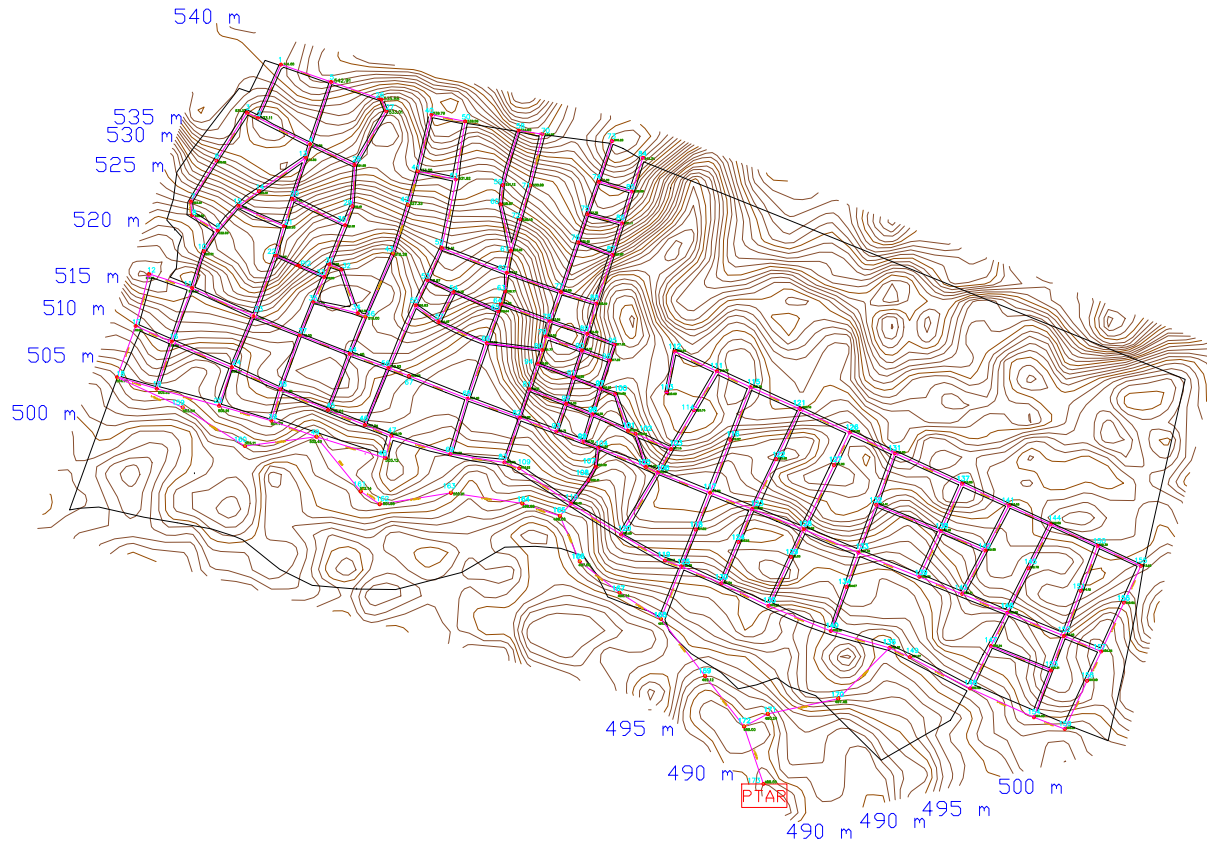
PLANO:
TOPOGRÁFICO

UNIDAD:
METROS

UBICACIÓN:
ABASOLO, NUEVO LEÓN

FECHA:
FEBRERO/20

PROYECTO:
MORENO MORALES DIANA LAURA



ESCALA GRÁFICA

LOCALIZACIÓN :ABASOLO



POBLACIÓN EL ABASOLO



SIMBOLOGÍA

- CURVAS DE NIVEL
- ATARJEA
- 518.88 COTA DE TERRENO
- L=105 m LONGITUD
- POZO DE VISITA CON CABEZA DE ATARJEA EXTERIOR
- POZO DE VISITA CON CABEZA DE ATARJEA INTERIOR
- 8 NUMERO DE POZO DE VISITA
- P.T.A.R. PROPUESTA PARA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE ASOLO, NUEVO LEÓN

PLANO: 2/3

PLANO: PLANEACIÓN DEL SISTEMA

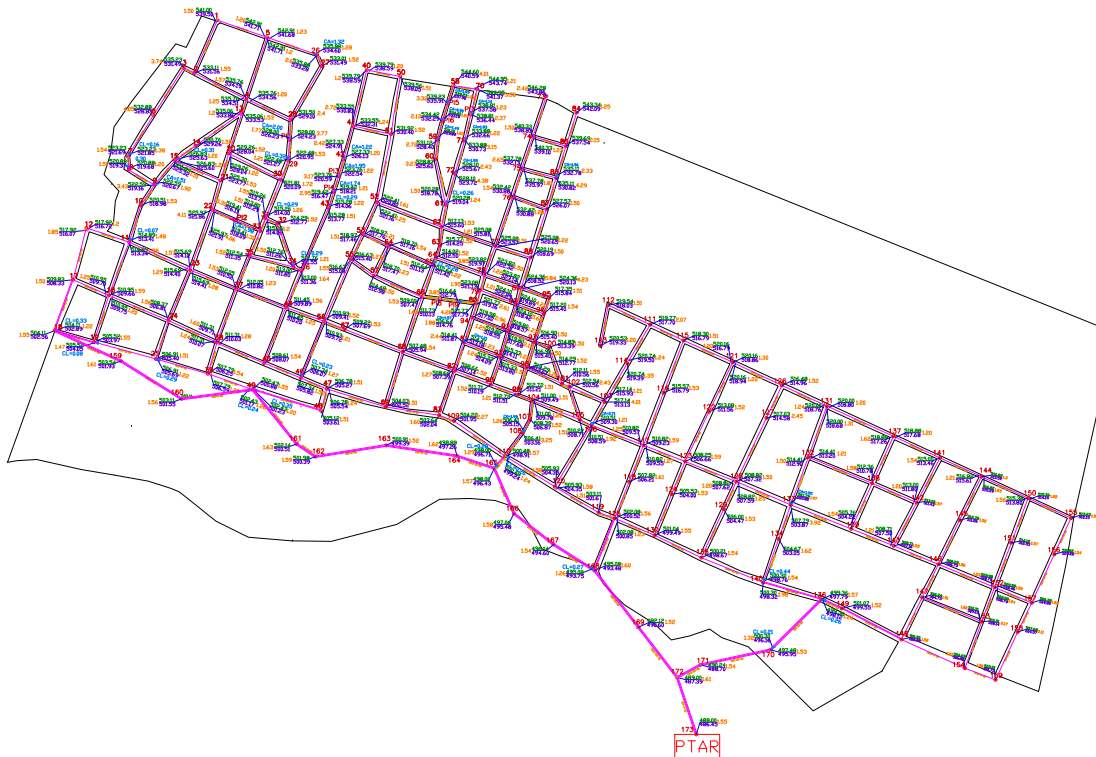
Unidad: METROS

UBICACIÓN: ABASOLO, NUEVO LEÓN

Escala: FEBRERO/20

PROYECTO: MORENO MORALES DIANA LAURA

Z



ESCALA GRÁFICA

DATOS DE PROYECTO

Población actual servida (2021).....	2993 hab
Población proyecta a futuro (2041).....	3400 hab.
Vida útil de la obra.....	20 años
Dotación.....	285.82 l/h/d
Aportación.....	(75 %), 214.37 l/h/d
Coefficiente de variación máx. Inst.	Harmon,(3.4)
Gasto mínima.....	4.22 l/s
Gasto medio.....	8.44 l/s
Gasto máximo instantáneo.....	28.64 l/s
Gasto máximo extraordinario.....	42.97 l/s
Velocidad mínima.....	0.3 m/s
Velocidad máxima.....	5.0 m/s
Sitio de vertido.....	(Propuesta para ubicación de P.T.A.R)
Tipo de tubería.....	Cloruro de Polivinilo (PVC)
Tipo de conducción.....	Gravedad
Fórmulas.....	Manning

SIMBOLOGÍA

—	ATARJEJA
○	POZO DE VISTA CON CABEZA DE ATARJEJA EXTERIOR
⊕	POZO DE VISTA CON CABEZA DE ATARJEJA INTERIOR
▲	CAÍDA LIBRE
●	CAÍDA ADOSADA
8	NÚMERO DE POZO DE VISTA
L-S-φ	LONGITUD (M)-PENDIENTE-DIÁMETRO(CM)
—	COTA DE TERRENO, PROFUNDIDAD
—	COTA DE PLANTILLA DE POZO
—	SUBCOLECTOR
—	COLECTOR
—	EMISOR
P.T.A.R.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE ASOLO, NUEVO LEÓN	PLANO:	3/3
PLANO:	CONSTRUCTIVO	UNIDAD:	METROS
UBICACIÓN:	ABASOLO, NUEVO LEÓN	FECHA:	FEbrero / 20
PROYECTÓ:	MORENO MORALES DIANA LAURA		

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

El objetivo general de esta tesis fue diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para la localidad de Abasolo, Nuevo León; debido a la problemática que sufren los habitantes ésta, la cual fue detectada años atrás, gracias al contacto directo con pobladores de la comunidad, y a la investigación realizada a través del INEGI.

De esta forma se desarrollo el presente trabajo de tesis, aportando al municipio el proyecto basado en el MAPAS de la CONAGUA, el cual incluyó: el diseño y revisión hidráulica, los planos constructivos, selección del periodo de diseño. Lo anterior es una herramienta básica para que el municipio de Abasolo, inicie el desarrollo de proyectos complementarios a este análisis (proyecto de tesis).

Se confirmó que la topografía del terreno es demasiado accidentada, debido a ello fue necesario implementar mayor número de caídas libres y adosadas, provocando asimismo excavaciones mayores a lo recomendando, sin exceder el índice de casos extraordinarios; sin embargo, esta condición topográfica nos dio el beneficio de no requerir cárcamos de bombeo, logrando un flujo por gravedad, resultando en un gran ahorro en la construcción y operación del sistema de drenaje.

Debido a las necesidades planteadas por el proyecto y en base a las normas fue posible seleccionar una tubería de PVC, gracias a su capacidad flexible, lo cual permitió adaptarse adecuadamente a la topografía del lugar; además de otras ventajas como: baja resistencia al flujo, ligero, fácil acceso, instalación sencilla y bajo costo. La mejor forma de resolver las necesidades de drenaje de la población y tomando en cuenta las características del terreno, fue el diseño de trazo combinado.

En suma, el desarrollo de este proyecto permitió llevar a cabo la aplicación de los conocimientos obtenidos durante la licenciatura como ingeniero civil.

Como consecuencia de lo anterior, se puede decir que se cumplieron cabalmente los objetivos de la presente tesis.

7.2. RECOMENDACIONES

Este proyecto tuvo un alcance nivel diseño hidráulico y geométrico; sin embargo, sería deseable realizar el levantamiento topográfico con estación total en la zona, logrando con ello una mayor certeza en los cálculos geométricos.

A su vez, se recomienda como un estudio complementario efectuar el análisis de costos para este proyecto, lo cual permitirá tener un conocimiento más específico del costo de la obra y con ello planear su ejecución por parte del Municipio.

Es necesario diseñar y construir una planta de tratamiento de aguas residuales, con el fin de complementar los beneficios sanitarios a la población y al medio ambiente; este complemento bien podría ser tema de otro trabajo de tesis.

Sería conveniente crear conciencia del estado actual del sistema de drenaje con el que cuenta la comunidad, por lo que destaca la necesidad de la sustitución programada de la infraestructura actual, previniendo la saturación del drenaje y con ello los costos excesivos generados por la solución de estos eventos.

8. REFERENCIAS

- Abasolo N.L. (08 de Febrero de 2020). Obtenido de <http://abasolonl.gob.mx/>,
- Abasolo N.L. (12 de junio de 2019). Obtenido de <http://abasolonl.gob.mx/>,
- Bing. (01 de Abril de 2019). *Bing Maps*. Obtenido de <https://www.bing.com/maps>
- CÁCERES VALDÉS, S. V., CRUZ BARAHONA, A. A., & RODAS PÉREZ, J. J. (Diciembre de 2013). APLICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN EL PLANTEAMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES". San Salvador, El Salvador.
- ceenl. (s.f.). *Municipios de Nuevo León*. Obtenido de <https://www.ceenl.mx/geografia.asp>
- CONAGUA. (02 de ENERO de 2019). Obtenido de bibioteca digital de MAPAS : <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf>
- CONAGUA. (20 de Junio de 2001). *NT-011-CNA-2001*. Obtenido de <http://info.ceajalisco.gob.mx/transparencia/pdf/ley/nom/cna/nt-011-cna-2001.pdf>
- CONEVAL. (2010). *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*. Obtenido de https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Informes%20de%20pobreza%20y%20evaluaci%C3%B3n%202010-2012_Documentos/Informe%20de%20pobreza%20y%20evaluaci%C3%B3n%202012_Nuevo%20Le%C3%B3n.pdf
- CONEVAL. (2015). Grado de rezago social.
- CONEVAL. (2018). *ENTIDADES FEDERATIVAS*. Obtenido de NUEVO LEÓN POBREZA ESTATAL 2018: https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/NuevoLeon/Paginas/Pobreza_2018.aspx
- EcuRed. (03 de NOVIEMBRE de 2015). *Abasolo (México)*. Obtenido de Ecured : [https://www.ecured.cu/Abasolo_\(M%C3%A9xico\)](https://www.ecured.cu/Abasolo_(M%C3%A9xico))

H. congreso del estado de Nuevo Leon. (30 de Marzo de 2012). *Abasolo*. Obtenido de
Comite de Archivo y biblioteca:
<http://www.hcnl.gob.mx/archivo/2012/03/abasolo.php>

HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, O. (mayo de 2017). PProyecto de alcantarillado sanitario
para la población el plantanal, municipio de Tumbiscatío Michoacan.

INAFED. (26 de Mayo de 2010). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Obtenido de H. ayuntamiento de Abasolo:
<http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM19nuevoleon/municipios/19001a.html>

INEGI. (16 de Agosto de 2016). *Inventario Nacional de Viviendas* . Obtenido de
<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/INV/Default.aspx?ll=20.050128693967704,-101.564765625&z=5>

INEGI. (18 de Junio de 2015). *Población Total*. Obtenido de
<https://www.inegi.org.mx/temas/estructural/>

INEGI. (19 de Junio de 2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de
http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/19/19001.pdf

INEGI. (2 de Enero de 2020). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>

INEGI. (2014). *Espacio y datos de México*. Obtenido de
<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=19001>

INEGI. (2016). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. Obtenido de
National Housing Inventory 2016:
<https://en.www.inegi.org.mx/app/mapa/INV/Default.aspx?ll=25.945241469394304,-100.39399282636614&z=16>

INEGI. (4 de octubre de 2020). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de
<https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=19001#divFV1002000002>

MAPAS de CONAGUA. (2007).

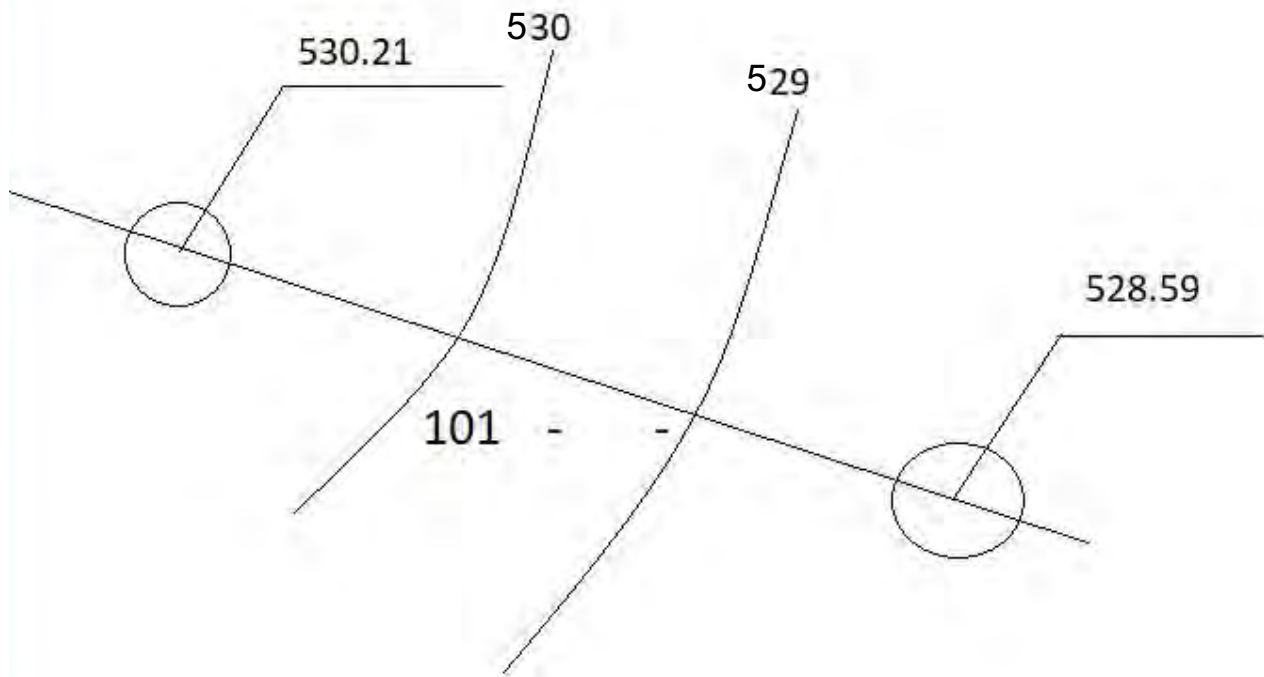
MAPAS. (10 de Enero de 2016). *Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado*. Obtenido de <http://www.mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

- Mexicoteca. (s.f.). *La enciclopedia azteca*. Obtenido de [https://mexico.fandom.com/es/wiki/Abasolo_\(NL\)](https://mexico.fandom.com/es/wiki/Abasolo_(NL))
- Mundoregio. (s.f.). *Abasolo, Nuevo León*. Obtenido de mundoregio.com: <https://mundoregio.com/nuevoleon/municipios/abasolo-nuevo-leon/#gsc.tab=0>
- Ruíz Chavez , R., & García Acevedo, R. (2016). *Alcantarillado Sanitario y Pluvial*. Morelia: U.M.S.N.H.
- Ruiz Chávez, R., & García Acevedo, R. (2016). *Alcantarillado Sanitario y Pluvial*. Morelia: U.M.S.N.H.
- SCT. (19 de Febrero de 2018). *Atlas de Comunicaciones y Transportes*. Obtenido de <http://www.sct.gob.mx/planeacion/cartografia/mapa-por-estado/>
- SEMARNAT. (2002). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf
- SIALT, INEGI. (2020). *INEGI*. Obtenido de Simulador de flujos de agua en cuencas hidrograficas: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#
- SIAPA. (15 de Febrero de 2014). *CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES*. Obtenido de http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf

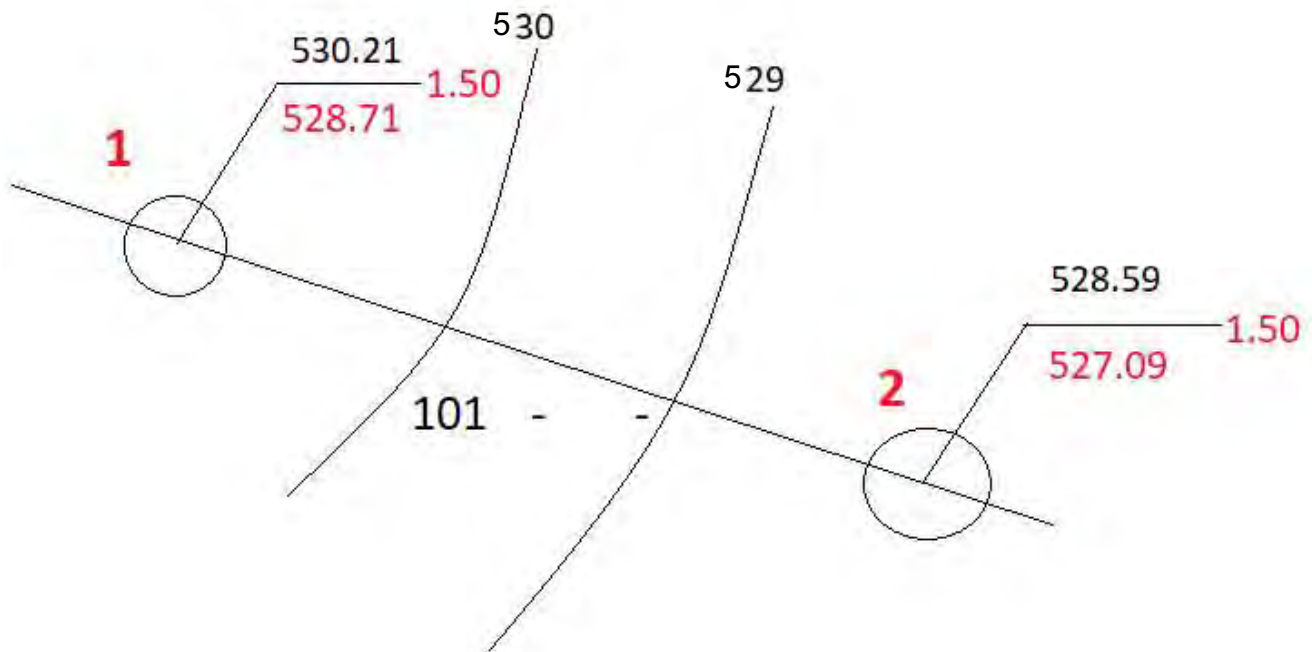
9. ANEXOS

ANEXO 1. EJEMPLO DE AJUSTE DE PENDIENTE

Ajuste de pendiente entre 2 pozos de visita común.



En Este caso se numeran los pozos del tramo en el sentido del flujo se propone la profundidad mínima por norma de 1.5 m, y con esta se calculará la cota de plantilla, siempre se debe comenzar el cálculo proponiendo las profundidades mínimas, para así minimizar el volumen de excavación y evitar sobre costos.



Ahora se calcula la pendiente que se genera entre estos dos pozos 1 y 2, esta se calcula dividiendo la diferencia de cotas de platilla (h) de los pozos entre la longitud de este tramo el cual es de 101 metros.

$$S = \frac{528.71 - 527.09}{101} = 0.01604$$

De acuerdo a lo que establece la norma la pendiente se debe expresar en milésimas, por lo que esto se debe ajustar a solo 3 milésimas de m, y este será la diezmilésima, es decir un 1. Por lo que la pendiente quedara en 16 milésimas, convirtiéndose en la pendiente ajustada ($S_{ajust} = 0.016$ m este resultado se encuentra en el rango de acuerdo a la norma que nos indica una pendiente de $0.003 > S < 0.083$. Es importante recordar que la precisión requerida es al centímetro.

$$0.016 = \frac{h}{101}$$

Despejamos de esta ecuación h ajust.

$$h_{\text{ajust}} = 101 \text{ m} \cdot 0.016 = 1.61 \text{ m}$$

Una vez calculada la nueva diferencia de cotas de plantilla o desnivel (h), se mantendrá fija la cota del pozo 1 que es el pozo inicial y restarle el desnivel h para determinar la nueva cota de plantilla del pozo 2 con la S_{ajust} (0.016).

La nueva cota de plantilla para el pozo 2 = $\text{CPP2}_{\text{ajust}} = 528.71 - 1.61 = 527.10$

Nueva profundidad del pozo 2 = $\text{PP2}_{\text{ajust}} = 528.59 - 527.10 = 1.49$ **No se acepta** pues la profundidad mínima para pozos de visita común es de 1.50 m

Por lo tanto, es necesario regresar a realizar un nuevo ajuste a la pendiente y ahora en lugar de disminuir a 16 milésimas se deberá incrementar a 17 milésimas para que así se profundice más la plantilla del pozo 2, y de esta manera se pueda cumplir con la especificación mínima de 1.50 m de profundidad para pozo común.

$$h_{\text{ajust}} = 101 \text{ m} \cdot 0.017 = 1.71$$

Nueva cota de plantilla del pozo 2 = $\text{CPP2}_{\text{ajust}} = 528.71 - 1.71 = 527$

Nueva profundidad del pozo 2 = $\text{PP2}_{\text{ajust}} = 528.59 - 527 = 1.59 > 1.5 \text{ m}$ **Se acepta**

Finalmente se escribe la pendiente definitiva en el espacio del tramo, donde estará escrita la longitud-pendiente-diámetro, la longitud en metros (m), la pendiente en milésimas de metro, y el diámetro en centímetros (cm), sin anotar las respectivas unidades, quedando el cálculo del proyecto geométrico del tramo en estudio, como se muestra a continuación.

