

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO PARA LA REHABILITACIÓN
DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA
CENTRO EN LA POBLACIÓN DE TUMBISCATÍO DE
RUIZ, MUNICIPIO DE TUMBISCATÍO, MICHOACÁN.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

PASANTE DE INGENIERÍA CIVIL EDUARDO GARFIAS MARÍN

ASESOR

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL ROBERTO GARCÍA ACEVEDO

MORELIA MICHOACÁN, MARZO DEL 2014



CON INFINITO AMOR Y AGRADECIMIENTO PARA:

MIS PADRES

Por su amor y confianza a quienes debo tantos sacrificios, sin los cuales hubiera sido posible alcanzar esta meta.

Sr. Fidel Garfias Marín

Sra. Ana Luisa Marín Reyes

A MIS HERMANOS

Con cariño y afecto, por su comprensión y apoyo incondicional.

A MIS COMPAÑEROS

Por su brindarme su confianza, apoyo moral y sus enseñanzas.

AL X ROBERTO GARCIA ACEVEDO

Mi agradecimiento por brindarme su experiencia y asesoría, en este proyecto.

A MI ESCUELA

Todo mi respeto y gratitud

CON RESPETO Y AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que se han manifestado en mi vida



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

Morelia, Mich a 11 de Diciembre de 2013

C. EDUARDO GARFIAS MARIN
P R E S E N T E

Asunto: Carta de Aceptación
de Impresión de trabajo.

Por medio de la presente, una vez revisado su trabajo denominado "PROYECTO TÉCNICO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO EN LA POBLACIÓN DE TUMBISCATÍO DE RUIZ, MUNICIPIO DE TUMBISCATÍO, MICHOACÁN." a fin de obtener el título de INGENIERO CIVIL en esta Facultad a mi cargo, hago de su conocimiento que no existe inconveniente alguno para que esta se reproduzca.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE

JOAQUIN CONTRERAS LOPEZ
DIRECTOR
Facultad de Ingeniería Civil

M.C. JOAQUÍN CONTRERAS LÓPEZ
Director de la Facultad de Ingeniería Civil
De la U.M.S.N.H.
PRESENTE.

ASUNTO: SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE TEMA DE TESIS

Por este conducto me dirijo a usted, para saludarle y de igual manera solicitarle de la manera más atenta la autorización del tema de tesis con el título siguiente:

“PROYECTO TÉCNICO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO EN LA POBLACIÓN DE TUMBISCATÍO DE RUIZ, MUNICIPIO DE TUMBISCATÍO, MICHOACÁN”.

Con el siguiente contenido general:

1. Introducción
2. Objetivo
3. Antecedentes
4. Estudios preliminares
5. Memoria descriptiva
6. Diseño de la red de distribución de agua potable
7. Conclusiones y recomendaciones
8. Bibliografía

Sin otro particular por el momento agradezco de antemano la atención a la presente.

Morelia Michoacán a 9 de diciembre de 2013.

Atentamente.



P.I.C. Eduardo Garfías Marín



M.C. Roberto García Acevedo
Asesor



M.C. Roberto García Acevedo
Jefe del Laboratorio de Ingeniería
Sanitaria y Ambiental de la

C.c.p. Archivo.

RECIBIDO
09 DIC 2013
SRTA. ACADÉMICA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

Morelia, Mich a 09 de Diciembre de 2013

C. EDUARDO GARFIAS MARIN
P R E S E N T E

Asunto: Carta de asignación de revisores

Por medio de la presente y en atención a su solicitud de asignación de revisores que debe realizar la evaluación de su trabajo; hago de su conocimiento que se designó a los siguientes profesores que a continuación se citan, a los cuales deberá de presentar el trabajo desarrollado para su revisión:

ASESOR DE TRABAJO ROBERTO GARCIA ACEVEDO

ATENTAMENTE

JOAQUIN CONTRERAS LOPEZ
DIRECTOR
Facultad de Ingeniería Civil

ÍNDICE

RESUMEN, ABSTRACT	1
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	
1.1 INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 2 OBJETIVO	
2.1 OBJETIVO	14
CAPÍTULO 3 ANTECEDENTES	
3.1 UBICACIÓN	15
3.2 PRINCIPALES ATRACTIVOS.....	15
3.3 CLIMA Y VEGETACIÓN.....	15
3.4 SERVICIOS BÁSICOS.....	18
3.5 ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	18
3.6 USO DE SUELOS.....	21
3.7 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....	21

CAPÍTULO 4 ESTUDIOS PRELIMINARES

4.1 VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA	23
4.2. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO	24
4.3 ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA	25
4.4 COBERTURA Y PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL	27
4.5 INSPECCIÓN DE CAJAS EXISTENTES PARA OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO	28
4.6 ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO	28
4.7 ESTUDIO TOPOGRÁFICO	31
4.8 NIVELACIÓN DIFERENCIAL DE BANCOS DE NIVEL	31
4.9 ZONA DE CAPTACIÓN	32

CAPÍTULO 5 MEMORIA DESCRIPTIVA

5.1 PROYECTO TÉCNICO	35
5.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	36
5.3 PRESENTACIÓN DE LOS PLANOS	37
5.4 REGULACIÓN	38
5.5 RED DE DISTRIBUCIÓN	38
5.5.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO	38
5.6 DESINFECCIÓN	39

CAPÍTULO 6 DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE

6.1 POBLACIÓN PROYECTO	40
6.1.1 AJUSTE LINEAL	42
6.1.2 AJUSTE EXPONENCIAL	45
6.1.3 AJUSTE LOGARÍTMICO	47
6.1.4 SELECCIÓN DEL MEJOR MÉTODO DE AJUSTE	49
6.2 CONSUMOS PÚBLICOS DE AGUA POTABLE	50
6.3 DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO	51
6.4 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE AGUA POTABLE SECTOR ZONA CENTRO	53

CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES	57
7.2 RECOMENDACIONES	57

CAPÍTULO 8 BIBLIOGRAFÍA

8.1 BIBLIOGRAFÍA	58
------------------------	----

ANEXOS

PRESENTACIÓN DE LOS PLANOS	59
CRUCEROS	59
DISEÑO DE CRUCEROS	60

ESTADO ACTUAL DE LA RED	62
RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE SECTOR ZONA CENTRO	64
INICIO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE SECTOR ZONA CENTRO	65
ZONA MÁS DESFAVORABLE DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	66
DETALLE TOMA DOMICILIARIA	68
RESUMEN DE TUBERÍA Y PIEZAS ESPECIALES	70

RESUMEN

En el presente proyecto se realizó la rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector de la zona centro del poblado de Tumbiscatío de Ruiz Michoacán. Este proyecto se realizó debido a que el sistema que operaba anteriormente no era eficiente para abastecer de agua potable a toda la población, por tal motivo se propuso una rehabilitación, la cual consiste en dividir la red en tres sectores, (Zona Alta, Zona Centro y Zona Baja). En el desarrollo de esta rehabilitación, primeramente se recaudo información en sitio, la cual fue de muy poca ayuda, ya que no se contaba con ningún plano del sistema abastecimiento. Esta información fue posible obtenerla con la ayuda de los fontaneros, los cuales nos proporcionaron la información necesaria para conocer el estado actual en que encontraba el sistema de abastecimiento. Se hizo uso de los censos de población del INEGI para conocer el número de habitantes y su tendencia de crecimiento, enseguida se realiza la proyección futura para esta zona, la cual fue para un periodo de 20 años, obteniendo así el consumo requerido por la población. Se realizaron estudios los cuales fueron: calidad del agua, geohidrológico, topográfico y una verificación a la información recopilada. Por último al realizar el cálculo hidráulico para este sector se puede decir que las cargas disponibles obtenidas son adecuadas para asegurar que el agua va llegar a todas las viviendas con la presión necesaria.

PALABRAS CLAVE

Agua, potable, abastecimiento y rehabilitación.

ABSTRACT

In this project the rehabilitation of the water supply to the area of the town center area of Michoacán Tumbiscatío Ruiz was performed. This project was performed because the system operating above was not efficient to supply drinking water to the entire population, as such a discharge is proposed, which consists in dividing the network into three sectors (Zone Alta, Zone Centro and Lower Zone). In the development of this rehabilitation, information collection in first place, which was of little help, since there were not any level of supply system. This information was possible to obtain with the help of plumbers, who provided us the information necessary to understand the current state of the supply system was. Use of population censuses INEGI was made to know the number of inhabitants and its growth trend, once the future projection for this area is performed, which was for a period of 20 years, thus obtaining the required consumption by the population. Water quality, geohydrologic, topographic and verification to information collected: studies which were performed were. Finally when performing hydraulic calculations for this sector can be said that the available loads obtained are adequate to ensure that the water reach all households with the required pressure.

KEYWORDS

Water, potable, supplying and rehabilitation.



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.

1.1 INTRODUCCIÓN

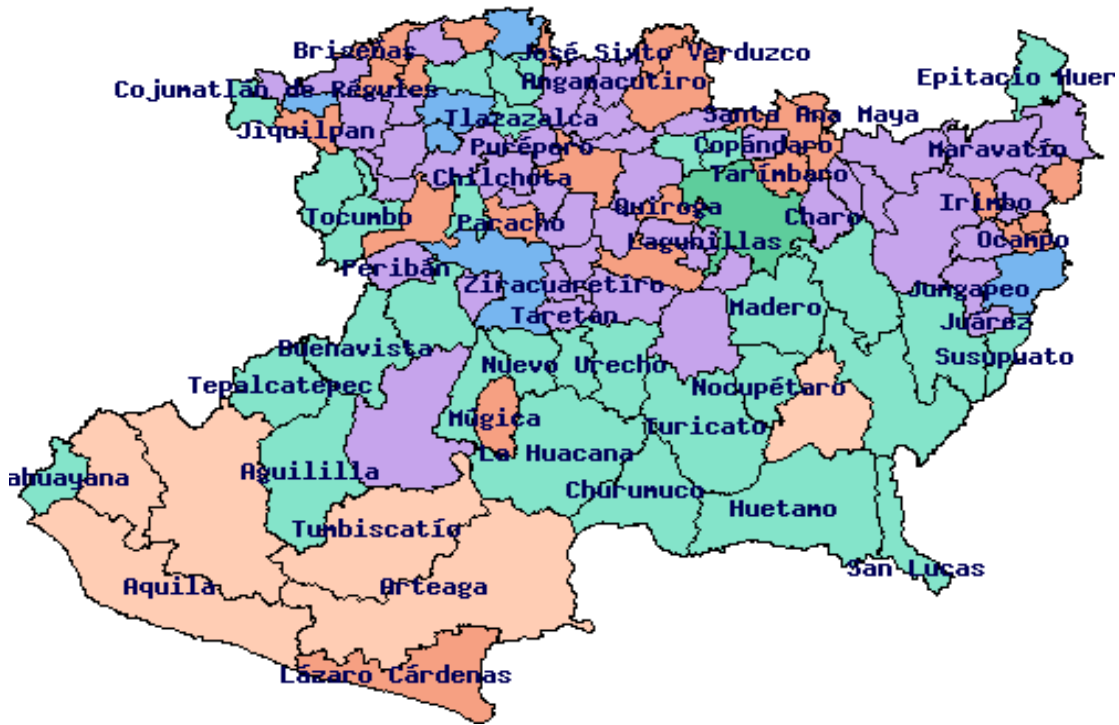
1.2 OBJETIVO

El principal objetivo de este proyecto es Diseñar una red de agua potable para resolver la problemática del desabasto de agua potable que presenta la zona Centro del poblado de Tumbiscatio de Ruiz Michoacán, esto debido a la mala traza de las calles y de la topografía con que cuenta el poblado.

1.3.1 UBICACIÓN

Tumbiscatío, es uno de los 113 municipios del Estado de Michoacán de Ocampo (México). La cabecera municipal es la homónima Tumbiscatío de Ruiz y se encuentra en la parte suroccidental del Estado, en la denominada región Sierra Costa Michoacana.

La cabecera municipal de Tumbiscatío de Ruiz se localiza al suroeste del Estado de Michoacán de Ocampo, en las coordenadas 18°31'00" de latitud norte y 102° 21' 00" de longitud oeste, a una altura de 900 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Apatzingán y La Huacana, al este y sur con Arteaga, y al oeste con Aguililla.



1.3.2 CLIMA Y VEGETACIÓN

Su clima es tropical, templado y seco estepario con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 560.6 milímetros y temperaturas que oscilan entre 21.8 a 33.1° centígrados.

En el municipio domina el bosque mixto con pino, encino y cedro, y el bosque tropical deciduo con panícula, laurelillo y parota. La fauna del municipio está representada por ardilla, armadillo, cacomixtle, nutria, zorrillo, zorro, gato montés, comadreja, mapache, venado, gallina de monte y otras especies de aves.

1.3.3 SUELOS

Los suelos del municipio corresponden principalmente a los del tipo café grisáceo, café rojizo, amarillo de bosque y de pradera. Su uso está destinado primordialmente a la actividad forestal y en menor proporción a la ganadera y agricultura.

1.3.4 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

De acuerdo a las actividades económicas del lugar la principal es la ganadería se cría principalmente ganado, bovino, caprino, porcino, caballar y avícola. La segunda actividad es la agricultura siendo los principales cultivos: Ajonjolí, frijol y melón.

1.3.5 PRINCIPALES ATRACTIVOS

Entre los atractivos del municipio podemos señalar: la iglesia de Guadalupe y el cerrito de la cruz (mirador) en la cabecera municipal. También en su relieve montañoso destaca el emblemático “Cerro de la Aguja” y la “Sierra de Playitas”, sin olvidar sus arroyos y riachuelos como el río Toscano

1.3.6 SERVICIOS BÁSICOS

Los servicios más indispensables como los servicios médicos de la población del municipio es atendida por organismos públicos y privados como son: los Centros de Salud, adscritos a la Secretaría de Salud y las Clínicas de IMSS, además de los Consultorios Particulares.

En servicios de educación el municipio cuenta con planteles de educación inicial: preescolar, primaria y secundaria. Y en Educación media superior se tiene un Colegio de Bachilleres.

La cobertura de servicios públicos, de acuerdo a las apreciaciones realizadas en las visitas de inspección, son:

Agua potable.....	90%
Drenaje.....	50%
Electrificación.....	90%
Pavimentación.....	45%
Alumbrado Público.....	70%
Panteón.....	90%
Seguridad Pública.....	60%
Parques y Jardines.....	50%
Edificios Públicos	
Rastro	

En la localidad se reciben señales de radio, se cuenta con servicio de televisión por cable, servicio de internet, telefonía fija y móvil, servicio de fax, servicio de transporte público Arteaga-Tumbiscatío y Tumbiscatío - Uruapan.

1.3.7 GRADO DE MARGINACIÓN

El municipio se encuentra en un grado moderado de marginación, las edificaciones construidas con madera, tabique, concreto y de lámina para techos de Acero Galvanizado representan una minoría y la mayoría de la población tiene viviendas construidas con los materiales tradicionales adobe y techumbre de teja.

1.3.8 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

La población de Tumbiscatío de Ruiz, cuenta con una infraestructura hidráulica que se ha ido creando de acuerdo a las necesidades de los pobladores y por tal motivo no se cuenta con una red formal que opere adecuadamente.

El sistema de agua potable de Tumbiscatío de Ruiz, está conformado por una plantilla de personal de tres elementos, encabezados por un director y dos fontaneros, los cuales se encargan de la distribución, mantenimiento y creación de las nuevas líneas de agua potable. El grado de preparación de estas personas alcanza el nivel de secundaria.

Debido a la falta de un plan de desarrollo, y al crecimiento desordenado de la población, ha generado que las autoridades cubran las necesidades de agua potable, por medio de instalación de tuberías con diferentes capacidades y diámetros, por lo que el crecimiento de la red de agua potable fue desordenado, situación originada principalmente por la colocación de tubería de distintos diámetros.

Actualmente, el Ayuntamiento de Tumbiscatío y el propio Sistema de agua potable no cuenta con un plano técnico de la infraestructura hidráulica existente, por los que de acuerdo con la información que proporcionaron los trabajadores del actual ayuntamiento, se logró la recopilación de la infraestructura actual, con lo que se elaboró un plano de infraestructura existente, el cual esquematiza la red de agua potable que actualmente está suministrando el servicio de agua a la población.

1.4.1 VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIlada

Con la información recopilada, se realizó una validación con fuentes de consulta para poder determinar el grado de confiabilidad de la documentación e información levantada en campo.

Tumbiscatío es un pueblo pequeño que cuenta con una población de 2903 habitantes en el año 2013, la población con mejor nivel económico se ubica en la zona centro y zona Noreste del lugar, y en las zonas restantes se tiene una mezcla de personas con bajo y alto nivel socioeconómico, en las periferias se ubican las personas con un nivel socioeconómico bajo y que además presentan una falta de servicios en la zona.

Se podría mencionar que la principal limitante física es la orografía del lugar pero los pobladores han creado calles que se acoplan a la topografía teniendo como resultado una traza muy irregular y deficiente para la colocación de los servicios básicos (luz, agua, etc.), pero las autoridades y pobladores toman como principal limitante la falta de agua en la zona.

Para obtención y verificación la información se realizó una visita de campo a los lugares de importancia y la información recopilada se basa en el conocimiento en el sitio. Debido a que el municipio no contaba con información antecedente y de la creación de las redes sin una distribución adecuada, se tuvo que recopilar la información con la ayuda de los fontaneros operadores que trabajan para el ayuntamiento las cuales conocen el funcionamiento y ubicación de la red de agua potable. Para tener un mejor panorama de la red existente y su infraestructura, se tiene el archivo INFRAESTRUCTURA.dwg en formato CAD donde se especifican los diámetros, registros y válvulas que se tienen.

1.4.2. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO

El municipio cuenta con dos fuentes principales de abastecimiento; un manantial llamado “el ojo de agua” ubicado a 18 Km. Al norte de la población y a una altura sobre el nivel del mar de 1400 m., y dos pozos.

Las fuentes de abastecimiento naturales son proporcionadas por el río Tumbiscatío y su recarga es natural en los meses de lluvia (Octubre – Mayo) en donde se presentan lluvias torrenciales con el peligro de provocar desbordamiento del río. Su principal fuente de contaminación es el arrojado de desechos orgánicos y animales muertos. Por otra parte se cuenta con el Manantial “ojo de agua” el cual se recarga por las aportaciones de los afluentes superficiales o subterráneos, su principal contaminación es la basura dejada por los pobladores que visitan el lugar.

Este pozo suministra el líquido únicamente a la población de Tumbiscatío la cual es de uso doméstico y parte de esta es transportada al rastro municipal dándole el uso que se tenga en ese lugar.

De acuerdo con el aforo hidráulico realizado, este pozo tiene un gasto de 0.256 lt/seg. De capacidad para su recarga natural

1.4.3 ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA

Los estudios de calidad del agua fueron realizados por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el cual presentó los análisis de calidad de agua practicados a la muestra recolectada de la línea de conducción de agua a su llegada al tanque de regularización ubicado al norte de la población. Para este estudio se tomó una muestra simple.

Y de acuerdo a los términos de la norma en materia de agua para uso y consumo humano, la muestra presenta buenas características físico-químicas y bacteriológicas, por lo que es apta para uso consumo humano según la norma NOM-127-SSA1-1994.

1.4.4 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EXISTENTE

La infraestructura hidráulica existente contempla la red de agua potable, dos depósitos (“A” y “B”), dos pozos y un manantial “el ojo de agua”.

La cobertura de la red abarca el 90% de la población, dotando a la mayor parte de la localidad el vital líquido; dentro de las zonas que faltan por cubrir, se localizan tramos de calles ubicadas en la periferia de la comunidad y dentro de la zona centro, el problema que originó a esto es la falta de planeación y que las calles ubicadas céntricamente no tengan el subministro de agua de forma adecuada fue debido al crecimiento de la red sin ningún plan de desarrollo.

Actualmente no se tiene un plan de ampliación de la red y para la rehabilitación solo se hacen los ajustes necesarios cuando la situación lo requiere, así que en ninguno de los dos casos no se cuenta con un programa para dar seguimiento al crecimiento y mantenimiento de la red de agua potable actual.

1.4.5 INSPECCIÓN DE CAJAS EXISTENTES PARA OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO

Dentro de la inspección de cajas existentes para la operación de válvulas se contó con el apoyo del personal del ayuntamiento y se realizó el croquis de la población en donde se ubican las cajas; con esta información se conocerá la pieza especial usada y el diámetro de la tubería, así como la válvula empleada en cada caso.

1.4.6 ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO

Para el presente proyecto se realizó un estudio geohidrológico-geofísico, para poder conocer plenamente las condiciones geológicas, físicas e hidrológicas de manifestaciones y posibilidades de explotación de agua subsuperficial y subterránea.

La intención de este estudio, fue centrarse en las posibilidades de aportación complementaria de agua potable, con la finalidad de resolver el abasto garantizado del total de la población, dado que se tiene indicios según los estudios preliminares, inspecciones realizadas, comentarios de la población, aforos realizados y determinaciones de las demandas de agua para las condiciones actuales.

El estudio abarcó un área de 25 km² a la redonda, tomando como centro del presente estudio la población de Tumbiscatío de Ruiz.

Este estudio contiene el análisis fisiográfico de la región, el análisis de cuenca, la hidrología superficial y subterránea, la piezómetro, dirección del flujo superficial, así como un registro de manifestaciones de aguas superficiales en la zona de estudio, tales como: manantiales, norias, pozos y almacenamientos superficiales.

De igual manera se realizó un análisis geológico profundo para determinar las diversas unidades litológicas que conforman la estratigrafía del suelo en las zonas analizadas.

Otro aspecto analizado fue el riesgo ambiental, con la finalidad de identificar posibles fuentes de contaminación del suelo ya sea por vertimiento de aguas residuales sin tratar o bien por depósito inadecuado de residuos sólidos.

1.4.7 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

La población de Tumbiscatío de Ruiz, no cuenta con información relacionada a la topografía, cartografía y estudios previos realizados para la localidad; por lo que para este caso se tuvo el apoyo de la carta topográfica de la zona E13B68 correspondiente a Tumbiscatío en escala 1: 50,000 editado por el INEGI, el modelo digital de elevaciones de Tumbiscatío, así como una imagen satelital obtenida del Google Earth. Como elementos de partida para poder llevar a cabo un levantamiento completo de toda la población por medio de un sistema topográfico referenciado.

De la cartografía citada anteriormente, se advierte una topografía de tipo lomerío, con pendientes que van del 4 al 15%, sistema accidentado, con vegetación densa y construcciones irregulares que impiden una visión directa a puntos de visaje. La traza urbana es muy irregular, por lo que se advierte una gran cantidad de cambios de estación, para las maniobras de puntos visados.

1.4.8 NIVELACIÓN DIFERENCIAL DE BANCOS DE NIVEL

De acuerdo con la referencia al banco de nivel, se estableció uno en el depósito "A" ubicado al oeste de la población, para con este nivel realizar toda la referenciación correspondiente, se estableció el banco con auxilio de un sistema "GPS", para así partir con un sistema coordinado X, Y y Z, dotando de la información base para el inicio de los trabajos de topografía.



Procedimiento típico de establecimiento de una estación de trabajo para efectos del levantamiento topográfico

1.4.9 ZONA DE CAPTACIÓN

Dentro de la nivelación se realizó el levantamiento de la zona de captación, en donde se encuentran los pozos de abastecimiento, empleando una poligonal cerrada y tomando como banco de nivel el ubicado en el depósito “A”.

Dentro de la configuración del terreno en la parte donde se pretende estará la posible ubicación del tanque de regularización se realizó la limpieza de un camino ya existente, que por falta de uso se cubrió de vegetación; la característica del lugar es un monte liviano y la apertura del lugar fue de 2 metros en una zona y en otra de 1 metro.



Dentro de los trabajos topográficos, se realizó un levantamiento de elevación específica en la zona de cruceros, con la finalidad de contar con la elevación topográfica en las intersecciones principales de calles y avenidas.

El trabajo de levantamiento topográfico general de la población de Tumbiscatío consistió además de conocer la topografía propiamente para la rehabilitación del sistema actual, se referenció algunos de los elementos importantes como carreteras, ríos y linderos de propiedad.

Para la realización de la nivelación se empleo el sistema de radiación, el cual permite identificar y capturar los lugares de importancia para el trabajo de topografía. Al ser realizado el levantamiento topográfico en la población se tomaron como franja de sección el ancho de las calles.

Al finalizar el trabajo topográfico se realizaron los planos a una escala apropiada para su interpretación y colocando los elementos de interés para la proyección del trabajo de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable.

1.5.1 PROYECTO TÉCNICO.

El proyecto técnico para la rehabilitación del sistema de agua potable de la zona centro de la población de Tumbiscatío de Ruiz, se centró en satisfacer las demandas de agua de esta parte de la población, toda vez que el volumen de agua suministrada actualmente resulta insuficiente.

El proyecto se realizó tomando en cuenta diversos factores, uno de ellos fue la población, lo cual es indispensable para determinar el gasto a suministrar, así como también la determinación de la demanda por habitante, el gasto medio, el gasto máximo, etc.

La población de Tumbiscatío cuenta con 2903 habitantes en el año 2013, este dato fue obtenido por empleados del municipio.

Para estimar el periodo de diseño se realizó tomando como referencia el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. El periodo de diseño de la rehabilitación de la zona centro de la red de agua potable de la población de Tumbiscatío de Ruiz es de un periodo de 20 años (2013-2033).

1.5.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Para determinar la Población de proyecto para un periodo de diseño de 20 años, se consultaron los Censos de Población y vivienda de INEGI, y la perspectiva de desarrollo de la localidad, con base en el Plan de Desarrollo Urbano estatal y municipal.

La población de proyecto se determinó empleando métodos como: ajuste lineal, ajuste exponencial y un ajuste logarítmico.

El mejor ajuste es el Lineal, en esta comparación con un $r=0.860530$ que de acuerdo a la constante se acerca más a la unidad siendo esta la mejor opción para el proyecto.

Bondad de ajuste	A.Lin	A.Exp	A.Log
r=	0.86053	0.09186	0.858409

Mejor Ajuste	A. Lin	r= 0.86053
--------------	--------	------------

La demanda del usuario se establecerá de acuerdo al Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (M.A.P.A.S.) para localidades urbanas.

Para nuestro caso se determinó que la dotación será de 185 litros/hab./día conforme a la tabla de demanda y tomando en cuenta el tipo de clima de la región, el cual está determinado en el M.A.P.A.S. (Tabla 1.4 y Tabla 1.5).

Cabe destacar que también se tomó en consideración la demanda de agua de la población, integrándose en esto la dotación por consumo público. Dentro del consumo público se consideran Escuelas, jardines, el sector salud y el sector gobierno.

Las obras a realizar serán hechas con base en los estudios, cálculos y planeación realizados para la rehabilitación o mejora de la red de abastecimiento de agua potable en la localidad de Tumbiscatío de Ruiz.

1.5.3 REGULACIÓN

Para la localidad de Tumbiscatío se emplear el taque de regularización sur (TR-2) se utilizara únicamente para la distribución en la red zona centro.

Se tomó en cuenta que los volúmenes y niveles en los que se encuentran los tanques de regulación existentes, sean capaces de soportar la demanda y por ser una infraestructura ya existente, se tomó la decisión de utilizarlos, en su caso simplemente se recomienda darles el mantenimiento programado o de ser necesario hacer los trabajos de rehabilitación necesarios para su correcto funcionamiento.

1.5.4 RED DE DISTRIBUCIÓN.

La red de conducción de la zona centro es una red abierta, la razón fundamental por la cual se consideró la operación de esta manera fue debido a la topografía tan complicada de la localidad.

La topografía representa un gran problema para el diseño de una sola red que cubra la localidad completa, ya que debido a esta, se tienen zonas con sobrepresión y otras zonas con subpresión, ocasionando que la red se destruya o que no funcione de manera eficiente.

La red de distribución para la zona centro será regulada por el Tanque de regularización sur (TR-2) a gravedad a tubo lleno. El TR-2 cuenta con la capacidad de distribuir el agua a toda la zona centro

1.5.5 ANÁLISIS HIDRÁULICO

En el análisis hidráulico se tomó en cuenta el diseño adecuado de la red tomando en cuenta diámetros recomendables, velocidad de diseño y carga de operación mínima y máxima, los cálculos se realizaron en una hoja de cálculo con la finalidad de verificar las posibilidades de modificaciones.

1.5.6 PRESENTACIÓN DE LOS PLANOS

El Plano de la red de agua potable sector zona centro, se presenta a escala 1:2500, en este plano se presenta la red con los diámetros correspondientes al diseño empleando la representación gráfica convencional para cada tipo de diámetro, se representa en cada cruceo la elevación del terreno natural, el número de cruceo y la carga disponible, se coloca la longitud entre cada cruceo, se simbolizan las válvulas de seccionamiento.

Los planos del proyecto fueron dibujados a escalas legibles, estas escalas se seleccionaron para que los planos fueran lo mejor presentables y con las calidades de líneas básicas para su interpretación.

El plano de las piezas cuenta con la información necesaria para conocer el tipo de pieza, la simbología utilizada para su designación, dimensiones, longitud de tubería de los diferentes diámetros empleada en el sector zona centro.

1.5.8 DESINFECCIÓN.

Para este procedimiento se propone la rehabilitación del sistema de dosificación de cloro ubicado en el tanque de regularización 1, en este tanque se deberá construir un sistema de dosificación de cloro para garantizar el suministro a la población de agua libre de patógenos.

Para el caso del tanque de regularización 2 se deberá construir una caseta de cloración a un costado del pozo profundo con la finalidad de que en esta caseta se realice el proceso de cloración estipulado por norma.



2.1 OBJETIVO

El principal objetivo de elaborar esta tesis no solo es el de obtener el título de Ingeniero Civil sino también el de realizar la rehabilitación de la red de agua potable para resolver la problemática del desabasto de agua que presenta la zona Centro del poblado de Tumbiscatio de Ruiz Michoacán, esto debido al crecimiento desorganizado de la población, a la mala traza de las calles y a la topografía del poblado.

Otro de los objetivos con que se realizó este proyecto es el de dejar un pequeño apoyo a los futuros Ingenieros, sobre el proceso y los pasos que se deben seguir en la elaboración de una red de agua potable.



Marco Físico

3.1 UBICACIÓN

Tumbiscatío, es uno de los 113 municipios del Estado de Michoacán de Ocampo (México). La cabecera municipal es la homónima Tumbiscatío de Ruiz y se encuentra en la parte suroccidental del Estado, en la denominada región Sierra Costa Michoacana que es una zona con un relieve muy variado y por ende también el clima de la región.

En Tumbiscatío existe una gran variedad en cuanto a flora y fauna.

El gentilicio del municipio es tumbiscatillense.

La población es de ocupación agrícola y ganadera mayormente, aunque en menor escala también silvicultora y comerciante. Un factor también a tenerse muy en cuenta es que parte de su población es migrante temporal a EEUU.

3.2 PRINCIPALES ATRACTIVOS

Entre los atractivos del municipio podemos señalar: la iglesia de Guadalupe y el cerrito de la cruz (mirador) en la cabecera municipal. También en su relieve montañoso destaca el emblemático “Cerro de la Aguja” y la “Sierra de Playitas”, sin olvidar sus arroyos y riachuelos como el río Toscano.

La cabecera municipal de Tumbiscatío de Ruiz se localiza al suroeste del Estado de Michoacán de Ocampo, en las coordenadas 18°31'00” de latitud norte y 102° 21' 00” de longitud oeste, a una altura de 900 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Apatzingán y La Huacana, al este y sur con Arteaga, y al oeste con Aguililla.

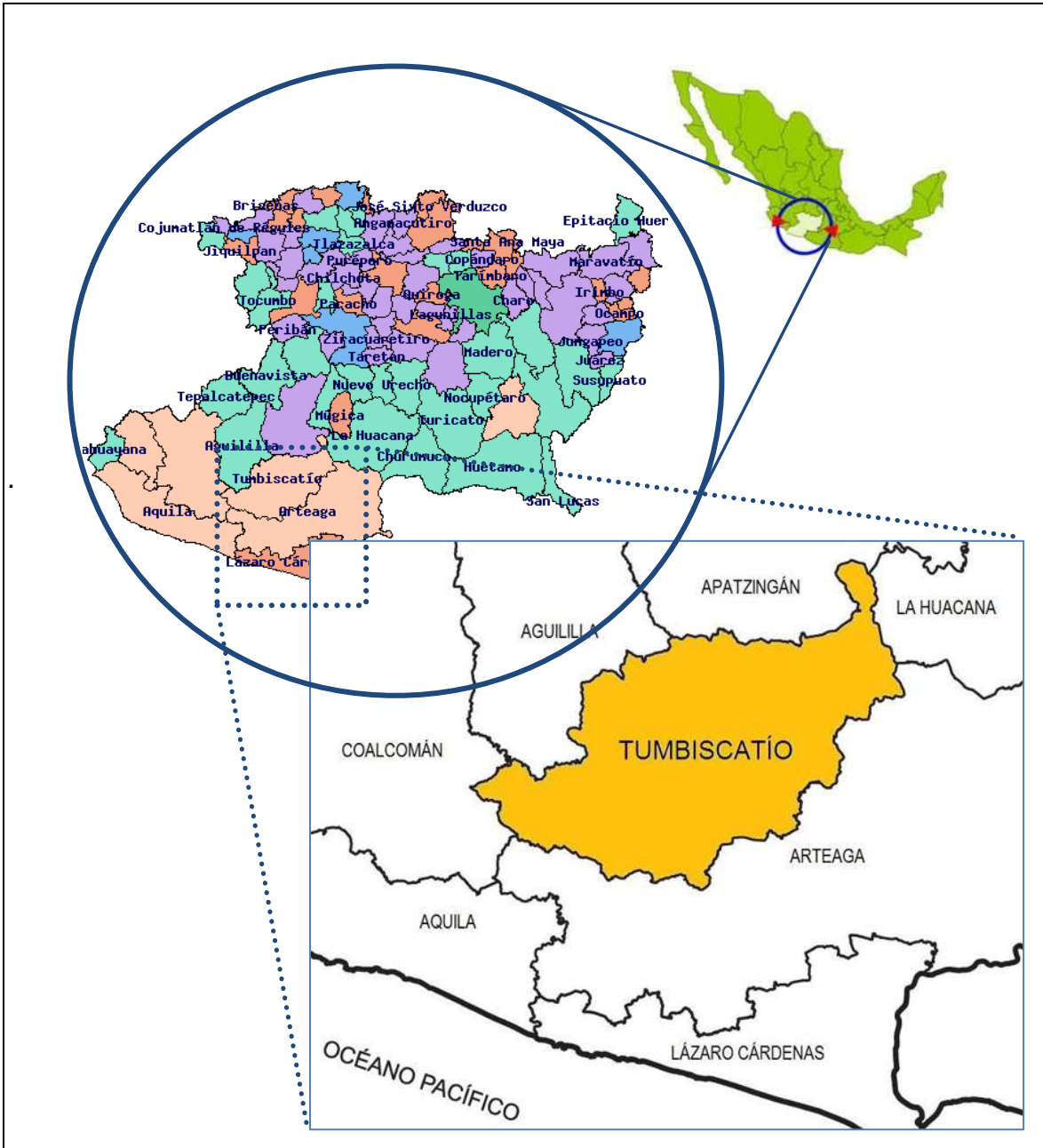
3.3 CLIMA Y VEGETACIÓN

Su superficie es de 2,069.48 Km² y representa el 3.51 por ciento del total del Estado. Su relieve está constituido por la Sierra Madre del Sur, la Depresión del Balsas y los cerros de La Aguja, del Gancho, del Zapote y de la Aguacatera

Su hidrografía está constituida por los arroyos de la Cruces y Tumbiscatío. Su clima es tropical, templado y seco estepario con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 560.6 milímetros y temperaturas que oscilan entre 21.8 a 33.1° centígrados.

En el municipio domina el bosque mixto con pino, encino y cedro, y el bosque tropical deciduo con panícula, laurelillo y parota. La fauna del municipio está

representada por ardilla, armadillo, cacomixtle, nutria, zorrillo, zorro, gato montés, comadreja, mapache, venado, gallina de monte y otras especies de aves.

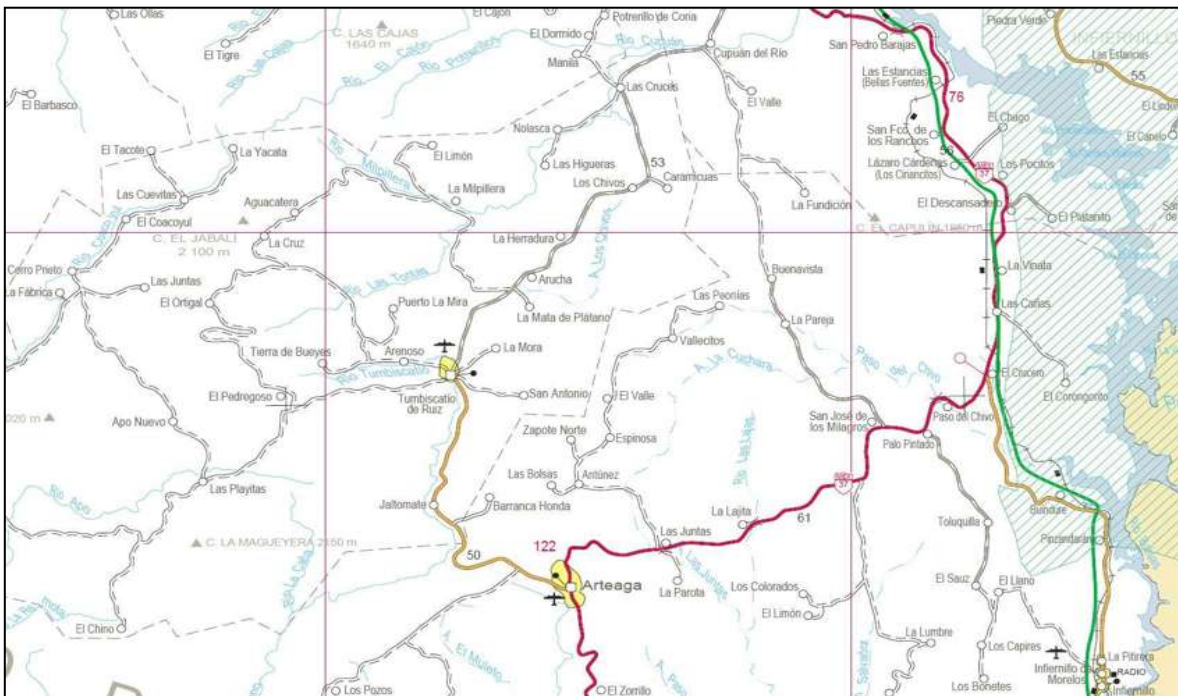


Ubicación geográfica del municipio de Tumbiscatío, Michoacán.

La superficie forestal maderable está ocupada por pino y encino y la no maderable por especies características de la selva baja. El municipio cuenta con yacimientos de hierro, oro y plata.

Los suelos del municipio corresponden principalmente a los del tipo café grisáceo, café rojizo, amarillo de bosque y de pradera. Su uso está destinado primordialmente a la actividad forestal y en menor proporción a la ganadera y agricultura.

Su distancia a la capital del Estado es de 252 km, por las carreteras federales Nos. 14 y 37 en sus tramos Morelia-Uruapan y Uruapan-Playa Azul, en su tramo Nueva Italia - Arteaga en su desviación por las cruces y la desviación por Arteaga.



Fuente: SCT, 2013

. Principales Carreteras que comunican la población de Tumbiscatío de Ruiz

En la localidad se reciben señales de radio, se cuenta con servicio de televisión por cable, servicio de internet, telefonía fija y móvil, servicio de fax, servicio de transporte público Arteaga-Tumbiscatío y Tumbiscatío - Uruapan.

El municipio se encuentra en un grado moderado de marginación, las edificaciones construidas con madera, tabique, concreto y de lámina para techos de Acero Galvanizado representan una minoría y la mayoría de la población tiene viviendas construidas con los materiales tradicionales adobe y techumbre de teja.

La población se encuentra principalmente centralizada en la cabecera municipal.

3.4 SERVICIOS BÁSICOS

Los servicios más indispensables como los servicios médicos de la población del municipio es atendida por organismos públicos y privados como son: los Centros de Salud, adscritos a la Secretaría de Salud y las Clínicas de IMSS, además de los Consultorios Particulares.

En servicios de educación el municipio cuenta con planteles de educación inicial: preescolar, primaria y secundaria. Y en Educación media superior se tiene un Colegio de Bachilleres.

Para su abasto el municipio cuenta únicamente con tiendas de abarrotes donde la población adquiere artículos de primera necesidad.

La cobertura de servicios públicos, de acuerdo a las apreciaciones realizadas en las visitas de inspección, son:

Agua potable.....	90%
Drenaje.....	50%
Electrificación.....	90%
Pavimentación.....	45%
Alumbrado Público.....	70%
Panteón.....	90%
Seguridad Pública.....	60%
Parques y Jardines.....	50%
Edificios Públicos	
Rastro	

3.5 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Tumbiscatío tuvo sus primeros asentamientos durante el periodo colonial pero su desarrollo económico es reciente, a mediados del siglo pasado. En sus inicios Tumbiscatío era tenencia de Apatzingán (1900), posteriormente en el año de 1910 y de acuerdo con la ley territorial de 1831 se convierte en tenencia de Arteaga, finalmente se constituye en municipio el 23 de abril de 1955, dándole a su cabecera el nombre de Tumbiscatío de Ruiz. .

De acuerdo a las actividades económicas del lugar la principal es la ganadería se cría principalmente ganado, bovino, caprino, porcino, caballo y avícola. La segunda actividad es la agricultura siendo los principales cultivos: Ajonjolí, frijol y melón.

Datos Censales en la cabecera municipal:

Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1900	Censo	481	260	221
1910	Censo	667	336	331
1921	Censo	395	200	195
1930	Censo	674	322	352
1940	Censo	719	354	365
1950	Censo	1115	587	528
1960	Censo	735	371	364
1970	Censo	1388	710	678
1980	Censo	1670	837	833
1990	Censo	3632	1792	1840
1995	Conteo	2917	1433	1484
2000	Censo	2721	1318	1403
2005	Conteo	2511	1246	1265
2010	Censo	2801	1358	1443

En términos de desarrollo industrial no se cuenta con industria a gran escala solamente se tiene un aserradero cuya actividad maderable es muy restringida.

En el ámbito turístico, no se tiene un lugar con atractivo turístico preponderante, solamente se disfruta de paisajes serranos y de vegetación nativa circundante.

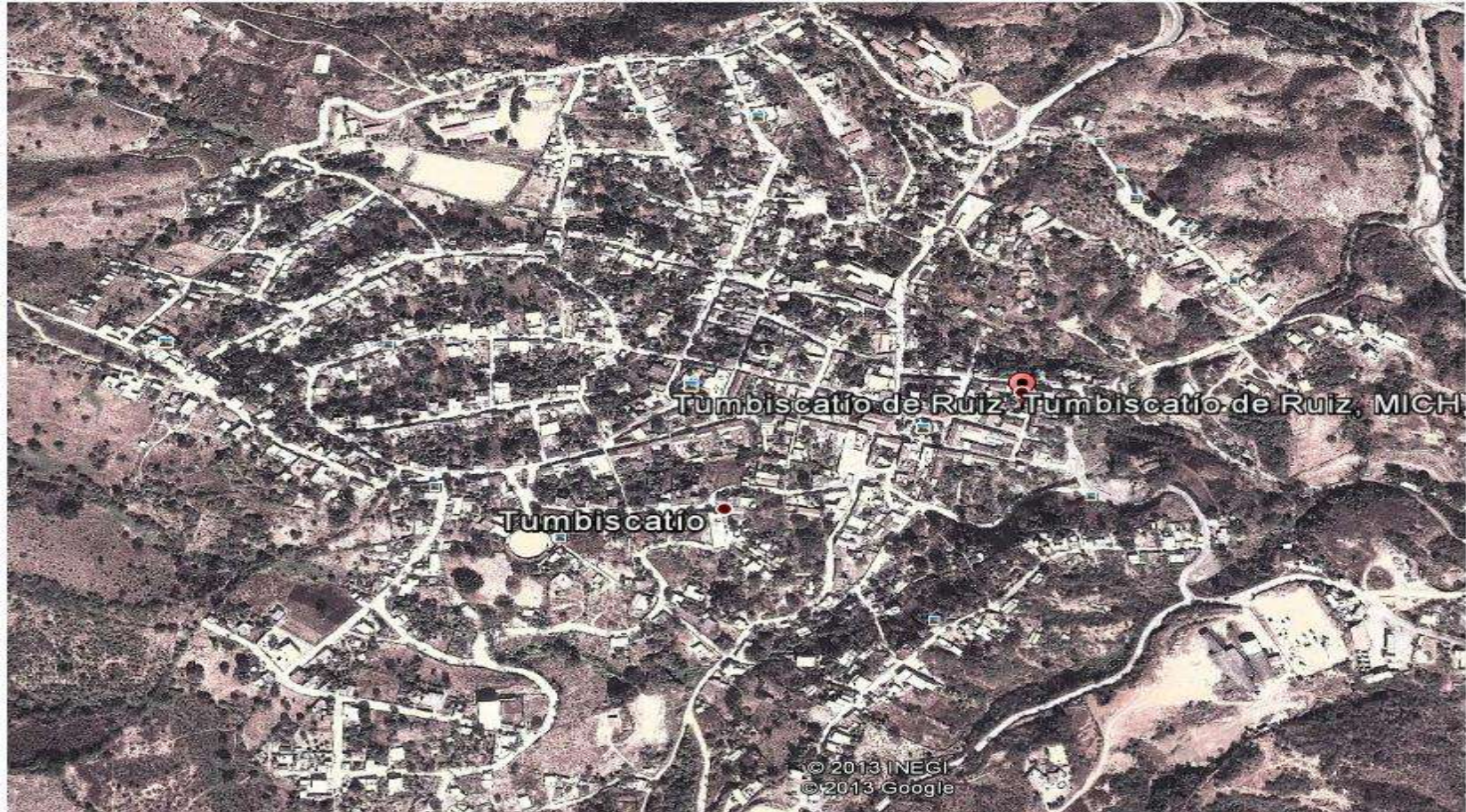
En materia comercial, el municipio cuenta con tiendas modestas del tipo abarrotero, calzado, ferreterías, papelerías, entre otros establecimientos.

En servicios se cuenta con un hotel, una posada y algunos restaurantes.

Con la finalidad de tener una referencia de la densidad de población así como del desarrollo poblacional de los predios existentes en la población de Tumbiscatío de Ruiz, se presenta una imagen satelital del año 2010, correspondiente a predios existentes así como su densidad territorial.

Al respecto, cabe señalar que la traza de la población ha tenido en todo su desarrollo una traza irregular, lo anterior producto de la configuración topográfica de la zona lo cual ha obligado a desarrollarse en términos urbanísticos de manera descontrolada:

Fuente: Google Earth, 2010



Distribución espacial de predios y traza urbana actual

3.6 USO DE SUELOS

Respecto al uso de suelo, Tumbiscatío al ser una población pequeña cuenta con poca información del uso de suelo del lugar, pero referencias municipales indican que la traza urbana obedece primordialmente a las necesidades elementales de viviendas, por lo que la traza urbana se ha dado de manera descontrolada, además de que se manifiesta que uno de los principales usos de la tierra es para la agricultura en zonas donde esta es factible practicar, normalmente se realiza en predios comunales y en pequeñas propiedades privadas. Las principales limitaciones que tiene la población es la formación del terreno la cual tiene depresiones y grandes lomeríos, además de no contar con los servicios en toda la localidad como son energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, como servicios básicos y el servicio de telefonía fija como servicio complementario.

3.7 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

El ayuntamiento no cuenta con un Plan de Desarrollo Urbano, situación por la cual no se tiene identificados los usos futuros del suelo.

La población de Tumbiscatío de Ruiz, cuenta con una infraestructura hidráulica que se ha ido creando de acuerdo a las necesidades de los pobladores y por tal motivo no se cuenta con una red formal que opere adecuadamente.

El sistema de agua potable de Tumbiscatío de Ruiz, está conformado por una plantilla de personal de tres elementos, encabezados por un director y dos fontaneros, los cuales se encargan de la distribución, mantenimiento y creación de las nuevas líneas de agua potable. El grado de preparación de estas personas alcanza el nivel de secundaria.

Debido a la falta de un plan de desarrollo, y al crecimiento desordenado de la población, ha generado que las autoridades cubran las necesidades de agua potable, por medio de instalación de tuberías con diferentes capacidades y diámetros, por lo que el crecimiento de la red de agua potable fue desordenado, situación originada principalmente por la colocación de tubería de distintos diámetros, además de la instalación de válvulas que solo solucionaban el problema o la necesidad momentáneamente, pero que dichas modificaciones se traducían en problemas de presión baja en las tomas domiciliarias. Otra irregularidad identificada es la interconexión a la red con tubería de polietileno de alta densidad, la cual en algunos casos, llega a suministrar el líquido hasta 8 familias, las cuales comparten esta línea.

Actualmente, el Ayuntamiento de Tumbiscatío y el propio Sistema de agua potable no cuenta con un plano técnico de la infraestructura hidráulica existente, por los que de acuerdo con la información que proporcionaron los trabajadores del actual ayuntamiento, se logró la recopilación de la infraestructura actual, con lo que se

elaboró un plano de infraestructura existente, el cual esquematiza la red de agua potable que actualmente está suministrando el servicio de agua a la población.

Para satisfacer las demandas de agua potable a la población, el suministro se realiza primordialmente del manantial “ojo de agua” ubicado a una distancia aproximada de 13 km. de la población, la conducción se realiza por medio de tubería de acero al carbón de 4” de diámetro, la cual se encuentra en aceptables condiciones, aunque en el suministro y descarga al tanque de regularización se presentan lapsos interrumpidos del suministro, los cuales pueden obedecer a la inconsistencia de suministro por parte del manantial.

Otro inconveniente, es el de que se presenta un arrastre de sedimentos provenientes del manantial, lo cual ha provocado problemas de reducción de los diámetros de las tuberías de suministro en la red de agua potable, con la consiguiente pérdida en la eficiencia en la red. En las figura se muestra un tramo de tubería, mismo que fue extraído de un tramo donde se tenía problemas de suministro, en esta figura se observa la acumulación y la reducción del diámetro producto de las incrustaciones de material inorgánico en la tubería.



Muestra de tuberías en la que se observa la acumulación de material inorgánico en las paredes. Muestras extraída por los fontaneros del sistema de agua potable.



4.1 VERIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

Con la información recopilada, se realizó una validación con fuentes de consulta para poder determinar el grado de confiabilidad de la documentación e información levantada en campo.

Tumbiscatio es un pueblo pequeño que cuenta con una población de 2801 habitantes, la población con mejor nivel económico se ubica en la zona centro y zona Noreste del lugar, y en las zonas restantes se tiene una mezcla de personas con bajo y alto nivel socioeconómico, en las periferias se ubican las personas con un nivel socioeconómico bajo y que además presentan una falta de servicios en la zona.

El uso de suelo en el poblado es en su mayoría es residencial 2°, con algunas zonas de uso comercial; de acuerdo al su plan de desarrollo la zona de crecimiento es al Norte en el cual se tienen predios ejidales y en su momento se procederá a realizar el cambio de uso de suelo a pequeña propiedad privada para que las nuevas familias puedan habitar ese lugar.

De acuerdo con su tendencia de crecimiento se extiende hacia la zona norte de la población, en donde ya se tienen nuevos asentamientos, se podría mencionar que la principal limitante física es la orografía del lugar pero los pobladores han creado calles que se acoplan a la topografía teniendo como resultado una traza muy irregular y deficiente para la colocación de los servicios básicos (luz, agua, etc.), pero las autoridades y pobladores toman como principal limitante la falta de agua en la zona, teniendo en mente esta situación el ayuntamiento considera a esta zona en particular como la de posible crecimiento.

La industria presente en el lugar está representada por aserraderos los cuales distribuyen su producto en la región de Arteaga, Las Cruces, Playitas y en el mismo Tumbiscatío. Su nivel de desarrollo es mínimo y no cuentan con planes de crecimiento a corto plazo.

Para obtención y verificación la información se realizó una visita de campo a los lugares de importancia y la información recopilada se basa en el conocimiento en el sitio de la línea de conducción, debido a que el municipio no contaba con información antecedente y de la creación de las redes sin una distribución adecuada, se tuvo que recopilar la información con la ayuda de los fontaneros operadores que trabajan para el ayuntamiento las cuales conocen el funcionamiento y ubicación de la red de agua potable. Para tener un mejor panorama de la red existente y su infraestructura, se tiene el archivo INFRAESTRUCTURA.dwg en formato CAD donde se especifican los diámetros, registros y válvulas que se tienen.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO

El municipio cuenta con dos fuentes principales de abastecimiento; un manantial llamado “el ojo de agua” ubicado a 18 Km. Al norte de la población y a una altura sobre el nivel del mar de 1400 m., y dos pozos.

Las fuentes de abastecimiento naturales son proporcionadas por el río Tumbiscatío y su recarga es natural en los meses de lluvia (Octubre – Mayo) en donde se presentan lluvias torrenciales con el peligro de provocar desbordamiento del río. Su principal fuente de contaminación es el arrojado de desechos orgánicos y animales muertos. Por otra parte se cuenta con el Manantial “ojo de agua” el cual se recarga por las aportaciones de los afluentes superficiales o subterráneos, su principal contaminación es la basura dejada por los pobladores que visitan el lugar.

El POZO 1 (CNA 1618 41) cuenta con unas condiciones adecuadas para realizar su trabajo, las personas a cargo dan el mantenimiento e inspección al pozo para proporcionar las condiciones adecuadas revisando el estado físico del pozo y su bomba.



Este pozo suministra el líquido únicamente a la población de Tumbiscatío la cual es de uso doméstico y parte de esta es transportada al rastro municipal dándole el uso que se tenga en ese lugar.

Éste se encuentra ubicado en la posición N 18.52901° y W 102.3700°, el cual tiene un diámetro aproximado de 3.70m y tiene un nivel de agua sin abatir después de las horas de uso del día anterior de 7.10 m. El nivel de agua disminuye 10cm. que es lo máximo que se abate, eso de acuerdo a la medición hecha y a la experiencia del operador.

De acuerdo con el aforo realizado, este pozo tiene un gasto de 0.256 lt/seg. De capacidad para su recarga natural

Este pozo cuenta con una bomba EMERSON “MOTORES US DE MÉXICO, S.A. DE C.V.” con los siguientes datos:

CP= 15 kw eficiencia normal η = 89.5

ENCL= HP-1 Fases= 3 F.S.= 1.15

TIPO= AU CLAVE= C DISEÑO= B

HZ= 60

MODELO= AHSO SERIE=HO8-AHSO-M AS



Para la distribución se bombea hacia el tanque de almacenamiento nombrado en el plano como “deposito B” mediante una tubería de fierro con un diámetro exterior de 3 ½”, dentro de los elementos que se tienen a la salida se tiene una válvula de expulsión de aire tipo HCC AE-175 1.

La presión que genera la bomba es de 7.1 kg/ cm² o 105 PSI. También se tiene un medidor de gasto el cual proporciona la cantidad de agua que mueve la bomba marcando 4.5 lt/seg.

4.3 ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA

Los estudios de calidad del agua fueron realizados por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el cual presentó los análisis de calidad de agua practicados a la muestra recolectada de la línea de conducción de agua a su llega al tanque de regularización ubicado al norte de la población. Para este estudio se tomó una muestra simple.

Obteniendo los siguientes resultados:

-Resultados de laboratorio:

Análisis de Laboratorio:			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
pH	7.32	U Ph	NMX-AA-008-SCFI-2000
Temperatura del agua	18	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000
Color verdadero	4	UC Pt-Co	NMX-AA-017-1980
Turbiedad	3.5	UTN	NMX-AA-038-SCFI-2001
Cloruros	2.98	mg/l	NMX-AA-073-SCFI-2001
Dureza total (CaCO ₃)	242.50	mg/l	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza cálcica	172.18	mg/l	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza magnésica	70.33	mg/l	NMX-AA-072-SCFI-2001
Demanda Química de Oxígeno	1	mg/l	NMX-AA-030-SCFI-2001
Alcalinidad (como CaCO ₃)	223	mg/l	NMX-AA-036-SCFI-2001
Acidez (como CaCO ₃)	45	mg/l	NMX-AA-036-SCFI-2001
Carbonatos (como CaCO ₃)	0.30	mg/l	NMX-AA-036-SCFI-2001
Bicarbonatos (como CaCO ₃)	222.70	mg/l	NMX-AA-036-SCFI-2001
Hidróxidos (como CaCO ₃)	0	mg/l	NMX-AA-036-SCFI-2001
Sólidos disueltos totales	312	mg/l	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos totales	504	mg/l	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sulfatos	12	mg/l	NMX-AA-074-1981
Oxígeno disuelto	7.20	mg/l	NMX-AA-012-SCFI-2001
Coliformes fecales	0	UFC/ml	NMX-AA-042-1987
Cloro residual	0	mg/l	NMX-AA-108-SCFI-2001
Conductividad electrolítica	624	µS/cm	NMX-AA-034-SCFI-2001
Salinidad	0.3	ppt	NMX-AA-034-SCFI-2001

Y de acuerdo a los términos de la norma en materia de agua para uso y consumo humano, la muestra presenta buenas características físico-químicas y

bacteriológicas, por lo que es apta para uso consumo humano según la norma NOM-127-SSA1-1994.

4.4 COBERTURA Y PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACTUAL

La infraestructura hidráulica existente contempla la red de agua potable, dos depósitos (“A” y “B”), dos pozos y un manantial “el ojo de agua”.

La cobertura de la red abarca el 90% de la población, dotando a la mayor parte de la localidad el vital líquido; dentro de las zonas que faltan por cubrir, se localizan tramos de calles ubicadas en la periferia de la comunidad y dentro de la zona centro, el problema que originó a esto es la falta de planeación y que las calles ubicadas céntricamente no tengan el subministro de agua de forma adecuada fue debido al crecimiento de la red sin ningún plan de desarrollo, actualmente las familias que no tienen toma domiciliaria, se conectan a la tubería más cercana con manguera de 1 ½” de polietileno de alta densidad y en otros casos comparten el agua con los vecinos que si cuentan con toma domiciliaria.

Uno de los principales problemas en la red actual es la obstrucción de las tuberías debidas al arrastre de partículas de calcio provenientes del manantial, y que estas a su vez por afinidad eléctrica se unen a las paredes de la tubería formando capas las cuales obstruyen el paso del agua y ocasionando serios problemas para la identificación del mismo.

Actualmente no se tiene un plan de ampliación de la red y para la rehabilitación solo se hacen los ajustes necesarios cuando la situación lo requiere, así que en ninguno de los dos casos no se cuenta con un programa para dar seguimiento al crecimiento y mantenimiento de la red de agua potable actual.

El depósito “A” se encuentra ubicado en las coordenadas N 18.525° W 102.283°, este depósito cuenta con las siguientes dimensiones 7.90 x 7.90 y una profundidad de 2.50 m.

El depósito cuenta con una caseta empleada como bodega para guardar el material de cloración de agua.



El diámetro de salida de la tubería es de 4" y cuenta con una válvula de globo para la tubería de diámetro antes mencionados la cual alimenta a la red principal de agua potable del municipio y otra que se tiene en una tubería de 3" que distribuye hacia la zona donde se encuentra el Colegio de Bachilleres y que se localiza principalmente por la calle Periférico Norte.



La tubería de 4" pasa por una casa habitación y al terminar de cruzar la casa se tienen válvulas colocadas una en una tubería de 3" que distribuye a la calle herreros, guayabitos, simón bolívar, privada Alfredo novel y otra en una de 2" que alimenta a la línea en la zona Este del municipio para proporcionar más presión a la línea de conducción en esa zona que debido a los cambios de diámetro y la fuerte pendiente se tiene una gran pérdida de presión.

4.5 INSPECCIÓN DE CAJAS EXISTENTES PARA OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO

Dentro de la inspección de cajas existentes para la operación de válvulas se contó con el apoyo del personal del ayuntamiento y se realizó el croquis de la población

en donde se ubican las cajas; con esta información se conocerá la pieza especial usada y el diámetro de la tubería, así como la válvula empleada en cada caso.

4.6 ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO

Para el presente proyecto se realizó un estudio geohidrológico-geofísico, para poder conocer plenamente las condiciones geológicas, físicas e hidrológicas de manifestaciones y posibilidades de explotación de agua subsuperficial y subterránea.

La intención de este estudio, fue centrarse en las posibilidades de aportación complementaria de agua potable, con la finalidad de resolver el abasto garantizado del total de la población, dado que se tiene indicios según los estudios preliminares, inspecciones realizadas, comentarios de la población, aforos realizados y determinaciones de las demandas de agua para las condiciones actuales, se ve la necesidad de un gasto de agua complementario que satisfaga al total de la población, ya que el caudal que actualmente se suministra no satisface el total de la población, trayendo como consecuencias tandeos de agua hasta por 4 o 5 días en diversas zonas de la población.

El estudio abarcó un área de 25 km² a la redonda, tomando como centro del presente estudio la población de Tumbiscatío de Ruiz.

Este estudio contiene el análisis fisiográfico de la región, el análisis de cuenca, la hidrología superficial y subterránea, la piezometría, dirección del flujo superficial, así como un registro de manifestaciones de aguas superficiales en la zona de estudio, tales como: manantiales, norias, pozos y almacenamientos superficiales.

Otra de las componentes analizadas dentro del estudio geohidrológico, fue la climatología del lugar, con el objeto de analizar la recarga que reciben los acuíferos producto de la precipitación pluvial.

De igual manera se realizó un análisis geológico profundo para determinar las diversas unidades litológicas que conforman la estratigrafía del suelo en las zonas analizadas, así como la geología estructural para determinar los diversos sistemas de fallas y comportamientos de los lechos rocosos con la dinámica estructural del suelo. Además, se analizó la geomorfología de la región, con la finalidad de identificar las principales características asociadas a la topografía básica y predominante.

Otro aspecto analizado fue el riesgo ambiental, con la finalidad de identificar posibles fuentes de contaminación del suelo ya sea por vertimiento de aguas residuales sin tratar o bien por depósito inadecuado de residuos sólidos.

Como parte complementaria se realizó un estudio geofísico consistente en 6 sondeos eléctricos verticales, con abertura máxima entre electrodos de 1000 metros, para poder estudiar una profundidad máxima de 250 metros, y así conocer las características geológicas e hidráulicas del subsuelo. Producto de estos trabajos, se realizaron las interpretaciones correspondientes de los gráficos producto de los trabajos de campo.

Como parte del estudio aquí señalado, se enumeran a continuación las recomendaciones emitidas por el personal especializado en el área de geología y geofísica, las cuales hacen referencia a las posibilidades de explotación para el abasto de agua potable complementario de la población de Tumbiscatío de Ruiz.

- ✘ Una de las primeras recomendaciones emitidas es la utilización del agua del manantial conocido como “La Guayabera”, situado a 11 kilómetros al oeste de la población, salvo que las condiciones fisicoquímicas del agua se reportan como no aptas para el consumo humano. Es por este último comentario, que se descarta esta recomendación.

- ✘ Otra de las recomendaciones emitidas es realizar una perforación exploratoria a 130 metros de profundidad en la zona conocida como “Las Pilas”. En la visita realizada se encontró que en este sitio es una zona de barranca, que tiene el inconveniente de ser una zona en la que se encuentra el sistema de alcantarillado sanitario de la población de Tumbiscatío de Ruiz, aunado a lo anterior se advierte una proximidad a la zona poblada donde las actividades agrícolas y pecuarias resultan muy comunes por lo que puede advertirse una posible contaminación por infiltración de aguas producto de las actividades señaladas. Esta situación comprometería fuertemente el abasto de agua con condiciones de potabilidad, por lo que se descarta esta posibilidad.

- ✓ Otra recomendación es realizar una perforación exploratoria en el sitio conocido como “La Bomba Grande”, dado que es una zona de escurrimiento natural de la cuenca del Río Tumbiscatío, además de que se tiene un registro histórico de que es el sitio adecuado para la explotación de agua subterránea por encontrarse dos norias una con profundidad de 12 metros y otra con profundidad de 7.5 metros, las cuales se construyeron de forma rústica y manual con poca profundidad, por lo que se advierte buenas posibilidades si se construye un sistema bien elaborado a la profundidad indicada.

- ✓ Otra posibilidad de extracción es la construcción de una galería filtrante de 200 metros de longitud, la cual tenga una profundidad media de 8 metros para poder captar las aguas sub superficiales de la misma zona conocida como “La Bomba Grande”, lo anterior, con base en las aportaciones en las norias existentes.

De las recomendaciones vertidas por los expertos en la materia, se determinó que la mejor posibilidad por el costo y la posibilidad de suministro, es la de llevar a cabo la perforación a 40 metros, para el abasto complementario de la población de Tumbiscatío de Ruiz.

Estos trabajos pueden ser consultados en el anexo correspondiente al estudio geohidrológico, donde se encuentra ampliamente detallado lo aquí comentado.

4.7 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La población de Tumbiscatío de Ruiz, no cuenta con información relacionada a la topografía, cartografía y estudios previos realizados para la localidad; por lo que para este caso se tuvo el apoyo de la carta topográfica de la zona E13B68 correspondiente a Tumbiscatío en escala 1: 50,000 editado por el INEGI, el modelo digital de elevaciones de Tumbiscatío, así como una imagen satelital obtenida del Google Earth. Como elementos de partida para poder llevar a cabo un levantamiento completo de toda la población por medio de un sistema topográfico referenciado.

De la cartografía citada anteriormente, se advierte una topografía de tipo lomerío, con pendientes que van del 4 al 15%, sistema accidentado, con vegetación densa y construcciones irregulares que impiden una visión directa a puntos de visaje. La traza urbana es muy irregular, por lo que se advierte una gran cantidad de cambios de estación, para las maniobras de puntos visados.

El levantamiento topográfico se realizó empleando una estación total marca SOKKIA modelo 620k, que cuenta con sistema de registro electrónico de datos obtenidos en memoria interna, así como registro en libreta de transito de forma manual.

4.8 NIVELACIÓN DIFERENCIAL DE BANCOS DE NIVEL

De acuerdo con la referencia al banco de nivel, se estableció uno en el depósito “A” ubicado al oeste de la población, para con este nivel realizar toda la referenciación correspondiente, se estableció el banco con auxilio de un sistema “GPS”, para así partir con un sistema coordenado X, Y y Z, dotando de la información base para el inicio de los trabajos de topografía.



Procedimiento típico de establecimiento de una estación de trabajo para efectos del levantamiento topográfico

4.9 ZONA DE CAPTACIÓN

Dentro de la nivelación se realizó el levantamiento de la zona de captación, en donde se encuentran los pozos de abastecimiento, empleando una poligonal cerrada y tomando como banco de nivel el ubicado en el depósito “A”.





Las fotos pertenecen a la zona sur, sobre el rio Tumbiscatío, ubicación de los pozos.

Dentro de los trabajos topográficos, se realizó un levantamiento de elevación específica en la zona de cruces, con la finalidad de contar con la elevación topográfica en las intersecciones principales de calles y avenidas.

En general el levantamiento topográfico se realizó por medio de una poligonal abierta, tomando datos en coordenadas “x”, “y” y “z” referidas al banco de nivel preestablecido en el tanque de regularización oeste.

El trabajo de levantamiento topográfico general de la población de Tumbiscatío consistió además de conocer la topografía propiamente para la rehabilitación del sistema actual, se referenció algunos de los elementos importantes como carreteras, rios y linderos de propiedad.

Dentro de la referenciación se utilizaron estacas de madera, varillas y clavos, los cuales fueron colocados en lugares estratégicos, fijos y que permitan su fácil localización, a demás se procedió a marcarlos con pintura en aerosol. estos lugares de referencia se colocaron principalmente en zonas donde se tenía una buena visibilidad y que permitiera ejercer el trabajo topográfico de una manera cómoda; en cuanto a su registro, se cuenta con un archivo digital de las coordenadas “x,”y” y “z” de los diferentes puntos de referencia.



En la realización del trabajo topográfico se realizó la nivelación de toda la traza urbana de la cabecera municipal, incluso abarcando zonas de posible crecimiento, así como también de los lugares de captación y nuevas propuestas de la línea de distribución. El trabajo fue realizado con la estación total, ya que esta emplea un sistema computacional pre programado. Los instrumentos empleados para este proceso son un láser (integrado a la estación total) y un elemento de refracción (estadial y prisma).

Para la realización de la nivelación se empleo el sistema de radiación, el cual permite identificar y capturar los lugares de importancia para el trabajo de topografía. Al ser realizado el levantamiento topográfico en la población se tomaron como franja de sección el ancho de las calles.

La conducción de la red de agua potable en su gran mayoría se encuentra ubicada en las calles de la población, y una minoría se encuentra ubicada en propiedad privada. El factor que influyó para que la línea de conducción quedara en propiedad privada fue el crecimiento de la población, así como su mala planificación. Dentro del trabajo topográfico se indican las zonas en donde la línea de conducción pasa sobre propiedad privada, por tal motivo no fue posible realizar un levantamiento topográfico adecuado.

Como se mencionó, el levantamiento de la zona en donde está ubicada la red de distribución fue realizado con una poligonal abierta e integrado a la topografía de la zona de captación y de los lugares a rehabilitar o nueva implementación para la red de agua potable.

Debido a la poca información y falta de conocimiento del funcionamiento de la red actual, se realizó la referenciación de los cruces y registros que se encontraban visibles, ya que se contara con un poco más de información y apoyo por parte de los interesados se habría logrado la integración total de los detalles de la red.

Dentro de los sitios especiales se cuenta con la topografía de la zona de captación (pozos y tanques de regularización), edificio de llegada del sistema eléctrico a los pozos así como la estructura de cloración en el tanque de regularización ubicado en la parte oeste de la población.

Al finalizar el trabajo topográfico se realizaron los planos a una escala apropiada para su interpretación y colocando los elementos de interés para la proyección del trabajo de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable.



5.1 PROYECTO TÉCNICO.

El proyecto técnico para la rehabilitación de la zona centro del sistema de agua potable de la población de Tumbiscatío de Ruiz, se centró en satisfacer las demandas de agua de esta parte de la población, toda vez que el volumen de agua suministrada actualmente resulta insuficiente, otra de las problemáticas a resolver es la eficiencia del sistema de distribución ya que llega a presentar severos problemas de operación producto de la mala planeación en el crecimiento de la red de agua potable existente.

El proyecto se realizó tomando en cuenta diversos factores, uno de ellos fue la población, lo cual es indispensable para determinar el gasto a suministrar, así como también la determinación de la demanda por habitante, el gasto medio, el gasto máximo, etc.

La población de Tumbiscatío cuenta con 2903 habitantes en el año 2013, este dato fue obtenido por empleados del municipio.

Para estimar el periodo de diseño se realizó tomando como referencia el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, el cual estipula que para una población el periodo de diseño se encuentra entre 5 y 20 años. El periodo de diseño de la rehabilitación de la zona centro de la red de agua potable de la población de Tumbiscatío de Ruiz es de un periodo de 20 años (2013-2033).

TABLA 1.1 PERÍODO DE DISEÑO	
ELEMENTO	PERÍODO DE DISEÑO (años)
Fuente	
Pozo	5
Embalse (presa)	hasta 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta potabilizadora	de 5 a 10
Estación de bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución secundaria	a saturación (*)
Re e atarjeas	a saturación (*)
Colector y Emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

(*) En el caso de distribución secundaria y red de atarjeas, por condiciones de construcción difícilmente se podrá diferir la inversión.

5.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Para determinar la Población de proyecto para un periodo de diseño de 20 años, se consultaron los Censos de Población y vivienda de INEGI, y la perspectiva de desarrollo de la localidad, con base en el Plan de Desarrollo Urbano estatal y municipal.

La población proyecto se determinó empleando métodos de ajuste como: ajuste lineal, ajuste exponencial y ajuste logarítmico.

Se realizó una comparación entre estos y resultó que el mejor ajuste es el Lineal, con un $r=0.860530$ que de acuerdo a la constante se acerca más a la unidad siendo esta la mejor opción.

La demanda del usuario se establecerá de acuerdo al Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (M.A.P.A.S.) para localidades urbanas.

Para nuestro caso se determinó que la dotación será de 185 litros/hab./día conforme a la tabla de demanda y tomando en cuenta el tipo de clima de la región, el cual está determinado en el M.A.P.A.S. (Tabla 1.4 y Tabla 1.5).

TABLA 1.4 CONSUMOS DOMÉSTICOS PER CÁPITA			
CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONOMICA (1/hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
Cálido	400	230	185
Semicalido	300	205	130
Templado	250	195	100

TABLA 1.5 CLASIFICACIÓN DE CLIMAS POR SU TEMPERATURA	
TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	TIPO DE CLIMA
Mayor que 22	CALIDO
De 18 a 22	SEMICALIDO
De 12 a 17.9	TEMPLADO
De 5 a 11.9	SEMIFRIO
Menor que 5	FRIO

Esta demanda dependerá en gran parte al tipo de usuario, dividiéndose en uso doméstico y no doméstico; el consumo doméstico se subdivide según la clase socioeconómica de la población en residencial, medio y popular. El consumo no doméstico incluye el comercial, el industrial y de servicios públicos siendo estos (Escuelas, jardines, el sector salud y el sector gobierno), a su vez, el consumo industrial se clasifica en industrial de servicio e industrial de producción (fábricas).

Las obras a realizar serán hechas con base en los estudios, cálculos y planeación realizados para la rehabilitación o mejora de la red de abastecimiento de agua potable en la localidad de Tumbiscatío de Ruiz.

El tanque de regularización Este (TR-2), se abastecerá de un pozo profundo (de proyecto), por medio de equipo de bombeo y este a su vez distribuirá agua potable a la porción centro de la población por medio de gravedad.

La captación del agua para el abastecimiento del tanque de regularización (TR-2) se obtiene del agua subterránea y se extrae por dos métodos. Este tanque TR-2 se abastece por medio de un pozo profundo ubicado en las coordenadas N 18.52901° y W 102.3700°, a una profundidad de diseño de 40.

5.3 PRESENTACIÓN DE LOS PLANOS

Los planos del proyecto fueron dibujados a escalas legibles, estas escalas se seleccionaron para que los planos fueran lo mejor presentables y con las calidades de líneas básicas para su interpretación.

Dentro de la relación de planos para presentar se tienen: Plano topográfico, Plano de la red de agua potable sector zona centro y los de cruceros.

El Plano de la red de distribución y la información recabada fue de acuerdo a la experiencia del operador de dicha población.

TOPOGRÁFICO.

El Plano Topográfico se presenta a escala 1:3000, con escala gráfica. El plano topográfico cuenta con calidad de línea y la señalización de las curvas a cada metro, así como la representación en él mismo de los elementos de interés topográfico (elevaciones, distancias y edificaciones que sirven como referencia), el plano cuenta con una macro localización, micro localización y la representación del norte magnético.

5.4 REGULACIÓN

Para el sector zona centro de la localidad de Tumbiscatío se empleará el taque de regularización sur (TR-2) el cual se utilizara únicamente para la distribución en la red zona centro.

Se tomó en cuenta que los volúmenes y niveles en que se encuentra el tanque de regulación existente, sea capaz de soportar la demanda y por ser una infraestructura ya existente, se tomó la decisión de utilizarlo, en su caso simplemente se recomienda darle el mantenimiento programado o de ser necesario hacer los trabajos de rehabilitación necesarios para su correcto funcionamiento.

5.5 RED DE DISTRIBUCIÓN.

La red de conducción de agua potable, se diseñó para el sector zona centro. Es una red abierta, la razón fundamental por la cual se consideró la operación de esta manera fue debido a la topografía tan complicada de la localidad.

La topografía representa un gran problema para el diseño de una sola red que cubra la localidad completa, ya que debido a esta, se tienen zonas con sobrepresión y otras zonas con subpresión, ocasionando que la red se destruya o que no funcione de manera eficiente.

Cabe destacar que la elección de sectorizar la red es debido a la topografía, ya que en el proceso del diseño se tenían varias propuestas, pero la mayoría tenía problemas con la distribución, ya que existen zonas en las que la carga disponible excede de los 50 M.C.A. establecido en el M.A.P.A.S. como carga máxima de trabajo.

La red de distribución para la zona centro será regulada por el Tanque de regularización sur (TR-2) a gravedad a tubo lleno. El TR-2 cuenta con la capacidad de distribuir el agua a toda la zona centro. En el plano de esta misma zona se representa el área que abarca, así como las longitudes entre cruceros y los diámetros respectivos para la red también se presentan las piezas especiales que se emplearan en esta red.

5.5.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO.

En el análisis hidráulico se tomó en cuenta el diseño adecuado de la red tomando en cuenta diámetros recomendables, velocidad de diseño y carga de operación

mínima y máxima, los cálculos se realizaron en una hoja de cálculo con la finalidad de verificar las posibilidades de modificaciones y sus comportamientos esperados producto de las propuestas de diámetros realizadas.

El plano de la red de agua potable sector zona centro, se presenta a escala 1:2500 con escala gráfica, en este plano se presenta la red con los diámetros correspondientes al diseño empleando la representación gráfica convencional para cada tipo de diámetro, se representa en cada crucero la elevación del terreno natural, el número de crucero y la carga disponible, se coloca la longitud entre cada crucero, se simbolizan las válvulas de seccionamiento.

Para determinar las piezas y su ubicación se colocó una simbología alfabética en el plano de la red y en separado se realizó un plano en donde se describen con detalle las piezas utilizadas así como la simbología utilizada, nombre de la pieza, dimensiones y el número de estas. Se cuenta con cuadros de proyecto y uno de resumen general de la longitud de la tubería utilizada de cada diámetro.

El plano de las piezas cuenta con la información necesaria para conocer el tipo de pieza, la simbología utilizada para su designación, dimensiones, longitud de tubería de los diferentes diámetros empleada en el sector zona centro, así como la especificación de cómo se debe de realizar la toma domiciliar.

5.6 DESINFECCIÓN.

Para el caso del tanque de regularización 2 se deberá construir una caseta de cloración a un costado del pozo profundo con la finalidad de que en esta caseta se realice el proceso de cloración estipulado por norma. En este sitio se propone un sistema de cloración por medio de cloro gas inyectado a la línea de conducción por medio de un dosificador de cloro marca Wallace & Tiernan, modelo S10K, de vacío remoto; con rango de dosificación de 0 a 10 ppd, inyector con válvulas check integradas, con difusor para tubería.



CAPÍTULO 6

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

6.1 POBLACIÓN PROYECTO

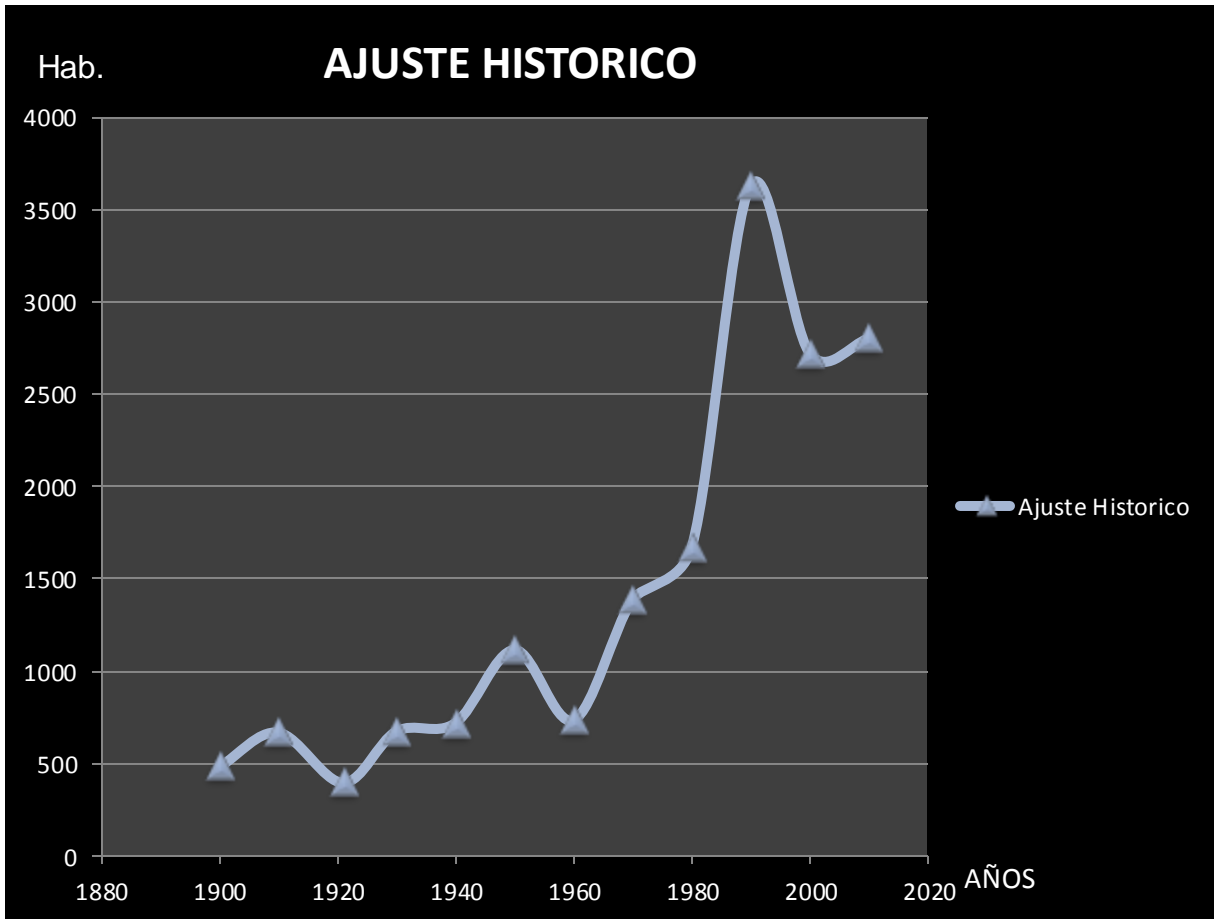
Para determinar la Población de proyecto para un periodo de diseño de 20 años, se consultaron los Censos de Población y vivienda de INEGI, y la perspectiva de desarrollo de la localidad, con base en el Plan de Desarrollo Urbano estatal y municipal.

Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1900	Censo	481	260	221
1910	Censo	667	336	331
1921	Censo	395	200	195
1930	Censo	674	322	352
1940	Censo	719	354	365
1950	Censo	1115	587	528
1960	Censo	735	371	364
1970	Censo	1388	710	678
1980	Censo	1670	837	833
1990	Censo	3632	1792	1840
1995	Conteo	2917	1433	1484
2000	Censo	2721	1318	1403
2005	Conteo	2511	1246	1265
2010	Censo	2801	1358	1443

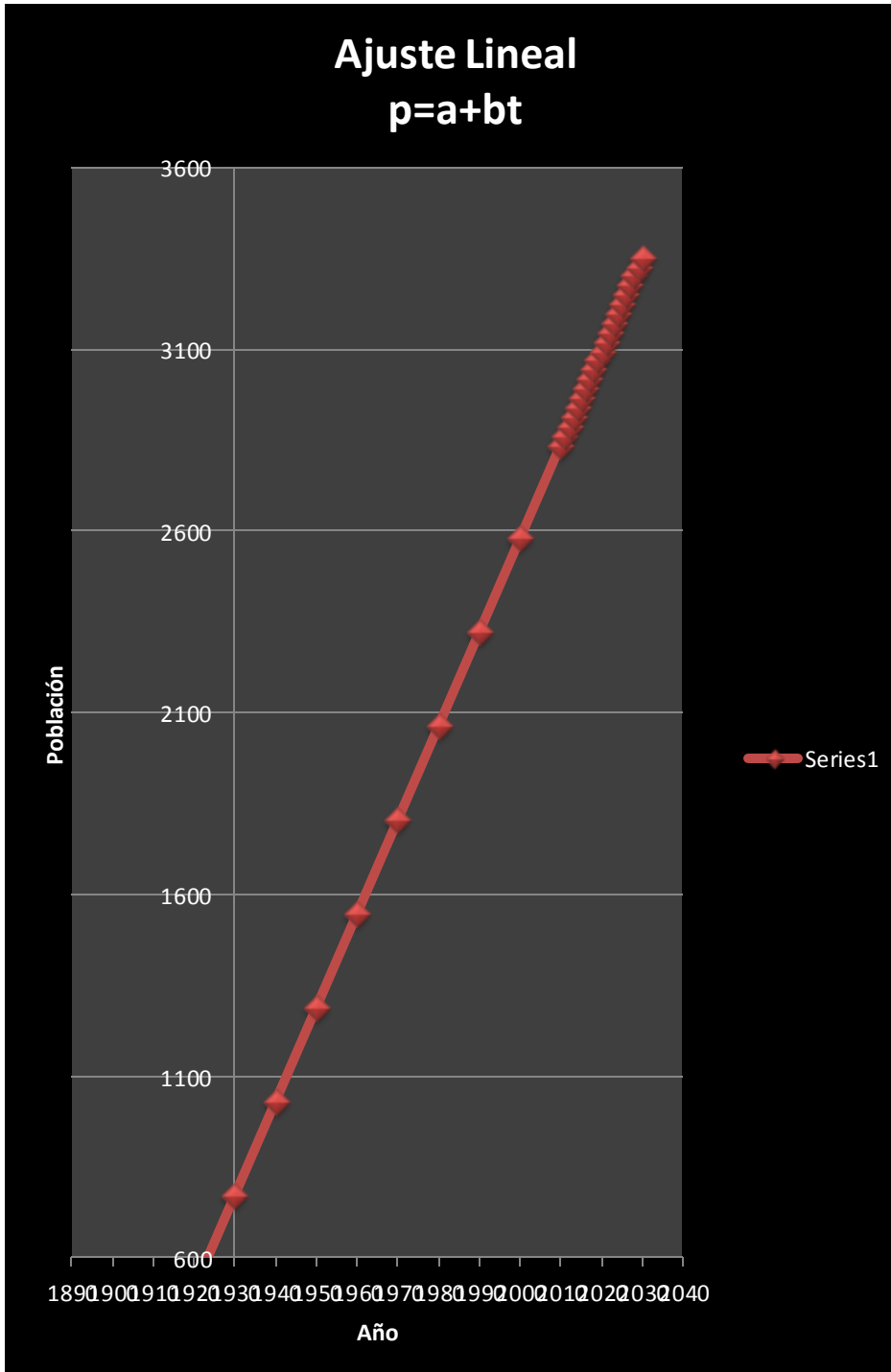
La siguiente imagen muestra el comportamiento que ha tenido la población con el paso del tiempo, se puede observar que del año 1980 al 1990 hubo un gran aumento en la población y para el año 2000 decrece, esto se debe a que la mayoría de los habitantes son migrantes a los EU.

La población de proyecto se determinó empleando métodos como: ajuste lineal, ajuste exponencial y un ajuste logarítmico.

Para elegir el mejor método que asemeje la línea de tendencia al crecimiento de la población se empleo una constante de correlación (r), que permite identificar que ajuste se asemeja mejor a la realidad.



6.1.1 AJUSTE LINEAL



AÑO	POBLACIÓN
1900	2
1910	259
1921	542
1930	773
1940	1029
1950	1286
1960	1543
1970	1799
1980	2056
1990	2313
2000	2570
2010	2826
2011	2852
2012	2878
2013	2903
2014	2929
2015	2955
2016	2980
2017	3006
2018	3032
2019	3057
2020	3083
2021	3109
2022	3134
2023	3160
2024	3186
2025	3211
2026	3237
2027	3263
2028	3288
2029	3314
2030	3340
2031	3365
2032	3391
2033	3417

• **CÁLCULO DEL AJUSTE LINEAL**

Núm. Censos	Año (tj)	Habitantes (Pi)	tipi	Pi ²	ti ²
1	1900	481	913900	231361	3610000
1	1910	667	1273970	444889	3648100
1	1921	395	758795	156025	3690241
1	1930	674	1300820	454276	3724900
1	1940	719	1394860	516961	3763600
1	1950	1115	2174250	1243225	3802500
1	1960	735	1440600	540225	3841600
1	1970	1388	2734360	1926544	3880900
1	1980	1670	3306600	2788900	3920400
1	1990	3632	7227680	13191424	3960100
1	2000	2721	5442000	7403841	4000000
1	2010	2801	5630010	7845601	4040100

$\sum ti = 23461$	$\sum pi = 16988$	$\sum tipi = 33597845$	$\sum Pi^2 = 36743272$	$\sum ti^2 = 45882441$
-------------------	-------------------	------------------------	------------------------	------------------------

Para el cálculo de los 3 métodos se utilizan los censos mostrados en la tabla del Ajuste histórico.

Nombre de cada una de las columnas.

(tj) Año en que se realizó el censo.

(Pi) Número de habitantes en cada censo.

(tipi) Multiplicación de los censos por el número de habitantes.

(Pi)² Número de habitantes elevado al cuadrado.

(ti)² Año del censo elevado al cuadrado.

FÓRMULA DEL AJUSTE LINEAL: **$P = a + (b * t)$**

El valor de (a), (b) y (r) se calcularon con las siguientes fórmulas:

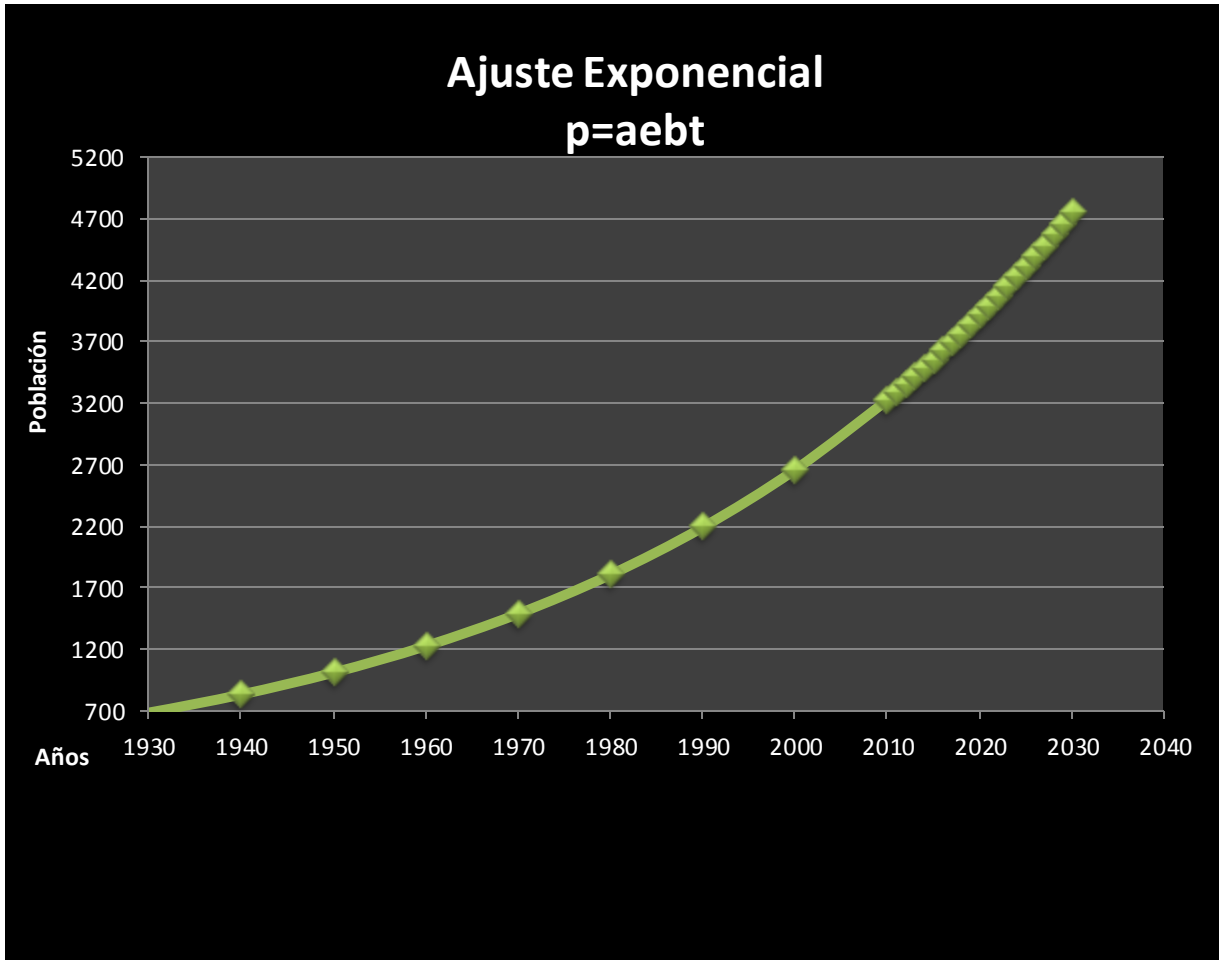
$$a = (\sum p_i - (b \cdot \sum t_i) / n)$$

$$b = \frac{((n \cdot \sum p_i t_i) - (\sum t_i \cdot \sum p_i))}{((n \cdot \sum t_i^2) - (\sum t_i)^2)}$$

$$r = \frac{((n \cdot \sum p_i t_i) - (\sum t_i \cdot \sum p_i))}{\sqrt{((n \cdot \sum t_i^2) - (\sum t_i)^2) \cdot ((n \cdot \sum p_i^2) - (\sum p_i)^2)}}$$

RESULTADOS
a = -48774.7301
b = 25.6721692
r = 0.86053004
n= 12

6.1.2 AJUSTE EXPONENCIAL



AÑO	POBLACIÓN	2010	3093	2022	3875
1900	392	2011	3151	2023	3948
1910	473	2012	3211	2024	4023
1921	581	2013	3272	2025	4099
1930	688	2014	3334	2026	4177
1940	831	2015	3397	2027	4256
1950	1002	2016	3462	2028	4337
1960	1209	2017	3527	2029	4419
1970	1459	2018	3594	2030	4503
1980	1761	2019	3662	2031	4588
1990	2124	2020	3732	2032	4675
2000	2563	2021	3802	2033	4764

• **CÁLCULO DEL AJUSTE EXPONENCIAL.**

Censos	Año (ti)	Habitantes (Pi)	ln(Pi)	ti ln(Pi)	(ln(pi)) ²	ti ²
1	1900	481	6.1759	11734.1478	38.1413	3610000
1	1910	667	6.5028	12420.3290	42.2863	3648100
1	1921	395	5.9789	11485.4396	35.7471	3690241
1	1930	674	6.5132	12570.5341	42.4222	3724900
1	1940	719	6.5779	12761.0510	43.2683	3763600
1	1950	1115	7.0166	13682.3889	49.2328	3802500
1	1960	735	6.5999	12935.7462	43.5583	3841600
1	1970	1388	7.2356	14254.1697	52.3542	3880900
1	1980	1670	7.4206	14692.7462	55.0650	3920400
1	1990	3632	8.1975	16313.1021	67.1996	3960100
1	2000	2721	7.9088	15817.5095	62.5484	4000000
1	2010	2801	7.9377	15954.8409	63.0076	4040100

$\sum ti = 23461$
$\sum pi = 16998$
$\sum \ln(Pi) = 84.06533$
$\sum ti \ln(Pi) = 164622.0049$
$\sum (\ln(pi))^2 = 594.83102$
$\sum ti^2 = 45882441$
$\sum n = 12$

RESULTADOS
$a = 1.24809736676268E-13$
$b = 0.0187804939737546$
$r = 0.0918603091108695$
$n = 12$

FÓRMULA DEL AJUSTE EXPONENCIAL: **$P = a \cdot \text{Exp}(b \cdot t)$**

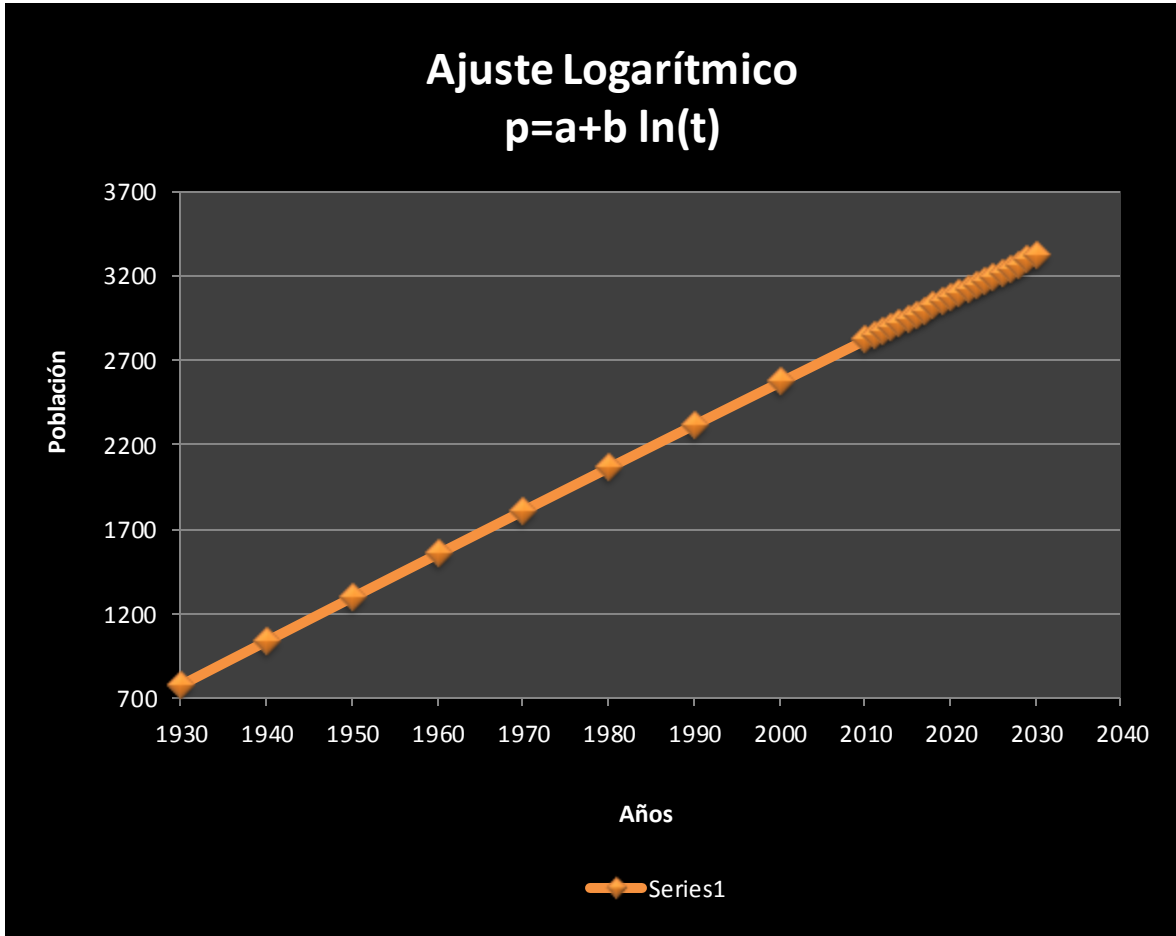
El valor de (a), (b) y (r) se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$a = \text{Exp}(((\sum \ln(Pi) - (b \cdot \sum ti)) / n))$$

$$b = ((n \cdot \sum ti \ln(Pi)) - (\sum ti \cdot \sum \ln(Pi))) / ((n \cdot \sum ti^2) - (\sum ti)^2)$$

$$r = ((n \cdot \sum ti \ln(Pi)) - (\sum ti \cdot \sum \ln(Pi))) / \sqrt{((n \cdot \sum ti^2) - (\sum ti)^2) \cdot (n \cdot \sum (\ln(pi))^2) - (\sum \ln(Pi))^2}$$

6.1.3 AJUSTE LOGARÍTMICO



AÑO	POBLACIÓN	2010	2811	2022	3109
1900	-6	2011	2836	2023	3134
1910	256	2012	2861	2024	3158
1921	544	2013	2886	2025	3183
1930	778	2014	2910	2026	3208
1940	1037	2015	2935	2027	3233
1950	1294	2016	2960	2028	3257
1960	1550	2017	2985	2029	3282
1970	1805	2018	3010	2030	3307
1980	2058	2019	3035	2031	3331
1990	2310	2020	3059	2032	3356
2000	2561	2021	3084	2033	3380

• CÁLCULO DEL AJUSTE LOGARÍTMICO

Censos	Año t _i	Habitantes P _i	ln(ti)	ln(ti)P _i	(ln(ti)) ²	P _i ²
1	1900	481	7.54960917	3631.36201	56.9965985	231361
1	1910	667	7.55485852	5039.09063	57.0758873	444889
1	1921	395	7.56060116	2986.43746	57.1626899	156025
1	1930	674	7.56527528	5098.99554	57.2333901	454276
1	1940	719	7.57044325	5443.1487	57.311611	516961
1	1950	1115	7.57558465	8446.77689	57.3894828	1243225
1	1960	735	7.58069975	5571.81432	57.4670087	540225
1	1970	1388	7.58578882	10529.0749	57.544192	1926544
1	1980	1670	7.59085212	12676.723	57.621036	2788900
1	1990	3632	7.59588992	27588.2722	57.6975436	13191424
1	2000	2721	7.60090246	20682.0556	57.7737182	7403841
1	2010	2801	7.60589	21304.0979	57.8495627	7845601

$\sum p_i = 23461$
$\sum \ln(t_i) = 16998$
$\sum \ln(t_i)P_i = 128997.84914$
$\sum (\ln(t_i))^2 = 689.122720$
$\sum p_i^2 = 36743272$

RESULTADOS
a = -377914.74163715
b = 50056.6895588694
r = 0.858408496576812
n = 12

FÓRMULA DEL AJUSTE LOGARÍTMICO: **P = a + (b * ln(t))**

El valor de (a), (b) y (r) se calcularon con las siguientes fórmulas:

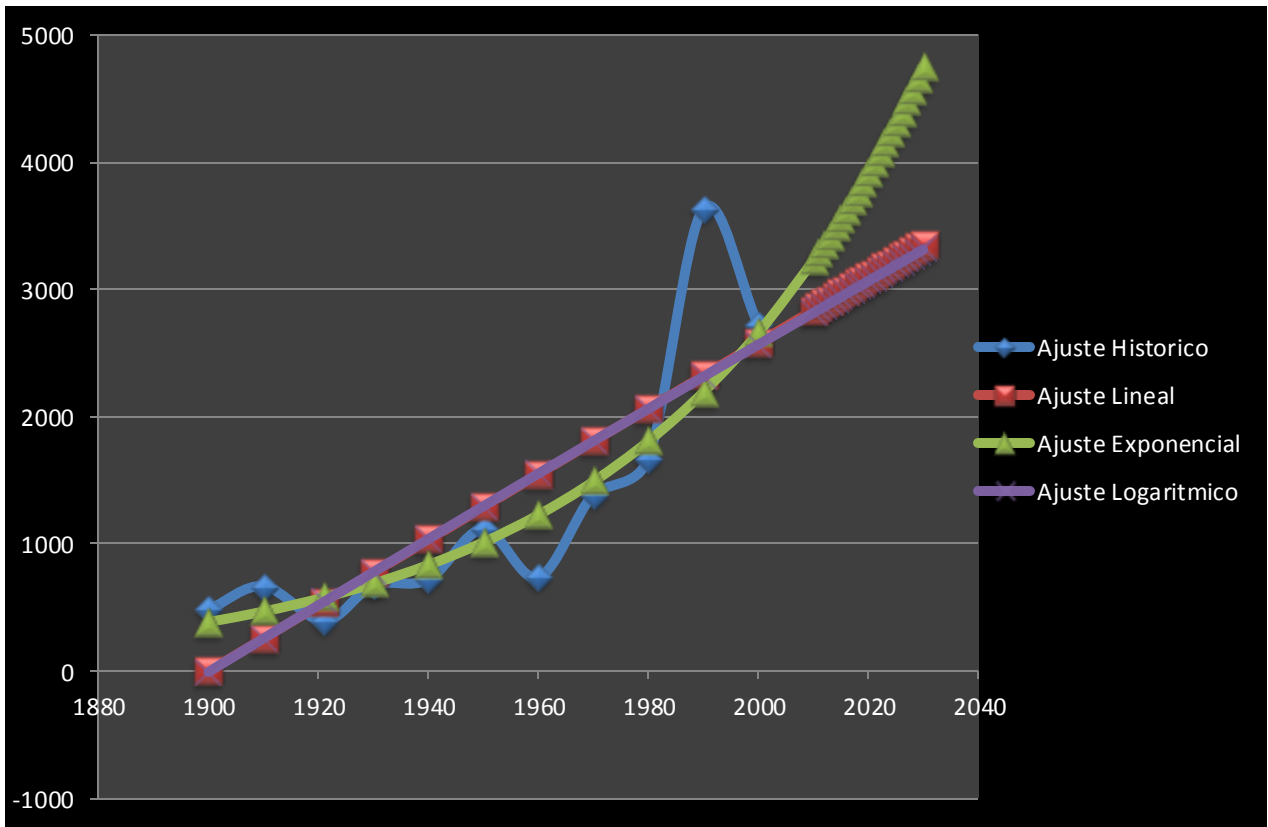
$$a = (\sum p_i - (b * \sum \ln(t_i))) / n$$

$$b = ((n * \sum \ln(t_i)P_i) - (\sum p_i * \sum \ln(t_i))) / ((n * \sum (\ln(t_i))^2) - (\sum \ln(t_i))^2)$$

$$r = ((n * \sum \ln(t_i)P_i) - (\sum p_i * \sum \ln(t_i))) / \sqrt{((n * \sum (\ln(t_i))^2) - ((\sum \ln(t_i))^2) * (n * \sum p_i^2) - (\sum p_i^2)^2)}$$

6.1.4 SELECCIÓN DEL MEJOR MÉTODO DE AJUSTE.

Para la comparación de los diferentes métodos se graficaron todos para su comparación entre ellos y junto a la tendencia de crecimiento de los datos censales del INEGI (ajuste Histórico).



El mejor ajuste es el Lineal, en esta comparación con un $r=0.86053004$ que de acuerdo a la constante se acerca más a la unidad siendo esta la mejor opción para el proyecto.

Ajuste Lineal $r = 0.86053004$
Ajuste Exponencial $r = 0.09186030$
Ajuste Logaritmico $r = 0.85840849$

Por lo tanto la población proyecto a 20 años que usaremos es de 3417 habitantes.

6.2 CONSUMOS PÚBLICOS DE AGUA POTABLE

El total de agua potable que consumen los servicios públicos con que cuenta esta población, se determinó por medio de un análisis realizado en cada uno de ellos.

El resultado de este análisis se muestra a continuación.

Escuela	Estudiantes	L/estudiante/d	Vol (L/d)	Vol (m3/d)
Kínder	73	20	1460	1.46
Primaria	656	25	16400	16.4
Secundaria	348	25	8700	8.7
COBACH	145	25	3625	3.625

Sector	Cantidad	Vol unitario (L/d)		Vol (L/d)	Vol (m3/d)
Salud	8	800	L/cama/d	6400	6.4
Gobierno	25	120	L/persona/d	3000	3
Parques y Jardines	2700	5	L/m2/d	13500	13.5

Demanda de servicio público= 53.085(m3/día)

De la demanda de servicio público solo se considera un 30%, esto se hace con el fin de que los consumos no se dupliquen.

6.3 DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

Los datos básicos para el cálculo hidráulico de la red de agua para el sector zona centro de Tumbiscatio de Ruiz se muestran a continuación.

DATOS DEL PROYECTO	
Población actual estimada (2013)	2903 Habitantes
Población proyecto (2033)	3417 Habitantes
Dotación	241.10 Litros/hab./día
Tipo de sistema	Sectorizado
Gasto medio	9.535 l/s
Gasto máximo diario	13.349 l/s
Gasto máximo horario	20.691 l/s
Gasto medio sector zona centro	3.814 l/s
Gasto máximo diario sector zona centro	5.340 l/s
Gasto máximo horario sector zona centro	8.276 l/s
Coeficiente de variación diaria	1.40 (urbana)
Coeficiente de variación horaria	1.55 (urbana)
Tanque de regularización	Elevado
Capacidad del tanque	156 M ³
Tipo de distribución	Red abierta

En resumen:

La población existente en el año 2013 fue un dato proporcionado por las autoridades de la población.

La población proyecto a 20 años fue obtenida por medio del ajuste lineal ya que fue el que se acercó más a la unidad por presentar un menor error.

La dotación conforme a la tabla de demanda y tomando en cuenta el tipo de clima de la región será de 185 litros/hab./día, el cual está determinado en el M.A.P.A.S. (Tabla 1.4 y Tabla 1.5). Esta dotación aun no es la final ya que tenemos que agregarle las perdidas por fuga, por falta de mantenimiento, y los consumos de servicios públicos donde solo se toma un 30% de este consumo para evitar que estos se dupliquen, para así obtener la dotación final.

El tipo de sistema es sectorizado ya que la topografía del lugar representa un gran problema para el diseño de una sola red que cubra la localidad completa, ya que

debido a esta, se tienen zonas con sobrepresión y otras zonas con subpresión, ocasionando que la red se destruya o no funcione de manera eficiente.

Los gastos **medio, máximo diario y máximo horario** fueron calculados de la siguiente manera:

$Q_{med} = \frac{Pob. \text{ Proyec.} * \text{Dotación}}{86,400 \text{ seg.}}$
$Q_{max. \text{ diar.}} = Q_{med} * \text{Coef. var. diar.}$
$Q_{max. \text{ hor.}} = Q_{max. \text{ diar}} * \text{Coef. var. hor.}$
$Q_{med. \text{ Zona Centro}} = Q_{med. \text{ diar}} * 0.4$
$Q_{max. \text{ diar. Zona Centro}} = Q_{med. \text{ Zona centro}} * \text{Coef. var. diar.}$
$Q_{max. \text{ hor. Zona Centro}} = Q_{max. \text{ diar}} * \text{Coef. var. hor.}$

La variación diaria se expresa como un coeficiente del gasto medio anual y depende de la temperatura y distribución de las lluvias en la región y le llamamos coeficiente de variación diaria.

C.V.D = Coeficiente de variación diaria **1.40**

También existen variaciones horarias con respecto al gasto máximo diario, el cual no es consumido por la población en forma constante durante las 24 horas del día, pero determinados lapsos será mayor ó menor que el gasto máximo diario. Para poder satisfacer las demandas máximas durante el día, se debe incrementar el valor del gasto máximo diario con un coeficiente que cubra esas demandas máximas horarias.

C.V.H = Coeficiente de variación horaria = **1.55**.

6.4 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE AGUA POTABLE SECTOR ZONA CENTRO.

TRAMO	LONGITUD		Q (m ³ /s)	DIAMETRO		PVC RD	Área (m ²)	5>V>0.5 V (m/s)	k	hf	hm	h _{TOTAL}	Cota TN	NODO	50>H _D >15
	PROPIA	ACUMULADA		DUPIT (plg)	PROP. Y COM					(m)	(m)	(m)	(m)	#	H _D
TR2													950.22		
TR2-1	303.23	4461.08	8.276	4.3	4	41	0.009194	0.90	118.06201	2.452	0.490	2.94	915.18	1	32.100
1-2	61.45	61.45	0.114	0.5	4	41	0.009194	0.01	118.06201	0.000	0.000	0.00	921.64	2	25.640
1-3	74.12	4096.4	7.600	4.1	4	41	0.009194	0.83	118.06201	0.505	0.101	0.61	911.38	3	35.290
3-4	39.8	4022.28	7.462	4.1	4	41	0.009184	0.81	118.06201	0.262	0.052	0.31	916.91	4	29.450
4-5	141.23	311.36	0.578	1.1	1.5	32.5	0.001930	0.37	13172.922	0.621	0.124	0.74	916.88	5	28.740
5-6	125.02	125.02	0.232	0.7	1.5	32.5	0.006930	0.15	13172.922	0.089	0.018	0.11	918.7	6	26.810
5-7	45.11	45.11	0.084	0.4	1.5	32.5	0.056930	0.05	13172.922	0.004	0.001	0.00	917.82	7	27.800
4-8	14.65	3671.12	6.811	3.9	4	41	0.009484	0.74	118.06201	0.080	0.016	0.10	917.2	8	29.060
8-9	63.94	3656.47	6.784	3.9	4	41	0.009184	0.74	118.06201	0.347	0.069	0.42	916.86	9	28.980
9-10	74.97	411.18	0.763	1.3	1.5	32.5	0.001930	0.49	13172.922	0.575	0.115	0.69	928.38	10	16.770
10-11	70.65	70.65	0.131	0.5	1.5	32.5	0.001569	0.08	13172.922	0.016	0.003	0.02	918.23	11	26.900
10-12	92.06	123.56	0.229	0.7	1.5	32.5	0.001569	0.15	13172.922	0.064	0.013	0.08	921.65	12	23.420
12-13	31.5	31.5	0.058	0.4	1.5	32.5	0.001569	0.04	13172.922	0.001	0.000	0.00	917.72	13	27.350
10-14	60.5	142	0.263	0.8	1.5	32.5	0.001569	0.17	13172.922	0.055	0.011	0.07	926.75	14	18.330
14-15	81.5	81.5	0.151	0.6	1.5	32.5	0.001569	0.10	13172.922	0.025	0.005	0.03	924.91	15	20.140
9-16	10.51	3181.35	5.902	3.6	3	41	0.005541	1.07	455.5115	0.167	0.033	0.20	917.42	16	28.220
16-17	188.69	1456.3	2.702	2.5	2.5	41	0.003728	0.72	1310.6489	1.805	0.361	2.17	911.79	17	31.680
16-29	52.5	1714.54	3.181	2.7	2.5	41	0.003728	0.85	1310.6489	0.696	0.139	0.84	925.63	29	19.170
17-18	36.1	336.82	0.625	1.2	1.5	32.5	0.001569	0.40	13172.922	0.186	0.037	0.22	907.95	18	35.300
18-19	197.76	227.76	0.423	1.0	1.5	32.5	0.001569	0.27	13172.922	0.465	0.093	0.56	922.42	19	20.270
19-20	30	30	0.056	0.4	1.5	32.5	0.001569	0.04	13172.922	0.001	0.000	0.00	918.64	20	24.050
18-21	72.96	72.96	0.135	0.6	1.5	32.5	0.001569	0.09	13172.922	0.018	0.004	0.02	910.23	21	33.000
17-22	78.87	930.79	1.727	2.0	1.5	32.5	0.001569	1.10	13172.922	3.098	0.620	3.72	913.1	22	26.650
22-23	59.57	851.92	1.581	1.9	1.5	32.5	0.001569	1.01	13172.922	1.960	0.392	2.35	909.5	23	27.900
23-24	114.86	792.35	1.470	1.8	1.5	32.5	0.001569	0.94	13172.922	3.270	0.654	3.92	917.35	24	16.130
24-25	180.24	677.49	1.257	1.7	1.5	32.5	0.001569	0.80	13172.922	3.751	0.750	4.50	913.66	25	15.320
25-26	115.74	329.89	0.612	1.2	1.5	32.5	0.001569	0.39	13172.922	0.571	0.114	0.69	917.22	26	11.070
26-27	214.15	214.15	0.397	0.9	1.5	32.5	0.001569	0.25	13172.922	0.445	0.089	0.53	915.04	27	12.720

25-28	167.36	167.36	0.310	0.8	1.5	32.5	0.001569	0.20	13172.922	0.213	0.043	0.26	924.84	28	3.880
30-31	75.39	217.88	0.404	1.0	1.5	32.5	0.001569	0.26	13172.922	0.162	0.032	0.19	922.12	31	22.110
31-32	40.03	40.03	0.074	0.4	1.5	32.5	0.001569	0.05	13172.922	0.003	0.001	0.00	913.1	32	31.130
31-34	65.59	65.59	0.122	0.5	1.5	32.5	0.001569	0.08	13172.922	0.013	0.003	0.02	915.31	34	28.900
31-39	36.87	36.87	0.068	0.4	1.5	32.5	0.001569	0.04	13172.922	0.002	0.000	0.00	919.5	39	24.730
30-33	56.47	56.47	0.105	0.5	1.5	32.5	0.001569	0.07	13172.922	0.008	0.002	0.01	917.75	33	26.660
29-30	61.24	335.59	0.623	1.2	1.5	32.5	0.001569	0.40	13172.922	0.313	0.063	0.38	923.85	30	20.570
29-36	32.36	1326.45	2.461	2.4	2	41	0.002533	0.97	3671.11329	0.719	0.144	0.86	926.74	36	17.200
36-37	10.25	721.11	1.338	1.7	1.5	32.5	0.001569	0.85	13172.922	0.242	0.048	0.29	926.31	37	17.340
37-38	38.55	202.43	0.376	0.9	1.5	32.5	0.001569	0.24	13172.922	0.072	0.014	0.09	924.21	38	19.350
38-40	31.4	31.4	0.058	0.4	1.5	32.5	0.001569	0.04	13172.922	0.001	0.000	0.00	924.25	40	19.310
38-41	132.48	132.48	0.246	0.7	1.5	32.5	0.001569	0.16	13172.922	0.105	0.021	0.13	910.55	41	32.880
37-44	116.89	508.43	0.943	1.5	1.5	32.5	0.001569	0.60	13172.922	1.370	0.274	1.64	910.88	44	31.130
44-45	186.68	186.68	0.346	0.9	1.5	32.5	0.001569	0.22	13172.922	0.295	0.059	0.35	907.3	45	34.360
44-46	3.85	204.86	0.380	0.9	1.5	32.5	0.001569	0.24	13172.922	0.007	0.001	0.01	910.52	46	31.480
46-47	67.15	67.15	0.125	0.5	1.5	32.5	0.001569	0.08	13172.922	0.014	0.003	0.02	916.5	47	25.480
46-48	133.86	133.86	0.248	0.7	1.5	32.5	0.001569	0.16	13172.922	0.109	0.022	0.13	916.75	48	25.120
36-35	20.41	572.98	1.063	1.5	1.5	32.5	0.001569	0.68	13172.922	0.304	0.061	0.36	927.58	35	16.000
35-42	51.66	552.57	1.025	1.5	1.5	32.5	0.001569	0.65	13172.922	0.715	0.143	0.86	921.14	42	21.580
42-43	23.52	23.52	0.044	0.3	1.5	32.5	0.001569	0.03	13172.922	0.001	0.000	0.00	920.36	43	22.360
42-49	159.63	477.39	0.886	1.4	1.5	32.5	0.001569	0.56	13172.922	1.650	0.330	1.98	920.6	49	20.140
49-50	27.29	27.29	0.051	0.3	1.5	32.5	0.001569	0.03	13172.922	0.001	0.000	0.00	925.43	50	15.310
49-51	149.85	290.47	0.539	1.1	1.5	32.5	0.001569	0.34	13172.922	0.573	0.115	0.69	923.12	51	16.930
51-52	55.61	55.61	0.103	0.5	1.5	32.5	0.001569	0.07	13172.922	0.008	0.002	0.01	925.2	52	14.840
51-53	85.01	85.01	0.158	0.6	1.5	32.5	0.001569	0.10	13172.922	0.028	0.006	0.03	926.6	53	13.420

TOTAL=4461.08

Carga disponible promedio: 23.59

En la columna con nombre TRAMO se muestra el número de crucero donde inicia y donde termina cada tramo.

La LONGITUD PROPIA es la distancia que hay de crucero a crucero, y la LONGITUD ACUMULADA es la suma de las longitudes propias.

El cálculo de la longitud se realiza restándole la longitud propia a la calculada, esto para los tramos donde los crucesos se encuentran en la misma calle pero existe un cambio de dirección como es el caso del tramo 1-2.

Cuando las longitudes propia y acumulada son iguales es porque en ese tramo la red ya no tiene continuación, como es el caso del tramo 1-2.

Otro caso es el del tramo 4-5, es cuando el crucero final se encuentra en esquina y la red tiene continuidad hacia ambos lados, la longitud acumulada sería la suma de las longitudes de cada tramo hasta donde la red ya no tenga un tapón o termine.

Para una mejor comprensión sobre las longitudes propia y acumulada se puede observar el plano de crucesos, ya que en este aparece cada una de las longitudes así como la numeración de cada crucero.

El gasto que pasara por cada tramo de la tubería se calculó a partir del $Q_{max.hor.}$

Es necesario un gasto específico (q_{sp}) que se obtiene: $q_{sp} = \frac{Q_{max.hor.}}{\sum(Long.prop.)}$

Por el primer tramo (TR2-1) pasa el gasto completo hasta llegar al tramo siguiente donde el gasto ya es menor y se calcula: $Q(m^3/s) = q_{sp} * Long.Acum.$

El diámetro se calcula de la siguiente manera: $DUPIT = 1.5 * \sqrt{Q(m^3/s)}$.

El diámetro PROPUESTO Y COMERCIAL es propuesto de tal manera que no quede muy sobrado ni tan deficiente y que además de eso sea comercial.

La presión de trabajo que soporta la tubería no es igual en todos los tramos, esto se debe a que algunos tienen carga disponible mayor, por tal motivo el RD o presión de trabajo es mayor.

En los lugares donde también es necesario colocar tubería con mayor presión de trabajo, es cuando un punto con elevación menos se encuentra entre 2 puntos con elevación mayor.

El área es un dato que podemos obtener en las tablas de características para tubería de PVC, estas también tablas contienen los diferentes diámetros comerciales, así como presiones de trabajo, peso, etc.

La velocidad es calculada de la siguiente forma: $V_{(m/s)} = (Q_{(m^3/s)/1000}) / \text{Área}_{(m^2)}$

En el cálculo de esta velocidad se maneja una restricción, esta es que no debe ser mayor a $5_{(m/s)}$ ni menor a $0.5_{(m/s)}$.

El coeficiente de rugosidad de Manning (K) se puede obtener de graficas ya diseñadas, estas se encuentran directamente en libros de hidráulica.

Las pérdidas por fricción se generan debido a la fricción que hay entre el agua y la pared de la tubería, se calculan con la siguiente fórmula:

$$Hf_{(m)} = k * \text{Long. Prop.} * (Q_{(m^3/s)/1000})^2$$

Para las pérdidas por mantenimiento se considera un 2% de las pérdidas por fricción.

El h_{TOTAL} es la suma de las pérdidas por fricción y mantenimiento.

La columna (Cota TN) nos indica la elevación que hay en cada nodo, esta elevación es indispensable para el cálculo de la carga disponible.

El cálculo de la carga disponible se realizó con la formula siguiente:

$$HD = ((\text{Cota TN} + HD_{(Anterior)}) - \text{Cota TN}_{(siguiente)}) - h_{TOTAL}$$

En este cálculo se considera la elevación del nodo en el que deseamos conocer la carga disponible, sumándole las pérdidas del nodo anterior, restándole la cota del nodo siguiente, y por último se restan las pérdidas del nodo.



7.1 CONCLUSIONES

En la propuesta de este proyecto de tesis, se hizo énfasis en la gran necesidad que es para la sociedad el suministro y abastecimiento de agua potable. Ya que el sistema de agua potable que operaba anteriormente era ineficiente, se propuso realizar la rehabilitación de este sistema, que consiste en dividir la red en 3 sectores los cuales son (zona alta, zona centro y zona media).

El proyecto se realizó únicamente para la rehabilitación del sector zona centro, se puede mencionar que la tubería utilizada para esta rehabilitación fue PVC, ya que esta ocasiona una pérdida de energía menor, por tal motivo los valores de las presiones son más aceptables.

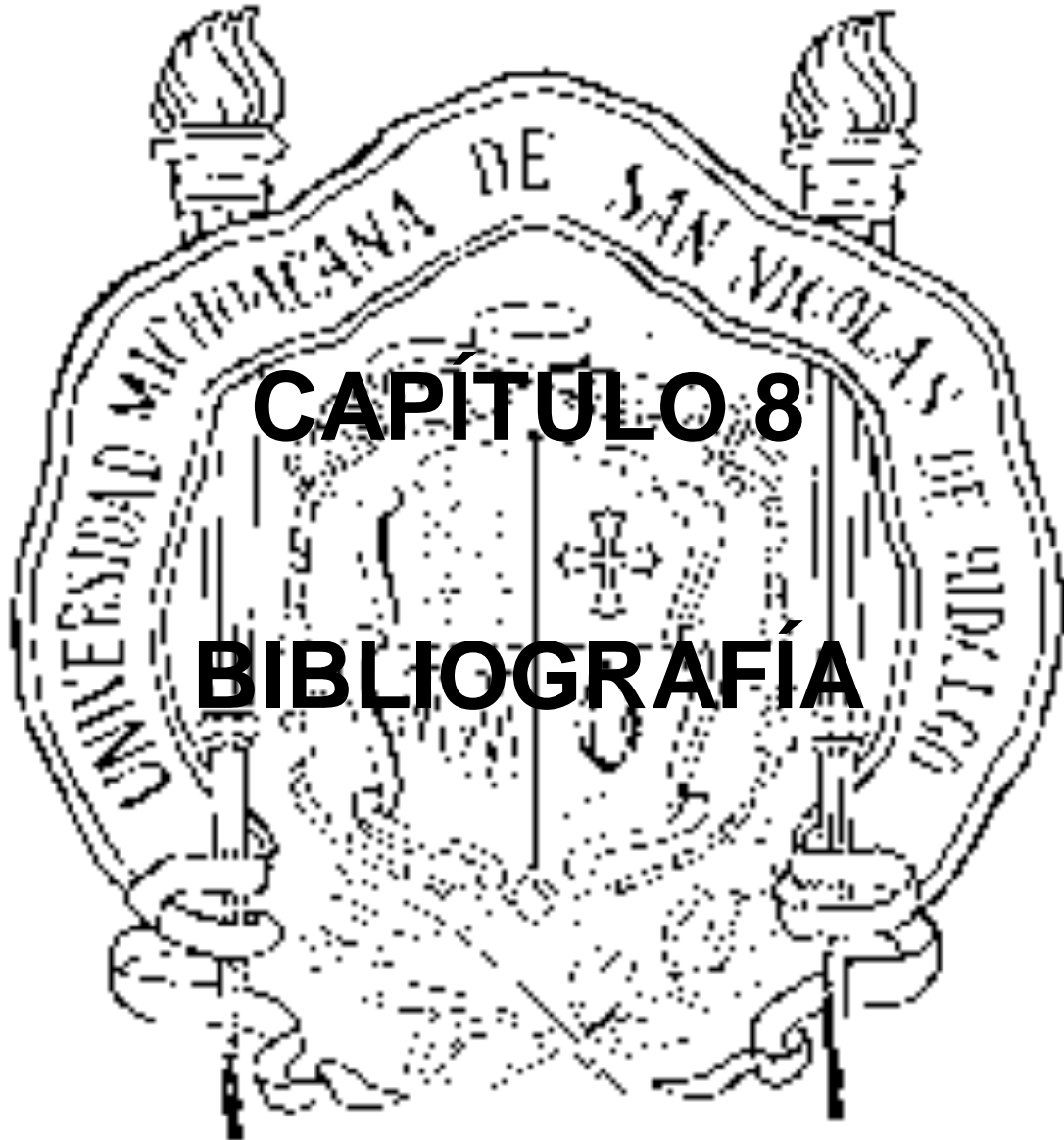
La rehabilitación propuesta para el sector zona centro se ha realizado de tal manera que sea eficiente, económico y funcional.

Por otra parte dentro de este proyecto, no solo se cumple con el abastecimiento de agua para la comunidad, sino el abastecimiento de agua de calidad.

7.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda capacitar a una persona para que funcione como operador de válvulas, esto permitirá que el sistema este regulado y opere eficientemente.

Aunque el sistema de abastecimiento de agua potable está diseñado para un periodo de 20 años es necesario revisar la demanda cada cierto periodo de tiempo para comparar si está de acuerdo a lo proyectado.



CAPÍTULO 8

BIBLIOGRAFÍA

8.1 BIBLIOGRAFÍA

- Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.
- Criterios de diseño para redes de agua potable empleando tubería de PVC .
- Abastecimiento de agua potable y eliminaciones excretas, autor Pedro López Alegría.



PRESENTACIÓN DE LOS PLANOS

CRUCEROS

Cruceros de la Red Zona Centro

SIMBOLOGIA

PIEZA ESPECIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD
Codo de PVC	38X38	2
Te de PVC	60X50	2
Codo de 22.5° de PVC	100X50	1
Codo de 45° de PVC	100X50	1
Codo de 90° de PVC	100X50	1
Reducción espiga de PVC	50X38	1
Extensión campana de PVC	50X38	1
Manchete de 15PSI	50X38	1
Tapa espiga de PVC	50X38	1

Cantidades de tubería
Red de agua potable (zona centro)

TUBERÍA	LONGITUD (m)
PVC RD-41, 100 mm Ø	496
PVC RD-41, 75 mm Ø	11
PVC RD-41, 50 mm Ø	241
PVC RD-32, 30 mm Ø	445

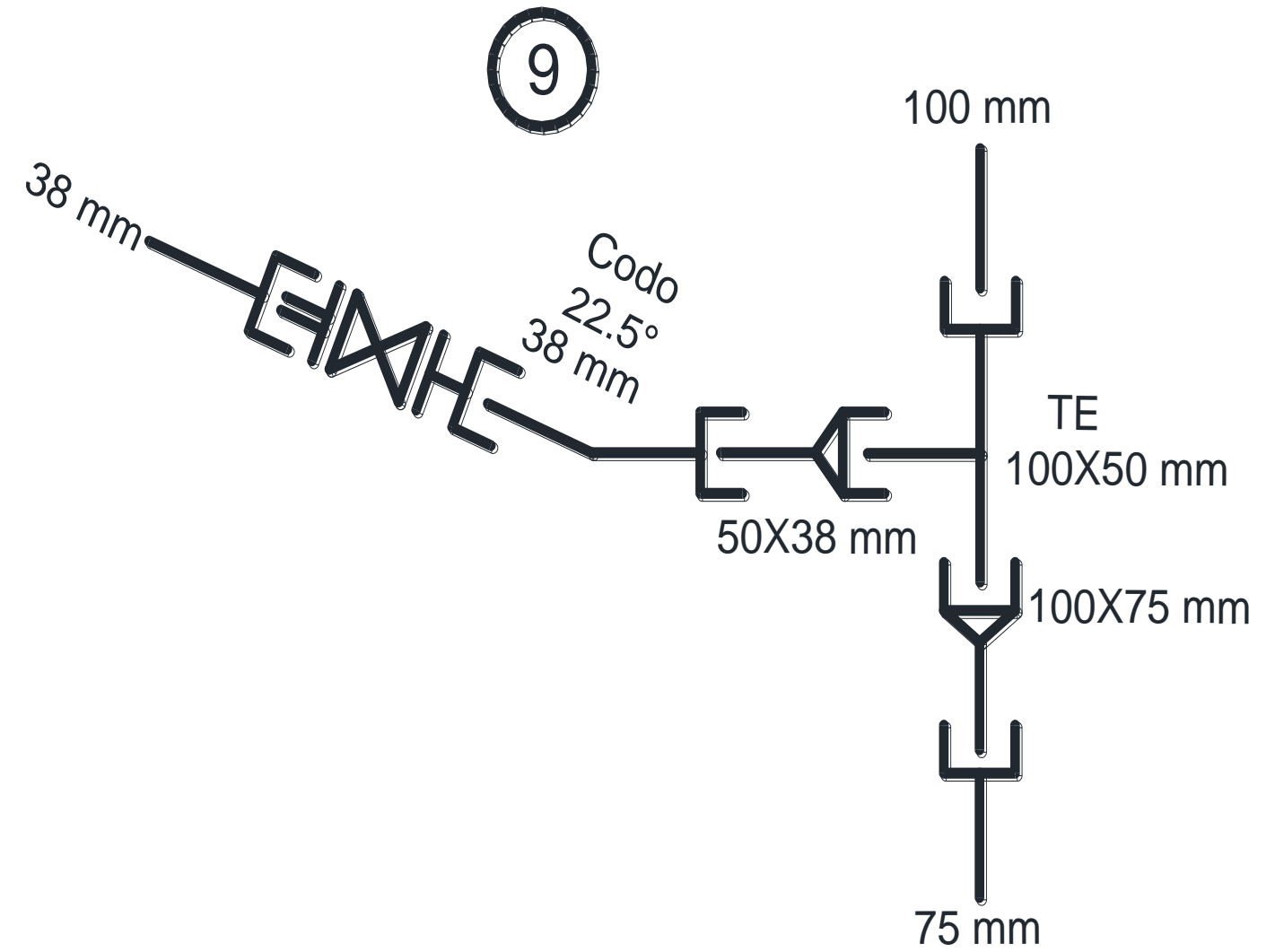
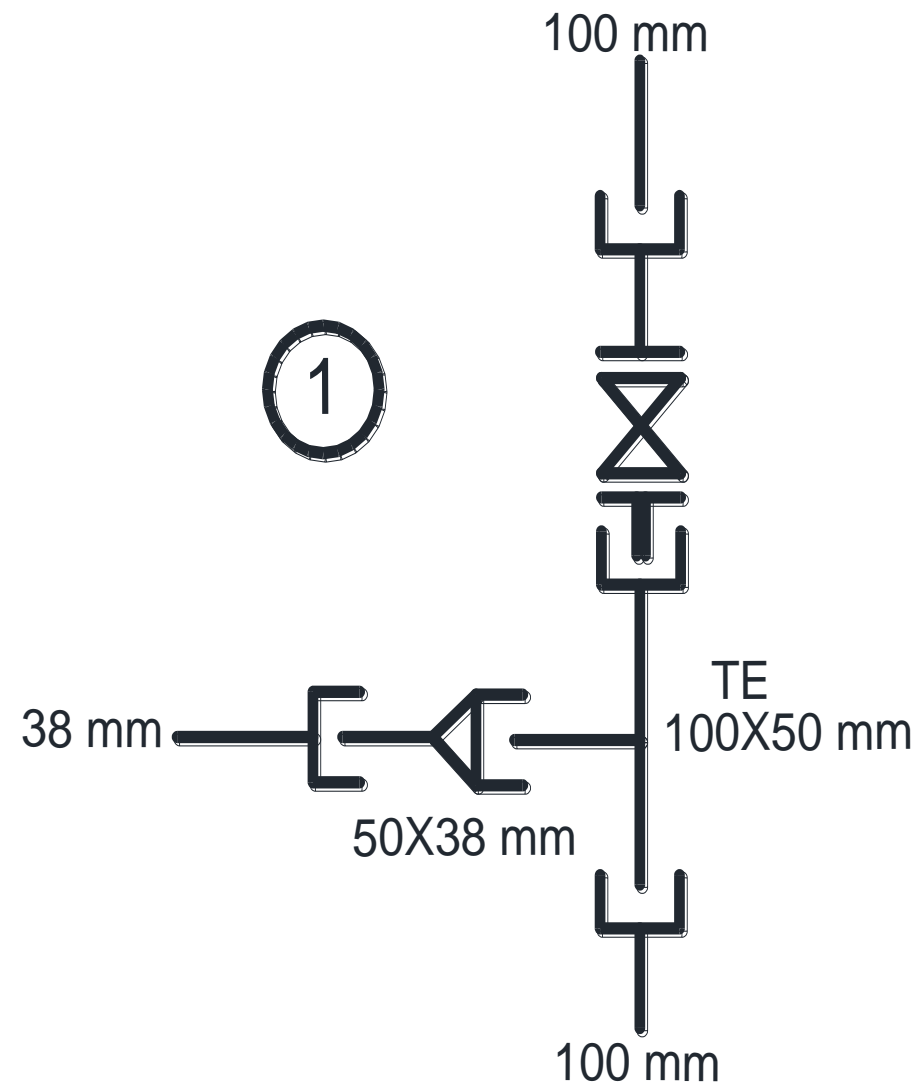
DATOS DE PROYECTO

Población proyectada (2033)	3417 habitantes
Dotación	24.10 Litros/hab/día
Tipo de sistema	Sectorizado
Gasto promedio	9.535 l/s
Gasto máximo diario	13.349 l/s
Gasto máximo horario	20.691 l/s
Gasto promedio sector zona centro	3.814 l/s
Gasto máximo diario sector zona centro	5.340 l/s
Gasto máximo horario sector zona centro	8.276 l/s
Coefficiente de variación diaria	1.40 (urbana)
Coefficiente de variación horaria	1.55 (urbana)

DETALLE DE TOMA DOMICILIARIA

Plano: 3 De 3

DISEÑO DE CRUCEROS

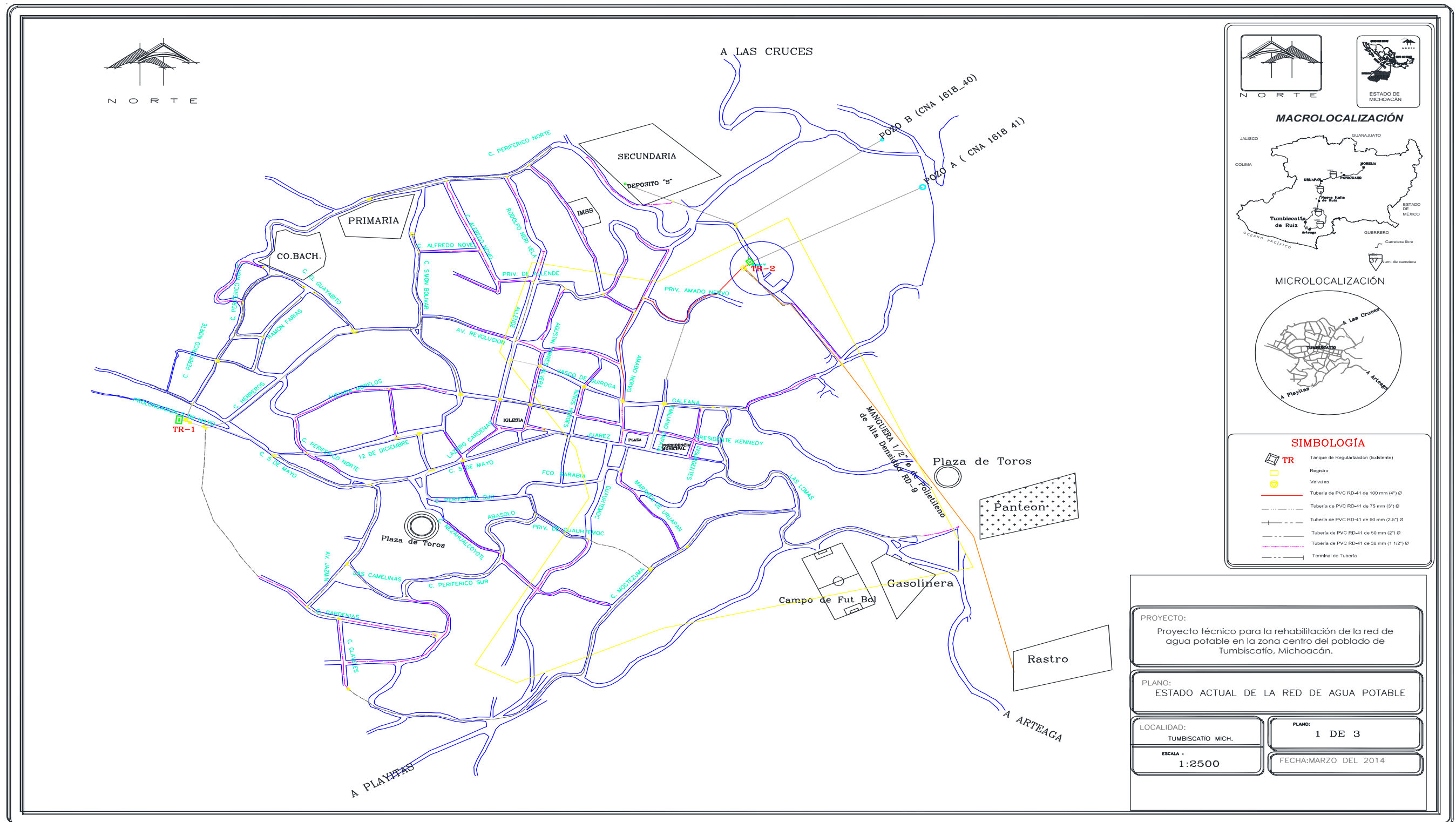











El plano anterior contiene los cruceros utilizados en el sector zona centro, en la imagen se presenta el diseño de 2 cruceros, esto con la finalidad de poder apreciar cómo se realizó el diseño, las piezas que se utilizaron y los diferentes diámetros que existen en cada crucero.

El número 1 es el inicio de la red de distribución, la tubería que llega a este crucero es de un diámetro de 100mm, la cual se conecta una extremidad campana para la colocación de una válvula de seccionamiento, esta se une a una TEE 100x50mm por medio de una extremidad espiga, a la TEE se le coloca una reducción campana 38mm que es diámetro que tiene el siguiente tramo.

El crucero con el número 9 es otro ejemplo del diseño, a este crucero llega una tubería de 100mm la cual es conectada a una TEE 100x50mm, a esta pieza se le coloca una reducción espiga de 38mm, enseguida se coloca un codo de 22.5° del mismo diámetro, enseguida del codo se conecta una extremidad campana, la cual es necesaria para colocación de una válvula de seccionamiento, seguida de una extremidad espiga de 38mm, que es el diámetro que continua al siguiente tramo.

ESTADO ACTUAL DE LA RED



SIMBOLOGÍA	
	Tanque de Regularización (Existente)
	Registro
	Valvulas
	Tubería de PVC RD-41 de 100 mm (4") Ø
	Tubería de PVC RD-41 de 75 mm (3") Ø
	Tubería de PVC RD-41 de 60 mm (2.5") Ø
	Tubería de PVC RD-41 de 50 mm (2") Ø
	Tubería de PVC RD-41 de 38 mm (1 1/2") Ø
	Terminal de Tubería

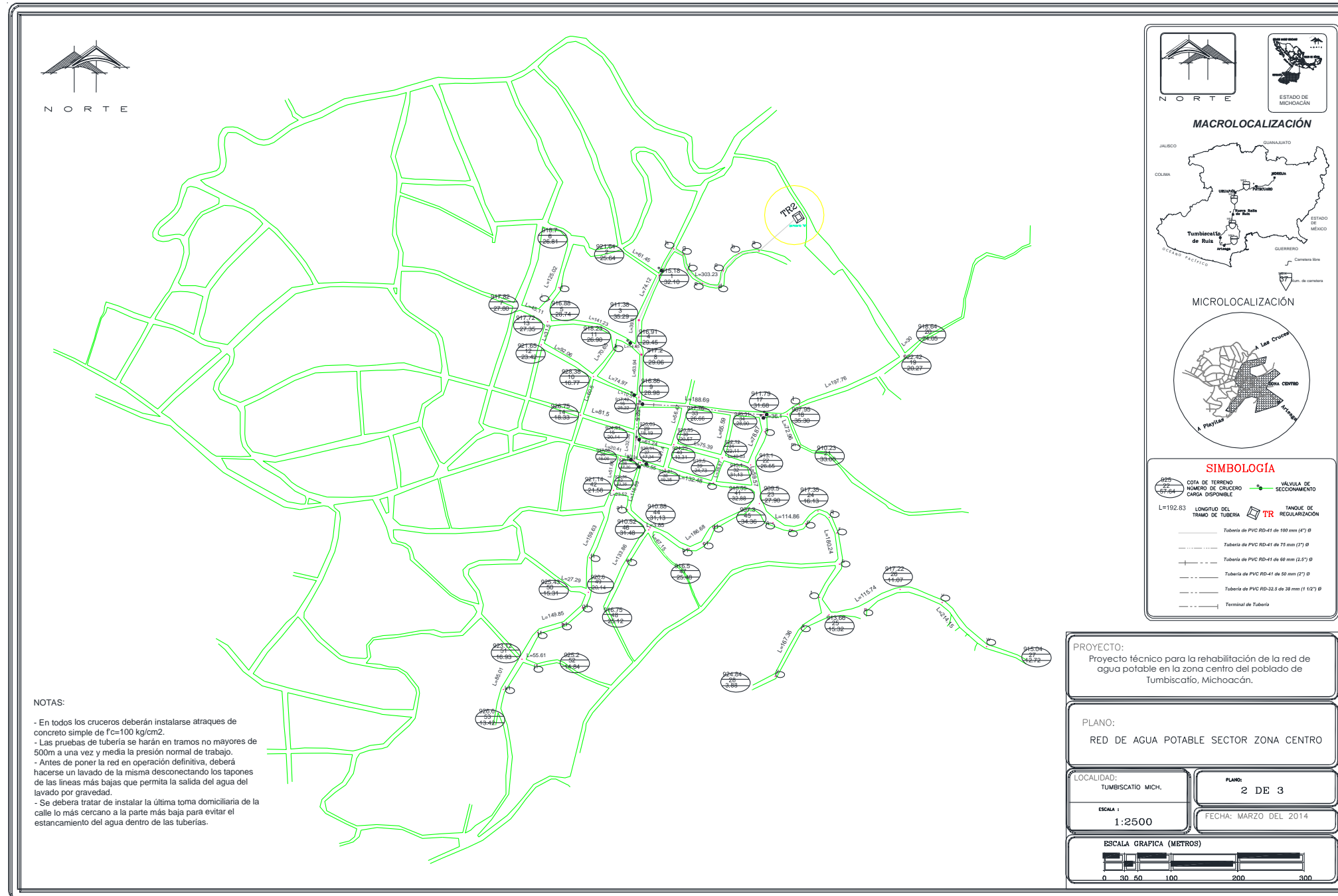
En el plano del estado actual de la red se observan los diferentes diámetros empleados en toda la red, al igual se observan las aéreas que no son abastecidas por la red.

La simbología mostrada representa el tipo de línea y el diámetro al cual pertenece cada uno de los mostrados en la imagen

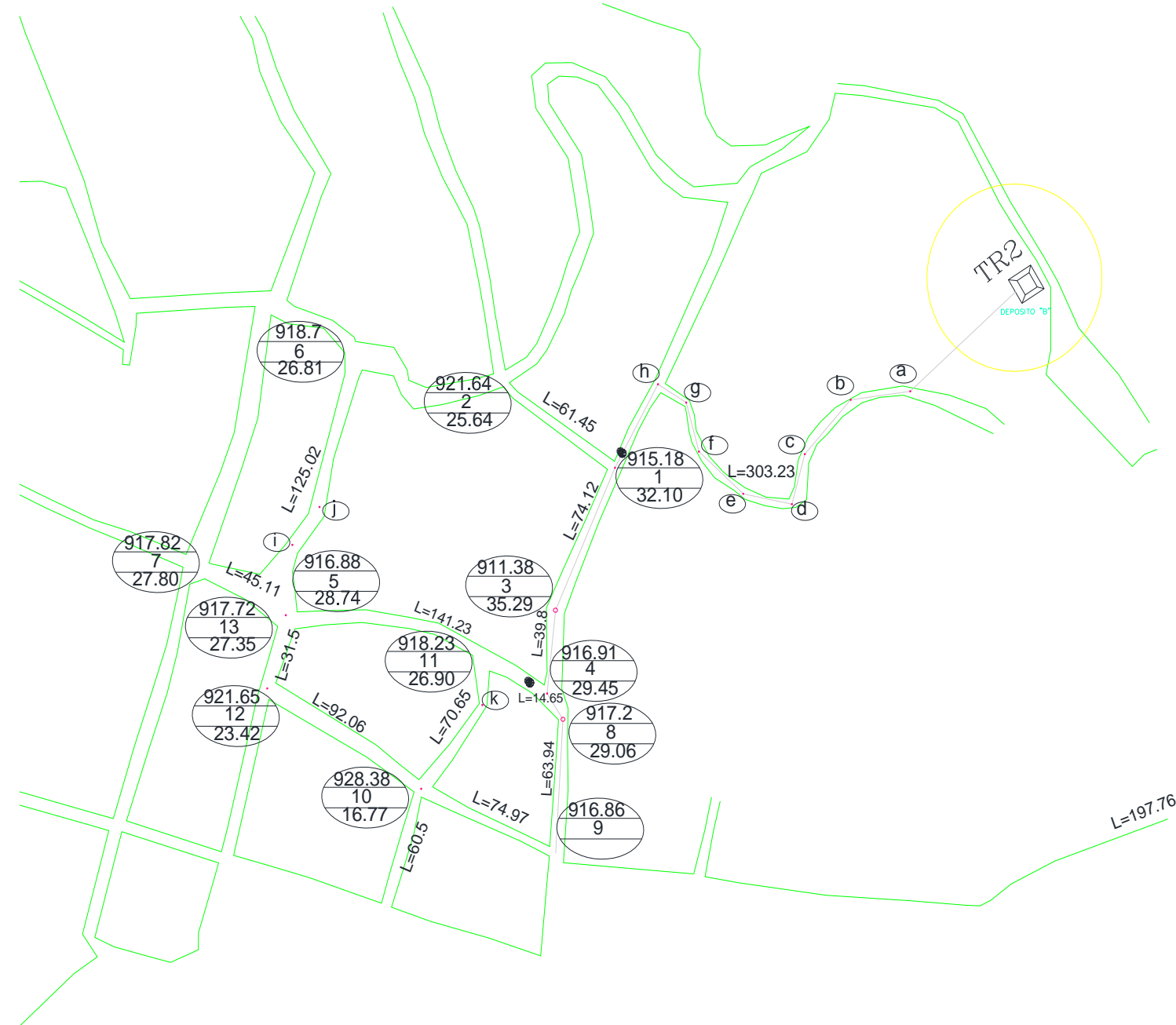
En plano contiene un círculo de color azul, el cual indica la posición del tanque de regulación que abastecerá al sector zona centro.

El recuadro de color amarillo representa el área perteneciente al sector zona centro, el cual será abastecido por el tanque de regulación (TR-2), mencionado hace un momento.

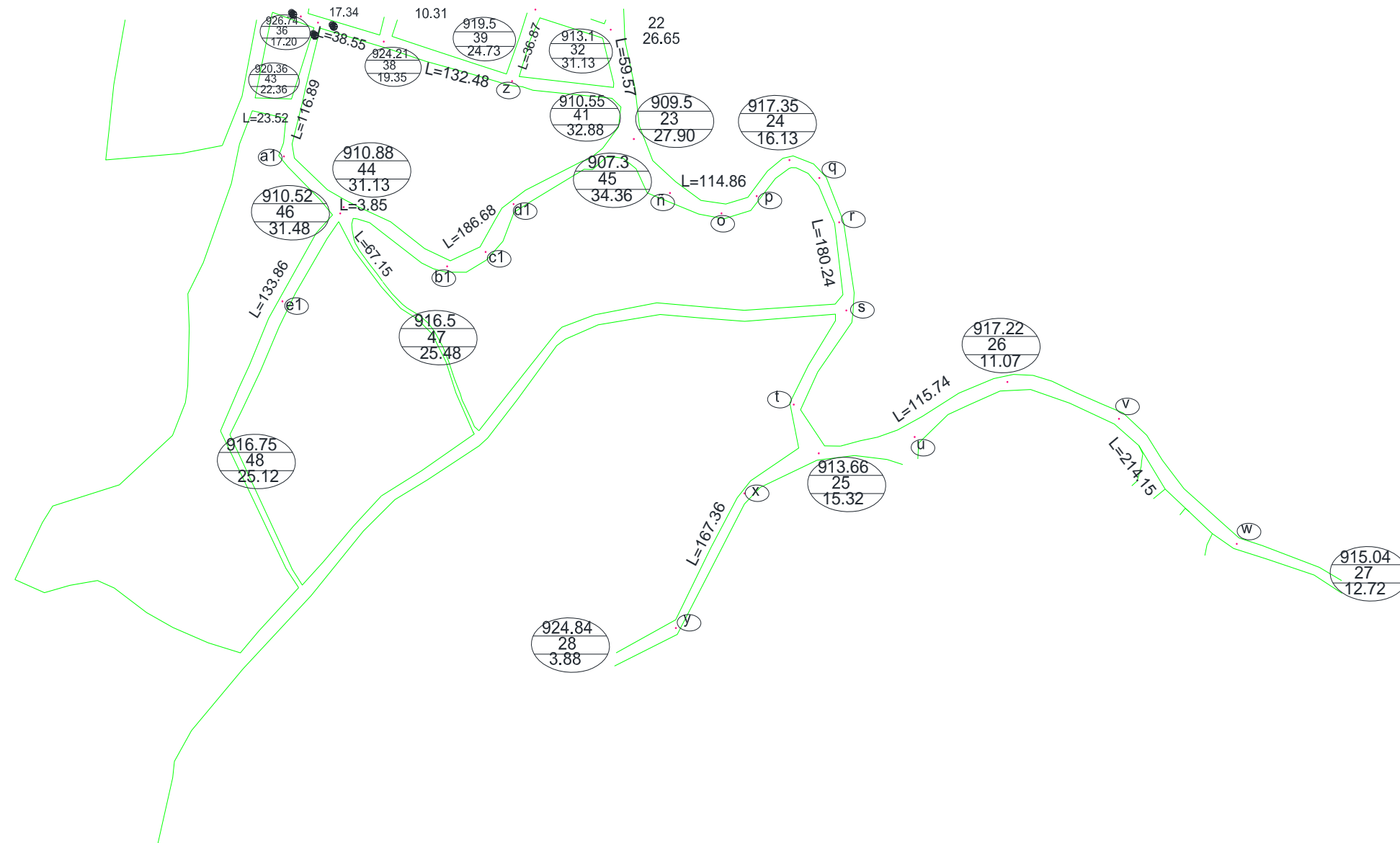
RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE SECTOR ZONA CENTRO



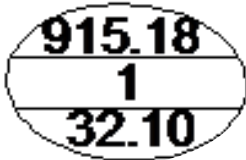
INICIO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE SECTOR ZONA CENTRO



ZONA MÁS DESFAVORABLE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN



El plano de la red de distribución de agua potable, muestra la longitud entre cruceros, el diámetro utilizado en cada tramo, a los cruceros se les colocó una forma como la que aparece a continuación, esta contiene la elevación en cada nodo, el número de crucero y la carga disponible.



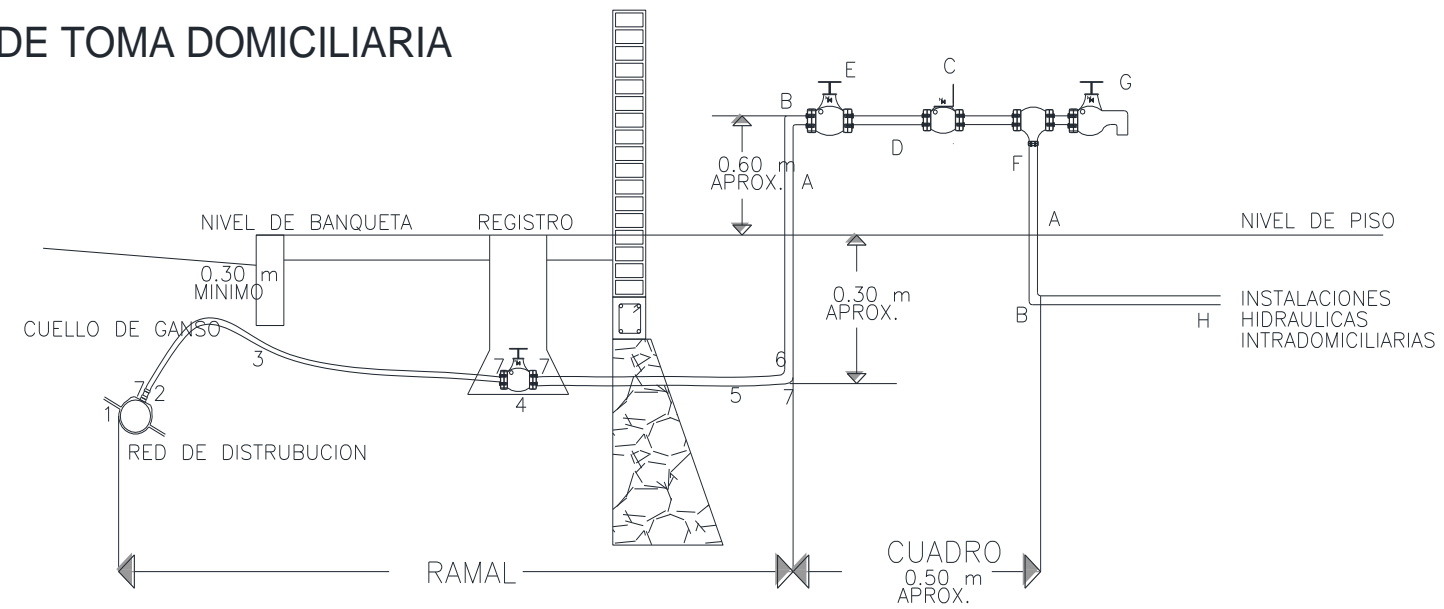
Se incluyeron 2 imágenes más una muestra el inicio de la red donde se ubica el tramo número 1 que va del tanque TR2 al crucero 1, la carga disponible en este es de 32.10, también se observan los cambios de dirección que hay en el primer tramo, así como algunas longitudes entre cruceros.

La otra imagen incluida pertenece a la zona más desfavorable de la red donde la carga disponible es menor, esto se debe a que es la parte más alejada de la red, al igual que influye la topografía de la zona, se observa que el nodo 24 y el 25 tienen elevación muy similar, pero los nodos 26, 27 y 28, tienen elevación mayor por tal motivo la carga disponible en estos nodos es más pequeña, el nodo señalado con la flecha roja es el que tiene menor carga disponible.

Aun con la carga disponible pequeña, el agua es capaz subir a un segundo nivel.

DETALLE TOMA DOMICILIARIA

DETALLE DE TOMA DOMICILIARIA















- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1.- ABRAZADERA. | A.- TUBOS RIGIDOS. |
| 2.- INSECTOR. | B.- CODOS. |
| 3.- TUBERIA FLEXIBLE. | C.- MEDIDOR. |
| 4.- LLAVE DE BANQUETA. | D.- ADAPTADORES. |
| 5.- TUBERIA RIGIDA. | E.- VALVULA DE GLOBO. |
| 6.- CODO INSECTOR DEL CUADRO. | F.- TEE. |
| 7.- CONECTORES Y NICLES. | G.- LLAVE DE MANGUERA. |
| | H.- TAPON AL FINAL DE LA TOMA. |

La toma domiciliaria es la que se deriva de la red de distribución de agua y termina dentro del predio del usuario.

Esta está constituida por:

1. Abrazadera: Es la pieza que se coloca en la tubería de distribución, proporcionando el medio de sujeción adecuado para recibir al insector.
2. Insector: Es la pieza que permite unir la abrazadera con la tubería el ramal, roscándose en ésta y con salidas adaptables para diferentes tipos de tubería.
3. Tubería flexible: Es la parte del ramal cuya función es absorber un posible desplazamiento diferencial del terreno entre la red de distribución y la toma domiciliaria
4. Llave de banqueteta: Es un elemento que permite el corte del flujo o cierre de la toma, para realizar reparaciones o limitar el servicio, sin necesidad de excavar el terreno del lugar en donde se encuentra la toma, ya que se tiene acceso desde el exterior a través de la caja de banqueteta.
5. Tubería rígida: Este elemento se localiza entre la llave de banqueteta y el codo inferior. Su instalación es opcional ya que se puede continuar con la tubería flexible.
6. Codo: Tiene como función unir la tubería del ramal con el cuadro de la toma.
7. Conectores y niples: Estos permiten la unión entre las piezas que integran el ramal; se utilizan principalmente para la unión de la tubería con: el insector, la llave de banqueteta y del codo que une el ramal con el cuadro.
8. Cuadro: Es la parte de la toma domiciliaria que permite la instalación de: el medidor, la válvula de globo y la llave de manguera.
Las dimensiones promedio son: 0.60 m de altura a partir del nivel del piso, que permite tomar las lecturas medidor y 0.50 m de largo, aproximadamente para colocar el medidor y los accesorios que se requieran.

RESUMEN DE TUBERÍA Y PIEZAS ESPECIALES.

SIMBOLOGIA	PIEZA ESPECIAL	DIMENSIONES	CANTIDAD
	Cruz de PVC	38X38	2
	Tee de PVC	38X38	11
		50X50	1
		60X50	2
		75X60	1
		100X50	3
	Codo de 22.5° de PVC	38	20
		50	1
		100	5
	Codo de 45° de PVC	38	15
		100	3
	Codo de 90° de PVC	38	4
		100	2
	Reducción campana de PVC	50X38	7
		60X50	2
		75X60	1
		100X75	1
	Reducción espiga de PVC	50X38	1
	Extremidad espiga de PVC	38	9
		60	1
		100	1
	Extremidad campana de PVC	38	7
		60	1
		100	1
	Valvula de seccionamiento bridada de 150 PSI	38	8
		60	1
		100	1
	Tapón campana de PVC	38	12
	Tapón espiga de PVC	38	11

Cantidades de tubería Red de agua potable (zona centro)

TUBERÍA	LONGITUD (m)
PVC RD-41, 100 mm Ø	496
PVC RD-41, 75 mm Ø	11
PVC RD-41, 60 mm Ø	241
PVC RD-41, 50 mm Ø	32
PVC RD-32.5, 38 mm Ø	4461

En las tablas anteriores se muestra un resumen de la cantidad de las piezas especiales utilizadas en la rehabilitación de este sector al igual que las dimensiones de cada una de estas, también se muestra la longitud de tubería para los diferentes diámetros que se usaron y la resistencia a la presión.