



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**

TESIS

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA
COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO
EN MORELIA, MICHOACÁN**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA CIVIL**

**PRESENTA:
JESSICA ALEJANDRA DELGADO RUIZ**

**ASESOR:
M. EN C., ING. RICARDO RUIZ CHÁVEZ**



MORELIA, MICHOACÁN

ABRIL DE 2018

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GENERAL	7
2.2 OBJETIVOS PARTICULARES	7
3. MARCO FÍSICO	8
3.1 ANTECEDENTES	9
3.2 CONURBACIÓN DE MORELIA	9
3.4 LOCALIZACIÓN	11
3.5 MEDIO FÍSICO	13
3.6 CLIMA	14
3.7 VÍAS DE ACCESO	14
4. DATOS DE LA OBRA	16
4.1 UBICACIÓN DE LA OBRA	17
4.2 VÍAS DE ACCESO A LA OBRA	17
4.3 POBLACIÓN A SERVIR	19
4.4 GASTO MEDIO	26
4.5 GASTO MÁXIMO DIARIO	28
4.6 GASTO MÁXIMO HORARIO	29
5. PROCESO CONSTRUCTIVO	30
5.1 POZO DE ABASTECIMIENTO	31
5.2 TREN DE DESCARGA	44
5.3 LÍNEA DE CONDUCCIÓN A LA COLONIA SANTA FE	51
5.4 CAJA DE OPERACIÓN DE VÁLVULAS	65
5.5 RUPTURA Y REPOSICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA	73
5.6 CONEXIÓN A TANQUES ELEVADOS	81
5.7 AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA CON VÁLVULA DE CONTROL TIPO ON/OFF	86

5.8 LÍNEA DE CONDUCCIÓN A LA COLONIA 3 DE AGOSTO	92
5.9 CAJAS DE VÁLVULAS	101
5.10 ATRAQUES DE CONCRETO.....	104
5.11 BYPASS EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	106
5.12 SEÑALAMIENTOS	108
5.13 POZO DE DESFOGUE	110
5.14 CONEXIÓN A TANQUE SUPERFICIAL	119
5.15 CARGA Y ACARREO A 1 KM Y A KM SUBSECUENTES	120
5.16 PRUEBA DE LA TUBERÍA	122
6. CATÁLOGO DE CONCEPTOS.....	126
6.1. GENERADORES DE OBRA.....	127
6.2. PRESUPUESTO.....	128
6.3. DEFINICIÓN DE CAT ÁLOGO DE CONCEPTOS.....	128
6.4. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DE LA OBRA Y PRESUPUESTO	129
6.5. ESTIMACIONES DE OBRA	137
7. CONCLUSIONES.....	138
BIBLIOGRAFÍA.....	140
ANEXOS.....	142

RESUMEN

En el presente trabajo, se presenta la sustitución de la tubería de agua potable existente de 4" de diámetro, de Cloruro de polivinilo (PVC), por otra tubería, ahora de 6" de diámetro. Estos trabajos se realizaron para garantizar el suministro a la colonia "Santa Fe", así como a la colonia "3 de agosto"; ambas colonias contiguas entre sí, y ubicadas al norte de la ciudad de Morelia, Michoacán.

Se proyectó por parte del organismo operador de agua potable, la sustitución de la tubería existente de 4" de diámetro, debido a que ya cumplió su vida útil, además de que la colonia ha tenido crecimiento considerable en los últimos años; por ello, se utilizará una tubería de 6" de diámetro de acero, para abastecer la demanda de agua potable, además se pretendió abastecer a la colonia "3 de agosto", debido a que, en los últimos años, esos terrenos eran ejidales y poco a poco se han estado habitando; por lo que se ha considerado utilizar una tubería de 6" de diámetro de PVC, previendo que en un futuro la población siga creciendo.

En los capítulos siguientes, se expondrá de manera detallada, el proceso constructivo y se presentará a detalle los problemas y modificaciones al proyecto, conforme se fue ejecutando la obra; así como las soluciones para que la línea de conducción funcione de manera eficiente, para que el agua llegue a los habitantes en excelentes condiciones para su uso y consumo.

Se muestran los planos y las modificaciones que se realizaron al proyecto original, así como sus consideraciones relevantes, afín de garantizar un buen servicio, en términos de cantidad y calidad de agua potable a la población.

Palabras clave: proceso constructivo, válvulas, tren de descarga, pozo de desfogue y catálogo de conceptos.

ABSTRACT

In the present work, the replacement of the existing 4" diameter potable water pipe, of polyvinyl chloride (PVC), is presented by another pipeline, now 6" in diameter. These works were carried out to guarantee the supply to the colony "Santa Fe", as well as to the colony "3 de Agosto"; both colonies contiguous to each other, and located to the north of the city of Morelia, Michoacán.

The replacement of the existing 4 "diameter pipe was projected by the potable water agency, due to the fact that it has already reached its useful life, in addition to the fact that the colony has had considerable growth in recent years; therefore, a pipe of 6 "steel diameter will be used to supply the demand for drinking water, in addition it was intended to supply the colony" August 3 ", because, in recent years, these lands were ejidal and little by little they have been living; so it has been considered to use a 6 "diameter PVC pipe, foreseeing that in the future the population will continue to grow.

In the following chapters, the constructive process will be explained in detail, and the problems and modifications to the project will be presented in detail, as the work was executed; as well as the solutions so that the driving line works efficiently, so that the water reaches the inhabitants in excellent conditions for its use and consumption.

The plans and the modifications that were made to the original project are shown, as well as their relevant considerations, in order to guarantee a good service, in terms of quantity and quality of drinking water to the population.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La obra de ingeniería a la que se hará referencia, consistente en la sustitución de la línea de conducción de agua potable, misma que suministra agua a la colonia Santa Fe, esto por medio de una tubería de 4" de diámetro de PVC por una tubería de acero de 6"; suministrando además a la colonia 3 de Agosto utilizando una tubería de PVC de 6" de diámetro. El suministro de agua, se realizará de un pozo perteneciente al Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOAPAS) de Morelia. Este pozo se encuentra ubicado en la colonia "Los Ángeles", en el cual se conducirá el agua y llevada a un tanque elevado que se encuentra en la colonia Santa Fe, para posteriormente conectar con un tanque superficial, ubicado en la colonia 3 de Agosto, para posteriormente ser distribuida a la población a servir en las colonias ya mencionadas. De igual manera, amenera de revisión, se realizará un breve análisis de la población, para determinar si la línea de conducción es adecuada para abastecer a dichas colonias.

Es necesario, y con la finalidad de contextualizar al lector de este trabajo, hacer una breve descripción de los antecedentes de Morelia y de la conurbación de esta ciudad con el municipio de Tarímbaro. De igual manera, se analizará el medio físico como lo es la hidrografía, orografía y el clima para determinar el entorno. Asimismo, se determinó la población a servir y los gastos de proyecto, tales como: gasto medio, gasto máximo diario y gasto máximo horario, para determinar la cantidad de agua que se requiere para llevar a ambas colonias, estos datos se calcularon aleatoriamente ya que al ejecutar el proyecto no se tenían considerados.

Se presentará un análisis detallado del proceso constructivo de cada línea de conducción, el de la colonia Santa Fe, donde se llevó a cabo la construcción del tren descarga, ya que no existía tren alguno; se colocaron cajas de válvulas de admisión y expulsión de aire, de igual manera, se hace una descripción detallada de la ruptura de la carpeta asfáltica, y su reposición, si como todo el proceso de colocación de plantilla, relleno, base hidráulica, sello de riego y la carpeta como tal. Se hace una descripción de la interconexión al tanque superficial de la colonia, así como la instalación de válvulas de control (on/off), que cuenta con un controlador de tiempo para optimizar el funcionamiento de la línea de conducción de agua potable. También se hace una descripción del proceso constructivo de la línea de conducción de agua potable, mismo que abastecerá a la colonia 3 de agosto, así como del trazo y nivelación, excavación de la zanja, colocación de plantilla, relleno con material de banco (tepetate), y con material producto de la excavación previamente seleccionado, la construcción de cajas para las válvulas de admisión y expulsión de aire, así como las válvulas de seccionamiento; se hará mención de las pruebas que se realizaron a las líneas de conducción, con una

presión sostenida entre 6 y 7 kg/cm² respectivamente, así como los atraques que se hicieron en cada pieza especial para que la prueba se realizara correctamente.

Una parte importante en la etapa constructiva, es la intersección de servicios de agua potable y drenaje, para lo cual, fue necesaria la colocación de un “bypass”; de igual manera se presenta la construcción de un pozo de desfogue y finalmente se detalla la conexión al pozo superficial de la colonia 3 de agosto.

La finalidad de este trabajo de tesis, es presentar y dejar plasmados los conocimientos adquiridos en obra; conocimientos que, generalmente, no se toman en los cursos regulares de la carrera de ingeniería civil, son conocimientos que se adquieren en la práctica y en la conjunción de diversas áreas de la ingeniería.

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar la eficiencia de operación de la línea de conducción de agua potable por medio de la sustitución de la tubería existente, para abastecer las colonias santa fe y 3 de agosto, ubicadas al norte de Morelia, Michoacán.

2.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Construir la línea de conducción de acuerdo a las especificaciones del proyecto proporcionado por la parte contratante.
- Ejecutar el presupuesto asignado a la obra, cuidando no exceder el monto total de la obra.
- En caso de ser necesario, realizar ajustes menores al proyecto durante la ejecución de la obra.

3. MARCO FÍSICO

3. MARCO FÍSICO

3.1 ANTECEDENTES

El nombre de Morelia se deriva de Morelos. El 12 de septiembre de 1828, siendo José Salgado el Gobernador de Michoacán y Joaquín Tomás Madero el diputado, la Legislatura del Estado cambió el nombre de Valladolid por el de Morelia, en honor de Don José María Morelos y Pavón, héroe de la Independencia, que nació el 30 de septiembre de 1765 en la capital del Michoacán. (González, 2008).

Morelia es la ciudad más poblada y extensa del Estado de Michoacán de Ocampo con una población de 597,897 en el año 2010. Es la tercera ciudad más poblada de la Región Bajío, superada sólo por León de los Aldama y Santiago de Querétaro. (González, 2008) (INEGI,2010).

3.2 CONURBACIÓN DE MORELIA

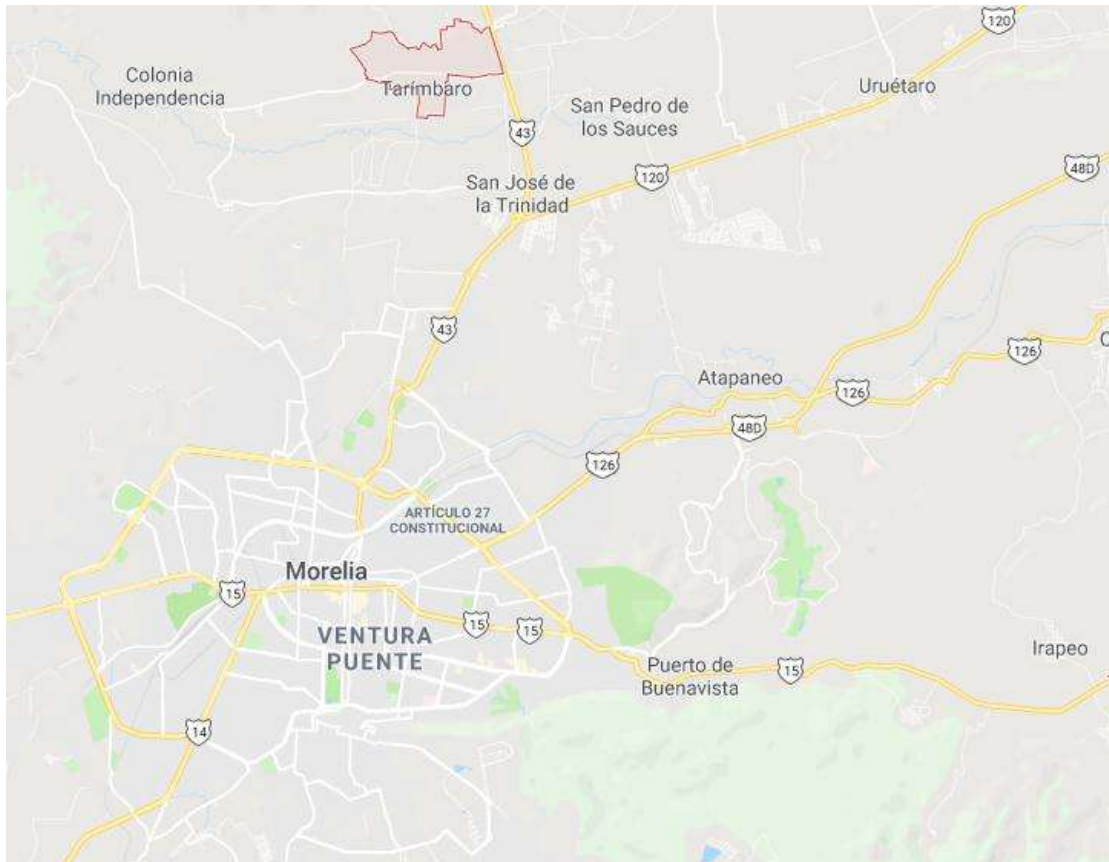
Definición de conurbación: Conjunto de poblaciones próximas entre ellas, cuyo progresivo crecimiento las ha puesto en contacto.

El área conurbada incluye otras 18 localidades de los municipios de Morelia y Tarímbaro y contaba en 2005 con 642,314 habitantes. Por otro lado, la Zona Metropolitana de Morelia, conformada por los municipios de Morelia y Tarímbaro, tenía en el 2010 un total de 806,822 habitantes al 12 de junio de 2010.

Debido al gran crecimiento de la ciudad, ésta ha rebasado sus límites originales y absorbido diversas localidades contiguas, formándose así una conurbación que integra a la ciudad de Morelia, propiamente dicha, y a otras siete localidades del municipio de Morelia y 12 del municipio de Tarímbaro. Su población en el año 2000 fue de 570,377 habitantes, en el 2005 de 642,314, y el estimado para el 2008 de 672,069 habitantes. Durante el período 2000 - 2005, la tasa de crecimiento anual de la ciudad de Morelia fue del 1.8 %, mientras que la conurbación creció al 2.1% en el mismo período.

El municipio de Tarímbaro creció al ritmo del 4.84%, mientras que el municipio de Morelia al 1.74%. Lo anterior es debido a la construcción de nuevos fraccionamientos en el municipio de Tarímbaro, dado que el costo de los terrenos es inferior en éste que en Morelia. Además, en Morelia existe limitación de espacio para el crecimiento urbano hacia el sur y oriente de la ciudad, cosa que no ocurre en el municipio de Tarímbaro, razón por la cual muchas colonias nuevas, satélite de Morelia, se están construyendo en Tarímbaro, como se muestra en la figura 3.1.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2018.

Figura 3.1 Mapa de municipio de Morelia y Tarímbaro.

3.3 DIVISIÓN POLÍTICA

La razón del establecimiento de la ciudad fue política, obedeciendo a las presiones de los encomenderos de la región al virrey Antonio de Mendoza, quienes le solicitaron la fundación de una ciudad española que fuera el núcleo de futuras expansiones. La ciudad fue trazada con un plano ortogonal de clara influencia renacentista, obteniendo en 1545 el título de Ciudad. En 1580 se trasladaron los poderes gubernamentales de la diócesis de Pátzcuaro a Valladolid, asegurándose así su propio ingreso.

Hasta fines del siglo XVIII el crecimiento de la ciudad continua en torno al núcleo de su fundación, con calles equidistantes de la plaza principal, en esta etapa ocupa una superficie de 148 has. En 1793, de acuerdo con un censo virreinal, la población de la ciudad era de 17,093 habitantes.

En el año 2005, el municipio de Morelia contaba con 206 localidades, compuestas por 1 ciudad, 14 tenencias, y múltiples pueblos, colonias y rancherías, sumando en total 206 localidades, de acuerdo con el Segundo Censo de Población y Viviendas (2005). En los últimos años, desaparecieron dos de las antiguas

tenencias del municipio, a saber: Isaac Arriaga y Santiaguito, al quedar plenamente absorbidas por la mancha urbana de la ciudad. En una situación muy parecida se encuentra la tenencia de Santa María de Guido, que a corto plazo pudiera ser eliminada como tal.

3.4 LOCALIZACIÓN

MACRO LOCALIZACIÓN

Michoacán se encuentra en la parte oeste de la República Mexicana y se ubica entre los ríos Lerma y Balsas, el lago de Chapala y el Océano Pacífico. Este estado forma parte del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

Colinda al norte con el estado de Jalisco, Guanajuato y Querétaro de Arteaga; al este con Querétaro de Arteaga, México y Guerrero; al sur con Guerrero y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico, Colima y Jalisco, como se muestra en la figura 3.1. La capital de Michoacán es Morelia, antiguamente llamada Valladolid y está ubicada a 1,920 metros sobre el nivel del mar.

La superficie territorial del estado de Michoacán es de 59 928 km², lo que representa un 3% de todo México; tiene una población aproximada de 3 985 667 habitantes y cuenta con 113 municipios.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



FUENTE: INEGI 2005.

Figura 3.1. Macro localización de Morelia.

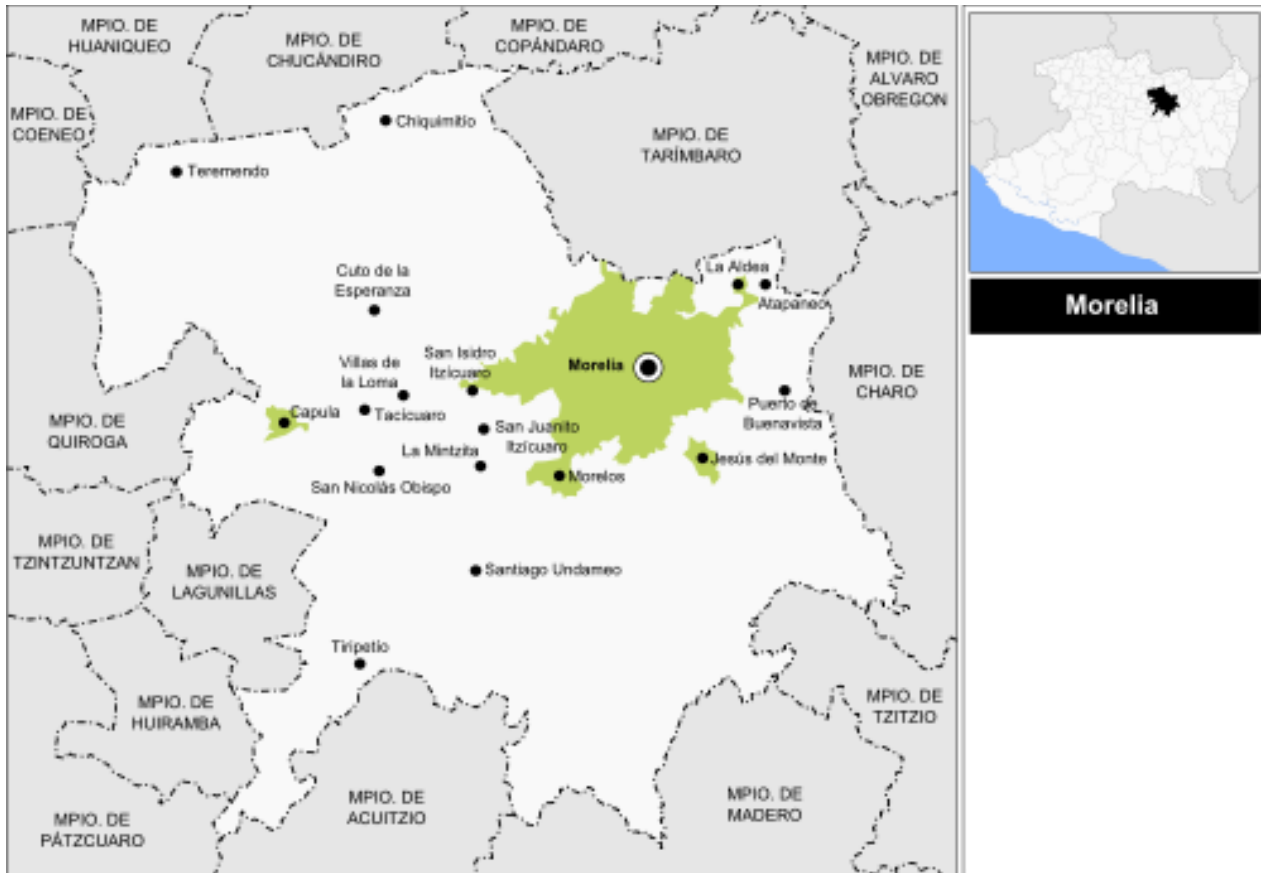
MICRO LOCALIZACIÓN

Se localiza en la zona centro-norte del Estado. Su cabecera es la capital del Estado de Michoacán. Se ubica en las coordenadas 19°42' de latitud norte y 101°11.4' de longitud oeste, a una altura de 1,951 metros sobre el nivel del mar.

La ciudad se encuentra situada en un amplio valle antiguamente llamado Valle de Guayangareo, en el centro-norte del municipio, el cual se encuentra rodeado de lomas y colinas entre las que destacan al este el cerro del Punhuato, al oeste el pico del Quinceo, al sur las lomas de Santa María y el pico de El Águila. Morelia colinda en la parte norte con los municipios de Tarímbaro, Chucándiro y Huaqueo; al este con Charo y Tzitzio; al sur con Villa Madero y Acuitzio; y al oeste con Lagunillas, Coeneo, Tzintzuntzan y Quiroga, como se muestra en la figura 3.2. Así mismo Morelia se encuentra físicamente en medio del trayecto de las ciudades más importantes del país Guadalajara Jalisco y México, D. F.

Su distancia a la capital de la República es de 315 km. Su superficie es de 1,196.95 km² y representa el 2.03 por ciento del total del Estado.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



FUENTE: INEGI 2005.

Figura 3.2. Micro localización de Morelia.

3.5 MEDIO FÍSICO

OROGRAFÍA

La superficie del municipio es muy accidentada. La región montañosa se extiende hacia el sur y forma vertientes bastante pronunciadas, que se internan al norte, sobresaliendo los cerros de Punhuato y las lomas antiguamente llamadas de El Zapote, que se unen en la región norte con la sierra de Otzumatlán.

Al sur de la ciudad de Morelia se encuentran las lomas de Santa María de los Altos; adelante están los cerros de San Andrés, que se unen, en la parte noroeste, con el pico de Quinceo, la mayor altura en la zona, con 2,787 metros sobre el nivel del mar, que tienen conexión con las lomas de Tarímbaro y los cerros de Cuto y de Uruétaro, los cuales limitan al valle y los separan del lago de Cuitzeo.

HIDROGRAFÍA

El municipio se ubica en la región hidrográfica número 12, conocida como Lerma-Santiago, particularmente en el Distrito de Riego Morelia-Queréndaro. Forma parte del lago de Cuitzeo.

Sus principales ríos son el Grande y el Chiquito. Sus arroyos más conocidos son la Zarza y la Pitaya. Su presa más importante es la de Cointzio, aunque cuenta con otras menores como las de Umécuaro, Laja Caliente y La Mintzita. También son importantes sus manantiales de aguas termales que son aprovechados como balnearios, figurando Cointzio, El Ejido, El Edén y Las Garzas.

3.6 CLIMA

Predomina el clima del subtipo templado de humedad media, con régimen de lluvias en verano de 700 a 1,000 milímetros de precipitación anual y lluvias invernales máximas de 5 milímetros anuales promedio. La temperatura media anual es de 14° a 18° centígrados. Los vientos dominantes provienen del suroeste y del noroeste, con variables en julio, agosto y octubre, con intensidad de 2 a 14.5 km. por hora.

3.7 VÍAS DE ACCESO

La ciudad se encuentra a la mitad entre los centros urbanos más importantes del país México y Guadalajara, con los que se comunica por medio de la autopista de occidente. Tiene acceso a la costa del pacífico por la carretera Morelia- Lázaro Cárdenas y al Bajío a través de la carretera Morelia- salamanca como se muestra en la figura 3.3.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



FUENTE: DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.

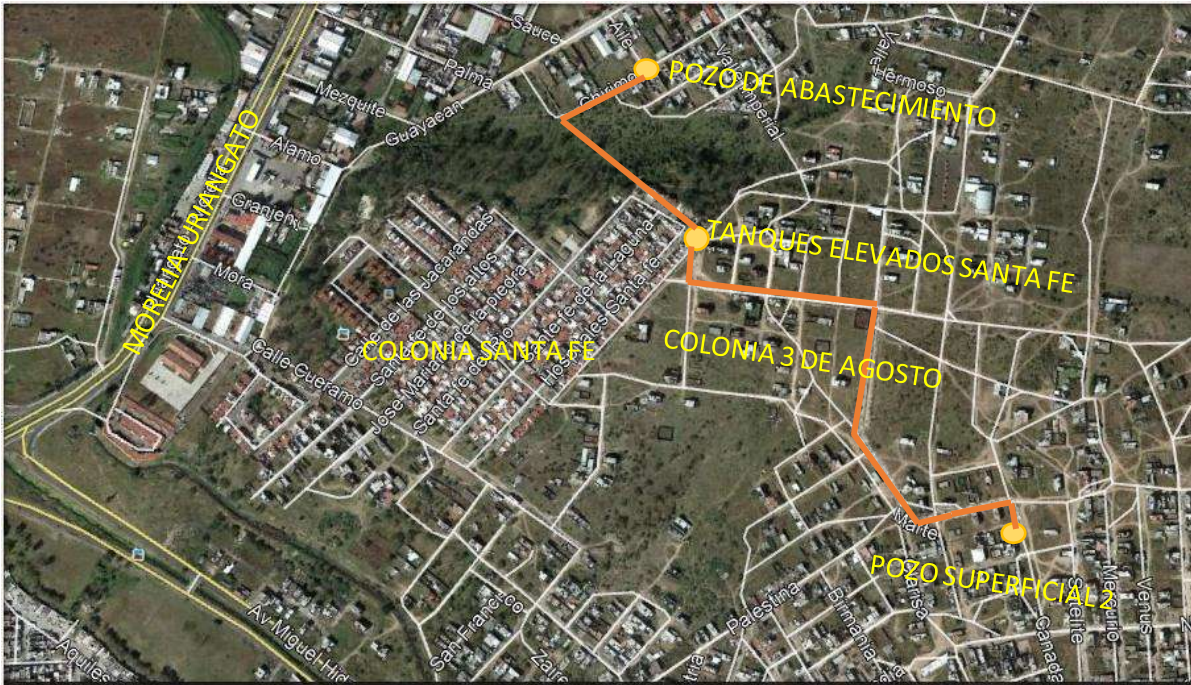
Figura 3.3. Vías de acceso a Morelia

4. DATOS DE LA OBRA

4. DATOS DE LA OBRA

4.1 UBICACIÓN DE LA OBRA

La obra se encuentra ubicada en la carretera Morelia-Uriangato, en la colonia Santa Fe y colonia 3 de agosto, como se muestra en la figura 4.1.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2018.

Figura 4.1. Ubicación de la obra

4.2 VÍAS DE ACCESO A LA OBRA

Se accede por la carretera Morelia- Uriangato, a la altura de la iglesia de Jesucristo de los Santos de los últimos días, y la empresa de venta de maquinaria para construcción JCB COMTRAC, girando al oriente (vuelta a mano derecha), por la calle Cuernavaca, como se muestra en las figuras 4.2 y 4.3.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2018.

Figura 4.2. Primera vía de acceso a la obra.

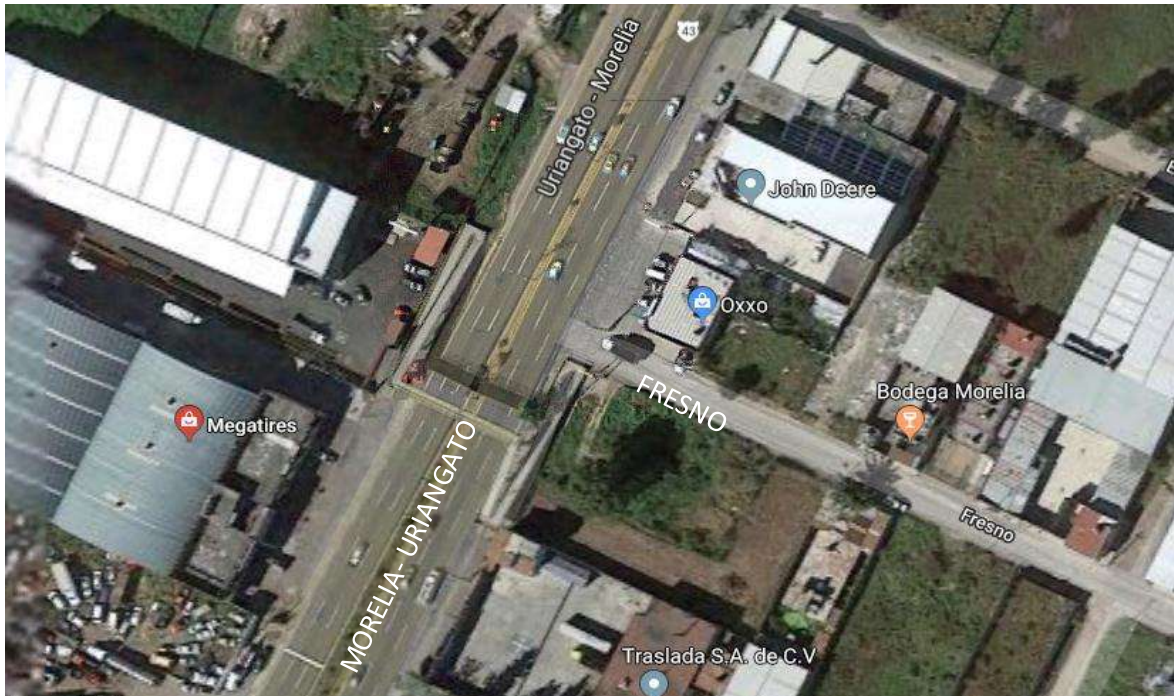


FUENTE: GOOGLE MAPS, 2018.

Figura 4.3. Primera vía de acceso a la obra

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

También se puede acceder a seis cuabras más adelante de la calle Cueramo, a la altura de John Deere, a un costado del Oxxo, por la calle fresno, como se muestra en la figura 4.4.



FUENTE: GOOGLE MAPS, 2018.

Figura 4.4. Segunda vía de acceso a la obra

4.3 POBLACIÓN A SERVIR

PERÍODO DE DISEÑO

El periodo de diseño, es el intervalo de tiempo durante el cual se estima que la obra por construir llega a su nivel de saturación; este periodo debe ser menor que la vida útil. Los periodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, que están en función del costo del dinero, esto es, de las tasas de interés real, entendiéndose por tasa de interés real el costo del dinero en el mercado menos la inflación. Mientras más alta es la tasa de interés es más conveniente diferir las inversiones, lo que implica reducir los periodos de diseño. Cabe señalar que no se deben desatender los aspectos financieros, este es, los flujos de efectivo del Organismo Operador que habrá de pagar por las obras y que la selección del periodo de diseño habrá de atender tanto al monto de las inversiones en valor presente como a los flujos de efectivo.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

Considerando lo anterior, se recomienda que el período de diseño sea de cinco años, con excepción de aquellas obras en que no se puedan concebir proyectos modulares (obras que no pueden ampliarse fácilmente). Siempre que sea factible se deberán concebir proyectos modulares, que permitan diferir las inversiones un mayor tiempo posible.

Los períodos de diseño de las obras y acciones necesarias, para la planificación del desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado, se determinan, por un lado, tomando en cuenta que éste es siempre menor que la vida útil de los elementos del sistema; y por otro, considerando que se tendrá que establecer un plan de mantenimiento o sustitución de algún elemento, antes que pensar en la ampliación, mejoramiento o sustitución de todo el sistema.

Los elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado se proyectan con una capacidad prevista hasta el período de diseño. Rebasado el período de diseño, la obra continuará funcionando con una eficiencia cada vez menor, hasta agotar su vida útil.

Para definir el período de diseño de una obra o proyecto se recomienda el siguiente procedimiento:

- a) Hacer un listado de todas las estructuras, equipos y accesorios más relevantes dentro del funcionamiento y operación del proyecto.
- b) Con base en la lista anterior, determinar la vida útil de cada elemento del proyecto, según la tabla 4.1.
- c) Definir el período de diseño de acuerdo a las recomendaciones de la tabla 4.1 y a la consulta del estudio de factibilidad, que se haya elaborado en la localidad.

Tabla 4.1. Períodos de diseño para elementos de sistemas de agua potable y alcantarillado

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

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

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

VIDA ÚTIL

Es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados, que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

Este período está determinado por la duración misma de los materiales de los que estén hechos los componentes, por lo que es de esperar que este lapso sea mayor que el período de diseño. Otros factores que determinan la vida útil de las obras de agua potable y alcantarillado son la calidad del agua a manejar y la operación y mantenimiento del sistema.

Se deben tomar en cuenta todos los factores, características y posibles riesgos de cada proyecto en particular, para establecer adecuadamente el período de vida útil de cada una de las partes del sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

La vida útil de las obras depende de los siguientes factores:

- Calidad de la construcción y de los materiales utilizados.
- Calidad de los equipos.
- Diseño del sistema.
- Calidad del agua.
- Operación y mantenimiento.

En la selección de la vida útil, es conveniente considerar que generalmente la obra civil tiene una duración superior a la obra electromecánica y de control. Asimismo, las tuberías tienen una vida útil mayor que los equipos, pero no tienen la flexibilidad de éstos, puesto que se encuentran enterradas. Tampoco hay que olvidar que la operación y mantenimiento es preponderante en la duración de los elementos, por lo que la vida útil dependerá de la adecuada aplicación de los programas preventivos correspondientes.

En la tabla 4.2 se indica la vida útil de algunos elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado, considerando una buena operación y mantenimiento, y suelos no agresivos.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

Tabla 4.2. Vida útil de elementos de un sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

ELEMENTO	VIDA ÚTIL (Años)
Pozo:	
a) Obra civil	de 10 a 30
b) Equipo electromecánico	de 8 a 20
Línea de conducción	de 20 a 40
Planta potabilizadora:	
• Obra civil	40
• Equipo electromecánico	de 15 a 20
Estación de bombeo:	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 8 a 20
Tanque:	
• Elevado	20
• Superficial	40
Red de distribución primaria	de 20 a 40
Red de distribución secundaria	de 15 a 30
Red de atarjeas	de 15 a 30
Colector y emisor	de 20 a 40
Planta de tratamiento	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 15 a 20

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

Nota: La vida útil del equipo electromecánico, presenta variaciones muy considerables, principalmente en las partes mecánicas, como son cuerpos de tazones, impulsores, columnas, flechas, portachumaceras y estoperos; la cual se ve disminuida notablemente debido a la calidad del agua (contenido de fierro y manganeso) y a las condiciones de operación como son la velocidad de la bomba, su distribución geométrica en las plantas de bombeo y paros y arranques frecuentes.

POBLACIÓN ACTUAL

La población actual, se define por clases socioeconómicas, diferenciándolas en: popular, media y residencial. Esta información se presenta en un plano general de la localidad, junto con la delimitación de zonas industriales y comerciales.

La población actual por clase socioeconómica, se refiere a tres datos censales como mínimo, que proporciona el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Esta información se valida con la que resulta del número de contratos de servicio doméstico y la cobertura de CFE, la densidad de población, y los datos reportados en la oficina de catastro municipal (número de viviendas registradas); para esta labor, es necesario auxiliarse de visitas de reconocimiento en la localidad.

En los casos en que se tenga una población flotante considerablemente grande, como es el de los centros turísticos, deben obtenerse también los datos de infraestructura turística construida, los cuales están disponibles en la Secretaría de Turismo.

PREDICCIÓN DE POBLACIÓN

En la planeación de un sistema de agua potable, es necesario determinar la población de la localidad en el futuro, sobre todo, al final del periodo económico de la obra. Para lograr esto debe conocerse la población presente y la forma como ha venido desarrollándose. Este procedimiento se realiza por medio de la revisión de los censos oficiales, levantados cada 10 años, con esta información se sabe cómo ha venido creciendo la población. La población presente se puede determinar apoyándose en el último censo, combinado con los registros de defunción y de natalidad, así como con el número de centros de trabajo establecidos desde el último censo hasta la fecha del estudio. Conocida la población pasada y presente, se puede predecir la población futura considerando que los crecimientos futuros no siempre siguen las leyes del pasado pues influyen a veces factores que en ocasiones son imponderables y que llegan a provocar un crecimiento que se sale de toda previsión.

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado.

En años anteriores se utilizaban métodos de proyección de población por comparación o por ajuste de curvas por mínimos cuadrados. Estos métodos se basaban en una extrapolación de datos históricos de crecimiento de la población, que suponen que la población crecerá en el futuro con las mismas tendencias como en el pasado. La dinámica de la población sin embargo es mucho más compleja. En ella intervienen las tasas de fecundidad, mortalidad y la esperanza

de vida, así como la migración internacional (entre los Estados Unidos de Norteamérica y México en primer lugar) y la migración nacional entre los estados y dentro de los municipios en un estado. Para entender los cambios en esas tasas, la variación histórica en México desde el año 1960, y proyectada hasta el año 2050, de la fecundidad expresada en hijos por mujer. Mientras en los años 60 las mujeres mexicanas tenían un promedio de más de 7 hijos por mujer, a partir del año 2010 tendrán menos de 2. A su vez la evolución de la esperanza de vida en México, que está en franco aumento. En resultado, la tasa de crecimiento de la población en el país va disminuyendo.

La información anteriormente mencionada fue tomada de documentos oficiales del Consejo Nacional de Población (CONAPO), disponibles de su página Internet www.conapo.gob.mx. Se refieren al país México completo, no obstante, del CONAPO se pueden conseguir por estados también. De igual manera, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), cuenta con información oficial referente a los datos históricos censales de todas y cada una de la población que se encuentran en el territorio mexicano, por lo que, para fines oficiales, se deberá tomar estas dos instituciones como fuentes oficiales de información para fines de elaboración de proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Por lo anterior, la proyección de la población debe de realizarse con un estudio que considere esos factores, con base en los datos disponibles o factibles de obtener para la localidad en cuestión. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), ha editado la Norma Técnica NT-011-CNA-2001 “Métodos de Proyección de Población” que explica los procedimientos a seguir para ese fin, en diferentes situaciones en cuanto a los datos disponibles. La población que habrá n años después del año i se calcula por la siguiente ecuación:

$$P_{i+n} = P_i (1 + Tc)^n \quad (2.5)$$

Donde:

P_i = Población conocida al inicio del periodo (año i) (hab)

P_{i+n} = Población n años después (hab)

Tc = Tasa de crecimiento (adimensional)

La tasa de crecimiento por lo general es variable en el tiempo, ya que en cuestiones de población es altamente improbable que se mantenga constante esa tasa. La determinación de la tasa de crecimiento depende de los datos disponibles, para lo cual en la Norma Técnica NT-011-CNA-2001 se consideran 9 posibles casos. Si se tienen datos históricos del crecimiento de la población, la tasa Tc en porcentaje se determina de la siguiente ecuación:

$$Tc\% = \left[\left(\frac{P_{i+n}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] 100 \quad (2.6)$$

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

En todo caso, se recomienda emplear en la proyección los datos oficiales del Consejo Nacional de Población (CONAPO), disponibles de su página Internet www.conapo.gob.mx.

Población de la colonia Santa Fe, (CENSO 2010)

Tabla 4.3 Población a servir de la colonia Santa Fe.

Hombres	Mujeres	Total
285 hab.	320 hab.	605 hab.

Fuente: SEDESOL, 2010.

Debido a que estas colonias no tienen mucho que se formaron, no se tienen datos precisos de los habitantes, con la información de SEDESOL e INEGI, se determinó el censo para el 2010 de la colonia Santa Fe, como se muestra en la figura 4.5.



FUENTE: INEGI, 2018.

Figura 4.5. Población de la colonia Santa Fe.

Población de la colonia 3 de agosto,

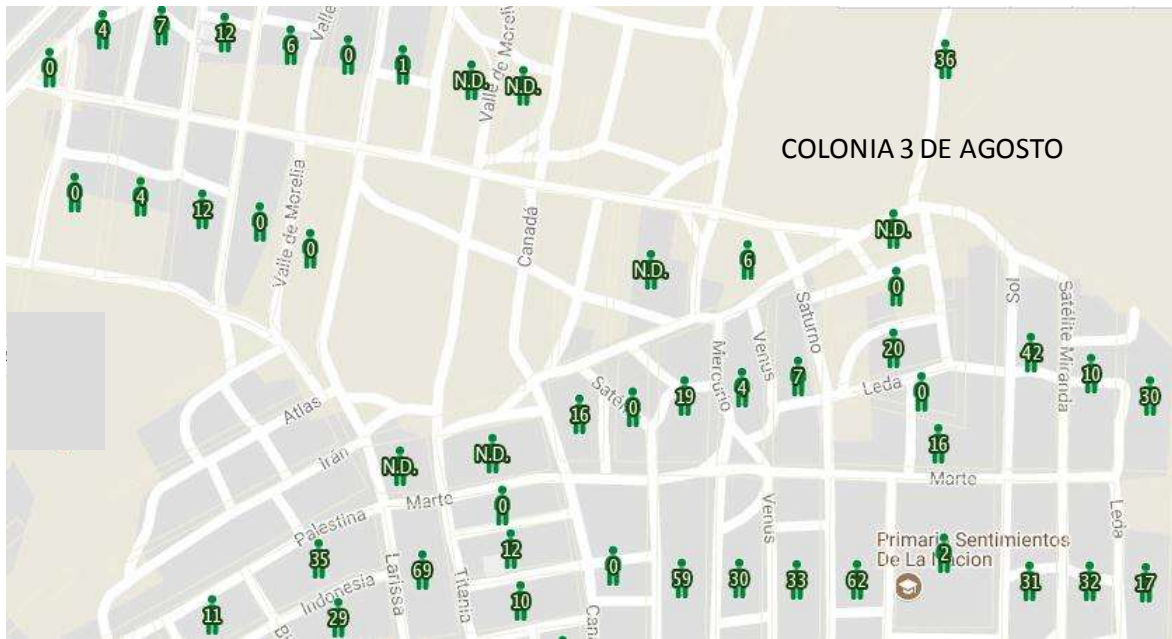
Tabla 4.4 Población a servir de la colonia Santa Fe

Hombres	Mujeres	Total
320 hab.	345 hab.	665 hab.

FUENTE: INEGI

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

La colonia cuenta con 665 habitantes en el censo 2010, como se observa en la figura 4.6.



FUENTE: INEGI.

Figura 4.6. Población de la colonia 3 de agosto.

4.4 GASTO MEDIO

DOTACIÓN DE AGUA

La dotación es la cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda de la población en un día medio anual. (Es el cociente de la demanda entre la población de proyecto). Volumen asignado de agua en fuentes al día por habitante, considerando todos los usuarios. (M.A.P.A.S., 2015).

De acuerdo con la información proporcionada por el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (M.A.P.A.S.) de la CONAGUA, tal como se muestra en la tabla 4.5, las colonias Santa Fe y 3 de agosto se consideran usuarios domésticos, de clase socioeconómica media, y se cuenta con un clima templado, antes ya descrito en el marco físico, determinando así, de la tabla 4.6, la dotación correspondiente, que para este caso es de 195 l/hab./día.

TABLA 4.5 TIPOS DE USUARIOS DOMÉSTICOS

CLASE SOCIOECONÓMICA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VIVIENDA
Residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o más baños, jardín de 50 m ² o más, cisterna, lavadora, etc.
Media	Casas y departamentos que cuentan con uno o dos baños, jardín de 15 a 35 m ² y tinaco.
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias las cuales cuentan con jardín de 2 a 8 m ² , con un solo baño o compartiéndolo.

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

TABLA 4.6 DOTACIÓN POR CLASE SOCIOECONÓMICA

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA L/HAB/D		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado, Semifrío y Frío	250	195	100

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

Considerando los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria medios, que se obtuvieron del estudio de “actualización de dotaciones en el país”, estudio llevado a cabo por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (I.M.T.A.), en donde se determinó la variación del consumo de hora, y por día, durante un periodo representativo en cada una de las estaciones del año, calculándose los coeficientes por clase socioeconómica y por clima. Al analizarse lo dicho anteriormente se identificó que no había una diferencia entre el tipo de usuarios, clima y estación del año por lo que se pueden utilizar los valores promedio como se muestra en la tabla 4.7.

TABLA 4.7 COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA.

CONCEPTO	VALOR
Coeficiente de variación diaria (CVd)	1.40
Coeficiente de variación horaria (CVh)	1.55

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

CÁLCULO DE GASTO MEDIO

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

Se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Q_{med} = \frac{DP}{86400}$$

Donde:

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

D= Dotación.

P= Número de habitantes.

86,400 = segundos/día.

Por lo tanto, para la colonia Santa Fe el gasto medio es:

$$Q_{med} = \frac{DP}{86400} = \frac{(195)(605)}{86400} = 1.4 \text{ L/S}$$

Y para la colonia 3 de agosto el gasto medio es:

$$Q_{med} = \frac{DP}{86400} = \frac{(195)(665)}{86400} = 1.5 \text{ L/S}$$

4.5 GASTO MÁXIMO DIARIO

El gasto máximo diario y el gasto máximo horario son requeridos para satisfacer las necesidades de la población en un día de máximo consumo, y a la hora de máximo consumo en un año.

CÁLCULO DE GASTO MÁXIMO DIARIO

El gasto máximo diario se obtiene a partir del gasto medio con la siguiente expresión:

$$Q_{Md} = CV_d * Q_{med}$$

Donde:

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en l/s

CV_d = Coeficiente de variación diaria

Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s

Por lo tanto, para la colonia Santa Fe el gasto máximo diario es:

$$Q_{Md} = (1.4)(1.4) = 1.96 \text{ L/S}$$

Y para la colonia 3 de agosto el gasto máximo diario es:

$$Q_{Md} = (1.4)(1.5) = 2.10 \text{ L/S}$$

4.6 GASTO MÁXIMO HORARIO

CÁLCULO DE GASTO MÁXIMO HORARIO

El gasto máximo diario se obtiene a partir del gasto medio con la siguiente expresión:

$$Q_{Mh} = CV_h * Q_{Md}$$

Donde:

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en l/s

Q_{Mh} = Gasto máximo horario, en l/s

CV_h = Coeficiente de variación horaria

Por lo tanto, para la colonia Santa Fe el gasto máximo horario es:

$$Q_{Mh} = (1.55)(1.4) = 2.17 \text{ L/S}$$

Y para la colonia 3 de agosto el gasto máximo horario es:

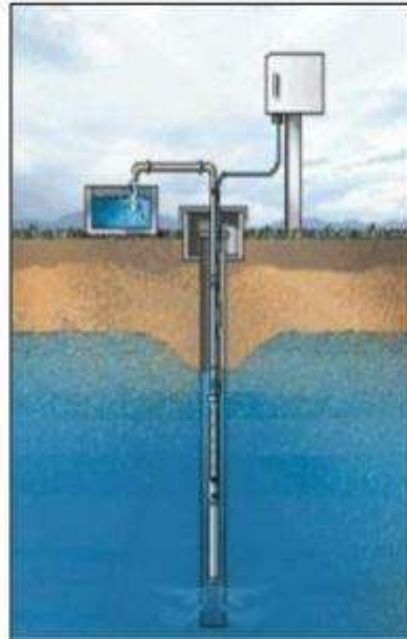
$$Q_{Mh} = (1.55)(1.5) = 2.33 \text{ L/S}$$

5. PROCESO CONSTRUCTIVO

5. PROCESO CONSTRUCTIVO

5.1 POZO DE ABASTECIMIENTO

Sitio en donde se instalan equipos mecánicos para elevar la carga hidráulica por medio de bombas, con el objetivo de conducir el agua desde un sitio hasta otro punto de la red con cierta carga hidráulica y gasto determinado, como se muestra en la figura 5.1.



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

Figura 5.1 Pozo de abastecimiento.

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares.

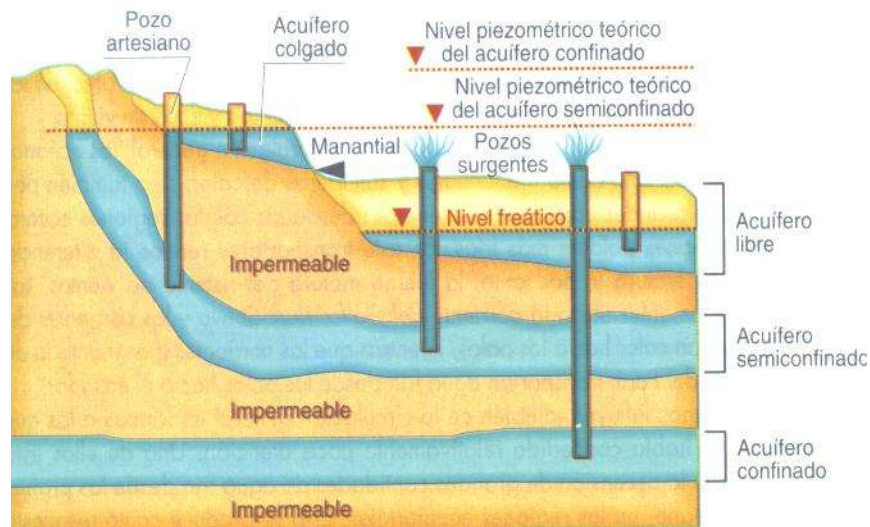
Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

El agua subterránea se clasifica en agua freática y en agua confinada. El agua confinada es aquella que está situada entre dos capas de materiales relativamente impermeables bajo una presión mayor que la atmósfera y el agua freática es aquella que no tiene presión hidrostática y se encuentra circulando entre materiales granulares no confinados como arena, grava, aluviones, etc. A esta zona de agua se le llama acuífero y al manto se le llama capa freática.

Las aguas subterráneas se extraen de diversas formaciones geológicas como son:

- De los poros de depósito aluviales de materiales granulares no consolidados (grava y arena) y de materiales consolidados (areniscas).
- De los pasajes y fracturas en rocas sedimentarias.
- De las fracturas y fisuras en rocas ígneas.
- De combinaciones de estas formaciones geológicas (consolidadas y no consolidadas)

En la figura 5.2 se muestran diferentes tipos de acuíferos como son libres, confinados, semiconfinados, colgados, con los cuales es posible advertir la posibilidad de la naturaleza del abastecimiento, es decir podemos conocer la regularidad con la que podremos realizar el abastecimiento

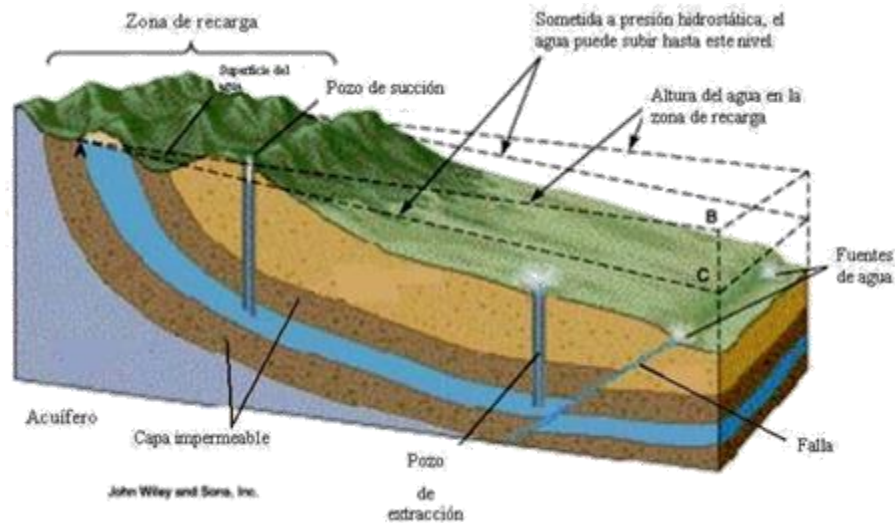


FUENTE: <http://artinaid.com>; 2014.

Figura 5.2 Clasificación de aguas subterráneas

Para aprovechar el agua subterránea también es necesario garantizar la carga hidráulica que llevará implícito el abastecimiento con regularidad en volumen y presión adecuada según los requerimientos, para ello es útil saber identificar la zona de recarga acuífera, zona de descarga acuífera, nivel freático, altura de presión hidrostática, según lo muestra la figura 5.3.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**



FUENTE: <http://ingenieriaparaelagua.com>; 2014.

Figura 5.3. Extracción del agua de zonas geológicas

El principal inconveniente de algunos abastecimientos subterráneos, es su tendencia a proporcionar aguas con contenido alto de minerales, debido al lavado de depósitos. Afortunadamente este problema no se tiene en muchos de los pozos y también tienen muchas ventajas: su temperatura es uniforme a lo largo del año, su captación resulta barata, ya que normalmente los pozos se encuentran muy cerca de las localidades que abastecen, las cantidades de agua son disponibles, son seguras, las sequías les afectan poco, requieren un menor grado de tratamiento ya que a su paso por las diversas capas del suelo y subsuelo van eliminando las impurezas en forma natural.

Las fuentes de agua subterránea también cuentan con un área cuenca y la recarga es por infiltración en esa zona.

El almacenamiento de agua de un acuífero se puede conocer de acuerdo con su porosidad y su rendimiento específico. La porosidad nos indica la cantidad de agua del subsuelo que se puede almacenar en una formación saturada y el rendimiento específico será la cantidad de agua que puede obtenerse de una formación acuífera, es decir, es el volumen de agua liberado de un volumen unitario de material del acuífero cuando permite que escurra libremente por gravedad.

La propiedad de un manto acuífero relacionado con su capacidad de conducción se conoce como permeabilidad (conductividad hidráulica) y es proporcional a la diferencia de presión y velocidad del flujo entre dos puntos que están en condiciones de escurrimiento laminar y se expresa mediante la ley de Darcy, la cual puede escribirse como:

$$V = KS$$

$$S = \frac{h_1 - h_2}{L}$$

V=velocidad del flujo en agua, en m/día.

K=Coeficiente de permeabilidad.

S=Gradiente hidráulico

h_1 =Presión en la sección de entrada del conducto (m.c.a.)

h_2 =Presión en la sección de salida del conducto (m.c.a.)

L=Longitud total de recorrido

(1 m.c.a. = 0.1 kg/cm²)

El coeficiente de transmisibilidad se define como el gasto que escurre a través de la sección transversal de una capa acuífera cuyo ancho es la unidad y su altura es el espesor total en la capa cuando el gradiente hidráulico es la unidad. Se expresa en litros por día por metro y es igual al producto del coeficiente de permeabilidad y el espesor del manto acuífero.

Las fuentes más comunes de aguas subterráneas son:

Manantiales

Los manantiales aparecen donde un estrato que lleva agua alcanza la superficie del terreno o donde las fisuras de las rocas afloran a la superficie de tal manera que el agua sale a través de las grietas. La captación de manantiales constituye una de las obras más sencillas para el abastecimiento de agua, principalmente en el medio rural, donde los caudales que se requieren no son muy grandes y con el gasto que proporcionan los manantiales es suficiente.

En general tenemos cuatro tipos de manantiales que son:

- a) Afloramiento de las aguas en un sitio definido, generalmente en la ladera de un cerro, ver figura 5.4.
- b) Afloramiento de las aguas en varios puntos de una ladera y a niveles variables, ver figura 5.5.
- c) Afloramiento de las aguas en una zona plana, más o menos extensa que puede dar lugar a la formación de una zona pantanosa, ver figura 5.6.
- d) Afloramiento vertical tipo artesiano, ver figura 5.7.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



*Figura 5.4 Afloramiento en ladera del cerro.
(Chorros del Varal, Los Reyes Mich.)*



*Figura 5.5. Afloramiento en varios puntos de las laderas
(La Tzararacua, Uruapan, Mich.)*



*Figura 5.6. Afloramiento en una zona plana
(Manantiales Camécuaro, Tangancicuaro, Mich.)*



*Figura 5.7 Afloramiento vertical de tipo
artesiano (Rodilla de diablo, Parque Nacional,
Uruapan, Mich.)*

Para utilizar al manantial como fuente de abastecimiento, se deben hacer observaciones por un periodo mínimo de un año para cerciorarse que el gasto es lo más constante posible y que cumple con los requerimientos de cantidad y calidad, se deberá verificar sobre todo en las temporadas de sequía. El periodo mínimo en que se deben hacer observaciones en época de sequía será de 60 días, debiendo verificarse cuando se tenga la obra ya construida.

Para manantial localizado en una ladera la captación se puede hacer mediante una caja de las dimensiones necesarias bien protegidas con su tubería de salida en un sitio adecuado.

El diseño se hará para captar el gasto máximo diario de preferencia, se debe estudiar su localización topográfica, el área de los afloramientos, si se forma de inmediato una corriente en su salida o una pequeña laguna antes de formar el escurrimiento.

Además, se debe construir otra caja adosada para la protección de las válvulas de seccionamiento para el desagüe y la conducción.

Para construir la caja debe evitarse el uso de explosivos, ya que permite perderse el afloramiento del agua que se puede desviar hacia otro sitio.

La caja colectora puede construirse, pero la línea de conducción no se deberá construir hasta no estar seguro del caudal que se podrá obtener.

Cuando se tenga afloramientos del segundo tipo, en general se tendrá la necesidad de disponer de varias cajas y unir las con tuberías antes de llegar a la línea de conducción: en este caso para la línea de conducción nos regirá el nivel del manantial más bajo.

Para los manantiales del tercer tipo se deberá limpiar la zona de afloramiento de hierbas, hojas y lodo perfectamente, colocando en su lugar piedras de unos 40 a 50 cm, evitando tapar veneros. Se obtiene así un piso firme a través del cual el agua, turbia en un principio, pero en poco tiempo limpia y clara.

Pozos

Los pozos según su profundidad se clasifican en someros o poco profundos y en profundos.

a) Pozos someros o poco profundos

Los pozos hasta 30 m de profundidad se consideran poco profundos llamándoseles norias, si el diámetro del pozo es poco mayor de 1.0 m y pozo hincado cuando es de 2.5 a 10 cm de diámetro. A su uso pueden hacer las siguientes objeciones: el nivel piezométrico del agua poco profunda fluctúa con mayor facilidad por lo que dan un rendimiento incierto, además su calidad sanitaria es deficiente ya que se encuentra sujeta a contaminación en forma más directa por el agua que se infiltra en el terreno.

Comprenden una amplia variedad de tipos que extiende desde los pozos excavados en forma directa o los de tipo indio, utilizados en granjas a los más pequeños destinados a suministros municipales. En general su diámetro varía de 1 a 4 m pero pueden ser de unos centímetros cuando son perforados con máquina.

Los pozos excavados se construyen manualmente, empleando pico y pala o con máquinas excavadoras. La excavación debe protegerse contra los derrumbes y evitar que penetren elementos que puedan dar lugar a contaminaciones, con un revestimiento de concreto o ladrillos. En las figuras 5.8 y 5.9 se muestra un ejemplo.

Los pozos de tipo indio se construyen poniendo un anillo grande sobre el terreno de tal forma que se pueda excavar por dentro de él. Para que ir excavando vaya bajando el anillo y en esa forma se vaya a demandando la excavación; posteriormente se pone otro anillo en forma sucesiva hasta tener la profundidad necesaria.



Figura 5.8. Pozo construido manualmente



Figura 5.9. Interior de un pozo somero

b) Pozos profundos

Actualmente en nuestro país en muchas localidades se ha venido abastecimiento de agua por medio de pozos profundos, es agua que se tiene en capas profundas y extensas cuya fuente de recarga se encuentra muchos kilómetros de distancia, circunstancia que evita fluctuaciones en la cantidad y calidad de agua. Por lo que son más confiables como fuentes.

Sin embargo, recorrido pueden disolver materias minerales que pueden hacer objetable su calidad en ese aspecto, ya que su contenido de sólidos disueltos indeseables puede ser alto.

Cuando el agua este confinada por capas impermeables, pero tiene presión. Puede ser cuando se tenga perforado el pozo el agua brote hasta la superficie por sí misma, en este caso se le llama pozo artesiano.

Para el diseño de los pozos profundos, la hidráulica de pozos proporciona las bases teóricas para lograr interpretar o prever las fluctuaciones de los niveles freáticos o piezómetros provocados por la explotación de agua subterránea.

Para fines de abastecimiento de agua potable los problemas que generalmente estudia la hidráulica de pozos, son los siguientes:

- 1) Identificación del tipo de acuífero (confinado, semiconfinado, etc.) y determinación de sus características hidráulicas (rendimiento específico, permeabilidad, transmissibilidad, almacenamiento, etc.)
- 2) La identificación y cálculo de las características hidráulicas del pozo es indispensable para prever las variaciones de los niveles del agua y gasto bajo diferentes condiciones de bombeo, y para la estimación del volumen aprovechable del acuífero en estudio.
- 3) Conocidas las características hidráulicas del acuífero, pronosticar el comportamiento de los niveles de agua, utilizando las fórmulas de la hidráulica de pozos y conocer con anticipación los abatimientos producidos en el pozo, o bien, en qué medida se pueden interferir varios pozos entre sí.
- 4) Para el diseño de campos de pozos, el problema consiste en definir el número, su localización y el gasto de explotación que no origine interferencias entre ellos.

-Tubería de ademe.

Los recubrimientos metálicos proporcionan una protección efectiva contra la introducción de aguas superficiales y subterráneas indeseables al interior del pozo. Sin embargo, cuando están en la zona en que se requiere captar el agua, deben ademarse con tuberías ranuradas para permitir la entrada de agua al interior del pozo.

Para pozos en terrenos arenosos no consolidados, la porción de tubo de esa zona debe protegerse de la entrada de arena suelta mediante la colocación de un filtro de arena gruesa o gravilla. El tamaño de los agujeros dependerá de las características del material encontrado, para evitar la aglomeración de partículas en las ranuras de la tubería, las aberturas deben siempre ensancharse hacia el interior de la tubería.

Se llaman pozos perforados a los contruidos con máquinas fabricadas especialmente para esa finalidad estas máquinas pueden ser de percusión, de rotación o combinadas. La máquina de percusión es más sencilla y de mayor uso; asciende y desciende alternativamente en el interior del pozo. Los diámetros más comunes en este tipo de pozo son de 15 a 40 cm. En la figura 5.10 se muestra un ejemplo de máquina perforadora.

Para evitar los derrumbes, se procede a entubar o ademar el pozo, con lo que también se impide la entrada de aguas contaminadas. A la profundidad del acuífero que se va a utilizar, el tubo de ademe estará ranurado para permitir la entrada del agua.

Generalmente el diámetro de perforación es mayor que el diámetro del tubo de ademe, por lo que, el espacio que queda debe llenarse con grava. Este relleno formará un filtro hasta el nivel superior del acuífero utilizable.

El pozo se protegerá sanitariamente, rellenando con concreto la parte libre de la perforación, desde donde terminó el relleno de grava, hasta enrasar con el piso.



Figura 5.10. Máquina perforadora rotatoria

- Etapas de perforación de un pozo profundo:
 1. Perforación exploratoria con diámetro de 8" a 12"
(Tomar muestras del material a cada 2 m para formar la estratigrafía del subsuelo)
 2. Se toma un registro eléctrico, el cual con la ayuda de la estratigrafía permite diseñar el pozo, definiendo:
 - diámetro del ademe
 - diámetro de la ampliación de la perforación
 - tamaño de la abertura del ademe ranurado y el tipo
 - diámetro de la grava para el filtro.
 3. Ampliación de la perforación 16" a 30" según necesidad de gasto.
Usualmente 18"
 4. Colocación de contra ademe
 5. Profundidad de la cementación para evitar la contaminación del pozo
(cementación sanitaria)

6. Colocación de la tubería de ademe ranurado y liso.
7. Colocación de la grava para formar el filtro.
8. Limpieza del pozo por medio de difusor de arcillas
9. Desarrollo y aforo del pozo.
10. Registro de videgrabación (opcional), para garantizar el acabado final del pozo.

En la figura 5.11 se muestra un ejemplo de diseño de construcción de pozo profundo.

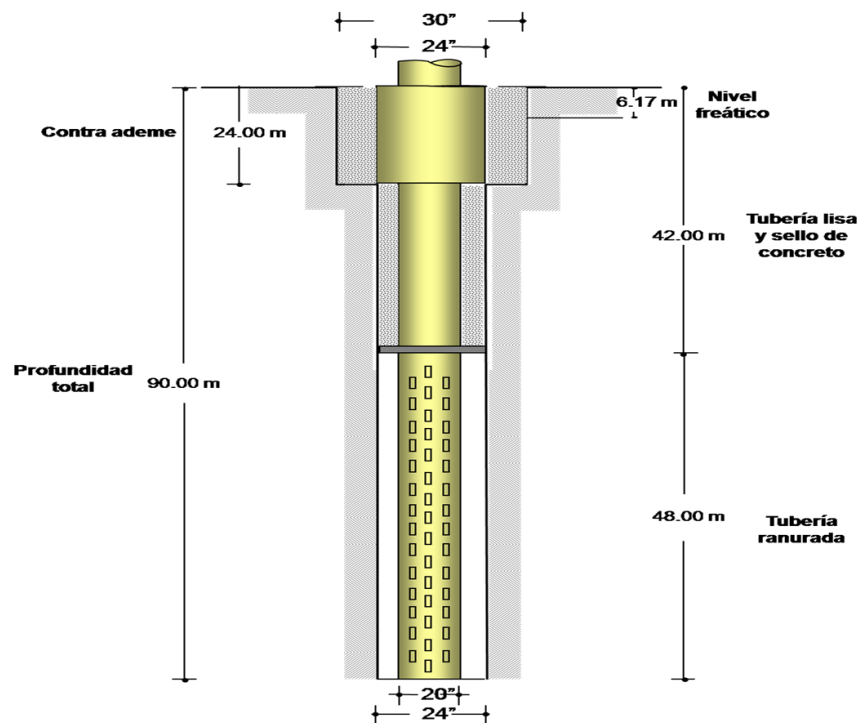


Figura 5.11. Diseño esquemático de un pozo profundo

Durante la operación de un pozo, se presentará un abatimiento normal del nivel estático de agua, por lo que se formará un “cono de abatimiento” con un radio de influencia específico. En las figuras 5.12, 5.13 y 5.14 se muestra el diagrama de las principales componentes de un pozo operando, para diferentes condiciones.

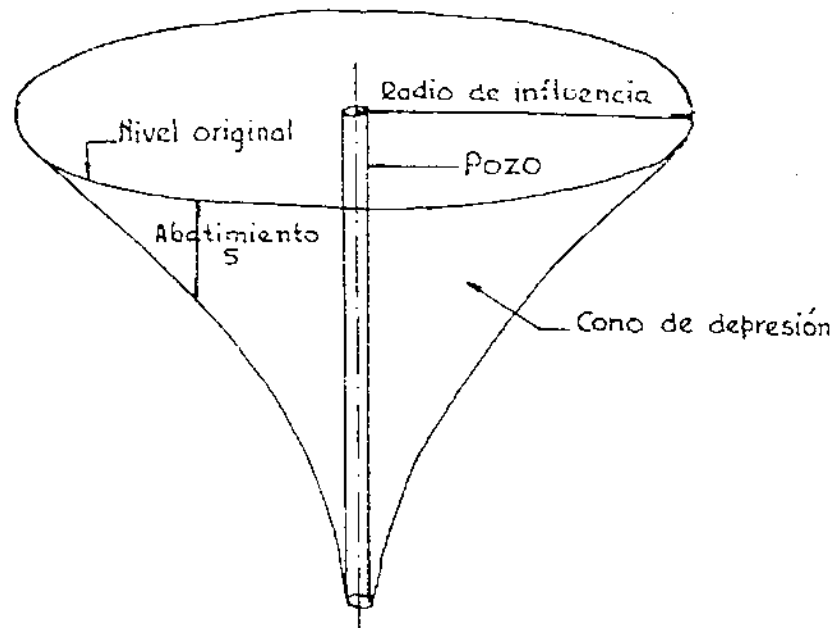
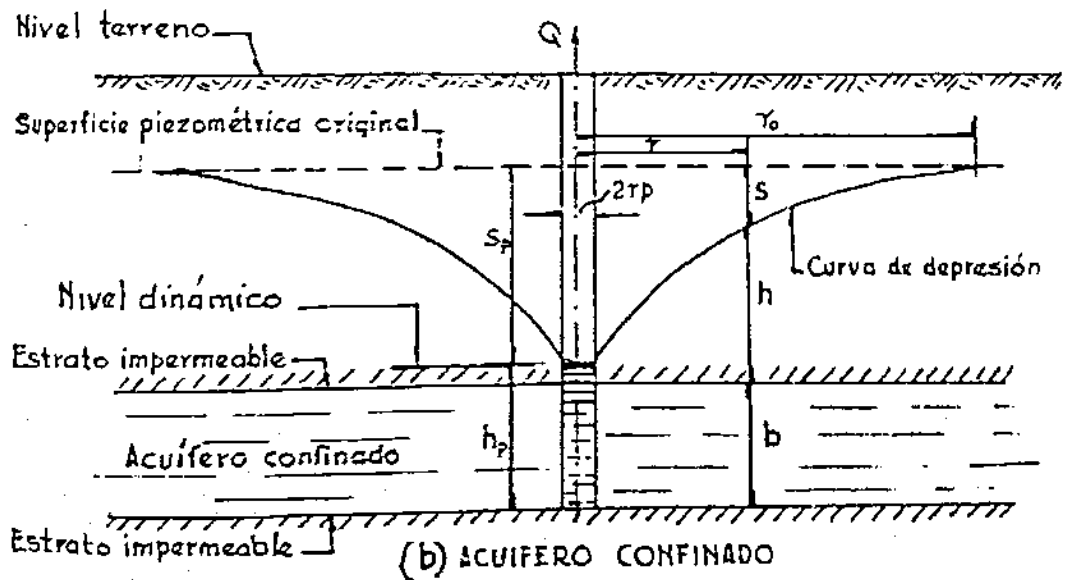
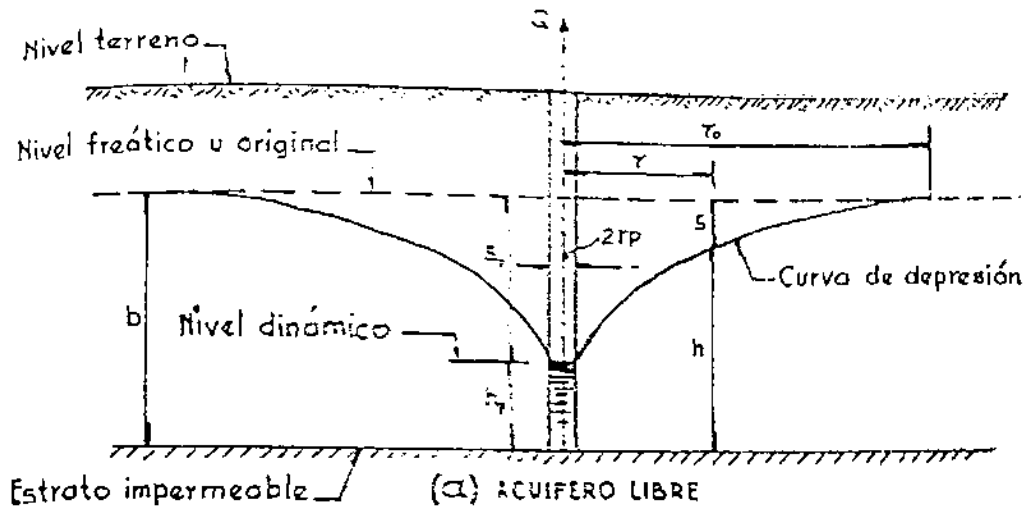


Figura 5.12. Cono de abatimiento en pozos

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figuras 5.13 y 5.14. Características hidráulicas de los pozos para condiciones de acuífero libre y confinado.

Fuentes superficiales.

Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc.

La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de fertilizantes y pesticidas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros.

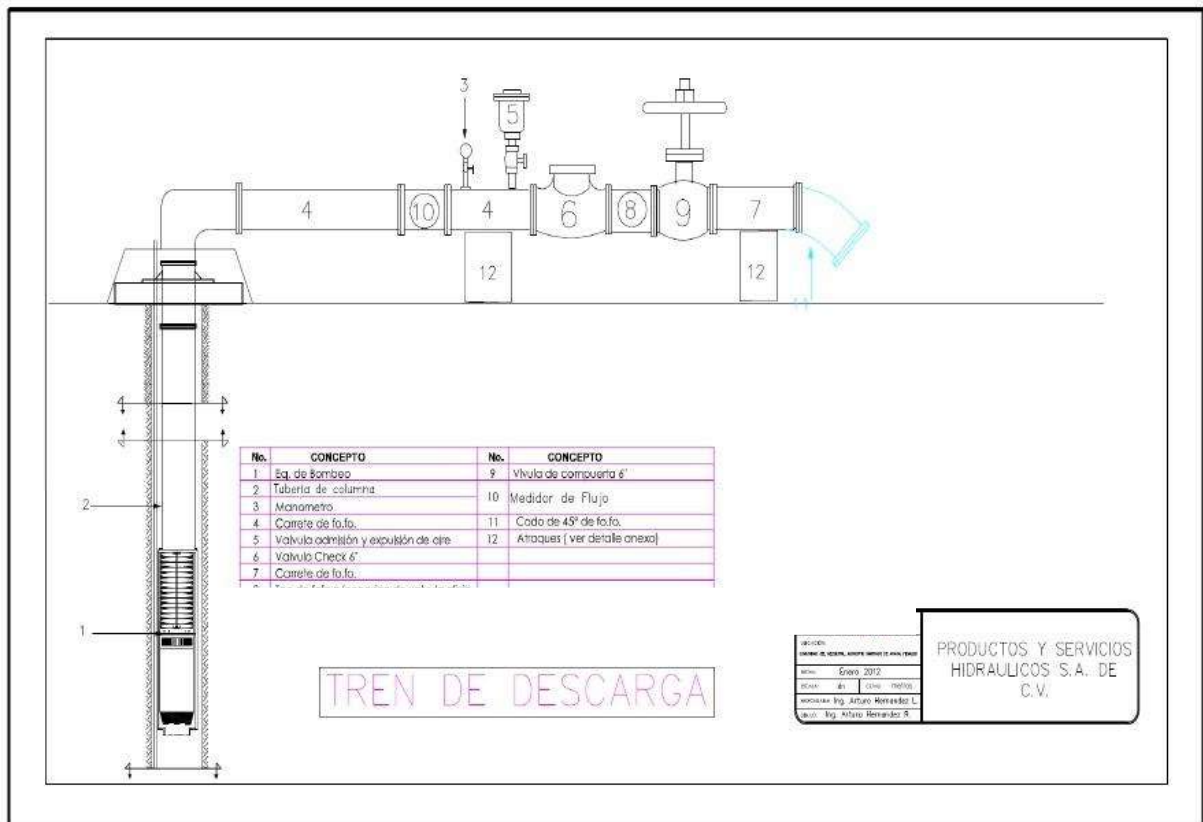
En caso de la utilización de aguas superficiales para abastecimiento, además de conocer las características físico químicas y bacteriológicas de la fuente, será preciso definir el tratamiento requerido en caso que no cumpla con la norma en materia de agua para uso y consumo humano. (Ruiz-García, 2015).

En el pozo de abastecimiento de la obra es un pozo subterráneo al cual no se le realizó alguna modificación.

En el caso del presente trabajo, no se realizó modificación alguna, algunos de los datos que se trató de solicitar, más sin embargo no se contó con la información fueron: Profundidad del pozo, Gasto, Diámetro de la tubería del pozo, Nivel dinámico, Nivel estático, Tipo de bomba y capacidad de bomba. Esta información se encuentra en poder de la CONAGUA y del OOAPAS de Morelia, en el título de concesión de aprovechamiento, al cual no se pudo tener acceso por ser información confidencial.

5.2 TREN DE DESCARGA

El tren de descarga, es el arreglo del conjunto de dispositivos hidráulicos necesarios para iniciar la línea de conducción, en este se ubicará válvulas, coples, medidores, tees, carretes y demás accesorios como se muestra en la figura 5.15, ubicados según el diseño de la conducción. Este conjunto permite conectar adecuadamente los equipos de bombeo con la tubería, ofreciendo a los mismos control y protección.



FUENTE: Ruiz-García, 2015

Figura 5.15 Tren de descarga.

A continuación, se presenta una breve descripción del conjunto de piezas y válvulas que conforman un tren de descarga.

Válvulas de seccionamiento: se utilizan para controlar el flujo dentro del tubo, ya sea para impedir el paso del agua o reducir el gasto a un valor requerido, estas válvulas pueden ser de tipo compuerta, de mariposa o de esfera, a válvula de compuerta se emplea con el objeto de aislar (bloquear) en un momento dado algún elemento o sección del sistema para poder efectuar una reparación,

inspección o dar mantenimiento, sin que se interrumpa totalmente el servicio. Esta válvula se instala en la descarga de cada bomba, después de la válvula de alivio; pero, pudieran ser necesarias y en sitios diferentes, según el proyecto; inclusive se utiliza en redes de distribución en diámetro hasta de 200 mm (8") de diámetro, hasta 5 kg. de presión. Figura 5.16.



Figura 5.16. Válvula de seccionamiento de Fo.Fo.

Válvula anticipadora del golpe de ariete: protege al equipo de bombeo de la onda de sobrepresión causado por el paro de la bomba o falla de energía, esta válvula opera con la presión de la línea de conducción, y el nombre de anticipadora se debe a que entra en funcionamiento antes de la llegada de la onda de sobrepresión, este tipo de válvula realiza la apertura mediante la activación de la solenoide al ocurrir la falla de energía del motor o cuando baja la presión que provoca la onda de sobrepresión, Las válvulas aliviadoras de presión son empleadas para proteger al equipo de bombeo, tuberías y demás elementos en la conexión, contra los cambios bruscos de presión que se producen por el arranque o paro del equipo de bombeo. La válvula está diseñada de tal manera que puede abrirse automáticamente y descargar al exterior cuando la presión en el sistema es mayor que aquella con la que fue calibrada lográndose con ello el abatimiento de la línea piezométrica. El cierre de esta válvula también es automático y se logra cuando la presión en la línea llega a ser menor que la de su ajuste o calibración. Figura 5.17.



Figura 5.17. Válvula contra golpe de ariete.

Desagües o desfogue: Se utilizan generalmente en los puntos más bajos del perfil topográfico con el fin de desaguar la línea en caso de rotura durante operación; también se pueden usar para el lavado de la línea durante la construcción. El crucero se forma con una Tee con brida, válvula de compuerta de vástago fijo, válvula Check, codo con un ángulo variable de fierro fundido y un tramo de tubería de acero con un extremo bridado y otro liso, con una longitud variable, con su protección anticorrosiva. Las tapas ciegas son tapones que se colocan cuando un extremo de tubería no va a trabajar temporalmente y que tienen la forma coincidente con el tipo de junta de la tubería en que se coloca, este pudiendo ser de fierro vaciado (Fo. Fo). Figura 5.18.

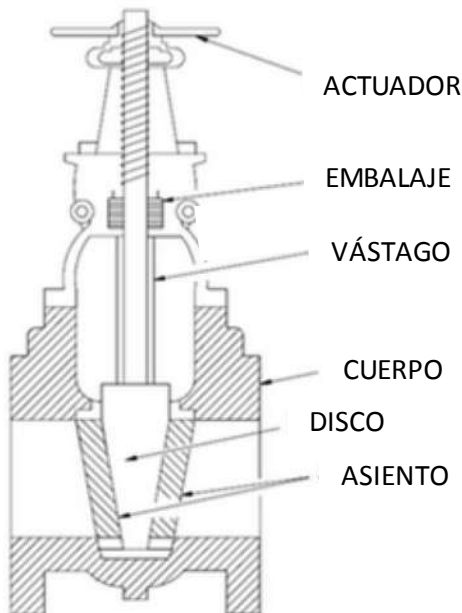


Figura. 5.18. Válvula de desfogue de Fo.Fo.

Válvulas de admisión y expulsión de aire y válvulas de control de aire combinadas: La función de la válvula de admisión y expulsión es la de permitir la rápida salida de grandes cantidades de aire cuando se está llenando inicialmente una tubería y permitir la entrada de aire en cantidades suficientes cuando esta se vacíe. Esta válvula ya no permitirá la salida o expulsión de aire cuando se haya cerrado y la tubería este bajo presión. Cuando la presión del sistema baje al punto de la presión atmosférica la válvula abrirá permitiendo la entrada de aire.

Las válvulas combinadas están diseñadas para efectuar las dos funciones mencionadas anteriormente, acoplándolas como se ilustra en la Figura 5.19. Están constituidas por la válvula de admisión y expulsión de aire y la válvula eliminadora de aire y su función es la siguiente:

1. Expulsar grandes cantidades de aire cuando se va a llenar la tubería y admitir suficiente aire cuando se va a vaciar, para evitar un vacío que colapse la tubería.
2. Eliminar constantemente las pequeñas cantidades de aire que se acumulen en los puntos altos de la tubería cuando este en operación.

Cada válvula debe seleccionarse conforme a las necesidades específicas en cada caso particular.

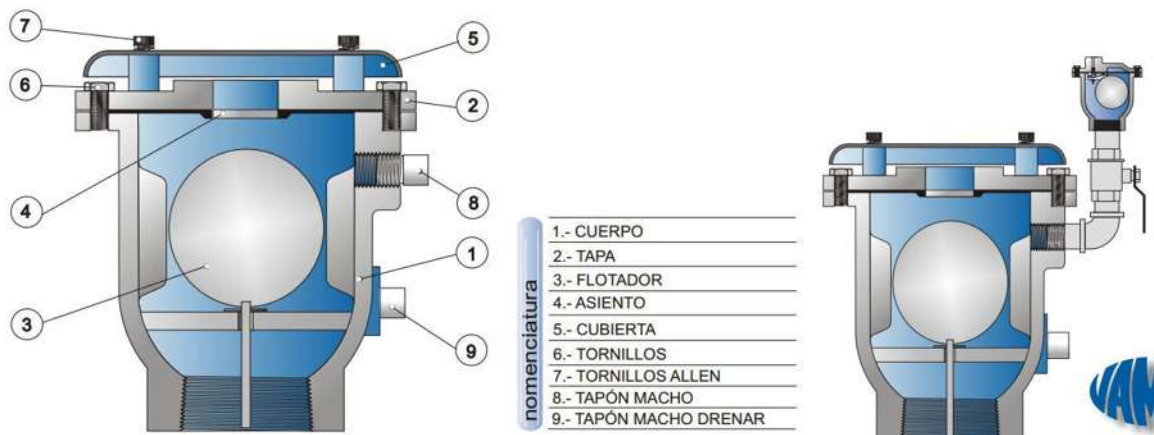


Figura 5.19. Válvula de admisión y expulsión de aire combinada.

La línea de conducción no cuenta con un tren de descarga por lo tanto en el proyecto se indica la construcción del tren de descarga con las siguientes especificaciones:

Se indica en el proyecto de la obra, que se construirá un tren de descarga con los siguientes elementos y accesorios, para ello se tendrá que cortar y biselar la tubería de 4" $\varnothing$, colocando por medio de soldadura 1 brida de cada lado de fo.fo. de 4" $\varnothing$, para posteriormente colocar una cruz de 4" x 3" $\varnothing$, enseguida, en la cruz, colocar las válvulas de seccionamiento tipo compuerta de Fo.Fo. con vástago fijo y asiento de bronce, bridada, tipo ANSI para 200 PSI, de 3" $\varnothing$ a cada lado; después,

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

la válvula contra golpe de ariete, para montaje entre bridas ANSI de 3"Ø clase 150, cuerpo en Y con actuador de cámara sencilla, y finalmente, los codos de Fo.Fo., bridados de 90° x 3"Ø, que es por donde se descargará el agua. Finalmente, asimismo se colocan los empaques de neopreno y sus respectivos tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de 5/8" x 2 1/4", como se muestran las figuras 5.20 y 5.21, de igual manera, se construirá un registro para desfogue del tren de descarga de dimensiones 1.80 x 0.60 m de profundidad, sin tapa, sobre el terreno natural, como se muestra en la figura 5.22.

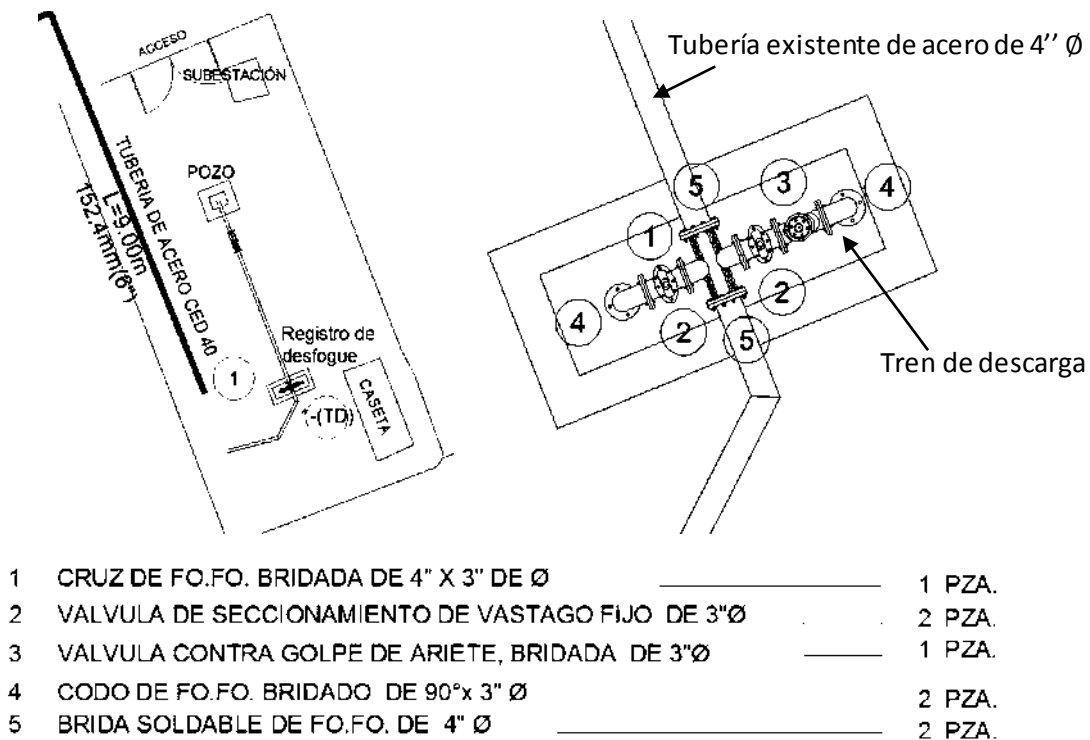


Figura 5.20. Especificaciones del tren de descarga.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.21. Tren de descarga



Figura 5.22. Registro del tren de descarga.

En el registro se colocó un tubo de desfogue sanitario, serie - 25 de 4", de 10 metros de longitud, tal como se muestra en la figura 5.23; y se colocó sobre la tubería existente de 4" de diámetro, una válvula combinada de admisión y expulsión de aire de Fo.Fo., con flotador de polipropileno expandido de 1". Figura 5.24.



Figura 5.23. Tubo de desfogue sanitario serie - 25 de 4"



Figura 5.24. Válvula de admisión y expulsión de aire combinada.

5.3 LÍNEA DE CONDUCCIÓN A LA COLONIA SANTA FE.

Línea de conducción. Elemento que sirve para transportar el agua de un lugar a otro de manera continua o intermitente, y puede trabajar a presión en el caso de tuberías o a superficie libre, en caso de canales y tuberías.

La línea de conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de la captación ya sea por medio de bombeo y/o rebombeo, o a gravedad, hasta un tanque de regulación, Planta potabilizadora o un crucero predeterminado de la red.

También se considera como parte de la línea de conducción al conjunto de conductos, estructuras de operación y especiales y cruceros.

Su capacidad se calculará con el gasto máximo diario (QMD), o con el que se considere conveniente según el sitio de procedencia. De los accesorios que se tienen que instalar junto con las líneas de conducción tanto a gravedad como por bombeo, se deberán tomar en cuenta las válvulas de seccionamiento, expulsoras de aire, combinadas, de flotador, altitud, Check, de alivio de presión (en bombeos), desfuegos, juntas de dilatación, etc., cuya ubicación y cantidad variará de acuerdo al proyecto en cada caso.

Las líneas de conducción deben ser de fácil inspección, preferentemente paralelas a algún camino, en caso contrario se debe de analizar la conveniencia de construir un camino de acceso, de acuerdo con el establecimiento del derecho de vía correspondiente a la línea de conducción considerando que el incremento en costo de éste se verá compensado con el ahorro que se tendrá en los gastos de conservación de la conducción, y sobre todo podrán detectarse y corregirse de inmediato las fugas o desperfectos que sufran las tuberías. Las mismas condiciones de facilidad de inspección y mantenimiento deberán considerarse en las líneas ubicadas en la zona urbana.

También se denomina línea de conducción a la (s) línea(s) de interconexión entre pozos y que conduce uno o varios caudales acumulados. Figura 5.25.

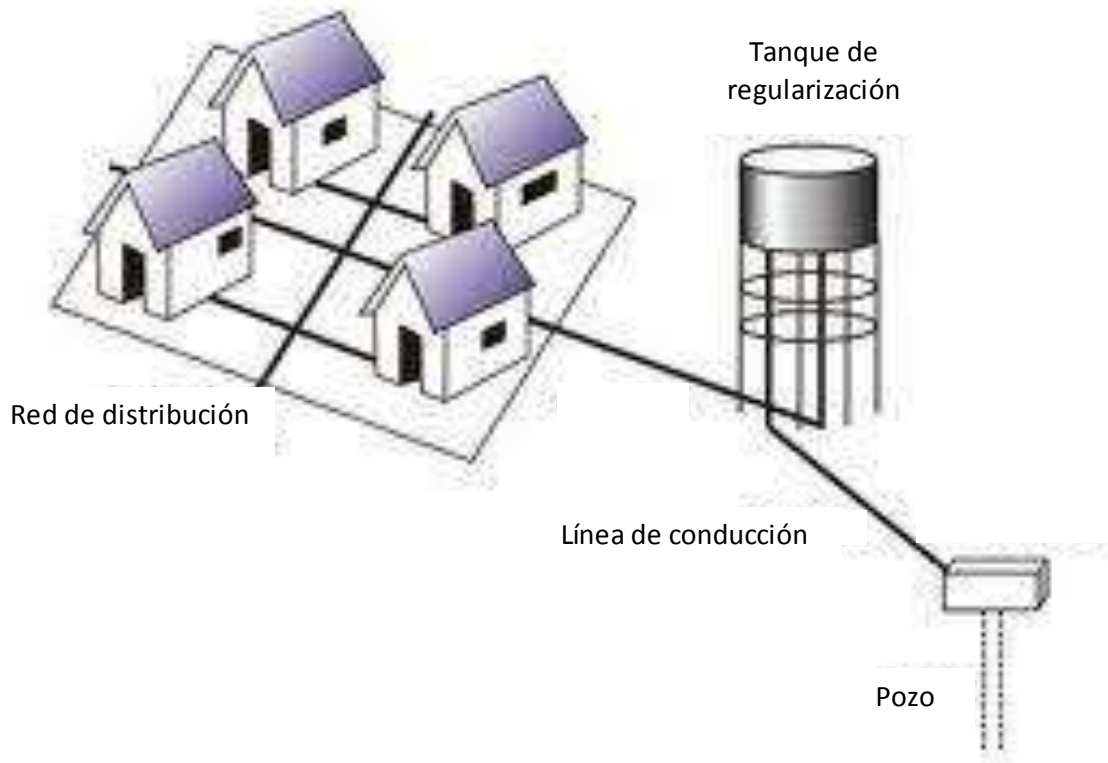


Figura 5.25. Línea de conducción.

Consideraciones Generales de Diseño.

A. Cualquier tipo y clase de tubería a proyectar, deberá cumplir con las normas oficiales mexicanas (NOM) vigentes.

B. La tubería debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y su localización se escoge para que sea la más favorable, con respecto al costo de construcción y las presiones resultantes. Nunca debe quedar completamente horizontal. Se debe tener especial atención en la línea de gradiente hidráulico, ya que mientras más cercana esté la conducción a esta línea, la presión en los tubos es menor; esta condición puede traer como consecuencia un ahorro en el costo de la tubería. En ocasiones, las altas presiones internas se pueden eliminar rompiendo la línea de gradiente hidráulico con la instalación de almacenamientos auxiliares, como embalses o cajas rompedoras de presión. La velocidad en la tubería debe ser lo suficientemente grande para prevenir que se depositen sedimentos en ella, considerando la mínima de 0.60 m/s. Se deberá considerar las recomendaciones para diámetros económicos, en base a velocidades económicas.

C. Durante el trazo topográfico, como en casi la totalidad de las obras de conducción, las tuberías se instalan en zanja de acuerdo a las especificaciones para el caso correspondiente, debe procurarse disminuir al máximo posible, la excavación en roca.

D. En el caso de que tenga que colocarse la tubería superficial, deberá ser de acero o superior (de acuerdo a especificaciones), considerando la protección mediante la construcción de obras de sujeción.

E. Cuando la topografía es accidentada se localizan válvulas de admisión y expulsión de aire en los sitios más elevados del perfil, mientras que, cuando la topografía sea más o menos plana se ubican en puntos situados cada 500 m. como máximo, y en los puntos más altos del perfil de la línea.

F. En tramos con pendiente fuerte, ascendente o descendente, se debe analizar la conveniencia de instalar válvulas de admisión, expulsión y eliminación de aire según se requiera en puntos intermedios.

G. Por otra parte, los desagües se utilizan generalmente en los puntos más bajos del perfil, con el fin de vaciar la línea en caso de roturas durante su operación. También se utilizan para el lavado de la línea durante su construcción.

Para el proyecto de líneas de conducción en sistemas urbanos; se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

Topografía. - El tipo y clase de tubería por usar en una conducción depende de las características topográficas de la línea. Es conveniente obtener perfiles que permitan tener presiones de operación bajas, evitando también tener puntos notablemente altos.

Afectaciones. - Para el trazo de la línea se deben tomar en cuenta los problemas resultantes por la afectación de terrenos ejidales y particulares. De ser posible, vialidades y caminos bien definidos.

Geotecnia. - En general, las tuberías de conducción deben quedar enterradas, principalmente las de PEAD (considerando diámetro interno), acero, hierro dúctil, fierro fundido y de PVC. El trazo más adecuado puede ser el que permita disminuir al máximo posibles excavaciones en roca. Se investigará también la profundidad del nivel freático.

Cruzamientos. - Durante el trazo topográfico se deben localizar los sitios más adecuados para el cruce de caminos, vías férreas, ríos, infraestructura diversa etc. (Telmex, CFE, Pemex, Gas Natural, etc).

Calidad del agua por conducir. - Es indispensable saber si el agua es turbia, incrustante, corrosiva o si tiene hierro y manganeso, dado que se puede afectar notablemente la capacidad de los conductos.

Suministro e instalación de tuberías. - Se debe tomar en cuenta tanto los costos de suministro, la calidad de los materiales como la disponibilidad oportuna de las tuberías y las facilidades financieras que otorguen los fabricantes.

Aspectos socioeconómicos. - El uso de ciertas fuentes de abastecimiento (concesionada o no) y el no tomar en cuenta lo indicado en el punto de afectaciones, origina en ocasiones problemas con los habitantes de la región, propiciando cambios de fuente, modificaciones del trazo de la conducción, indemnizaciones, etc.

Instalación de tuberías

Las tuberías se instalan sobre la superficie, enterradas o combinando estas dos formas. Esto depende de la topografía, clase de tubería y geología del terreno, por ejemplo, en un terreno rocoso es probable que convenga llevarla superficialmente.

En el tipo de instalación que se adopte, también se deben considerar otros factores

relacionados con la protección de la línea. Así, una tubería que está propensa al deterioro o mal trato de personas y animales es preferible instalarla enterrada con las dimensiones de zanja, plantilla y relleno correspondientes en función del diámetro.

Cualquiera que sea la forma de instalación se deberá evitar en lo posible los quiebres, tanto horizontales como verticales, con el objeto de eliminar codos y otras piezas especiales necesarias para dar los cambios de dirección. Estos quiebres aumentan las pérdidas de carga, el costo de la instalación y en ocasiones puede propiciar el confinamiento del aire mezclado con el agua.

Se acostumbra clasificar a las tuberías por la forma de instaladas en visibles y enterradas, dependiendo de si llevan juntas de dilatación o no, se clasifican en abiertas y cerradas. En general, cuando se utilizan tuberías de acero se prefieren las visibles y abiertas.

Para la instalación de tuberías se deben consultar los catálogos e instructivos de los

fabricantes, con el fin de eliminar la posibilidad de alguna falla durante la operación del sistema. Es conveniente hacer un plano de la instalación de la línea de conducción que indique claramente la ubicación de las válvulas de protección y control, así como codos, atraques o machones, silletas y juntas de dilatación.

La instalación de las líneas de conducción para agua potable comprende: el transporte y manejo de la tubería y de sus aditamentos, la excavación de zanjas, el tendido, acoplamiento y desinfección de la tubería, el relleno de la zanja y la sustitución del camino, pavimento o superficie de las aceras, así como las pruebas de tuberías en campo.

PROFUNDIDAD DE LA ZANJA Para tubería de agua potable la profundidad mínima de la zanja será de 90 cm más el diámetro exterior de la tubería, cuando se trate de tuberías con diámetro igual o menor de 450 mm. Para tuberías mayores de 450 y hasta 1220 mm, la profundidad será de por lo menos 1.00 metro. Para tuberías mayores de 1220 y hasta 1830 mm será de por lo menos 1.30 metros y para tuberías mayores 1830 mm será de por lo menos 1.50 metros.

ANCHO DE ZANJA En tuberías con diámetro exterior menor o igual a 500 mm, el ancho de la zanja será de 50 cm más el diámetro exterior de la tubería. Cuando se

trate de tuberías con diámetro exterior mayor de 500 mm, el ancho de la zanja será de 60 cm más el diámetro exterior de la tubería. Los anchos de zanja que resulten de los cálculos se deberán redondear a múltiplos de cinco.

PLANTILLA O CAMA Deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para el asiento total de la tubería, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a ésta. La plantilla o cama consiste en un tipo de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería, en un ancho cuando menos igual al 60 % de su diámetro exterior. El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30 cm arriba de su lomo con material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad óptima, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería (acostillado). Este relleno se hace en capas que no excedan de 15 cm de espesor.

El resto de la zanja podrá ser rellenado a volteo, o compactado según sea el caso: si la tubería se instala en zona urbana con tránsito vehicular intenso, todo el relleno será compactado, y si se instala en zonas con poco tránsito vehicular o rurales, será a volteo. Figura 5.26.

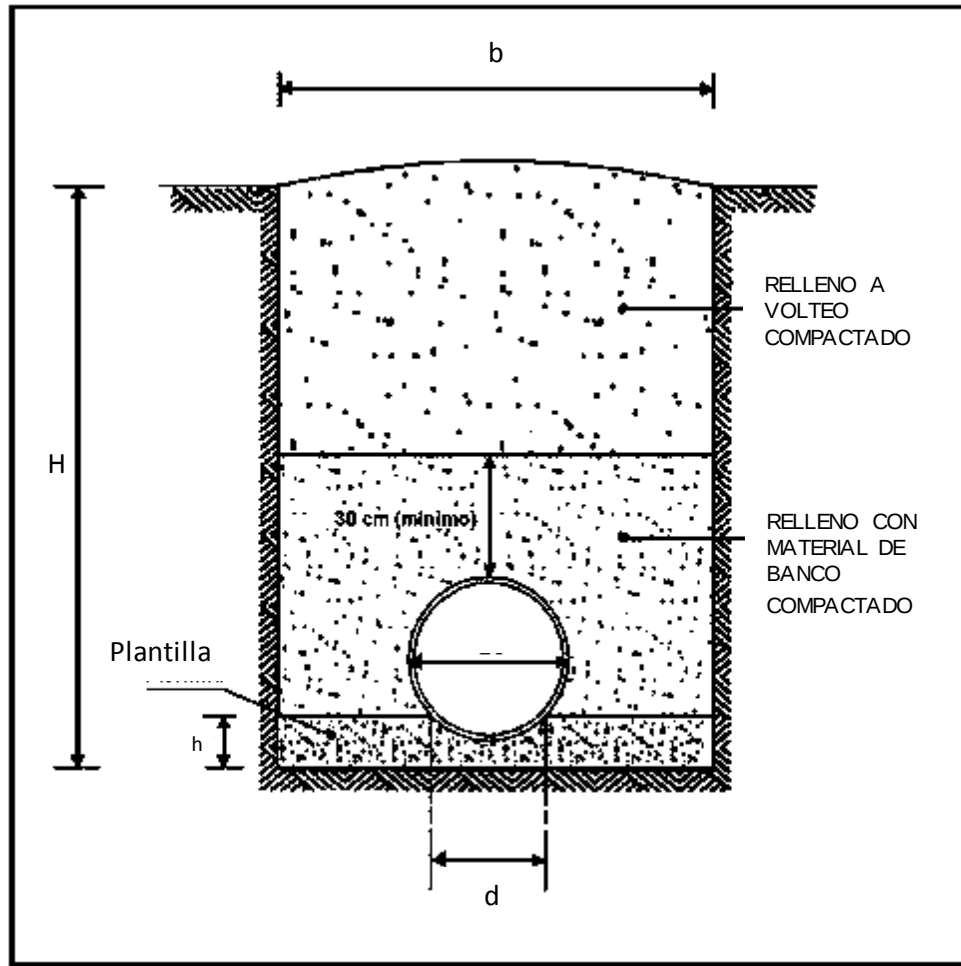


Figura 5.26 Relleno de zanja.

Se excavarán cuidadosamente las cavidades o conchas para alojar la campana o cople de la junta de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja o de la plantilla apisonada. Los espesores de plantilla (h) para tubería de agua potable se muestran en la tabla 5.1, el espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería será de 5 cm. En lugares excavados en roca o tepetate duro, se preparará la plantilla de material suave que pueda dar un apoyo uniforme al tubo, con tierra o arena suelta.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

Tabla 5.1 Dimensiones de zanjas y plantillas para la tubería en función del diámetro.

DIAMETRO NOMINAL		ANCHO Bd (cm)	PROFUNDIDAD H (cm)	ESPESOR DE LA PLANTILLA (cm)
(cm)	(pulgadas)			
75	3	60	100	10
100	4	60	100	10
150	6	65	105	10
200	8	70	110	10
250	10	75	115	10
300	12	80	120	10
350	14	85	125	10
400	16	90	135	10
450	18	105	140	10
500	20	115	145	10
600	24	125	160	12
750	30	140	180	12
900	36	160	210	15
1000	40	195	240	15
1050	42	205	245	17
1100	44	210	250	17
1200	46	225	260	20
1300	52	240	275	20
1400	56	250	290	22
1500	60	260	300	24
1600	64	275	310	24
1700	68	290	320	26
1800	72	300	340	28
1900	76	315	350	30
2000	80	325	365	30

Fuente: M.A.P.A.S. 2015

Piezas especiales

Las líneas de conducción están compuestas por tramos rectos y curvos para ajustarse a los accidentes topográficos o por cambios que se presentan en la geometría de la sección y por distintos dispositivos para el control del flujo en la tubería, o para asegurar que el funcionamiento de la línea de conducción sea eficiente.

Las conexiones de la tubería en las intersecciones. Cambios de dirección, cambios de diámetros, válvulas, etc., se denominan comúnmente como "piezas especiales" y generalmente son de hierro fundido, acero, hierro dúctil, materiales

plásticos (PVC y PEAD 100 % virgen), dependiendo de qué material sean los tubos. Todas las uniones de tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) deberán realizarse mediante el sistema de electro fusión.

Las piezas especiales de hierro fundido son las más empleadas y se fabrican para todos los diámetros de tuberías. Estas piezas se conectan entre sí o a las válvulas por medio de bridas, tornillos y con un empaque de sellamiento intermedio, que puede ser de plomo, hule o plástico. La unión de estas piezas con las tuberías se efectúa utilizando la “junta gibault”, hasta 10” mayor a este diámetro se utilizará la denominada “junta dresser” o mecánica, que se muestra en la Figura 5.27., que permite conectar por una de sus bocas una extremidad de hierro fundido y, por la otra, una punta de la tubería de fibrocemento. El sellamiento se logra mediante la presión ejercida con las bridas y tornillos sobre el barrilete y empaques de hule. La forma cóncava del barrilete permite efectuar deflexiones.

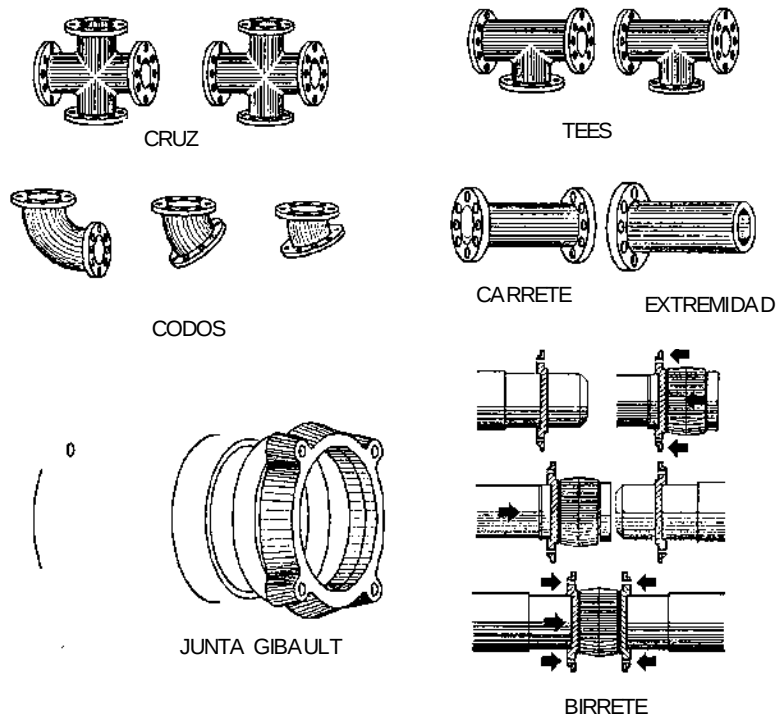


Figura 5.27. Piezas especiales.

Por otra parte, para interconectar la tubería hidráulica de PVC y formar líneas de conducción y circuitos existen todas las conexiones necesarias: ya sea para cambiar la dirección del flujo del agua, derivar o unir sistemas de igual o diferente diámetro, cerrar los extremos de una línea, unir tubería de PVC a válvulas y piezas metálicas bridadas o con rosca, y componer fallas en una línea ya tendida (figura 5.28). También, es posible unir la tubería hidráulica de PVC serie métrica con la de

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

serie inglesa e incluso unirla con tubería de fibrocemento. En el caso de la serie métrica todas las conexiones de 110 mm a 280 mm son de PVC.

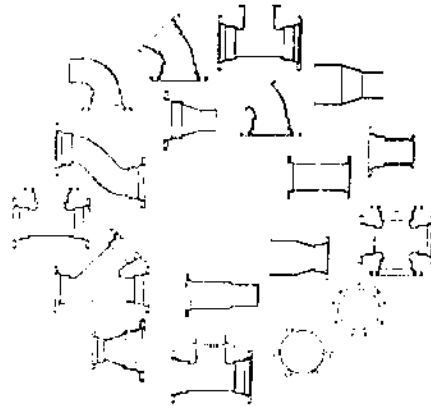


Figura 5.28. Piezas especiales.

En el catálogo de conceptos indica una tubería de acero de 4"Ø, pero al momento de la excavación se observa que la línea de conducción existente es de 4"Ø de PVC como se muestra en la figura 5.29.



Figura 5.29. Línea de conducción de 4"

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

Se realizó el trazo y nivelación para la tubería de acero, tal como se muestra en la figura 5.30, se llevó a cabo una excavación de zanja de 0.70 x 1.20 m de profundidad como en la figura 5.31, en la cual se colocará una plantilla de 10 cm de espesor sobre la cual se va a colocar la tubería del proyecto, como se muestra en la figura 5.32.



Figura 5.30. Trazo y nivelación de la tubería de acero de 6”.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**



Figura 5.31. Excavación de zanja.



Figura 5.32. Excavación de zanja y colocación de plantilla de arena.

Tuberías de acero.

Se fabrican comercialmente con diámetros desde 3.18 mm (1/8") hasta 1219 mm (48") y son recomendables para líneas de conducción con altas presiones de trabajo. Su utilización obliga a revestirlos contra la corrosión interior y exterior de acuerdo a las normas de PEMEX y se adaptaría a lo deseado y económico.

Son muy durables, resistentes y adaptables a las distintas condiciones de instalación que se tengan. Además, en diámetros de 45 cm (18") de diámetro en adelante, se deberá de agregar protección catódica. Estas tuberías de acero deben cumplir con los estándares de AWWA, ASTM y API que le correspondan.

La línea de conducción existente de 4"Ø se va a sustituir por una tubería de acero al carbón de 6"Ø cedula 40 la cual mide 252 metros y se pondrá paralela a la tubería existente y en las piezas especiales se hará corte y biselado así como se colocara soldadura de cordón como se muestra en la figura 5.33 y en su extremo se soldará una brida de 6"Ø, y para la conexión final se va a poner una reducción bridada de fofó de 6" x 4"Ø como se muestra en la figura 5.34.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.33. Tubería de acero al carbón de 6"Ø cedula 40



Figura 5.34. Reducción bridada de Fo.Fo. de 6" x 4"Ø

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

Después de la colocación de la tubería, se rellenó 30 cm de espesor con material de banco (tepetate), compactado al 90 % de la prueba Proctor, como se observa en la figura 5.35, enseguida, se rellenó el resto de la zanja con material producto de la excavación, previamente seleccionado, ver figura 5.36.



Figura 5.35. Relleno con material de banco (tepetate).



Figura 5.36. Relleno con material producto de la excavación.

5.4 CAJA DE OPERACIÓN DE VÁLVULAS

La caja de operación de válvulas, es aquella donde se encuentra la válvula que corresponde a la especificación del proyecto, las válvulas, como ya se mencionó son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios, y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo. Figura 5.37.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

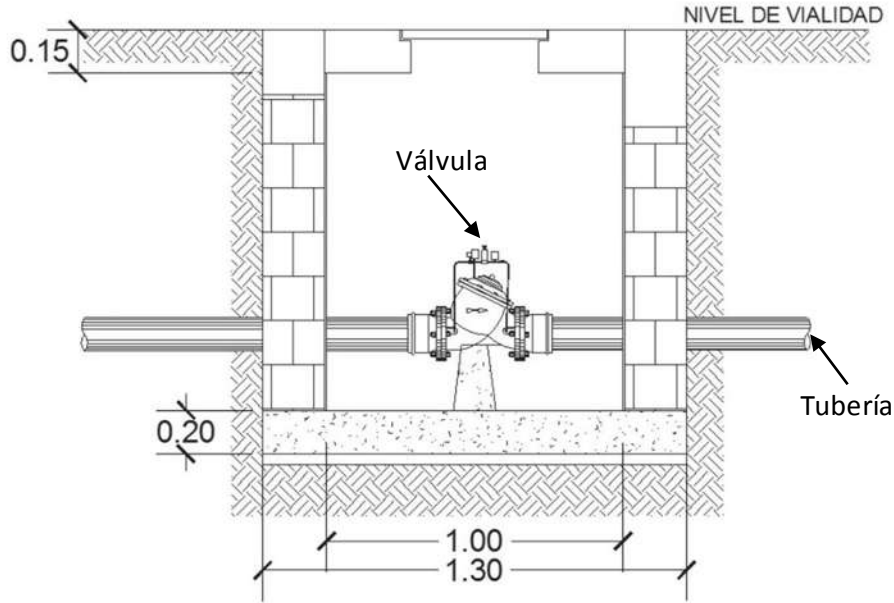


Figura 5.37. Diagrama de caja de operación de válvulas

Todas las instalaciones de válvulas de control de los circuitos, deberán estar protegidas en cajas de mampostería, y en tal forma que permita el fácil acceso a su interior para poder llevar a cabo los trabajos de operación y de mantenimiento.

Las cajas de válvulas deben estar construidas en los sitios marcados según los planos del proyecto de agua potable aprobado por este Organismo.

La cimentación de las cajas de operación de válvulas, debe construirse previamente a la colocación de las válvulas, piezas especiales y extremidades que formarán el crucero correspondiente, quedando la parte superior de dicha cimentación al nivel necesario, para que queden asentadas correctamente las diversas piezas y/o las válvulas.

Las cajas deben estar construidas de concreto o de tabique común (11 x 14 x 28) colocado a tezon, junteado con mortero arena cemento en proporción 1:3, de acuerdo a las consideraciones de dimensionamiento previa a su validación o consideraciones especiales en la ubicación de la caja.

El interior de la caja se debe cubrir con un aplanado de cemento-arena en proporción de 1:3, con un espesor mínimo de dos centímetros, terminado con llana o regla y pulido fino de cemento.

Se debe dejar una distancia mínima de 30 cm entre el muro de la caja y la brida, pieza especial o la válvula más próxima, así como una altura mínima de 1.20 cm del lomo del tubo al lecho inferior de la losa superior de la caja.

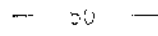
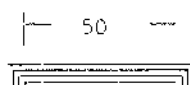
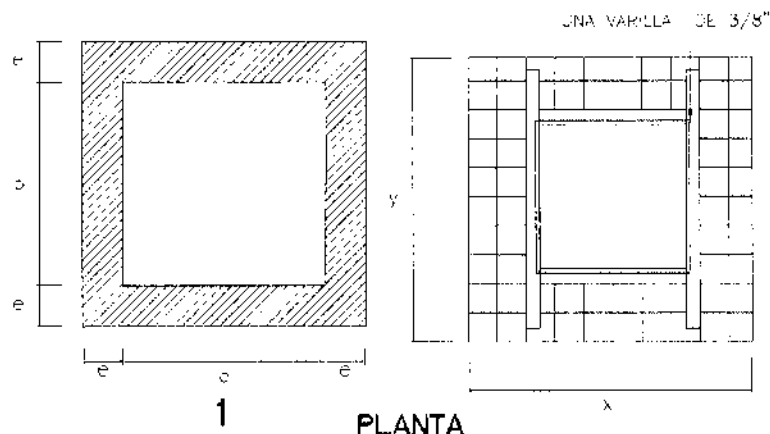
**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

Las tapas de las cajas de operación de válvulas deben ser de fierro fundido marco y tapa de 50 x 50 cm y peso de 75 kg con mecanismo de apertura-cierre.

Cuando así lo señale el proyecto o se modifique el diseño durante la supervisión, o bien sea por razón de la poca resistencia del terreno u otra causa, la cimentación de la caja de válvulas, quedará formada por una losa de concreto simple o armado, de las dimensiones y las características indicadas en proyecto autorizado, sobre la cual apoyarán los cuatro muros perimetrales de la caja, debiendo existir una correcta liga entre la losa y los citados muros como se muestra en la figura 5.38 y de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Los perfiles estructurales de 150 mm (6") de peralte empleados para la construcción del contramarco, serán del tipo liviano.
- El dado de operación de la válvula deberá quedar centrada con la tapa de la caja.
- A los contramarcos se les soldará una varilla perimetralmente con el objeto de poder amarrar más sólidamente al contramarco con la losa del techo.
- La losa del techo, llevará un emparrillado de 3/8" @ 10 cm en ambas direcciones, el fierro inferior ira en la dirección corta.
- La losa del piso será de 10 cm de espesor con un refuerzo de varilla de 3/8" @ 30 cm en ambas direcciones.
- Se deberá instalar en el fondo de la caja un tubo de 75 mm (3") para desaguar la caja en caso necesario para que siempre que este descargue se manden las aguas a un pozo de alcantarillado, debiendo instalar una válvula check para evitar el retorno de aguas negras hacia la caja de operación de válvulas, en caso que en la caja exista una válvula de desfogue el diámetro de la tubería de desfogue y la válvula check estarán en función de la válvula de desfogue.
- El piso se construirá siempre que se desplante sobre tierra u otro material semejante. Si el terreno es tepetate ordinario, roca alterada o roca firme fisurada, se construirá la losa sin la plantilla, y si es roca firme sana, se eliminará la losa del piso desplantándose de los muros directamente sobre el terreno.

LOSA Y CONTRAMARCO



TAPA

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

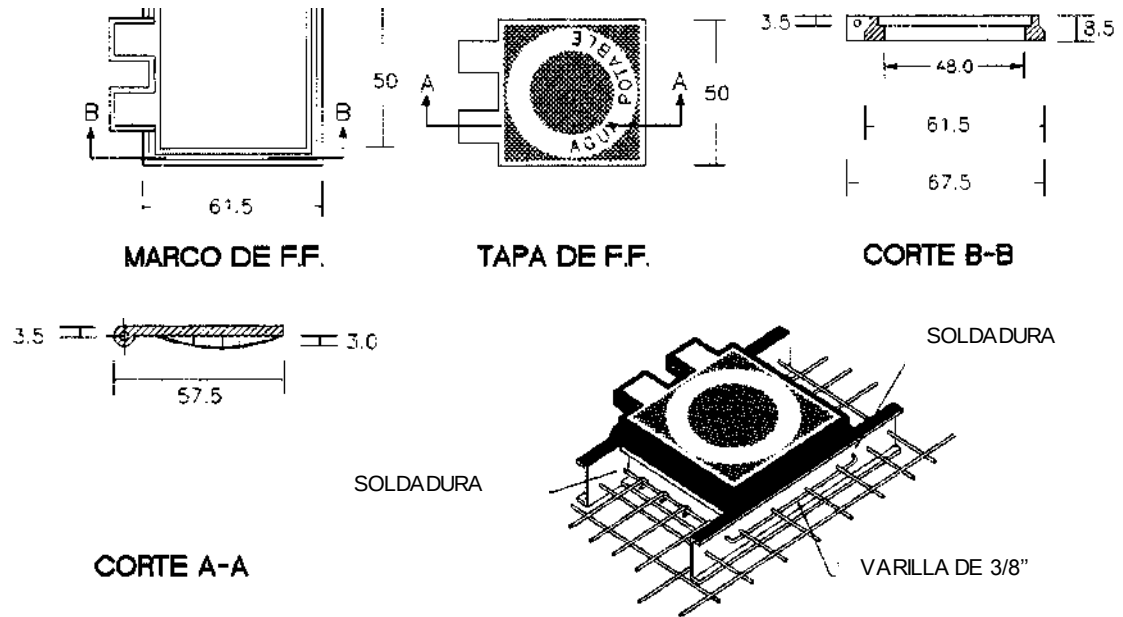


Figura 5.38. Losa, contramarco y tapa de caja de operación de válvulas.

En la línea de conducción existente, no se tenía ninguna caja de operación de válvulas; antes de la caja de válvulas, se realizó una transición de la tubería de acero a tubería de PVC, utilizando una campana de 6" y uniéndola a una brida de 6" de acero, con un empaque de neopreno y tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de $\frac{3}{4}$ " x $3\frac{1}{4}$ ". Como se muestra en la figura 5.39.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

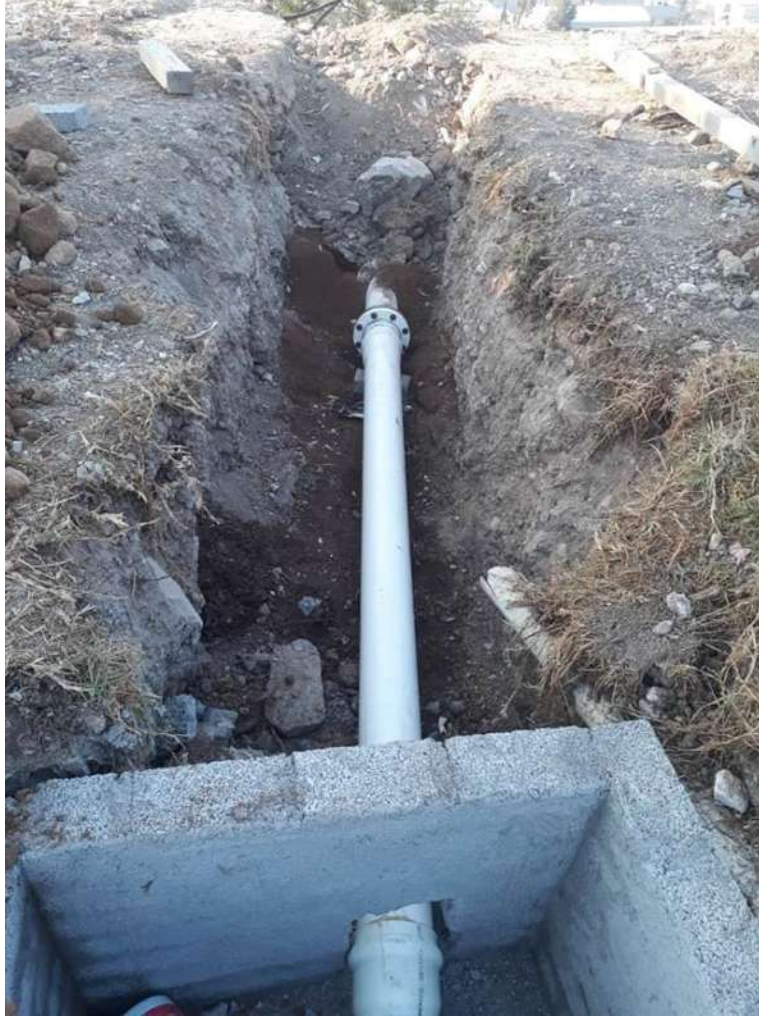


Figura 5.39. Transición de tubería de acero a tubería de PVC.

En el proyecto se indica la construcción de la caja de operación de válvulas tipo I y tipo II, en el tramo de la colonia Santa Fe, se construyó una de tipo I con las siguientes características: tabique rojo recocido de 14 cm de espesor(especificado en catálogo de conceptos), pero en la obra se utilizó tabicón, como se muestra en la figura 5.40, con plantilla de 5 cm, piso de 10 cm de espesor con concreto $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ armado con varilla del no. 3 (3/8") @ 30 cm, cerramiento de 15 x 15 cm de espesor con concreto de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ armado con varilla del no 3 (3/8") @ 10 cm, aplanado terminado pulido, 1 contramarco de acero canal de 4" x 90 cm sencillo y 1 marco con tapa estándar 50 x 50 cm, de fierro fundido, las dimensiones de la caja son de 1.00 x 1.00 m y 1.10 m de altura (dimensiones a paño exterior). Como se muestra en la figura 5.41.



Figura 5.40. Caja de operación de válvulas.



Figura 5.41. Contramarco y tapa de caja de operación de válvulas.

En la cual se colocará una extremidad espiga de 6'', una extremidad espiga de 6'', un carrete bridado de 6'' x 50 cm de diámetro, dos niples de Fo.Fo de 1'' x 4 una válvula de esfera de bronce de 1'' de diámetro, una válvula de admisión y

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

expulsión de aire combinada de Fo.Fo con flotador de polipropileno expandido de 1" (25 mm) de diámetro, como se muestra en la figura 5.42 y 5.43.



Figura 5.42. Válvula de admisión y expulsión de aire combinada



Figura 5.43. Válvula de admisión y expulsión de aire combinada.

A la llegada de la zona donde se encuentra los tanques superficiales, se utilizaron tres codos de $11^{\circ} 15'$, para darle el ángulo correcto a la tubería, tal como se muestra en la figura 5.44.



Figura 5.44. Codos de 11° 15'

5.5 RUPTURA Y REPOSICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA

Se realizó lo siguiente: trazo y corte de pavimento asfáltico con máquina, ruptura y reposición de pavimento hidráulico de 8 cm de espesor en banquetta como se muestra en la figura 5.45 y 5.46, ruptura de pavimento asfáltico de 10 cm de espesor como se muestra en la figura 5.47, excavación de zanja de 0.70 x 1.20 m, plantilla con material de banco (arena) como se muestra en la figura 5.48, relleno en zanja de 30 cm de espesor compactado a 90% Proctor con material de banco (tepalcates) como se muestra en la figura 5.49 construcción de base hidráulica con material pétreo - cementante en capas de 20 cm, compactado a 95% Proctor como se muestra en la figura 5.50 y reposición de carpeta asfáltica en caliente de 10 cm de espesor elaborada con AC-20 y material pétreo de $\frac{3}{4}$ " a finos, riego de impregnación con emulsión asfáltica de rompimiento rápido en proporción de 1.50 lts/m². Como se muestra en la figura 5.51.



Figura 5.45. Ruptura de banqueta.



Figura 5.46. Reposición de banquetta.



Figura 5.47. Ruptura de carpeta asfáltica.



Figura 5.48. Plantilla con material de banco (arena).

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**



Figura 5.49. Relleno con material de banco (tepetate).

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

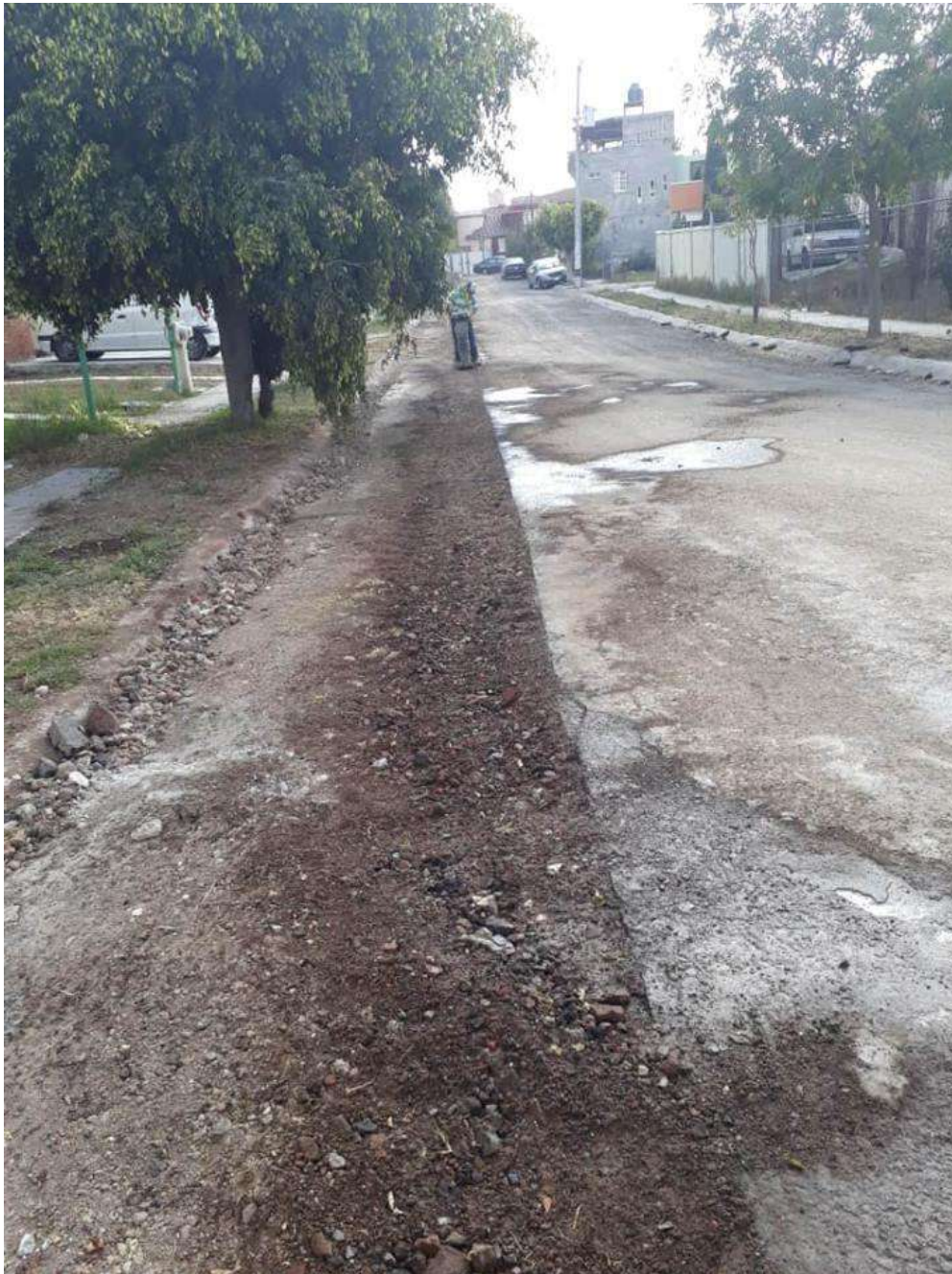


Figura 5.50. Base hidráulica

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.51. Reposición de carpeta asfáltica.

5.6 CONEXIÓN A TANQUES ELEVADOS

Antes de iniciar los trabajos en el área de los tanques, la tubería estaba conectada directamente a una válvula check (de no retorno) como se muestra en la figura 5.52.



Figura 5.52. Conexión de tubería de 4" antes de sustituirla.

Dentro del área donde se encuentran los tanques elevados, la excavación se hizo a mano, como se muestra en la figura 5.53, dentro de esta cabe mencionar que hay dos tanques elevados, pero uno de ellos no está en funcionamiento, para la conexión se colocaron dos extremidades campana de PVC de 6" una de ellas

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

conecta con un codo de 22° 30' para conectar con la tubería que va a la colonia 3 de agosto, una Tee bridada de fo.fo. de 6", una reducción de 6" x 4" como se muestra en la figura 5.54, una válvula de control off/on, incluye solenoide tipo lach y controlador de tiempo (timer) IP67, con alimentación a base de baterías 9 VDC y bobina G75 2WNC, bridada 150, cuerpo en "Y" actuador de cámara sencilla con recubrimiento epóxico de 4" como se muestra en la figura 5.55, carrito bridado de 4" x 25 cm de diámetro, empaques de neopreno de 4" y 6" y tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de $\frac{3}{4}$ " x $3\frac{1}{4}$ " y $\frac{5}{8}$ " x $2\frac{1}{2}$ ", como se muestra en la figura 5.56.



Figura 5.53 Excavación en área de tanques a mano.



Figura 5.54. Tee bridada y reducción de 6" x 4".

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.55 Válvula de control off/on.



Figura 5.56 Carrete de Fo.Fo de 4\"/>

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

Se construyó una caja de operación de válvulas tipo II, donde el catálogo de conceptos señala que es de tabique rojo común a 14 cm de espesor, juntado con mezcla mortero-arena en proporción 1:3, con plantilla de 10 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ armado con varilla del no. 3 (3/8") @ 30 cm, cerramiento de 15 x 15 cm de espesor, losa de techo de 15 cm de espesor con concreto de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ armado con varilla del no. 3 (3/8") @ 10 cm: aplanado terminado pulido, 1 contramarco de acero canal de 4" x 110 cm sencillo y un marco con tapa STANDARD 50 x 50 cm de fierro fundido con medidas de 1.30 x 1.20 x 1.35 de altura (dimensiones a paño exterior), como se muestra en la figura 5.57.



Figura 5.57 Caja de operación de válvulas tipo II

En esta caja se colocó la válvula de control tipo on/off, tal como se muestra en la figura 5.58, la cual se conectó con dos extremidades campana bridadas con 8 tornillos de $\frac{3}{4}$ " x $3 \frac{1}{4}$ " y un empaque de neopreno de 6 cada una.



Figura 5.58 Válvula de control tipo on /off de 6”.

5.7 AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA CON VÁLVULA DE CONTROL TIPO ON/OFF.

Una válvula de control es un elemento conformado por un sensor (detecta el medio que se está controlando), el controlador (dispositivo ya sea preajustado o programado para reaccionar al sensor), y el dispositivo final controlado como un interruptor o una válvula de control (recibe señales de entrada desde el controlador que afectan al cambio en el medio controlado).

El control de encendido/apagado es el tipo básico de control en un bucle de control. Con el control apagado/encendido, el sensor detecta el medio controlado y envía la señal de vuelta al controlador, el cual procesa la señal.

este tipo de válvulas regula la presión y el caudal a través de un conducto por medio de una señal eléctrica, que puede ser de corriente o voltaje. Su principal aplicación es el control de posición y de fuerza, ya que los movimientos son proporcionales y de precisión, lo que permite un manejo más exacto del paso de fluidos.

estas válvulas son aparatos mecánicos o electromecánicos, cuya función es la apertura y cierre (ON-OFF) y regulación de flujo, pudiendo ser este, líquido, vapor o líquidos con sólidos en suspensión. El buen funcionamiento de un sistema de cañerías depende en gran parte de la elección adecuada y de la ubicación de las válvulas que controlan y regulan la circulación de los fluidos en la instalación.

Válvulas Aguja

Suelen usarse para instrumentos, calibres, etc., ya que se logran estrangulamientos muy precisos, usándose también en aplicaciones con grandes presiones y/o grandes temperaturas. En estas válvulas el vástago suele acabar en forma de aguja ajustándose de forma precisa al asiento, asegurando el cierre con el mínimo esfuerzo, como se muestra en la figura 5.59.

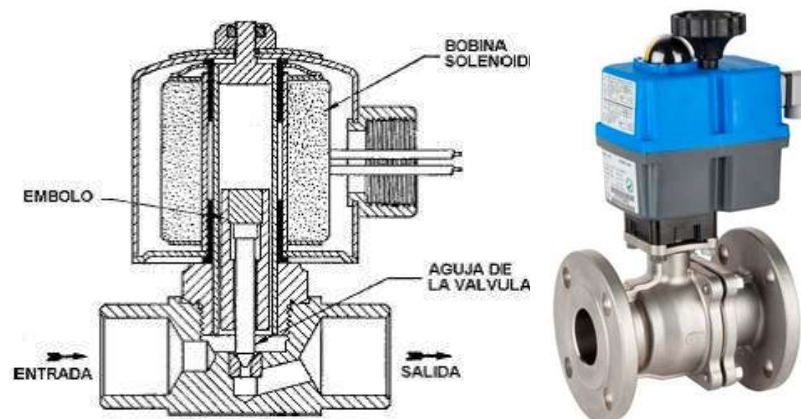


Figura 5.59. Válvula de aguja.

Válvula proporcional.

Este tipo de válvulas regula la presión y el caudal a través de un conducto por medio de una señal eléctrica, que puede ser de corriente o voltaje. Su principal aplicación es el control de posición y de fuerza, ya que los movimientos son

proporcionales y de precisión, lo que permite un manejo más exacto del paso de los fluidos.

-Válvula de regulación de caudal

Características

- Son reguladoras de caudal con compensación bórica con mando eléctrico proporcional, con montaje en conformidad con la norma ISO 6263-03 y ISO 4401-05 (CETOPRP121H), de dos o tres vías, dependiendo del uso.
- Se utiliza normalmente para la regulación del caudal en ramales de circuitos hidráulicos para el control de la velocidad de actuadores hidráulicos.
- El caudal se puede regular de modo continuo proporcionalmente a la corriente suministrada al solenoide.
- La válvula puede ser controlada directamente por un alimentador controlado en corriente o bien por una tarjeta electrónica, que permite aprovechar al máximo el rendimiento de la
- Se encuentran disponibles en dos tamaños, por un total de cinco campos de regulación caudal hasta 80 l/min. Figura 5.60.



Figura 5.60. Válvula de regulación de caudal

-Válvula direccional hidráulica

Pueden controlar la tanto la dirección como el caudal en respuesta a una señal electrónica.

Descripción

- Es una válvula distribuidora de acción directa de mando eléctrico proporcional con superficie de conexión según ISO 4401 (CETOP RP 121H).
- Se emplea normalmente para controlar la posición y la velocidad de los actuadores hidráulicos.
- La apertura de la válvula y por eso el caudal, viene modulada en modo proporcional a la corriente suministrada al solenoide.
- Puede ser mandada directamente por un alimentador controlado en corriente o bien por medio de las relativas unidades electrónicas de mando que permiten explotar completamente las prestaciones de las válvulas.
- La válvula se encuentra disponible también en la versión especial con salida de drenaje externo Y. Figura 5.61.



Figura 5.61 Válvula de dirección hidráulica

-Válvula proporcional estranguladora

También se conoce por el nombre de regulador de velocidad o regulador unidireccional. Estrangula el caudal en un solo sentido. Se emplean cuando es necesario regular el caudal más o menos constante en una sola dirección, debiendo mantener libre el paso en la dirección contraria. Figura 5.62.

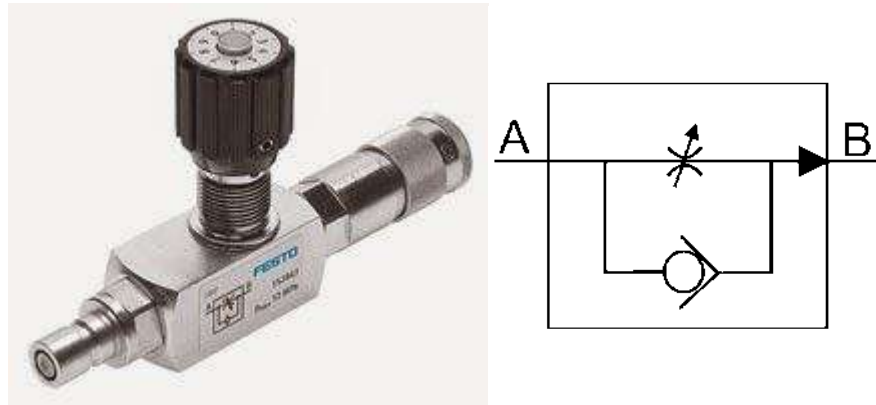


Figura 5.62 Válvula proporcional estranguladora.

Electroválvulas

Son válvulas electromecánicas controladas por corriente o voltaje, diseñadas para controlar el paso de un fluido por un conducto, utilizando el campo magnético generado por un solenoide para el accionamiento de un material magnético que permite el paso o no del fluido,

Se opera mediante la presión de la red a través de un solenoide de tres vías (electroválvula 3/2) tipo "latch" incorporado al que se le envía una señal eléctrica que puede provenir de un programador, un interruptor, un PLC que funciona con baterías. Este modelo incorpora una válvula de tres vías para operar manualmente. Según el tipo de solenoide la válvula actúa como "NC", normalmente cerrada, que con corriente abre; o como "NO" normalmente abierta, que con corriente cierra. Figura 5.63 (Ramos Rojas, 2015).



Figura 5.63. Electroválvula

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

La necesidad del controlador tiempo (timer) es para el control de presión, protección de bombas y control de caudal.

Se colocaron, dos válvulas de control off/on de 4" y 6" de acuerdo al proyecto, se instalaron los programadores de tiempo (TIMER) dentro de la caja de operación de válvulas, lo más alto posible, con las mangueras hacia abajo (figura 5.64), y se procedió a programarlas debido a que las válvulas se compraron a un proveedor se le indico que de 7:00 am a 1:00 pm, estaría en funcionamiento la válvula de 4", alimentando al tanque elevado de la colonia Santa Fe, y de 1:00 pm a 6:00 pm, se cerraría la válvula de 4", y se abriría la de 6" para permitir el paso al tanque superficial de la colonia 3 de agosto.



Figura 5.64. Programador de tiempo (TIMER).

5.8 LÍNEA DE CONDUCCIÓN A LA COLONIA 3 DE AGOSTO

Una tubería se define como el conjunto formado por el tubo y su sistema de unión. En la actualidad, las tuberías más utilizadas son las fabricadas de plástico (polietileno y PVC) y acero; siendo las dos primeras las más utilizadas en la actualidad. En la selección de los diámetros a utilizar independientemente del RD (relación del diámetro con el espesor) se deberá considerar que el diámetro a respetar será el interno ya que los espesores de las tuberías plásticas PVC o P.E.A.D. tienden a reducir las áreas de conducción y en diámetros mayores a 6" se puede incurrir en errores de gastos de conducción.

Las ventajas de esas tuberías son: su gran flexibilidad, que permite su presentación en rollos; su ligereza, ya que pesa ocho veces menos que el acero y tres veces menos que el fibrocemento; y la ausencia de corrosión.

Debido a las múltiples confusiones causadas por la diferencia entre la longitud útil o efectiva de tubería y la longitud total es necesario que se analicen con cuidado los diferentes tipos de tuberías plásticas y se entiendan perfectamente las diferencias, así como los cuidados que deben tener para seleccionarlás.

Las tuberías de PVC con extremos campana-espiga con empaque de hule tanto de agua potable como de alcantarillado sanitario son comercializadas bajo especificaciones mexicanas o estadounidenses. Figura 5.65.

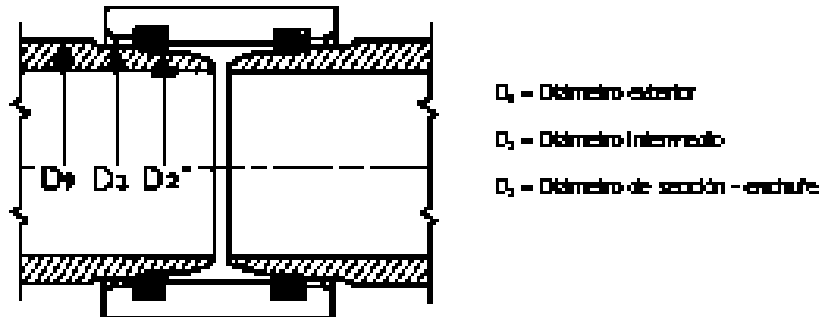


Fuente: M.A.P.A.S. 2015

Figura 5.65. Tubería de PVC.

Instalación de la tubería de PVC.

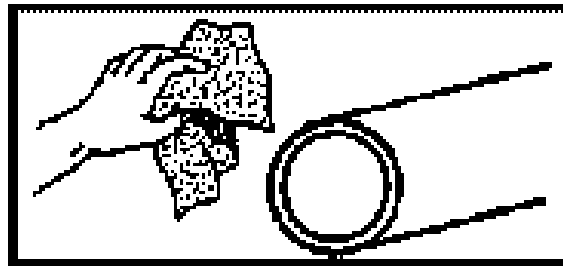
El tipo de junta facilita la instalación de tubería en cualquier diámetro. Lo importante como en toda actividad de construcción es seguir los pasos adecuados, que de no hacerlos no se tendrá un funcionamiento satisfactorio de la instalación. Figura 5.66.



Fuente: M.A.P.A.S. 2015

Figura 5.66. Diámetros de la tubería.

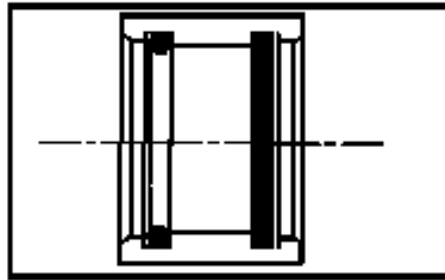
Se limpia perfectamente con un trapo o estopa, las espigas del tubo, ranuras interiores del cople, y anillos de hule próximos a instalarse. Figura 5.67.



Fuente: M.A.P.A.S. 2015

Figura 5.67. Limpieza de la tubería.

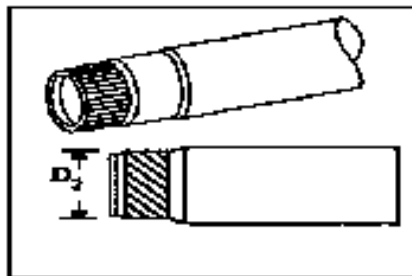
Se Insertan los anillos empujándolos hasta la parte interior de la ranura del cople dando una ligera aplicación de lubricante. Figura 5.68.



Fuente: M.A.P.A.S. 2015

Figura 5.68. Inserción de anillos.

Se aplica una capa uniforme de lubricante de espesor mínimo, en el primer extremo maquinado de la espiga del tubo (D_2) evitando plastas y partes sin lubricar, se recomienda que se lubrique con agua jabonosa, o agua con glicerina, evitando el uso de grasa o aceites minerales que deterioren el anillo de hule. Figura 5.69.



Fuente: M.A.P.A.S. 2015

Figura 5.69. Lubricación de la tubería.

Acampanado. Este trabajo puede hacerse en el exterior de la zanja o dentro de ella. Dependiendo del diámetro, el acoplamiento se puede hacer manual o por medios mecánicos.

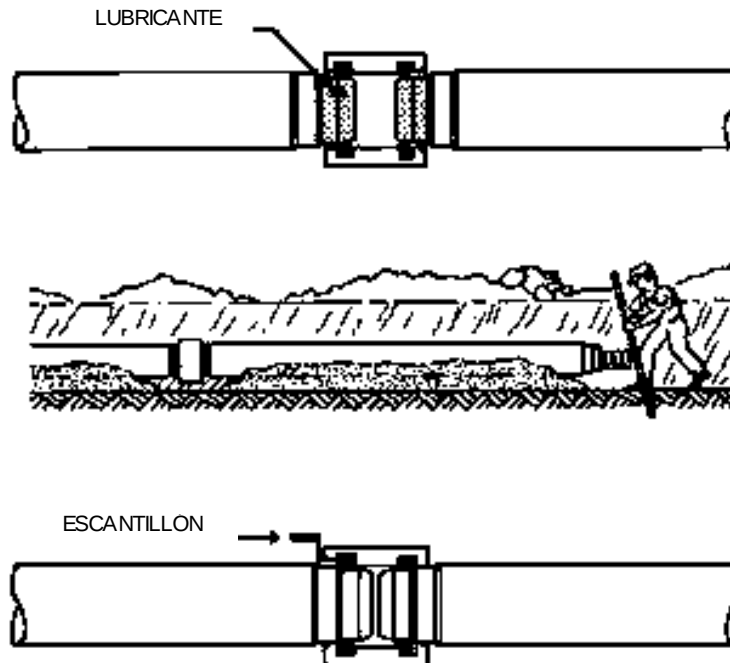
- Acampanado previo. Colóquese el cople en el extremo lubricado y empújese con una barra teniendo cuidado de intercalar un bloque de madera para no dañarla.
- Acampanado en la zanja. Figura 5.70.



Fuente: M.A.P.A.S. 2015

Figura 5.70. Acampanado de tubería en zanja.

Las tuberías de 75, 100 y 150 mm de diámetro se pueden instalar fácilmente introduciendo al mismo tiempo las dos espigas. Para ello se coloca el cople entre los tubos y se empuja el tramo final por medio de la barreta y a través de un bloque de madera como se muestra a continuación en la figura 5.71. En tuberías mayores de 200 mm es más recomendable utilizar equipo mecánico tal como: gatos de escalera, tirfor, etc. En diámetros mayores o iguales a 500 mm se puede realizar la instalación con ayuda de la retroexcavadora.



Fuente: M.A.P.A.S. 2015

Figura 5.71. Acampanado de tubería en zanja.

Una vez que se terminó la línea de conducción de la colonia santa fe en el área de los tanques elevados se prosiguió a salir con un codo de 45° 20' (figura 5.72). Y antes de comenzar con la excavación se realizó el trazo y la nivelación de la línea de conducción (figura 5.73). Se hizo la excavación de zanja de 70 cm x 1.20 m de profundidad por medios mecánicos (figura 5.74).

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.72. Codo de 45°30'



Figura 5.73. Trazo y nivelación.



Figura 5.74 Excavación de zanja.

Se colocó la plantilla con material de banco (arena) con un espesor de 10 cm. (figura 5.75), la plantilla de arena se utiliza como una cama para que el tubo no esté en contacto con el suelo y se eviten rupturas.



Figura 5.75 Plantilla con material de banco (arena).

Se colocó la tubería de RD 26 DE 6" de diámetro, con una longitud de 923 metros (figura 5.76). Se rellenó con material de banco (tepetate), la zanja con una capa de 30 cm, compactado al 90 % Proctor (figura 5.77). Una vez compactado el tepetate se prosiguió con el relleno a volteo, apisonado con material seleccionado producto de la excavación (figura 5.78).

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.76. Colocación de tubería RD 26 de 6”.



Figura 5.77. Relleno con material de banco (tepetate).



Figura 5.78. Relleno con material producto de la excavación.

5.9 CAJAS DE VÁLVULAS

Se construyeron tres cajas de operación de válvulas tipo I, con las siguientes características: tabique rojo común a 14 cm de espesor, juntado con mezcla mortero-arena en proporción 1:3, incluye plantilla de 5 cm de espesor, piso de 10 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ armado con varilla del no 3 (3/8") @ 30 cm, cerramiento de 15 x 15 cm, LOSA-TECHO de 15 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ armado con varilla del no 3 (3/8") @ 10 cm, aplanado terminado pulido, 1 contramarco de acero canal de 4" x 110 cm sencillo y 1 marco con tapa estándar 50 x 50 cm de fierro fundido con dimensiones de caja de 1.00 x 1.00 y 1.10 de altura (dimensiones a paño exterior) (figura 5.79); asimismo, a cada una se le colocó una válvula de admisión y expulsión de aire de Fo.Fo con flotador de polipropileno expandido de 1", con un carrete de Fo.Fo de 6", 2 niples de Fo.Fo de 1" x 4", y una válvula de esfera de bronce de 1", con una extremidad campana y una extremidad espiga, empaques de neopreno de 6" y 8 tornillos en cada brida de 3/4" x 3 1/4" como se muestra en la figura 5.80.



Figura 5.79. Caja de operación de válvulas tipo I

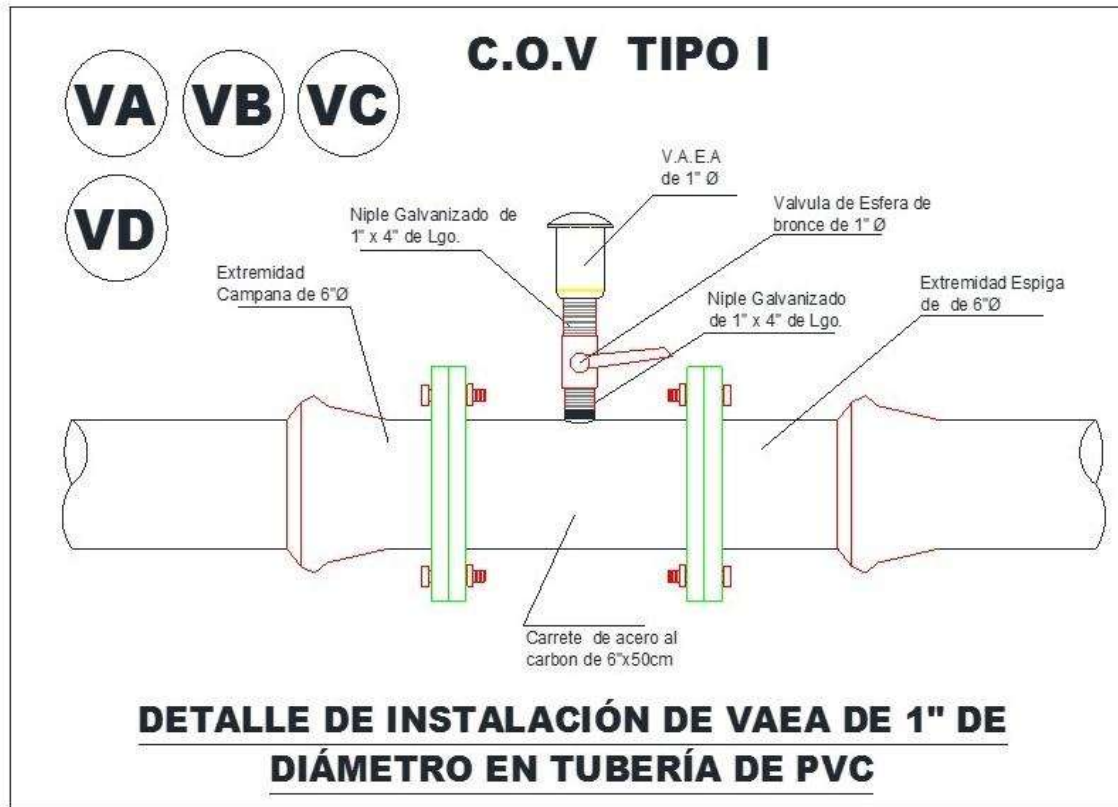


Figura 5.80. Instalación de válvulas de admisión y expulsión de aire.

Se construyó una caja de operación de válvulas tipo II, de tabique rojo común a 14 cm de espesor, junteado con mezcla mortero- arena en proporción 1:3, incluye plantilla de 5 cm de espesor, piso de 10 cm de espesor con concreto $f'c=200$ kg/cm² armado con varilla del no. 3 (3/8") @ 30 cm, cerramiento de 15 x 15 cm, LOSA-TECHO de 15 cm de espesor con concreto $f'c= 200$ kg/cm², armado con varilla del no. 3 (3/8") @ 10 cm, aplanado terminado con pulido, 1 contramarco de acero canal de 4" x 110 cm sencillo y 1 marco con tapa estándar 50 x 50 cm de fierro fundido con dimensiones de la caja de 1.30 x 1.20 y 1.35 de altura (dimensiones a paño exterior), así como también se colocó una válvula de seccionamiento tipo compuerta de Fo.Fo. con vástago fijo y asientos de bronce, bridada ANSI, para 200 psi, con recubrimiento interior y exterior con pintura tipo electrostática epóxica, instalada solo con una extremidad campana y un codo de 45° bridado con empaques de neopreno de 6" y tornillos de 3/4 x 3 1/4". Figura 5.81 y 5.82.



Figura 5.81. Caja de operación de válvulas tipo II.



Figura 5.82. Caja de operación de válvulas tipo II.

5.10 ATRAQUES DE CONCRETO

Para lograr cambios de dirección (deflexiones) y de diámetro, derivaciones, intersección con otros conductos, etc., se utilizan piezas especiales. Para evitar desplazamiento por efecto del empuje producido durante la prueba de presión hidrostática y en la operación normal de conducciones y de redes de distribución, se colocarán atraques de concreto definitivos en las siguientes piezas de los cruceros: en codos, tees, reducciones y en las tapas ciegas. Figura 5.83.

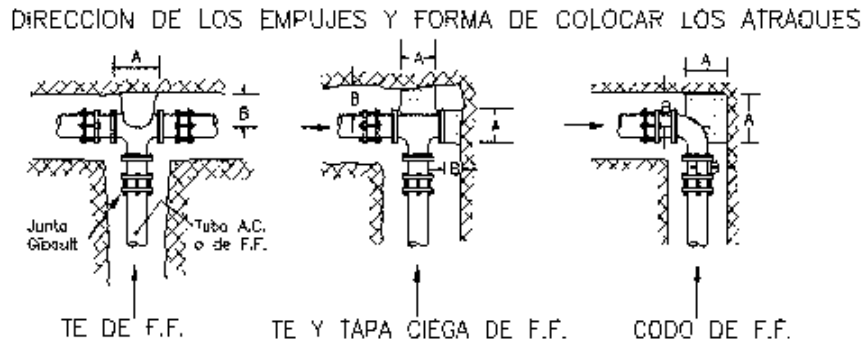


Figura 5.83. Atraques de concreto en piezas especiales.

En el caso específico de las líneas de 4" y hasta 8", se pudo tomar en la consideración las dimensiones de la tabla 5.2, siendo esta enunciativa, más no limitativa. Esto considerando una presión de cuando menos 5 kg/cm, cuando la presión sea mayor y los diámetros sean mayores a 8" de diámetro, se deberá revisar mediante cálculo, considerando la mecánica de suelos, y tomando en cuenta el tipo de atraque.

Debido a que, en las líneas de conducción de agua potable, la presión interna genera esfuerzos axiales en los cambios de dirección, como codos y tees, se requiere construir apoyos en la tubería llamados atraques, que tienen la finalidad de evitar que la línea se mueva y se afecte su acoplamiento como consecuencia del empuje producido por la presión. La inclinación del empuje es igual al producto de la presión de agua por el área de la sección de la tubería, y puede alcanzar en algunos casos varias toneladas.

Los atraques constituyen medios de anclaje entre la tubería, accesorios y pared de la zanja se construyen de concreto ($f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$) elaborando con una mezcla integrada por una parte de cemento, seis y media de arena limpia, siete de grava de $\frac{3}{4}"\phi$ (20 mm) y dos un cuarto de agua para 8 a 10 cm de revenimiento. Los atraques se construyen de forma tal que la superficie de apoyo esté en línea directa con la fuerza generada en el tubo o accesorios de la línea hidráulica.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

En terrenos inclinados con riesgo de derrumbe donde los escurrimientos puedan socavar el lecho de la tubería, debe asegurarse con atraques. En caso de inclinación mayor o igual a 45°, debe atracarse cada acoplamiento.

Tabla 5.2 Dimensiones de atraques de concreto.

DIAM. NOMINAL DE LA PIEZA ESP.		ALTURA	LADO "A"	LADO "B"	VOL. POR ATRAQUE
MILIMETROS	PULGADAS	EN cm.	EN cm.	EN cm.	EN m ³
≤ 76	≤ 3"	30	30	30	0.027
102	4"	35	30	30	0.032
152	6"	40	30	30	0.036
203	8"	45	35	35	0.055
254	10"	50	40	35	0.070
305	12"	55	45	35	0.087
356	14"	60	50	35	0.105
406	16"	65	55	40	0.143
457	18"	70	60	40	0.168
508	20"	75	65	45	0.219
610	24"	85	75	50	0.319
762	30"	100	90	55	0.495
914	36"	115	105	60	0.725
1067	42"	130	120	65	1.014
1219	48"	145	130	70	1.320

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

Los atraques de concreto se hicieron de concreto simple de 0.40 x 0.30 x 0.30 m de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$, en cada uno de los codos que se colocaron en la línea de conducción de PVC solamente, siendo la cantidad de cinco codos de 90° y dos codos de 45°. Figura 5.84.



Figura 5.84. Atraques de concreto

5.11 BYPASS EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Los bypass no estaban contemplados en la línea de conducción, pero al momento de realizar la excavación a la profundidad de 1.20 m, se observó que los drenajes estaban a una profundidad menor de la tubería de agua potable, y por normas, estrictamente la tubería de drenaje va debajo de la tubería de agua, por lo tanto, para solucionar el problema, se optó por colocar los bypass, que se fabricaron de acero al carbón, los que estaban a 30 cm del terreno natural y que al paso de los vehículos este podría fracturarse; y de PVC, se colocaron donde casi no había paso de vehículos y estaba a una profundidad mayor de 30 cm.

El bypass de acero, estaba conformado por dos bridas de acero, codos a 45° y con tubería de 6" de diámetro, con soldadura de cordón continuo, el bypass de PVC está conformado por dos extremidades campana de 45 °, 2 codos de 45° y con tubería de 6" de diámetro. Figuras 5.85 y 5.86.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



figura 5.85. BYPASS de acero.



Figura 5.86. BYPASS DE PVC

5.12 SEÑALAMIENTOS

Son los dispositivos de señalización de obra son utilizados para la regulación del tráfico en zonas de construcción, rehabilitación, mantenimiento y ejecución de obras viales. La señalización de obra debe colocarse conforme al diseño y alineación de la vía, e instalarse de tal forma que el conductor tenga suficiente tiempo para captar el mensaje, reaccionar y acatarlo. Siempre se deben instalar al lado derecho de la vía.

El señalamiento vial preventivo de acuerdo a la normatividad NOM-086-SCT2-2015, señalamientos y dispositivos para la protección en zonas de obras viales (apartado 7.9) que cita las **especificaciones y características de los cercos:** Que son dispositivos a base de cintas o mallas, predominantemente del mismo color que los conos a que se refiere el Inciso 7.5.3. de esta Norma, que se colocan para delimitar las zonas de trabajo y encauzar al tránsito. Están hechos de material flexible y resistente a la intemperie, de tal manera que no se deterioren ni causen daño a los vehículos o peatones.

Para la protección de área de trabajo, a base de cinta plástica con leyenda "PELIGRO-NO PASE" en color amarillo o naranja, de 10 cm de ancho, y cono de plástico de 71 cm de alto, con 1 franja reflejante y se menciona en el catálogo de conceptos señalamiento vertical metálica, pero se acordó que se remplazarían por barreras de protección de color naranja. Figuras 5.87 y 5.88.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.87. Señalamiento con cinta plástica.



Figura 5.88. Señalamiento con conos y barreras de protección.

5.13 POZO DE DESFOGUE

Se utilizan generalmente en los puntos más bajos del perfil topográfico con el fin de desaguar la línea en caso de rotura durante operación; también se pueden usar para el lavado de la línea durante la construcción. El crucero se forma con una Tee con brida, válvula de compuerta de vástago fijo, válvula Check, codo con un ángulo variable de fierro fundido y un tramo de tubería de acero con un extremo bridado y otro liso, con una longitud variable, con su protección anticorrosiva.

En la figura 5.89 se observa el pozo de desfogue en proyecto a detalle antes de la construcción.

DETALLE DE DESFOGUE

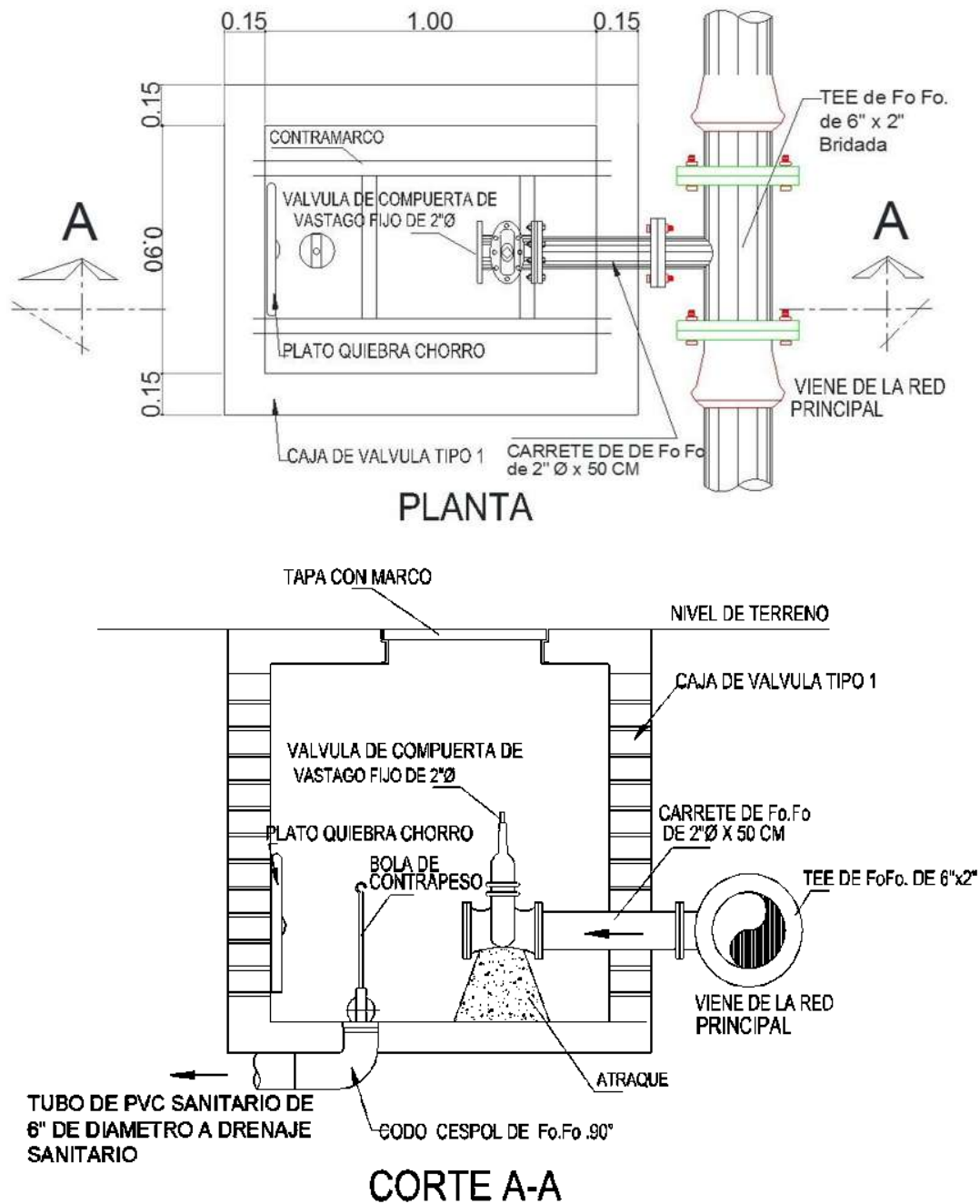


Figura 5.89. Detalle de desfogue.

De la línea de principal se conectó el desfogue, se hizo limpieza, trazo y nivelación a eje de zanja (figura 5.90), se realizó excavación para zanja en material común a mano de 0.70 x 1.20 m de altura con limpieza de plantilla y afine de taludes (figura 5.91), se colocó una plantilla con material de banco (arena) de 10 cm de espesor (figura 5.92), se rellenó en capas de 30 cm compactado al 90% PROCTOR con material de banco (tepetate) utilizando medios mecánicos en este caso se utilizó una bailarina (figura 5.93), y se prosiguió a rellenar con material de banco producto de la excavación previamente seleccionado (figura 5.94).

Se colocó una tee de 6" x 2" de diámetro, enseguida se colocó un carrete de acero al carbón de 2" x 50 cm de diámetro (figura 5.95) en el cual se instaló tubería sanitaria de PVC de 2" de diámetro serie 25 la cual se ensambló con una extremidad espiga de 2" (figura 5.96), enseguida una válvula de vástago fijo con asientos de bronce, bridada tipo ANSI para 200 PSI DE 2" la cual queda dentro del registro de desfogue, utilizando para su ensamble empaques de neopreno de 2" y tornillos de 5/8" x 2 1/2" (figura 5.97),

Se hizo una interconexión con tubería de 4" sanitaria de serie 25 al pozo de visita existente (figura 5.98 y 5.99), el registro de desfogue se hizo como una caja de operación de válvulas tipo I con las mismas especificaciones con tabique rojo común (que se cambió por tabicón) junteado con mezcla mortero-arena en proporción 1:3, con plantilla de 5 cm de espesor, piso de 10 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ armado con varilla de no. 3 @ 30 cm, cerramiento de 15 x 15 cm de espesor con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ armado con varilla del no. 3 @ 10 cm, aplanado terminado pulido, un contramarco de acero de canal de 4" x 90 cm sencillo y un marco con tapa STANDARD 50 x 50 cm de fierro fundido de dimensiones de 1 x 1 y 1.10 m de altura (dimensiones a paño exterior), figura 5.100, en el cual se colocó un codo CESPOL, una bola de contra peso y un plato quiebra chorro de 6" de diámetro (figura 5.101).

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.90. Limpieza, trazo y nivelación.



Figura 5.91. Excavación para pozo de desfogue.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.92. Plantilla con material de banco (arena).



Figura 5.93. Relleno con materia de banco (tepetate) al 90% PROCTOR.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.94. Relleno con material producto de la excavación.



Figura 5.95. TEE de 6" x 2" de diámetro y carrete de 2" de diámetro.



Figura 5.96. Tubería de 2" de diámetro.



Figura 5.97. Válvula de vástago fijo de 2" de diámetro



Figura 5.98. Interconexión a pozo de desfogue.



Figura 5.99. Interconexión a pozo de desfogue.



Figura 5.100. Registro de pozo de desfogue a pozo de desfogue.



Figura 5.101. Bola CESPOL, plato quiebra chorro y bola contra peso.

5.14 CONEXIÓN A TANQUE SUPERFICIAL

Se hizo la conexión de la tubería de 6" de diámetro al tanque superficial que es la parte final del proyecto, este tanque se encuentra en la colonia 3 de agosto, para ello la tubería existente de acero se cortó y biselo, para colocar una Tee bridada de 6" x 6" de la cual se puso un codo de 45° para conectar con la tubería utilizando empaques de neopreno de 6" de diámetro y tornillos de $\frac{3}{4}$ " x 3 $\frac{1}{4}$ " como se muestra en la figura 5.102.



Figura 5.102. Interconexión al pozo superficial.

5.15 CARGA Y ACARREO A 1 KM Y A KM SUBSECUENTES

De acuerdo a la Ley para la prevención y manejo integral de residuos en el estado de Michoacán dando cumplimiento al art. 50

Las personas físicas o morales que generen residuos urbanos o de manejo especial, tienen responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida, incluso durante su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final, de conformidad con lo establecido en esta Ley y demás ordenamientos aplicables, en el entendido de que dicha responsabilidad será transferida de conformidad con lo siguiente:

I. Una vez que los residuos urbanos o de manejo especial han sido transferidos al servicio de limpia o a empresas registradas ante las autoridades competentes para dar servicios a terceros relacionados con su recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final, la responsabilidad de su manejo ambientalmente adecuado, se transferirá a éstos, según corresponda; y,

II. Cuando un generador transfiera sus residuos a una persona física o moral autorizada, debe asegurarse de que ésta no haga un manejo inadecuado de dichos residuos, soslayando las disposiciones legales aplicables, para evitar que con ello se ocasionen daños a la salud pública y al ambiente, a través de contratos y comprobaciones de que los residuos llegaron a un destino final autorizado; en caso contrario, podrá ser considerado como responsable solidario de los daños al ambiente y a la salud pública que pueda ocasionar dicha empresa por el manejo inadecuado de sus residuos, y a las sanciones que resulten aplicables de conformidad con éste y otros ordenamientos. Quedan exentos de esta disposición, los usuarios del servicio público de recolección municipal, así como los micro generadores de residuos.

y art. 62 Los sitios destinados al tratamiento y disposición final de residuos urbanos y de manejo especial, además de cumplir con los requisitos señalados en la presente Ley, deberán contar con la autorización de impacto ambiental en los términos establecidos en la Ley Ambiental Estatal, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables.

El material sobrante producto de despalme, cortes, excavaciones de material vegetal, limoso, tepetate, demoliciones, etc., se llevó cerca de la obra dado que las características que presentaba se podía utilizar para relleno, lo que ayudo a las calles cerca de estas colonias, el traslado a las calles se cobró a 1 km (figura 5.103) y la distribución del material se cobró como km subsecuentes ya que se requirió de equipo mecánico lo cual genera un costo elevado (figura 5.104).

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.103. Carga y acarreo a 1 KM.



Figura 5.104. Carga y acarreo a KM subsecuentes.

5.16 PRUEBA DE LA TUBERÍA

El objeto de la prueba, es el de comprobar que la instalación de la tubería se realizó en forma correcta, no debiendo presentarse fugas en los acoplamientos. En conducciones para una misma clase de tubería, se prueban tramos de 500 m, con un máximo de 1000 m y en las redes de distribución tramos de +/- de 100 m (entre cruceros) las líneas primarias con máximo de 500 m. Es conveniente respetar las siguientes recomendaciones previas a la prueba:

- Excavación de zanja y colocación de plantilla, según recomendaciones oficiales.
- Manejo apropiado de tubos, coples y anillos; acoplamientos adecuados, verificando siempre la correcta posición de los anillos.
- Alineamiento, nivelación y relleno inicial (centros) correctos, comprobando que la tubería quedó debidamente encamada, con los coples descubiertos para su revisión durante la prueba.
- Construcción adecuada de atraques (provisionales y definitivos).

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y EQUIPO

- La bomba de prueba se debe instalar en el punto más bajo del tramo por probar o en el extremo aguas abajo, debiendo estar debidamente atracado. En la extremidad se debe hacer la conexión de la bomba de prueba.
- Realizada la conexión se procede a llenar el tramo con agua lentamente a baja presión con 24 a 48 horas de anticipación a la prueba, con el objeto de que la tubería se hidrate lo mejor posible, purgándose el aire de la tubería.
- Teniendo la tubería llena y purgando el aire, se inicia la prueba levantando lentamente y uniformemente la presión, recorriendo varias veces el tramo para observar los coples, purgando el aire debidamente, antes de llegar a la presión de prueba.
- Alcanzada la presión de prueba (ver tabla 5.3) se debe sostener durante 1 ó 2 horas como máximo. Generalmente cuando no se respeta el tiempo de llenado previo, cuando menos 24 horas se hace necesario agregar agua para sostener la presión de prueba. Los volúmenes de agua no deben ser mayores a los para aceptar que la prueba es satisfactoria. No deberá existir ninguna fuga de agua en el tramo probado; si se detectara alguna, el contratista deberá hacer las reparaciones necesarias y repetir la prueba.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

Tabla 5.3. Presiones de trabajo y de prueba en la obra.

CLASE	PRESIÓN DE TRABAJO		PRUEBA DE PRESIÓN EN OBRA (1.0 A 2 HRS)	
	kg/cm ²	Lb/pulg ²	kg/cm ²	Lb/pulg ²
A - 5	5	71	7.5	107
A - 7	7	100	10.5	150
A - 10	10	142	15.0	214
A - 14	14	200	21.0	300
A - 20	20	284	30.0	4208

Fuente: M.A.P.A.S. 2015

La prueba hidrostática se realizó por tramos, en dos partes para probar las tuberías por separado, se realizaron a 7 kg/ cm² para la tubería de acero (figura 5.105) y 6 kg/cm² para la tubería de PVC (figura 5.106), esta presión fue la que se indicó en el proyecto, se utilizaron cisternas de 5000 y 2500 litros para tomar el agua de ahí con una bomba manual (figura 5.107) la cual se conectó a la tubería por medio de una abrazadera y un tapón apuntalado con cinceles y polines para evitar la salida del agua y se utilizó estrictamente por especificación un manómetro de glicerina.

A pesar de las complicaciones que se tuvieron en las pruebas, finalmente se logró mantener la presión por 24 horas, lo que permitió que se aprobaran y se liberara la presión (figura 5.108), esto permitió la entrega de la obra y proseguir con los documentos de oficina para dar por terminada la obra.

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.



Figura 5.105 Prueba de la tubería de acero.



Figura 5.106 Prueba de la tubería de PVC.

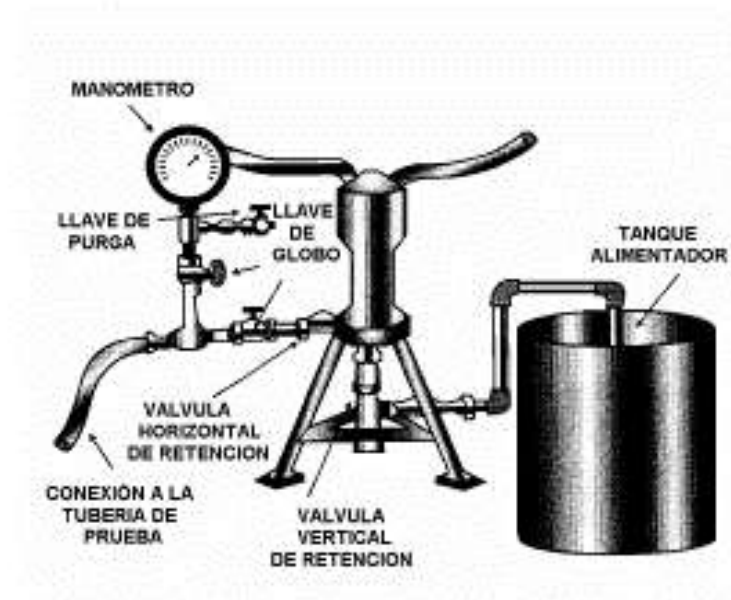


Figura 5.107 Bomba de prueba.



Figura 5.108 Liberación de presión.

6. CATÁLOGO DE CONCEPTOS

6. CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Para la realización del proyecto a nivel ejecutivo, es necesario hacer la cuantificación de actividades de trabajo, mismas que consideren los materiales, la mano de obra y la maquinaria requerida. Estos trabajos deberán contener sus respectivas cantidades de obra y presupuesto base. Se debe llevar a cabo un análisis detallado de las zonas y sectores donde se tienen proyectada la construcción de la obra de agua potable, las diferentes estructuras como lo son la obra de captación, los cárcamos de bombeo, válvulas y desfuegos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema, equipamiento electromecánico, tanques de almacenamiento, cajas rompedoras de presión, líneas de conducción, alimentación y distribución. Así como de tramos en los que se está considerando la ruptura y reposición de obra existente, cruces con caminos y zonas pavimentadas, y en general toda la obra que directa o indirectamente se involucra para la correcta ejecución.

6.1. GENERADORES DE OBRA

Los generadores de obra será propiamente la cuantificación de los trabajos e insumos necesarios, en las unidades correspondientes de cada trabajo motivo del proyecto, cuantificados ya sea en metros, metros cuadrados, metros cúbicos, pieza, lote, $m^3/1er.$ Km, m^3/km subsecuente, etc. Se pueden determinar auxiliándose de tablas y figuras, de manera tal que se refleje el volumen obtenido producto de la cuantificación.

Se tabularán los conceptos y cantidades obra generada, mismas que se verán reflejadas en los correspondientes conceptos de obra, en el catálogo de conceptos. Este catálogo no incluye precios unitarios, ni montos parciales o totales, por lo que este catálogo servirá para fines de licitación de los trabajos.

Para facilitar la integración del catálogo de conceptos de obra, se deberá considerar anexar las especificaciones particulares y generales de construcción e instalación. La especificación deberá contener como mínimo la definición del concepto de trabajo, la forma de ejecución, el tipo de obra, así como la forma de medición para fines de pago.

6.2. PRESUPUESTO

El presupuesto base servirá para dar un costo pormenorizado de la obra, esto para fines de asignación de recursos económicos para su posterior licitación o ejecución. En la realización del presupuesto base, se debe considerar el análisis de precios unitarios de los diferentes conceptos que integran el catálogo de conceptos, así como la comparación de precios publicados por dependencias oficiales, para de esa manera generar los montos parciales y totales que nos llevarán a tener la estimación real del precio de los trabajos considerados para el proyecto en cuestión. Los precios obtenidos, son los precios de mercado a la fecha de elaboración del proyecto, por lo que cualquier variación considerable de la estabilidad económica del país, obligará a la reconsideración de los precios expuestos.

El presupuesto base, debe ser elaborado considerando el grado de dificultad en la realización de los trabajos, así como las adversidades naturales y sociales que se pudieran presentar al momento de la ejecución de la obra.

6.3. DEFINICIÓN DE CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Este catálogo es la base de un presupuesto por cuanto sirve para cuantificar y controlar adecuadamente una obra. Ahora, lo que se denomina un catálogo general de conceptos representa una herramienta de clasificación que permite evitar omisiones —en lo posible— durante la elaboración del presupuesto; está formado por una serie de conceptos de obra que forman, en conjunto, el total de la obra.

El catálogo general de conceptos puede ser manejado con mayor sencillez si se lo divide en capítulos, de acuerdo con el tipo de obra a realizar; esta división estará influenciada por el tipo de mano de obra y el método constructivo (materiales y equipos) que se utilizará, y el catálogo, en fin, deberá incluir todos los conceptos de obra correspondientes, así como la unidad de medida de cada concepto de obra. Para asignar a un concepto la unidad correspondiente de pieza, peso, volumen, área o longitud, se tomará en cuenta la forma usual de realizar la medición.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
	A	LÍNEA DE CONDUCCIÓN.					
	A-1	LÍNEA DE CONDUCCIÓN.					
1	01-00A-01	LIMPIA, TRAZO Y NIVELACIÓN A EJE DE ZANJA.	M	1.072,00	5,91	CINCO PESOS 91/100 M.N.	6.335,52
2	01-00A-25	TRAZO Y CORTE DE PAVIMENTO ASFÁLTICO CON MÁQUINA.	M	213,49	12,46	DOCE PESOS 46/100 M.N.	2.660,09
3	02-00A-02.2	RUPTURA DE PAVIMENTO HIDRÁULICO DE 8cm DE ESPESOR, EN BANQUETA.	M2	3,00	16,81	DIECISEIS PESOS 81/100 M.N.	50,43
4	02-00A-21	RUPTURA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO DE 10 cm DE ESPESOR.	M2	74,72	12,86	DOCE PESOS 86/100 M.N.	960,9
5	03-00A-01	EXCAVACIÓN PARA ZANJA EN MATERIAL COMÚN, INCLUYE EQUIPO, AFLOJE Y EXTRACCIÓN DE MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCIÓN Y TRASPALOS VERTICALES PARA SU EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA EXCAVACIÓN, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	265,19	59,39	CINCUENTA Y NUEVE PESOS 39/100 M.N.	15.749,63
6	03-00A-08	EXCAVACIÓN PARA ZANJA EN MATERIAL COMÚN A MANO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCIÓN DE MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCIÓN Y TRASPALOS VERTICALES PARA SU EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA EXCAVACIÓN, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	7,07	107,78	CIENTO SIETE PESOS 78/100 M.N.	762
7	03-00A-12	EXCAVACIÓN PARA ZANJA EN MATERIAL TIPO "C", INCLUYE EQUIPO, AFLOJE Y EXTRACCIÓN DE MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCIÓN Y TRASPALOS VERTICALES PARA SU EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA EXCAVACIÓN, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	618,77	261,71	DOSCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 71/100 M.N.	161.938,30
8	03-00A-19	EXCAVACIÓN PARA ZANJA EN MATERIAL TIPO "C" A MANO, INCLUYE SOLO LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTA MANUAL COMO BARRETA, MARRO, PICO, PALA, ADEMÁS DE AFLOJE Y EXTRACCIÓN DE MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCIÓN Y TRASPALOS VERTICALES PARA SU EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA EXCAVACIÓN, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	16,50	352,53	TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS PESOS 53/100 M.N.	5.816,75
9	04-00A-01	PLANTILLA CON MATERIAL DE BANCO (ARENA). INCLUYE: APOYO SEMICIRCULAR PARA SOPORTE DE LA TUBERÍA.	M3	82,50	366,35	TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 35/100 M.N.	30.223,88
10	04-00A-10	RELLENO EN ZANJAS EN CAPAS DE 20cm, COMPACTADO AL 90% PROCTOR CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE).	M3	370,21	321,93	TRESCIENTOS VEINTIUN PESOS 93/100 M.N.	119.181,71
11	04-00A-15	RELLENO A VOLTEO APISONADO, CON MATERIAL SELECCIONADO PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN.	M3	410,87	97,4	NOVENTA Y SIETE PESOS 40/100 M.N.	40.018,74
12	04-00A-20	CONSTRUCCIÓN DE BASE HIDRÁULICA CON MATERIAL PÉTREO-CEMENTANTE PROP. 80-20, T.M.A. 1 1/2", EN CAPAS DE 20 cm., COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M., INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, ACARREOS, DESPERDICIO, ABUNDAMIENTO, HERRAMIENTA Y EQUIPO MECÁNICO.	M3	14,98	422,04	CUATROCIENTOS VEINTIDOS PESOS 04/100 M.N.	6.322,16

6.4. CATÁLOGO DE CONCEPTOS DE LA OBRA Y PRESUPUESTO.

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS							
NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
13	05-OOA-10	CARGA Y ACARREO EN CAMIÓN AL PRIMER KILÓMETRO DE MATERIAL SOBRENTE PRODUCTO DE DESPALME, CORTES, EXCAVACIONES, DE MATERIAL VEGETAL, LIMOSO, TEPETATE, DEMOLICIONES, ETC. AL SITIO FINAL DE TIRO AUTORIZADO; DANDO CUMPLIMIENTO AL ART. 50 Y ART. 62 DE LA LEY PARA LA PREVENCIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO (ver Artículos de Ley, anexa en especificaciones generales).	M3	646,00	19,24	DIECINUEVE PESOS 24/100 M.N.	12.429,04
14	05-OOA-11	ACARREO EN CAMIÓN A KILÓMETROS SUBSECUENTES DE MATERIAL SOBRENTE PRODUCTO DE DESPALME, CORTES, EXCAVACIONES, DE MATERIAL VEGETAL, LIMOSO, TEPETATE, DEMOLICIONES, ETC. AL SITIO FINAL DE TIRO AUTORIZADO; DANDO CUMPLIMIENTO AL ART. 50 Y ART. 62 DE LA LEY PARA LA PREVENCIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO (ver Artículos de Ley, anexa en especificaciones generales).	M3/KM	6.460,00	6,43	SEIS PESOS 43/100 M.N.	41.537,80
15	06-OOA-13	REPOSICIÓN DE BANQUETA DE CONCRETO DE 8cm DE ESPESOR CON CONCRETO f'c=200kg/cm 2.	M2	3,00	283,15	DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS 15/100 M.N.	849,45
16	06-OOA-36	REPOSICIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 10cm DE ESPESOR ELABORADA CON AC-20 Y MATERIAL PÉTREO DE 3/4" A FINOS, RIEGO DE IMPREGNACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROMPIMIENTO RÁPIDO EN PROPORCIÓN DE 1.50 LTS/M2; INCLUYE: MATERIAL PÉTREO, EMULSIÓN, INCORPORACIÓN DE HUMEDAD, TENDIDO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN AL 95% DE SU P.V.S.M. Y BARRIDO DE LA SUPERFICIE.	M2	74,72	316,94	TRESCIENTOS DIECISEIS PESOS 94/100 M.N.	23.681,76
17	07-OOA-25	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TUBERÍA DE PVC SISTEMA INGLES, INCLUYE: MANIOBRAS LOCALES Y EQUIPO PARA PRUEBA, ACARREO A UN KILÓMETRO, RD-26, DE: 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	M	933,50	239,88	DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE PESOS 88/100 M.N.	223.927,98
18	08-OOA-07.11	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBON DE 6" DE DIÁMETRO CED. 40, INCLUYE: SOLDADURA, CORTES, BISELADOS, BAJADO, EQUIPO MECANICO PARA MANIOBRAS, EQUIPO DE SEGURIDAD, MANIOBRAS LOCALES, ACARREOS A UN KILÓMETRO, EQUIPO PARA PRUEBA, PROTECCIÓN ANTICORROSIVA EN SUPERFICIE INTERIOR Y EXTERIOR ACABADOS EPOXICOS CATALIZADOS DE ALTOS SOLIDOS.	ML	245,50	991,36	NOVECIENTOS NOVENTA Y UN PESOS 36/100 M.N.	243.378,88
19	12-OOA-289.1.1	SOLDADURA EN TUBERÍA DE ACERO DE 4" DE DIÁMETRO, MEDIANTE CORDÓN CONTINUO - MÚLTIPLE-.	UNIÓN	1,00	182,96	CIENTO OCHENTA Y DOS PESOS 96/100 M.N.	182,96
20	12-OOA-290.1.1	SOLDADURA EN TUBERÍA DE ACERO DE 6" DE DIÁMETRO, MEDIANTE CORDÓN CONTINUO - MÚLTIPLE-.	UNIÓN	3,00	182,96	CIENTO OCHENTA Y DOS PESOS 96/100 M.N.	548,88
21	12-OOA-390.11	CORTE Y BISELADO DE TUBERÍA DE ACERO DE 6" (150mm) DE DIÁMETRO EXISTENTE.	LOTE	2,00	193,14	CIENTO NOVENTA Y TRES PESOS 14/100 M.N.	386,28
22	12-OOA-390.21	CORTE Y BISELADO DE TUBERÍA DE ACERO DE 4" (100mm) DE DIÁMETRO EXISTENTE.	LOTE	1,00	193,14	CIENTO NOVENTA Y TRES PESOS 14/100 M.N.	193,14
23	15-OOA-01	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE Fo.Fo CON VÁSTAGO FIJO Y ASIENTOS DE BRONCE, BRIDADA TIPO ANSI, PARA 200 PSI, CON RECUBRIMIENTO INTERIOR Y EXTERIOR CON PINTURA TIPO ELECTROSTÁTICA EPOXICA. DE: 2" (50 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	4.541,82	CUATRO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y UN PESOS 82/100 M.N.	4.541,82

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS							
NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
24	15-00A-07	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE Fo.Fo CON VÁSTAGO FIJO Y ASIENTOS DE BRONCE, BRIDADA TIPO ANSI, PARA 200 PSI, CON RECUBRIMIENTO INTERIOR Y EXTERIOR CON PINTURA TIPO ELECTROSTÁTICA EPOXICA. DE: 6" (150 m m) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	10.392,36	DIEZ MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 36/100 M.N.	10.392,36
25	15-00A-49	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA COMBINADA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE DE Fo.Fo CON FLOTADOR DE POLIPROPILENO EXPANDIDO DE 1" (25 m m) DE DIÁMETRO.	PZA	4,00	4.069,98	CUATRO MIL SESENTA Y NUEVE PESOS 98/100 M.N.	16.279,92
26	15-00A-344	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE CONTROL TIPO ON/OFF, INCLUYE SOLENOIDE TIPO LACH Y CONTROLADOR DE TIEMPO (TIMER) IP67, CON ALIMENTACIÓN A BASE DE BATERÍAS 9 VDC Y BOBINA G75 2WNC 9 VDC, BRIDADA 150, CUERPO EN "Y", ACTUADOR DE CÁMARA SENCILLA, AMBOS EN HIERRO DÚCTIL, RECUBRIMIENTO EPÓXICO APLICADO POR TERMOFUSIÓN APROBADO POR NSF-61, DE 4" (100 m m) DE DIÁMETRO, INCLUYE: CALIBRACIÓN DE ACUERDO A CONDICIONES INDICADAS EN EL PLANO.	PZA	1,00	40.512,55	CUARENTA MIL QUINIENTOS DOCE PESOS 55/100 M.N.	40.512,55
27	15-00A-345	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE CONTROL TIPO ON/OFF, INCLUYE SOLENOIDE TIPO LACH Y CONTROLADOR DE TIEMPO (TIMER) IP67, CON ALIMENTACIÓN A BASE DE BATERÍAS 9 VDC Y BOBINA G75 2WNC 9 VDC, BRIDADA 150, CUERPO EN "Y", ACTUADOR DE CÁMARA SENCILLA, AMBOS EN HIERRO DÚCTIL, RECUBRIMIENTO EPÓXICO APLICADO POR TERMOFUSIÓN APROBADO POR NSF-61, DE 6" (150 m m) DE DIÁMETRO, INCLUYE: CALIBRACIÓN DE ACUERDO A CONDICIONES INDICADAS EN EL PLANO.	PZA	1,00	77.829,02	SETENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS VEINTINUEVE PESOS 02/100 M.N.	77.829,02
28	16-00A-01	ELABORACIÓN DE CAJA PARA OPERACIÓN DE VÁLVULAS, DE TABIQUE ROJO COMÚN A 14 CM DE ESPESOR, JUNTEADO CON MEZCLA MORTERO-ARENA EN PROP. 1:3. INCLUYE: PLANTILLA DE 5cm DE ESPESOR, PISO DE 10cm DE ESPESOR CON CONCRETO f'c=200kg/cm 2 ARMADO CON VARILLA DEL NO.3 (3/8") @ 30cm, CERRAMIENTO DE 15x15cm, LOSA-TECHO DE 15cm DE ESPESOR CON CONCRETO f'c=200kg/cm 2 ARMADO CON VARILLA DEL NO.3 (3/8") @ 10cm; APLANADO TERMINADO PULIDO, 1 CONTRAMARCO DE ACERO CANAL DE 4" x 90cm SENCILLO Y 1 MARCO CON TAPA STANDARD 50 x 50 cm. DE FIERRO FUNDIDO: TIPO 1, DE: 1.00 * 1.00m t Y 1.10m t DE ALTURA (DIMENSIONES A PAÑO EXTERIOR).	CAJA	5,00	9.803,82	NUEVE MIL OCHOCIENTOS TRES PESOS 82/100 M.N.	49.019,10

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS							
NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
29	16-OOA-02	ELABORACIÓN DE CAJA PARA OPERACIÓN DE VÁLVULAS, DE TABIQUE ROJO COMÚN A 14 CM DE ESPESOR, JUNTEADO CON MEZCLA MORTERO-ARENA EN PROP. 1:3. INCLUYE: PLANTILLA DE 5cm DE ESPESOR, PISO DE 10cm DE ESPESOR CON CONCRETO f'c=200kg/cm ² ARMADO CON VARILLA DEL NO.3 (3/8") @ 30cm, CERRAMIENTO DE 15x15cm, LOSA-TECHO DE 15cm DE ESPESOR CON CONCRETO f'c=200kg/cm ² ARMADO CON VARILLA DEL NO.3 (3/8") @ 10cm; APLANADO TERMINADO PULIDO, 1 CONTRAMARCO DE ACERO CANAL DE 4" x 110cm SENCILLO Y 1 MARCO CON TAPA STANDARD 50 x 50 cm. DE FIERRO FUNDIDO: TIPO 2, DE: 1.30 * 1.20mt Y 1.35mt DE ALTURA (DIMENSIONES A PAÑO EXTERIOR).	CAJA	2,00	10.452,15	DIEZ MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS PESOS 15/100 M.N.	20.904,30
30	22-OOA-110	ATRAQUE DE CONCRETO SIMPLE DE 0.40 x 0.30 x 0.30 m INCLUYE: CONCRETO f'c=100kg/cm ² , HERRAMIENTAS Y MANO DE OBRA NECESARIA PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.	PZA	15,00	163,33	CIENTO SESENTA Y TRES PESOS 33/100 M.N.	2.449,95
31	V-OOA-G011	REPOSICIÓN DE GUARNICIÓN TIPO PECHO DE PALOMA CON DIMENSIÓN 0.30mt x 0.40mt, BASTONES ANCLADOS A PISO CON VARILLAS DEL NO.3 (3/8") DE DIÁMETRO @ 20 cm C.A.C. Y 1 VARILLA EN EL SENTIDO HORIZONTAL DEL NO.3 (3/8"), CONCRETO f'c=250kg/cm ² ACABADO APARENTE, INCLUYE VIBRADO, CIMBRA APARENTE, DESCIMBRA, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.	ML	3,00	346,53	TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS 53/100 M.N.	1.039,59
32	V-OOA-R050	RUPTURA Y REPOSICIÓN DE RODAPIE DE MURO PERIMETRAL A BASE DE TABICÓN JUNTEADO CON MORTERO-ARENA EN PROP. 1:3, DE SECCIÓN DE 0.30mt x 0.30mt Y 28cms DE ESPESOR, PARA PASO DE LÍNEA DE AGUA POTABLE, DE 6" DE DIÁMETRO; INCLUYE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIA PARA LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO.	LOTE	2,00	128,72	CIENTO VEINTIOCHO PESOS 72/100 M.N.	257,44
		SUB-TOTAL LÍNEA DE CONDUCCIÓN.					1.160.362,33
	A-2	TRABAJOS EN TREN DE DESCARGA.					
33	12-OOA-289.1.1	SOLDADURA EN TUBERÍA DE ACERO DE 4" DE DIÁMETRO, MEDIANTE CORDÓN CONTINUO - MÚLTIPLE-.	UNIÓN	2,00	182,96	CIENTO OCHENTA Y DOS PESOS 96/100 M.N.	365,92
34	12-OOA-390.21	CORTE Y BISELADO DE TUBERÍA DE ACERO DE 4" (100mm) DE DIÁMETRO EXISTENTE.	LOTE	2,00	193,14	CIENTO NOVENTA Y TRES PESOS 14/100 M.N.	386,28
35	15-OOA-03	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE F0.F0 CON VÁSTAGO FIJO Y ASIENTOS DE BRONCE, BRIDADA TIPO ANSI, PARA 200 PSI, CON RECUBRIMIENTO INTERIOR Y EXTERIOR CON PINTURA TIPO ELECTROSTÁTICA EPOXICA. DE: 3" (75 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	3.751,46	TRES MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 46/100 M.N.	7.502,92
36	15-OOA-49	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA COMBINADA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE DE F0.F0 CON FLOTADOR DE POLIPROPILENO EXPANDIDO DE 1" (25 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	4.069,98	CUATRO MIL SESENTA Y NUEVE PESOS 98/100 M.N.	4.069,98

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS							
NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
37	15-00A-322	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE CONTROL HIDRÁULICO CONTRA GOLPE DE ARIETE, PARA MONTAJE ENTRE BRIDAS ANSI DE 3" DE Ø, CLASE 150, CUERPO EN "Y" ACTUADOR DE CAMARA SENCILLA, AMBOS EN HIERRO DÚCTIL, RECUBRIMIENTO EPÓXICO APLICADO POR TERMOFUSIÓN APROBADO POR NSF-61. INCLUYE LA CALIBRACIÓN DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA.	PZA	1,00	13.178,84	TRECE MIL CIENTO SETENTA Y OCHO PESOS 84/100 M.N.	13.178,84
38	20-00A-35.1	CONSTRUCCIÓN DE REGISTRO PARA DESFOGUE; DE TABIQUE ROJO COMÚN A 14 cm DE ESPESOR, DIMENSIONES DE 1.25x0.40m t Y 0.60m t DE PROFUNDIDAD (DIMENSIONES A PAÑO INTERIOR) SIN TAPA, CONSTRUIDO SOBRE TERRENO NATURAL CON TUBO DE DESFOGUE; JUNTEADO CON MEZCLA MORTERO-ARENA EN PROP. 1:3, TERMINADO APLANADO REPELLADO PULIDO EN INTERIOR Y SOLO REPELLADO EN LA CARA EXTERIOR; INCLUYE EXCAVACIÓN MANUAL, RELLENO CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE), PLANTILLA DE 7cm DE ESPESOR DE CONCRETO SIMPLE f'c= 200kg/cm 2 ACABADO PÚLIDO, PLANTILLA CON MATERIAL DE BANCO ARENA, 10ml DE TUBO SANITARIO SERIE-25 DE 6" DE DIÁMETRO, CARGA Y RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE FUERA DE LA OBRA, HERRAMIENTAS, MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS. Ver detalle.	REGISTRO	1,00	2.640,26	DOS MIL SEISCIENTOS CUARENTA PESOS 26/100 M.N.	2.640,26
	A-2.1	PIEZAS ESPECIALES EN TREN DE DESCARGA.					
39	12-00A-61	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: CODO BRIDADO DE 90°, DE 3" (75 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	1.392,76	UN MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 76/100 M.N.	2.785,52
40	12-00A-70	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: CRUZ DE 4" x 3" (100 mm x 75 mm) DE DIAMETRO.	PZA	1,00	3.241,31	TRES MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y UN	3.241,31
41	12-00A-113	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: BRIDA SOLDABLE DE 4" (100 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	920,41	NOVECIENTOS VEINTE PESOS 41/100 M.N.	920,41
42	13-00A-83	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Go., TIPO: NIPLE DE 1" x 4".	PZA	8,00	42,64	CUARENTA Y DOS PESOS 64/100 M.N.	341,12
43	14-00A-04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EMPAQUE DE NEOPRENO, DE 3" (75 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	5,00	111,14	CIENTO ONCE PESOS 14/100 M.N.	555,7
44	14-00A-05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EMPAQUE DE NEOPRENO, DE 4" (100 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	120,97	CIENTO VEINTE PESOS 97/100 M.N.	241,94
45	14-00A-69	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TORNILLO CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL, DE: 5/8" x 2 1/2".	PZA	20,00	31,81	TREINTA Y UN PESOS 81/100 M.N.	636,2
46	14-00A-70	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TORNILLO CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL, DE: 5/8" x 3".	PZA	16,00	37,95	TREINTA Y SIETE PESOS 95/100 M.N.	607,2
47	15-00A-252	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE ESFERA DE BRONCE DE 1" (25 mm) DE DIAMETRO.	PZA	4,00	193,87	CIENTO NOVENTA Y TRES PESOS 87/100 M.N.	775,48
		SUB-TOTAL TRABAJOS EN TREN DE DESCARGA.					38.249,08

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS							
NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
48	01-00A-01	LIMPIA, TRAZO Y NIVELACIÓN A EJE DE ZANJA.	M	4,00	5,91	CINCO PESOS 91/100 M.N.	23,64
49	03-00A-01	EXCAVACIÓN PARA ZANJA EN MATERIAL COMÚN, INCLUYE EQUIPO, AFLOJE Y EXTRACCIÓN DE MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCIÓN Y TRASPALOS VERTICALES PARA SU EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA EXCAVACIÓN, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	1,01	59,39	CINCUENTA Y NUEVE PESOS 39/100 M.N.	59,98
50	03-00A-12	EXCAVACIÓN PARA ZANJA EN MATERIAL TIPO "C", INCLUYE EQUIPO, AFLOJE Y EXTRACCIÓN DE MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCIÓN Y TRASPALOS VERTICALES PARA SU EXTRACCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA EXCAVACIÓN, DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	2,35	261,71	DOSCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 71/100 M.N.	615,02
51	04-00A-01	PLANTILLA CON MATERIAL DE BANCO (ARENA). INCLUYE: APOYO SEMICIRCULAR PARA SOPORTE DE LA TUBERÍA.	M3	0,28	366,35	TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 35/100 M.N.	102,58
52	04-00A-10	RELLENO EN ZANJAS EN CAPAS DE 20cm , COMPACTADO AL 90% PROCTOR CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE).	M3	1,19	321,93	TRESCIENTOS VEINTIUN PESOS 93/100 M.N.	383,1
53	04-00A-15	RELLENO A VOLTEO APISONADO, CON MATERIAL SELECCIONADO PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN.	M3	1,82	97,4	NOVENTA Y SIETE PESOS 40/100 M.N.	177,27
54	05-00A-10	CARGA Y ACARREO EN CAMIÓN AL PRIMER KILÓMETRO DE MATERIAL SOBRENTE PRODUCTO DE DESPALME, CORTES, EXCAVACIONES, DE MATERIAL VEGETAL, LIMOSO, TEPETATE, DEMOLICIONES, ETC. AL SITIO FINAL DE TIRO AUTORIZADO; DANDO CUMPLIMIENTO AL ART. 50 Y ART. 62 DE LA LEY PARA LA PREVENCIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO (ver Artículos de Ley, anexa en especificaciones generales).	M3	2,00	19,24	DIECINUEVE PESOS 24/100 M.N.	38,48
55	05-00A-11	ACARREO EN CAMIÓN A KILÓMETROS SUBSECUENTES DE MATERIAL SOBRENTE PRODUCTO DE DESPALME, CORTES, EXCAVACIONES, DE MATERIAL VEGETAL, LIMOSO, TEPETATE, DEMOLICIONES, ETC. AL SITIO FINAL DE TIRO AUTORIZADO; DANDO CUMPLIMIENTO AL ART. 50 Y ART. 62 DE LA LEY PARA LA PREVENCIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO (ver Artículos de Ley, anexa en especificaciones generales).	M3/KM	20,00	6,43	SEIS PESOS 43/100 M.N.	128,6
56	18-00A-02	SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA SANITARIA DE P.V.C. SERIE 25, DE: 15 cm (6") DE DIAMETRO.	ML	4,00	212,05	DOSCIENTOS DOCE PESOS 05/100 M.N.	848,2
57	V-00A-1004	INTERCONEXIÓN DE TUBERÍA CON POZO DE VISITA EXISTENTE, INCLUYE DEMOLICIÓN DEL ÁREA DE MURO, REPELLADO E IMPERMEABILIZADO, CON UNA PROFUNDIDAD DE: 1.00 mts.	LOTE	1,00	1.168,00	UN MIL CIENTO SESENTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N.	1.168,00
		SUB-TOTAL CONEXIÓN DE DESFOGUE A POZO DE VISITA EXISTENTE.					3.544,87

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS							
NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
	A-4	PIEZAS ESPECIALES.					
58	10-00A-35	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC SISTEMA INGLES, TIPO: CODO DE 11°15', DE: 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	273,3	DOSCIENTOS SETENTA Y TRES PESOS 30/100 M.N.	273,3
59	10-00A-105	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC SISTEMA INGLES, TIPO: CODO DE 22°30', DE: 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	5,00	273,3	DOSCIENTOS SETENTA Y TRES PESOS 30/100 M.N.	1.366,50
60	10-00A-155	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC SISTEMA INGLES, TIPO: CODO DE 45°, DE: 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	414,5	CUATROCIENTOS CATORCE PESOS 50/100 M.N.	829
61	10-00A-205	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC SISTEMA INGLES, TIPO: CODO DE 90°, DE: 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	6,00	557,12	QUINIENTOS CINCUENTA Y SIETE PESOS 12/100 M.N.	3.342,72
62	10-00A-440	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC SISTEMA INGLES, TIPO: EXTREMIDAD CAMPANA, DE: 4" (100 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	318,25	TRESCIENTOS DIECIOCHO PESOS 25/100 M.N.	636,5
63	10-00A-445	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC SISTEMA INGLES, TIPO: EXTREMIDAD CAMPANA, DE: 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	10,00	570,2	QUINIENTOS SETENTA PESOS 20/100 M.N.	5.702,00
64	10-00A-495	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC SISTEMA INGLES, TIPO: EXTREMIDAD ESPIGA, DE: 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	8,00	507,21	QUINIENTOS SIETE PESOS 21/100 M.N.	4.057,68
65	12-00A-52	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: CODO BRIDADO DE 45°, DE 4" (100 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	1.725,34	UN MIL SETECIENTOS VEINTICINCO PESOS 34/100 M.N.	1.725,34
66	12-00A-113	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: BRIDA SOLDABLE DE 4" (100 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	920,41	NOVECIENTOS VEINTE PESOS 41/100 M.N.	920,41
67	12-00A-114	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: BRIDA SOLDABLE DE 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	4,00	1.190,54	UN MIL CIENTO NOVENTA PESOS 54/100 M.N.	4.762,16
68	12-00A-128	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: REDUCCIÓN BRIDADA DE Fo.Fo. DE 6" x 4" (150 mm x 100 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	1.846,56	UN MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS 56/100 M.N.	3.693,12
69	12-00A-140	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: CODO CESPOL, BOLA DE CONTRAPESO Y PLATO QUIEBRA CHORRO DE 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	LOTE	1,00	2.449,91	DOS MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE PESOS 91/100 M.N.	2.449,91
70	12-00A-165	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: TEE BRIDADA DE 6" x 2" (150 mm x 50 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	3.294,58	TRES MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO	3.294,58
71	12-00A-167	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Fo., TIPO: TEE BRIDADA DE 6" x 6" (150 mm x 150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	3.924,44	TRES MIL NOVECIENTOS VEINTICUATRO PESOS	7.848,88
72	12-00A-226.1	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE ACERO, TIPO: CODO SOLDABLE DE 90°, DE 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	1.250,49	UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA PESOS 49/100 M.N.	2.500,98
73	12-00A-263.1	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE ACERO AL CARBÓN, TIPO: CARRETE BRIDADO DE 6" x 50 cm (150 mm x 500 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	4,00	3.474,03	TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS 03/100 M.N.	13.896,12

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS							
NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
74	12-OOA-263.2	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE ACERO AL CARBÓN, TIPO: CARRETE BRIDADO DE 4" x 25 cm (100 mm x 250 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	1.588,01	UN MIL QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO PESOS 01/100 M.N.	1.588,01
75	12-OOA-263.6	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE ACERO AL CARBÓN, TIPO: CARRETE BRIDADO DE 2" x 50 cm (50 mm x 500 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	1,00	1.047,95	UN MIL CUARENTA Y SIETE PESOS 95/100 M.N.	1.047,95
76	13-OOA-83	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE Fo. Go., TIPO: NIPLE DE 1" x 4".	PZA	8,00	42,64	CUARENTA Y DOS PESOS 64/100 M.N.	341,12
77	14-OOA-02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EMPAQUE DE NEOPRENO, DE 2" (50 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	2,00	165,13	CIENTO SESENTA Y CINCO PESOS 13/100 M.N.	330,26
79	14-OOA-06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EMPAQUE DE NEOPRENO, DE 6" (150 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	23,00	203,79	DOSCIENTOS TRES PESOS 79/100 M.N.	4.687,17
80	14-OOA-64	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TORNILLO CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL, DE: 3/4" x 3 1/4".	PZA	184,00	67,46	SESENTA Y SIETE PESOS 46/100 M.N.	12.412,64
81	14-OOA-68	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TORNILLO CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL, DE: 5/8" x 2 1/4".	PZA	8,00	30,58	TREINTA PESOS 58/100 M.N.	244,64
82	14-OOA-70	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TORNILLO CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL, DE: 5/8" x 3".	PZA	40,00	37,95	TREINTA Y SIETE PESOS 95/100 M.N.	1.518,00
83	15-OOA-252	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE ESFERA DE BRONCE DE 1" (25 mm) DE DIÁMETRO.	PZA	4,00	193,87	CIENTO NOVENTA Y TRES PESOS 87/100 M.N.	775,48
		SUB-TOTAL PIEZAS ESPECIALES.					80.849,32
	A-5	SEÑALAMIENTOS.					
84	25-OOA-01	SEÑALAMIENTO VIAL PREVENTIVO DE ACUERDO A NORMATIVIDAD NOM-086-SCT2-2015, SEÑALAMIENTOS Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN ZONAS DE OBRAS VIALES (Apartado 7.9), PARA PROTECCIÓN DE ÁREA DE TRABAJO, A BASE DE: Cinta plástica con la leyenda "PELIGRO - NO PASE", en color amarillo o naranja, de 10cm de ancho. INCLUYE MANO DE OBRA Y MATERIALES NECESARIOS PARA SU COLOCACIÓN EN EL SITIO DE LA OBRA (ver Norma anexa en especificaciones generales).	ML	1.200,00	3,97	TRES PESOS 97/100 M.N.	4.764,00
85	25-OOA-02	SEÑALAMIENTO VIAL PREVENTIVO DE ACUERDO A NORMATIVIDAD NOM-086-SCT2-2015, SEÑALAMIENTOS Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN ZONAS DE OBRAS VIALES (Apartado 7.5) PARA PROTECCIÓN DE ÁREA DE TRABAJO, A BASE DE: Cono de plástico de 71cm de alto, con 1 franja reflejante. INCLUYE COLOCACIÓN EN EL SITIO DE LA OBRA (ver Norma anexa en especificaciones generales).	PZA	6,00	198,05	CIENTO NOVENTA Y OCHO PESOS 05/100 M.N.	1.188,30

**SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y
SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.**

CATÁLOGO DE CONCEPTOS							
NO.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.U. IMPORTE CON LETRA	IMPORTE
86	25-OOA-06	SEÑALAMIENTO VIAL PREVENTIVO DE ACUERDO A NORMATIVIDAD NOM-086-SCT2-2015, SEÑALAMIENTOS Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN ZONAS DE OBRAS VIALES (Apartado 6.2) A BASE DE : Señal Vertical Metálica de 86cms x 86cms reflejante. Incluye: materiales, mano de obra y equipo necesario para su transporte y colocación. CON LA LEYENDA: "OBRA EN PROCESO DE CONSTRUCCIÓN". (ver Norma anexa en especificaciones generales).	PZA	2.00	1.683,47	UN MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS 47/100 M.N.	3.366,94
		SUB-TOTAL SEÑALAMIENTOS.					9.319,24
		TOTAL LÍNEA DE CONDUCCIÓN.					1.292.324,84
		. RESUMEN					
	A-1	SUB-TOTAL LÍNEA DE CONDUCCIÓN.					1.160.362,33
	A-2	SUB-TOTAL TRABAJOS EN TREN DE DESCARGA.					38.249,08
	A-3	SUB-TOTAL CONEXIÓN DE DESFOGUE A POZO DE VISITA EXISTENTE.					3.544,87
	A-4	SUB-TOTAL PIEZAS ESPECIALES.					80.849,32
	A-5	SUB-TOTAL SEÑALAMIENTOS.					9.319,24
	A	TOTAL LÍNEA DE CONDUCCIÓN.					1.292.324,84
UN MILLON CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL NOVENTA Y SEIS PESOS, 81/100 M.N.						SUBTOTAL	1.292.324,84
						16 % I.V.A.	206.771,97
						T O T A L	1.499.096,81

6.5. ESTIMACIONES DE OBRA

Se contó con un anticipo del monto total de la obra, del 30%; siendo este por la cantidad de \$449,729.04, el cual se descontó en las estimaciones que se realizaron.

Se realizaron tres estimaciones, las cuales contenían solicitud liquida, recibo, estado de cuenta, cantidades de obra, generadores, fotos y croquis, las cuales se entregaron a fin de mes, estas se entregaron por concepto terminado. En la tercera estimación se entregó la obra terminada, el plano final con los ajustes que se realizaron, y la estimación de finiquito, donde se hace un resumen con las estimaciones anteriores y se observa la cantidad total que costo la obra y lo que no se ejecutó. Para esta obra el capital se ejerció al 100%.

7. CONCLUSIONES

7. Conclusiones

La construcción de este proyecto se realizó plenamente, se cumplieron todos los requisitos que se señalaron durante el periodo que duró la obra y se concluyó en tiempo y forma.

Se mejoró la eficiencia de la operación de la línea de conducción, sustituyéndola por una tubería de un diámetro mayor, en la colonia Santa Fe; así como también se logró abastecer a la colonia 3 de agosto.

Se construyó la línea de conducción de acuerdo con las especificaciones que el proyecto indicó, agotando todo el recurso que se tenía para la ejecución de la obra, haciendo los ajustes mínimos correspondientes para no exceder dicho monto.

Personalmente, este proyecto me dejó una experiencia muy satisfactoria en lo referente a la práctica profesional, me di cuenta de la importancia que es llevar agua a las personas, a pesar de que para ellos represente un cambio, y en ocasiones se opongan es un beneficio para ellos; así como también, lo importante que es tener un proyecto acorde a lo que se va a construir, debido a que el proyectista realizó, el plano sin haber asistido a la obra, y eso es de suma importancia, porque cualquier modificación implica un costo. De igual manera, la importancia de seguir todas las especificaciones y estar al pendiente del proceso constructivo, lo cual conlleva mucha responsabilidad, ya que toca al ingeniero residente que haya pérdidas o que el proyecto se lleve a cabo satisfactoriamente sin ningún inconveniente.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

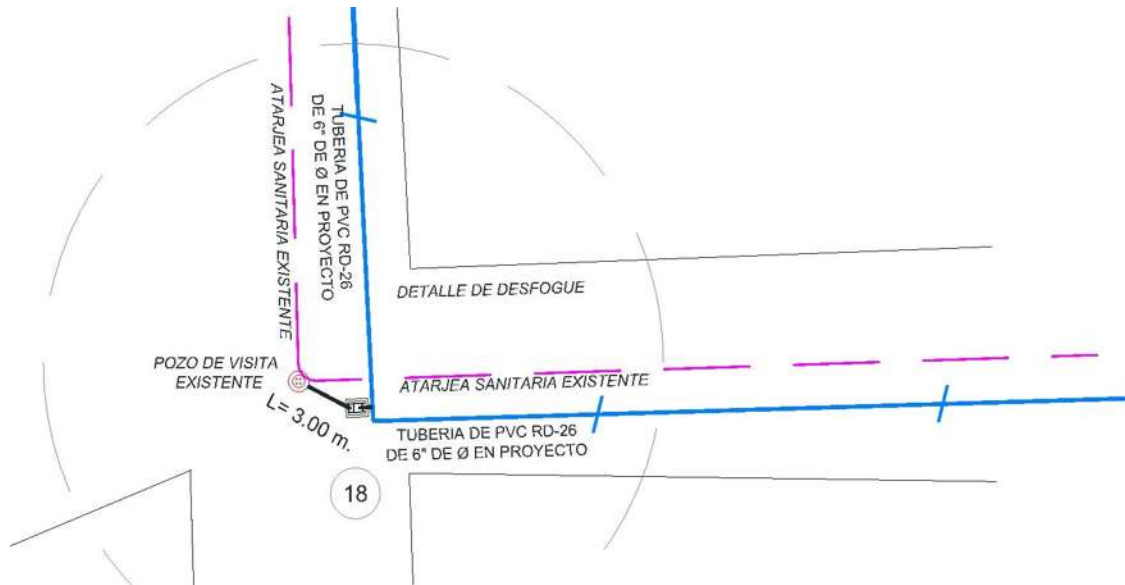
- COMISION NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA), MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO (MAPAS), SUBDIRECCION GENERAL TECNICA, GERENCIA DE INGENIERIA BASICA Y NORMAS TECNICAS , LIBROS 4,5,7,11,13,15,18,21. (2015). MEXICO D.F.
- CONAPO. (20 de FEBRERO de 2018). Obtenido de www.conapo.gob.mx
- INEGI. (01 de MARZO de 2018). Obtenido de www.inegi.org.mx/
- LEY PARA LA PREVENCIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN. (2010). MORELIA, MICHOACÁN.
- M. EN C., I. R. (2015). APUNTES DE LA MATERIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. MORELIA,MICHOACÁN.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-CONAGUA-2011, SISTEMAS DE AGUA POTABLE, TOMA DOMICILIARIA Y ALCANTARILLADO SANITARIO-HERMETICIDAD-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA. (2011). MEXICO D.F.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SCT2-2015, SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN ZONAS DE OBRA VIALES. (2015). MEXICO D.F.
- ELECTROVALVULAS. (ABRIL 2015). Obtenido de <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/electrovalvula-neumatica-69837.html>
- GONZALEZ, O. (2008). MORELIA. COM. MX. Obtenido de <http://www.morelia.com.mx/morelia/historia>.

ANEXOS

- Planos
- Detalles constructivos

SUSTITUCIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA SANTA FE, Y SUMINISTRO A LA COLONIA 3 DE AGOSTO EN MORELIA, MICHOACÁN.

DETALLE DE POZO DE DESFOGUE



DETALLE DE CONEXIÓN A POZO EXISTENTE

